



REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA SUD SARDEGNA



ESTERZILI



ESCALAPLANO



SEUI

# PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COMPOSTO DA 29 AEROGENERATORI E RELATIVE OPERE CONNESSE CON POTENZA COMPLESSIVA DI 153,9 MW NEI COMUNI DI ESTERZILI (SU), ESCALAPLANO (SU) E SEUI (SU)



PropONENTE	 <p><b>LOTO RINNOVABILI SRL</b>  Largo Augusto n.3 20122  Milano  pec:lotorinnovabili@legalmail.it</p>				
PROGETTAZIONE	 <p><b>AGREENPOWER s.r.l.</b>  Sede legale: Via Serra, 44  09038 Serramanna (SU) - ITALIA  Email: info@agreenpower.it</p>		<p>Gruppo di lavoro:</p> <p>Ing. Simone Abis - Civile Ambientale  Ing. Michele Angei - Elettrico  Ing. Enea Tocco - Civile Ambientale  Ing. Stefano Fanti - Civile Ambientale  Dott. Gianluca Fadda</p>	<p>Collaboratori:</p> <p>Vamirgeind Ambiente, Geologia e Geofisica S.r.l.  Dott. Archeologo Matteo Tatti  Dott. Naturalista Francesco Mascia  Dott. Agronomo Vincenzo Sechi  Ing. Federico Miscali - Tecnico Acustica  Ing. Nicola Sollai - Strutturista  Dott. Geologo Andrea Usai  Dott. Geologo Luigi Sancliu  Ing. Michele Pigliaru - Elettrico  Ing. Luigi Cuccu - Elettrotecnico</p>	
ELABORATO	<p>Nome Elaborato:</p> <p align="center"><b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI DI TUTTE LE OPERE</b></p>				
00	Settembre - 2022	PRIMA EMISSIONE	Agreenpower Srl	Agreenpower Srl	Agreenpower Srl
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato:	<b>A4</b>	Codice Commessa <b>W2204EES</b>	Codice Elaborato	<b>REL13</b>	

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. SCOPO E FINALITA' .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CONTENUTI DEL PRESENTE DISCIPLINARE .....</b>	<b>5</b>
<b>4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>5. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>6. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>7</b>
<b>6.1. L'AEROGENERATORE .....</b>	<b>8</b>
<b>6.2. LAVORI INIZIALI DI PREPARAZIONE .....</b>	<b>8</b>
<b>6.3. INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI PREVENTIVI .....</b>	<b>9</b>
6.3.1. Consistenza geologica delle aree di interesse e conclusioni .....	9
<b>6.4. LAVORI INIZIALI DI PREPARAZIONE .....</b>	<b>9</b>
<b>6.5. AREA DI CANTIERE .....</b>	<b>9</b>
<b>6.6. ACCESSI E IMPIANTI DI CANTIERE .....</b>	<b>10</b>
<b>6.7. I MEZZI D'OPERA .....</b>	<b>10</b>
<b>6.8. I MATERIALI.....</b>	<b>10</b>
6.8.1. Qualità e provenienza dei materiali.....	10
<b>6.9. CONTROLLI, CERTIFICAZIONI E COLLAUDI .....</b>	<b>11</b>
6.9.1. Controlli e certificazioni sui materiali.....	11
6.9.2. Collaudi delle opere .....	11
6.9.3. Ulteriori controlli .....	11
6.9.4. Certificazioni richieste dalle disposizioni legislative.....	11
<b>6.10. DISCARICHE E DEPOSITI.....</b>	<b>11</b>
<b>6.11. NORME DI CONDUZIONE DEI LAVORI.....</b>	<b>12</b>
<b>6.12. RESPONSABILITA' IN CASO DI DANNI .....</b>	<b>12</b>
<b>7. PRESCRIZIONI TECNICHE .....</b>	<b>12</b>
<b>7.1. PREDISPOSIZIONE DELLE AREE DI LAVORO.....</b>	<b>12</b>
<b>7.2. SCAVI.....</b>	<b>13</b>
7.2.1. Scavi di sbancamento .....	13
7.2.2. Scavi a sezione obbligatoria .....	14
7.2.3. Scavi a mano o con demolitore meccanico .....	14
7.2.4. Materiali erratici superficiali (trovanti).....	14
7.2.5. Scavi per la canalizzazione di corsi d'acqua .....	15
<b>7.3. RILEVATI, RINTERRI E BONIFICHE.....</b>	<b>15</b>
7.3.1. Rilevati aridi.....	15
7.3.2. Bonifica di sottofondi.....	16
7.3.3. Rinterro di scavo .....	16

<b>7.4. PAVIMENTAZIONI STRADALI .....</b>	<b>17</b>
7.4.1. Formazione di pavimentazioni .....	17
7.4.1.1. Ossatura di sottofondo.....	17
7.4.1.1. Strato superficiale.....	17
7.4.2. Ripristini pavimentazioni bitumate .....	17
7.4.3. Messa in pristino dei terreni adibiti ad aree di servizio (piazzole).....	17
<b>7.5. TRASPORTO E POSA A DISCARICA DEI MATERIALI DI RISULTA.....</b>	<b>18</b>
<b>7.6. DRENAGGI DI SUPERFICIE.....</b>	<b>18</b>
7.6.1. Trincee drenanti .....	18
7.6.2. Drenaggi contro muro .....	19
<b>7.7. GEOTESSILE.....</b>	<b>19</b>
7.7.1. Geotessile per drenaggi .....	19
7.7.2. Geotessile di separazione .....	19
<b>7.8. CALCESTRUZZO, OPERE IN CLS, ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....</b>	<b>19</b>
7.8.1. Requisiti dei materiali da impiegare.....	19
7.8.2. Leganti idraulici (cemento) .....	20
7.8.3. Inerti .....	20
7.8.4. Calcestruzzi magri, di riempimento .....	20
7.8.5. Classe dei calcestruzzi.....	20
7.8.6. Determinazione della classe dei calcestruzzi .....	21
7.8.7. Calcestruzzo preconfezionato .....	21
7.8.8. Modalità di esecuzione del getto in calcestruzzo .....	22
7.8.9. Benestare ai getti .....	22
7.8.10. Additivi per calcestruzzi.....	22
7.8.11. Casseforme per opere in calcestruzzo .....	23
7.8.12. Giunti strutturali .....	23
7.8.13. Acciaio di armatura per cemento armato .....	23
7.8.14. Fori, tracce e cavità .....	24
<b>7.9. MURATURE.....</b>	<b>24</b>
7.9.1. Murature in laterizio.....	24
7.9.2. Murature in pietra.....	24
7.9.3. Esecuzione di tracce.....	25
<b>7.10. MALTE E INTONACI .....</b>	<b>25</b>
<b>7.11. SOTTOFONDI E PAVIMENTAZIONI .....</b>	<b>25</b>
7.11.1. Sottofondi.....	25
7.11.2. Pavimenti in genere.....	25
7.11.3. Pavimenti in calcestruzzo.....	25
7.11.4. Ancoraggi e ammarri.....	26
7.11.5. Malta e betoncino espansivo .....	26
7.11.6. Vani alloggiamenti inserti .....	27
7.11.7. Piastre in acciaio .....	27
<b>7.12. MANUFATTI IN ACCIAIO .....</b>	<b>27</b>
<b>7.13. CANALIZZAZIONI ELETTRICHE .....</b>	<b>27</b>
7.13.1. Canalizzazioni in sede stradale o in terreno naturale .....	27
7.13.2. Segnalazione della presenza di cavi .....	28
7.13.3. Giunzioni e terminazioni MT .....	28
7.13.4. Tubazioni.....	28

<b>7.14. POZZETTI DI ISPEZIONE.....</b>	<b>28</b>
7.14.1.Pozzetti realizzati in opera .....	28
7.14.2.Pozzetti prefabbricati.....	28
7.14.3.Chiusini e griglie .....	28
<b>7.15. CORDOLI E ZANELLE .....</b>	<b>29</b>
<b>7.16. MESSA A TERRA.....</b>	<b>29</b>
7.16.1.Interramento del cavo di messa a terra.....	29
7.16.2.Controlli e misure.....	30
<b>7.17. REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SCORRIMENTO SUPERFICIALE .....</b>	<b>30</b>
7.17.1.Canali di scolo.....	30
7.17.2.Attraversamenti stradali .....	30
<b>7.18. CONSOLIDAMENTO DEI PENDII.....</b>	<b>30</b>
7.18.1.Geostuoie e georeti.....	30
7.18.2.Viminate e fascine.....	31
<b>7.19. MISURE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE E SISTEMAZIONE A VERDE.....</b>	<b>31</b>
7.19.1.Generalità .....	31
7.19.2.Operazioni di rinverdimento .....	32
7.19.3.Livellamento delle superfici, sterri e riporti.....	32
7.19.4.Lavorazione del suolo .....	32
7.19.5.Terreno vegetale.....	32
7.19.6.Formazione del tappeto erboso .....	33
7.19.7.Riprofilatura di scarpate.....	33
<b>8. OPERE CIVILI DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE 150/30kV .....</b>	<b>33</b>
<b>8.1. DESCRIZIONE GENERALE.....</b>	<b>33</b>
<b>8.2. CAVIDOTTI.....</b>	<b>34</b>
<b>8.3. RECINZIONE PERIMETRALE E CANCELLI.....</b>	<b>34</b>
<b>9. OPERE ELETTROMECCANICHE DELLA SOTTOSTAZIONE</b>	
<b>    UTENTE 30/150kV .....</b>	<b>34</b>
<b>9.1. DIMENSIONAMENTO DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE LATO AT.....</b>	<b>35</b>
<b>9.2. CARATTERISTICHE GENERALI.....</b>	<b>35</b>
9.2.1. Sezionatore AT di linea rotativo .....	35
9.2.2. Trasformatori di tensione capacitivi.....	36
9.2.3. Interruttori tripolari AT in SF6.....	36
9.2.4. Trasformatori di corrente .....	36
9.2.5. Scaricatori di sovratensione .....	36
9.2.6. Trasformatore AT/MT.....	36
9.2.7. Conduttori, morsetti e collegamenti AT.....	36
9.2.8. Strutture metalliche di sostegno .....	37
9.2.9. Connessione ai morsetti del trasformatore AT/MT.....	37
<b>9.3. QUADRI MT.....</b>	<b>37</b>
9.3.1. Norme di riferimento.....	37
9.3.2. Struttura del quadro.....	37
9.3.3. Celle delle apparecchiature MT .....	38
9.3.4. Collegamenti equipotenziali di terra .....	38
9.3.5. Interblocchi .....	39

9.3.6. Apparecchiature ausiliarie e accessori .....	39
<b>9.4. TRASFORMATORE DEI SERVIZI AUSILIARI .....</b>	<b>39</b>
<b>9.5. COLLEGAMENTI AUSILIARI .....</b>	<b>39</b>
<b>9.6. IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>39</b>
<b>9.7. ILLUMINAZIONE E IMPIANTO FM.....</b>	<b>40</b>
<b>9.8. IMPIANTI AUSILIARI.....</b>	<b>40</b>
<b>9.9. PROTEZIONE APPARECCHIATURE DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE .....</b>	<b>40</b>
9.9.1. Protezione lato MT.....	40
9.9.2. Protezione di interfaccia.....	40
9.9.3. Protezione del trasformatore MT/AT.....	40
<b>9.10. UNITA' TERMINALE REMOTA (RTU) .....</b>	<b>40</b>
9.10.1.RTU di Sottostazione Utente.....	40
<b>9.11. UNITA' DI CONTROLLO DELLO STALLO AT.....</b>	<b>41</b>
<b>9.12. SOFTWARE SCADA.....</b>	<b>41</b>
<b>9.13. APPARECCHIATURE DI MISURA DELL'ENERGIA.....</b>	<b>41</b>
9.13.1.SPECIFICHE GENERALI .....	41
9.13.2.ADM SU CONSEGNA 150kV.....	42
9.13.3.ADM A BOCCA DI CENTRALE.....	42
9.13.4.ADM SU SERVIZI AUSILIARI .....	42
<b>10. CAVI DI MEDIA TENSIONE .....</b>	<b>43</b>
<b>10.1. GENERALITA' .....</b>	<b>43</b>
<b>10.2. DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE.....</b>	<b>43</b>
<b>10.3. PROCEDURA DI CALCOLO .....</b>	<b>48</b>
<b>10.4. CONDIZIONI AMBIENTALI E DI POSA .....</b>	<b>48</b>
<b>10.5. PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI .....</b>	<b>49</b>
<b>10.6. COMPATIBILITA' ELETTRROMAGNETICA.....</b>	<b>49</b>
<b>11. INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI.....</b>	<b>49</b>
11.1.1.Finalità.....	50
11.1.2.Prove penetrometriche statiche .....	50
11.1.2.1. Normativa di riferimento .....	50
11.1.2.1. Attrezzatura.....	50
11.1.2.1. Controlli.....	51
11.1.2.1. Modalità di prova.....	51
11.1.2.1. Documentazione .....	51
11.1.2.2. Attrezzatura di perforazione .....	52
11.1.2.1. Modalità esecutive .....	52
11.1.2.1. Fluidi di circolazione .....	52
11.1.2.1. Campionamento indisturbato.....	52
11.1.2.1. Rilievo stratigrafico .....	53
11.1.2.1. Cassette catalogatrici .....	53
11.1.2.1. Fotografie.....	53
11.1.2.2. Criteri di esecuzione dei carotaggi.....	54

## 1. PREMESSA

Il presente documento “REL13 Disciplinare descrittivo e prestazionale degli Elementi Tecnici” – di seguito anche “**Disciplinare**”, si riferisce ad un “impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, composto da n. 29 aerogeneratori di ultima generazione, del produttore NORDEX, serie Delta 4.000 modello N163/5.X TS118-00, ciascuno di potenza unitaria pari a 5,307 MW, aventi altezza mozzo 118 m e diametro del rotore 163 m, per complessivi 153,9 MW, di cui n. 16 aerogeneratori nei terreni del Comune di Esterzili (SU) e di n. 13 aerogeneratori nei terreni del Comune di Escalaplano (SU) e opere connesse anche in Comune di Seui (SU)”, di seguito anche “**Parco Eolico Nuraxeddu**” e, globalmente il “**Progetto**”.

L’impianto eolico sarà del tipo *grid-connected* e l’energia elettrica prodotta sarà immessa completamente in rete.

L’energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori del Parco Eolico Nuraxeddu sarà raccolta attraverso una rete di cavi di potenza in Media Tensione realizzata con cavidotti interrati a 30kV e trasportata ad una sottostazione MT/AT (la Sottostazione Utente), di proprietà del Proponente, ubicata in parte nel Comune di Seui (SU) e in parte in Comune di Escalaplano (SU), dove avverrà l’elevazione di tensione 30/150kV e infine convogliata alla Rete di Trasmissione Nazionale – R.T.N., secondo le modalità di connessione che sono state indicate dal Gestore Terna S.p.A. tramite apposito preventivo di connessione, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), Codice Pratica n. 202101585, rilasciata in data 20/10/2021 e accettata dal Proponente.

Tale STMG prevede l’allaccio della SU in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV, di futura costruzione da parte di Terna S.p.a. (da condividere con altri Produttori e quindi a servizio di altri impianti eolici o fotovoltaici) da inserire in entra – esce alla linea RTN esistente a 150 kV “Goni – Ulassai”.

La SE sarà collegata, tramite due nuovi elettrodotti a 150kV, con una nuova stazione elettrica di trasformazione a 380/150 kV di futura costruzione da parte di TERNA S.p.a., anch’essa da inserire in entra-esce alla linea RTN 380kV “Ittiri-Selargius”. Cfr. “ELB.PE.01b Schema a blocchi opere elettriche”.

La stessa STMG informa che, al fine di razionalizzare l’utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Si precisa che, alla data di emissione del presente documento, è ancora aperto il tavolo tecnico promosso da Terna S.p.a. che ha affidato la progettazione ad altro proponente. Pertanto la presente relazione tratta solo la parte Utente, ovvero sino alla Sottostazione Utente che sorgerà a cavallo dei Comuni di Seui (SU) ed Escalaplano (SU).

La presente relazione è stata redatta secondo i criteri del D.Lgs. n.50 del 18 aprile 2016 e del D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010 e ss.mm.ii. e fa parte integrante del procedimento di Valutazione d’Impatto Ambientale ai sensi del D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, e di Autorizzazione Unica Regionale ai sensi dell’articolo 12 del D. Lgs. n. 387 del 2003 e della D. G. R. 3/15 del 23 Gennaio 2018.

## 2. SCOPO E FINALITA’

Scopo del Disciplinare inteso quale Capitolato per le Opere Civili, è costituire il riferimento per la successiva redazione del Capitolato Generale di Appalto a seguito della documentazione esecutiva di progetto, quale parte integrante dei contratti che il Proponente stipula con l’Appaltatore per l’esecuzione dei lavori civili, idraulici e stradali relativi alla costruzione del Parco Eolico Nuraxeddu e alla modifica, adeguamento ecc. dell’infrastruttura esistente, previo eventuale adeguamento a seguito della progettazione esecutiva e alle prove, misurazioni, rilievi successivi all’ottenimento dell’Autorizzazione Unica.

In ogni caso l’Appaltatore è tenuto ad ottemperare anche a quelle norme, necessarie per il migliore risultato dei lavori, che possono essere prescritte nel corso dei lavori medesimi da parte del Proponente o da parte della Direzione Lavori (di seguito denominata D.L.).

In particolare, per quanto non precisato nel presente documento e per quanto non in contrasto con lo stesso, si fa specifico riferimento ai Capitolati Speciali del Ministero dei Lavori Pubblici ed alle norme di unificazione UNI – UNEL – CEI in vigore all’atto della esecuzione dei lavori.

## 3. CONTENUTI DEL PRESENTE DISCIPLINARE

Contenuto del presente Capitolato Tecnico sono le prescrizioni tecniche di esecuzione e le norme di accettazione relative alle **operazioni di realizzazione del parco Eolico Nuraxeddu**. Con i documenti contrattuali il Proponente o “Committente” può fornire all’Appaltatore il progetto esecutivo oppure il progetto di massima delle opere da eseguire.

Nel primo caso la documentazione tecnica consisterà in disegni esecutivi, specifiche tecniche e quant’altro

necessario per permettere all'Appaltatore di eseguire correttamente e secondo i programmi concordati i lavori appaltati; essa sarà corredata della firma del professionista abilitato in qualità di Progettista secondo le leggi in vigore.

Per quanto non completamente descritto alle voci successive, si fa comunque obbligo all'Appaltatore di provvedere all'esecuzione di tutti gli interventi complementari per dare i lavori finiti a regola d'arte e di effettuare una accurata pulizia del cantiere al termine dei lavori, previa rimozione dei materiali non utilizzati e/o di risulta. Il Committente si riserva la possibilità di modificare i disegni esecutivi anche durante il corso dei lavori.

Nel secondo caso la documentazione consisterà in disegni architettonici o di massima e in relazioni descrittive delle opere. L'Appaltatore dovrà elaborare il progetto esecutivo dettagliato firmato dal professionista da esso incaricato quale Progettista.

#### **4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riportano di seguito i principali riferimenti di legge da rispettare e le norme tecniche da applicare per la progettazione e la realizzazione dell'intervento in esame. L'elenco è da intendersi indicativo e non esaustivo, per cui eventuali leggi o norme tecniche applicabili, anche se non citate, andranno comunque applicate.

##### **Opere in cemento armato**

- ❖ Legge n. 1086 del 5/11/1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- ❖ Legge n. 64 del 2/2/1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- ❖ Circ. M. LL.PP. 14 febbraio 1974, n. 11951, "Applicazione delle norme sul cemento armato".
- ❖ Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1980, n. 20049. "Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato".
- ❖ D. M. 11/3/1988. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- ❖ Circolare Ministero LL.PP. 24/9/1988 n. 30483: "Legge n.64/1974 art. 1 - D.M. 11/3/1988. Norme tecniche su terreni e rocce, stabilità di pendii e scarpate, progettazione, esecuzione, collaudo di opere di sostegno e fondazione".
- ❖ Legge n. 109 dell'11 febbraio 1994 e ss.mm.ii.
- ❖ Norma Italiana CEI ENV 61400-1. "Sistemi di generazione a turbina eolica. Parte 1: Prescrizioni di sicurezza". Data di pubblicazione 06-1996.
- ❖ Norma internazionale IEC 61400-1 "Wind Turbine Safety and Design" del 1999.
- ❖ UNI-EN 1992-1-1 2005: Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- ❖ UNI-ENV 1994-1-1 1995: Progettazione delle strutture composte acciaio calcestruzzo. Parte 1- 1: Regole generali e regole per gli edifici.
- ❖ D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018) "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"
- ❖ Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 del C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018."

##### **Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro**

- ❖ D.P.R. n. 303 del 19 marzo 1956 - Igiene del lavoro
- ❖ D.Lgs. n.81 del 9 aprile 2008, Titolo IV (cantieri temporanei o mobili)
- ❖ DECRETO n.37 del 22 gennaio 2008 - Regolamento per installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- ❖ Circ. 3 novembre 2006 n. 1733 - Lavoro nero
- ❖ Determinazione 26 luglio 2006 n. 4/2006 - Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili

- ❖ Decreto Legge n. 223 del 4 luglio 2006, Art. 36bis
- ❖ D. Lgs. n. 163 del 12 aprile 2006 – Art. 131
- ❖ D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE
- ❖ Circ. ISPESL n. 13 del 28 dicembre 2004 - Impianti di terra e scariche atmosferiche
- ❖ D.Lgs. n. 262 del 4 settembre 2002 - Emissione acustica macchine all'aperto
- ❖ Circ. ISPESL n. 17 del 2 aprile 2002 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- ❖ D.P.R. n. 462 del 22 ottobre 2001 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- ❖ D.Lgs. 2 gennaio 1997, n. 10 - Dispositivi protezione individuale
- ❖ Circ. 6 marzo 1995, n. 3476 - Impianti da terra e scariche atmosferiche
- ❖ Circ. ISPESL 2 novembre 1993, n. 16089 - Reti di sicurezza
- ❖ D.P.R. n. 246 del 21 aprile 1993 - Prodotti da costruzione
- ❖ D.Lgs. n. 475 del 4 dicembre 1992 - Dispositivi protezione individuale
- ❖ Legge n.123 del 3 agosto 2007 - Salute e sicurezza sul lavoro

In ogni caso, per tutto ciò che non sia in opposizione con le condizioni espresse nel presente Capitolato e nel Contratto, l'appalto deve tenersi sottoposto alla integrale e rigorosa applicazione di tutte le leggi, decreti, regolamenti e circolari aventi per oggetto l'appalto e l'esecuzione di opere pubbliche dello Stato che sono nelle attribuzioni del Ministero dei LL.PP. ed in modo particolare alla Legge 11.02.1994 n. 109 e successive modifiche ed integrazioni.

Per espresso patto contrattuale si stabilisce inoltre che, nell'esecuzione dei lavori, da parte dell'Impresa appaltatrice e sotto la sua totale ed esclusiva responsabilità dovranno essere integralmente e rigorosamente applicate tutte le leggi, decreti, regolamenti e circolari, vigenti o poste in vigore durante il corso dei lavori, emanati dallo Stato e, per i rispettivi ambiti territoriali, dalla Regione, dalla Provincia, dal Comune e dalle altre Autorità competenti, in materia di esecuzione di opere pubbliche, di caratteristiche, qualità e prove di accettazione dei materiali da costruzione e di norme tecniche per le costruzioni ed in materia di sicurezza ed igiene del lavoro, nonché tutte le norme tecniche dettate dalla Scienza delle costruzioni ed emanate dal C.N.R., dalla C.E.T. e tutta la normativa UNI, UNIPLAST, C.E.I.-UNEL, WIFE, attinenti alle opere eseguite nel corso dei lavori.

## **5. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO**

Farà parte degli elaborati progettuali esecutivi il Piano di Coordinamento e Sicurezza in fase progettuale (art. 100 del D.Lgs. 81/2008) nel quale verranno descritte le problematiche inerenti la sicurezza che sono palesi già in fase progettuale, così come dettagliato dall'Allegato XV dello stesso Decreto Legislativo. Prima dell'apertura del cantiere deve essere redatto il Piano di Sicurezza e Coordinamento in Esecuzione (art. 100 del D.Lgs. 81/2008) - inerente l'identificazione dei pericoli in cantiere e alla valutazione dei rischi, alla prevenzione degli incidenti e alla sicurezza delle attività svolte. Le attività di cantiere dovranno essere condotte in modo rigorosamente conforme alle disposizioni del Piano di Sicurezza e Coordinamento in Esecuzione.

## **6. DESCRIZIONE DELLE OPERE**

I lavori di costruzione includeranno:

- allestimento del campo base e delle aree di cantiere, recinzione perimetrale provvisoria, cancello carrabile e pedonale, illuminazione ecc...
- miglioramento e adattamento dell'attuale viabilità di accesso al sito con interventi puntuali di eliminazione temporanea di cartellonistica stradale, ostacoli e barriere per permettere il transito dei mezzi pesanti adibiti al trasporto delle attrezzature e dei componenti degli aerogeneratori e per le gru necessarie all'elevazione e assemblaggio dei componenti.
- realizzazione della nuova viabilità prevista in progetto, di collegamento dalla viabilità esistente alle aree di servizio (piazzole) degli aerogeneratori per assicurare le migliori condizioni di accesso al sito di installazione anche in accordo con le specifiche tecniche del fornitore degli aerogeneratori e opere minori ad essa relative;
- formazione delle piazzole provvisorie per l'alloggiamento dei componenti degli aerogeneratori e le gru;

in particolare un'area di servizio per il montaggio del braccio della gru tralicciata da 200t di dimensioni indicative: 5 m di larghezza e 110m di lunghezza e delle relative opere di contenimento e di sostegno dei terreni, se necessarie;

- realizzazione delle fondazioni in calcestruzzo armato delle torri di sostegno degli aerogeneratori, formate da basamenti diretti; i basamenti avranno le dimensioni e le caratteristiche opportune per resistere ai carichi;
- esecuzione di opere temporanee di contenimento e di sostegno dei terreni, se necessarie;
- realizzazione di opere minori di regimazione idraulica superficiale quali canalette in terra, cunette, trincee drenanti ecc. al fine di convogliare verso i compluvi naturali;
- approntamento a terra dei componenti degli aerogeneratori in conformità al progetto della sequenza di montaggio eseguita sotto la responsabilità del fornitore stesso degli aerogeneratori;
- sollevamento, installazione e fissaggio dei componenti dell'aerogeneratore;
- realizzazione delle trincee di scavo e posa degli elettrodotti interrati (cavidotti) di Media Tensione di trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori;
- realizzazione di una nuova Sottostazione Utente 30/150 kV in cui troveranno posto i quadri MT di impianto ed i sistemi di trasformazione per l'elevazione della tensione da 30 kV a 150kV, ai fini della successiva immissione dell'energia elettrica prodotta nella Stazione di Terna S.p.a.;
- Realizzazione delle opere di rete in accordo con la soluzione tecnica di connessione che sarà prospettata da Terna, attualmente in lavorazione nel Tavolo Tecnico promosso da Terna S.p.a. che ha affidato la progettazione ad altro proponente. Si precisa che, alla data di emissione del presente documento, è ancora aperto il tavolo tecnico promosso da Terna S.p.a. che ha affidato la progettazione ad altro proponente

Al termine dei lavori

- esecuzione di interventi di sistemazione morfologico-ambientale in corrispondenza delle aree di servizio (piazzole) e dei tracciati stradali al fine di prevenire eventuali fenomeni erosivi per il ruscellamento di acque superficiali e favorire un equilibrato inserimento delle opere nel contesto paesaggistico;
- esecuzione di mirati interventi di mitigazione e recupero ambientale, in particolare le piazzole di montaggio e la parte delle piazzole eccedenti la zona compresa fra l'innesto con le stradelle e il sedime del basamento dell'aerogeneratore, verrà sottoposta ad un intervento di rinaturalizzazione.

## 6.1. L'AEROGENERATORE

L'aerogeneratore di riferimento per la progettazione definitiva Progetto di Parco Eolico Nuraxeddu è la NORDEX N163 è costituito da un rotore formato da tre pale in fibra di vetro e resina epossidica rinforzata con fibra di carbonio (lunghezza totale 81 metri), una navicella in cui è alloggiato il sistema di trasmissione dell'energia al generatore, il generatore stesso e il trasformatore da Bassa a Media Tensione. Ogni aerogeneratore – costituito da una navicella e un rotore – è installato su una torre tubolare di altezza pari a 118 m.

Le torri di sostegno, tronco-coniche in acciaio saldato, sono formate da cinque sezioni flangiate e una sezione di fondazione, il concio di torre che sarà reso solidale con l'armatura e il getto in calcestruzzo del basamento e costituirà la base su cui verrà montata la torre a sostegno della turbina.

L'energia prodotta dall'aerogeneratore sarà trasformata in energia in Media Tensione (il trasformatore sarà collocato nella navicella) e trasferita alla sottostazione da 150kV/20kV dove avverrà la conversione in alta tensione. La corrente in Media Tensione verrà trasferita, attraverso elettrodotti interrati alla sottostazione da 30kV/150kV (compreso un trasformatore di taglia opportuna) che fornirà la corrente prodotta alla rete di trasmissione nazionale.

## 6.2. LAVORI INIZIALI DI PREPARAZIONE

Prima dell'apertura del cantiere e comunque prima dell'inizio dei lavori, grazie ai rilievi topografici compiuti sul posto da topografi certificati e finalizzati alla progettazione esecutiva, saranno definite con precisione:

- 1) Le aree di cantiere, le vie di accesso al sito, i punti di stacco e creazione delle stradelle di collegamento alle aree di servizio di ciascun aerogeneratore, con indicazione sul posto con idoneo marcatore;
- 2) i condotti interrati per i cavi;
- 3) le fondazioni delle turbine eoliche;

Per l'esatta identificazione delle aree si utilizzeranno i 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;

### **6.3. INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI PREVENTIVI**

Poiché le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018) classificano come sismico l'intero territorio nazionale, occorrerà procedere con una caratterizzazione sismica del sito mediante una prova MASW, al fine di determinare come la natura della stratigrafia del sito modifica la velocità di propagazione delle onde sismiche.

In linea generale le caratteristiche dei terreni di fondazione dovranno essere accertate localmente in ognuna delle aree ove saranno installati gli aerogeneratori. Le indagini geognostiche dovranno essere estese sino alla profondità di almeno 10m-12m m da piano campagna.

Le indagini ed i rilievi, eseguiti secondo le raccomandazioni AGI, saranno sviluppati con ampiezza diversa, a seconda delle caratteristiche strutturali e delle dimensioni dei singoli manufatti, dei carichi da questi esercitati e della consistenza dei terreni di fondazione, con le tecniche di indagine che saranno specificate od autorizzate dalla D.L.

A norma del D.M. 11.03.1988 e successive integrazioni (in particolare il parere del Ministero LL.PP. n° 138 del 17.12.1993), la relazione sarà firmata da un geologo regolarmente iscritto all'Albo professionale.

Qualora le risultanze delle indagini geognostiche non fossero favorevoli alla realizzazione del solo basamento dell'aerogeneratore ovvero se fossero accertate scadenti caratteristiche geomeccaniche del terreno e se la progettazione esecutiva lo dovesse prevedere, si potrà fare ricorso alle palificate 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, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con presenza di trovanti lapidei anche di notevoli dimensioni, secondo le disposizioni e le normative in materia.

#### **6.3.1. Consistenza geologica delle aree di interesse e conclusioni**

Come riportato nella relazione REL05 Relazione Geologica a firma del dottor geologo Luigi Sanciu *“le litologie su cui poggeranno le opere sono dotate di buone caratteristiche meccaniche, elevata resistenza al taglio e comprimibilità quasi nulla, ragion per cui costituiscono un basamento altamente performante che non obbliga a delle scelte limitanti in ambito di tipologia delle fondamenta”* e che *“..le opere previste possano realizzarsi senza particolari problematiche di natura geologica/geotecnica”*,

Per tali aspetti è da ritenersi esclusa la necessità di palificazioni e sottofondazioni di rinforzo, ferma restando la necessità dei rilievi, saggi e carotaggi innanzi descritti.

### **6.4. LAVORI INIZIALI DI PREPARAZIONE**

Sarà realizzata una zona recintata di dimensioni opportune dove saranno installati i container adibiti a uffici e che servirà come area di stoccaggio per le attrezzature e i materiali non ingombranti e compresa l'area di deposito delle terre e rocce da scavo e il terreno vegetale per il successivo reimpiego, sempre nell'ambito delle aree di costruzione.

### **6.5. AREA DI CANTIERE**

Sarà realizzata una zona recintata di dimensioni opportune dove saranno installati i container adibiti a uffici e che servirà come area di stoccaggio per le attrezzature e i materiali non ingombranti e compresa l'area di deposito delle terre e rocce da scavo e il terreno vegetale per il successivo reimpiego, sempre nell'ambito delle aree di costruzione.

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 30/35 cm) su cui verrà steso un secondo strato superficiale di materiale inerte stabilizzato dello spessore di 5/8 cm circa.

L'area conterrà:

- n. 2 container per le attrezzature necessarie per il montaggio degli aerogeneratori;
- n. 1 container adibito a ufficio utilizzato dal personale addetto al montaggio degli aerogeneratori;
- n. 1 container adibito a ufficio ad uso degli ingegneri civili, elettromeccanici e personale del Committente;
- n. 1 container per le attrezzature necessarie per le opere di ingegneria civile;
- n. 1 container per le attrezzature necessarie per le opere di ingegneria elettromeccanica (componenti

- elettrici, attrezzature, materiali vari, officina elettrica;
- n. 1 sala riunioni (container) con arredamento di base per il rappresentante del Committente, con linea telefonica e collegamento wi-fi, stampante e plotter (il container rimarrà di proprietà dell'Appaltatore al termine dei lavori),
- n. 1 container da utilizzare come infermeria e refettorio, se necessario;
- n. 2 toilette (uomini e donne) con allacciamento idrico per il Committente e l'Appaltatore.
- Un generatore diesel fornirà l'alimentazione a 230 V;
- Aree distinte e separate da adibire ad a) parco mezzi d'opera e macchine di cantiere, b) deposito temporaneo di cavi elettrici (bobine e corrugati), c) deposito temporaneo di materiali vari, d) stoccaggio materiali terrosi, e) deposito rifiuti non ferrosi.

## **6.6. ACCESSI E IMPIANTI DI CANTIERE**

Per il raggiungimento ed il collegamento delle aree previste per le piazzole degli aerogeneratori, in mancanza della viabilità già predisposta, l'Appaltatore provvederà alla realizzazione di una pista di transito della larghezza di circa 5,00 m; tale pista sarà realizzata seguendo il tracciato della nuova viabilità prevista, negli elaborati di progetto (PD 03; PD 08; PD 09).

Per gli impianti di cantiere, l'Appaltatore dovrà adottare le soluzioni tecnico logistiche a suo giudizio più appropriate, le quali, oltre a sollevare in ogni caso il Committente da richieste di autorizzazioni e da risarcimenti economici di qualsiasi tipo, devono risultare congruenti con le scelte di progetto dell'insediamento e tali da non provocare disturbi alla stabilità del sito.

La realizzazione, manutenzione e rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie (quali ad esempio protezioni, ponteggi, slarghi, adattamenti, piste, puntellature, opere di sostegno etc.) sono a carico dell'Appaltatore e si intendono comprese nell'importo a corpo dell'appalto.

Quanto sopra vale sia per ciò che è direttamente collegato al cantiere, sia per le dipendenze logistiche dello stesso.

Resta inteso che qualsiasi opera provvisoria che modifichi anche solo in parte la situazione esistente in loco all'inizio dei lavori, deve essere preventivamente autorizzata dal Committente.

Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere l'Appaltatore deve provvedere al rispetto di quanto disposto dalla Normativa nazionale, regionale e da eventuali Regolamenti Comunali in materia sicurezza e di inquinamento acustico dell'ambiente.

## **6.7. I MEZZI D'OPERA**

L'Appaltatore, per svolgere nei tempi previsti ed a perfetta regola d'arte i lavori oggetto dell'Appalto, dovrà operare sia con mezzi di adeguata capacità e potenza, sia con la flessibilità e la disponibilità richieste dalla tipologia dei lavori e dalla loro collocazione nel programma generale di costruzione dell'opera, ovvero realizzare le opere entro i tempi stabiliti.

I macchinari utilizzati in cantiere dovranno essere conformi alle disposizioni previste dalla normativa vigente in materia, in particolare l'accesso al sito sarà limitato ai macchinari e alle attrezzature, dotate di certificato di conformità CE e contrassegnate dal marchio CE, in conformità alla Legge n. 459/96 art. 5. I macchinari dovranno inoltre essere conformi alle disposizioni previste dal D.P.C.M. 1.3.1991

## **6.8. I MATERIALI**

L'Appaltatore, per svolgere nei tempi previsti ed a perfetta regola d'arte i lavori oggetto dell'Appalto, dovrà operare sia con mezzi di adeguata capacità e potenza, sia con la flessibilità e la disponibilità richieste dalla tipologia dei lavori e dalla loro collocazione nel programma generale di costruzione dell'opera

### **6.8.1. Qualità e provenienza dei materiali**

A meno che il presente Capitolato Tecnico non ne indichi specificatamente la provenienza, l'Appaltatore potrà approvvigionare i materiali ovunque ritenga opportuno, purché le loro qualità rispettino i requisiti contrattuali, le Leggi ed i regolamenti vigenti in materia.

Si intendono a carico dell'Appaltatore, tra gli altri, gli oneri relativi all'approvvigionamento presso altri fornitori, dei materiali aridi di cava rispondenti alle caratteristiche prescritte o gli eventuali oneri relativi all'approvvigionamento delle cave di prestito per i materiali aridi; quindi la spesa per la ricerca di cave idonee, l'acquisto per i diritti, lo svolgimento delle pratiche per il conseguimento dei permessi di estrazione, il pagamento di canoni, l'eliminazione dei materiali non idonei, la formazione e la coltivazione delle cave secondo le normative vigenti, nonché la sistemazione finale delle aree interessate.

## **6.9. CONTROLLI, CERTIFICAZIONI E COLLAUDI**

### **6.9.1. Controlli e certificazioni sui materiali**

I vari materiali e componenti impiegati dovranno essere rispondenti alle caratteristiche tecniche richieste nel presente documento ed alla Legislazione vigente; a tal fine dovranno giungere in cantiere accompagnati, oltre che dalle eventuali istruzioni di posa in opera, dalla documentazione atta a dimostrarne tale rispondenza ed a certificarne la conformità a quanto previsto dalla Legislazione vigente.

Qualora tale documentazione non sia ritenuta idonea o completa, su richiesta insindacabile della D.L., l'Appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, ad effettuare, per la verifica della conformità alle caratteristiche direttamente richieste nel presente documento, presso un Laboratorio Ufficiale concordato con la D.L., prove di qualifica su materiali o componenti da impiegare o già impiegati nonché su campioni di lavori già eseguiti, da prelevarsi in opera, sostenendo anche tutte le spese per il prelevamento degli stessi e per la loro spedizione.

Nel caso di non rispondenza dei materiali o dei componenti alle caratteristiche richieste, l'Appaltatore è tenuto a sostituirli, a sua cura e spese, con altri idonei, provvedendo anche a rimuoverli dal cantiere entro il termine fissato dalla D.L.

Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'Appaltatore, a carico del quale va posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

Anche nel corso delle diverse fasi delle lavorazioni in cantiere la D.L. potrà sempre chiedere la modifica e/o sostituzione, a cura e spese dell'Appaltatore, di quei componenti che non risultassero a norma di contratto.

L'Appaltatore deve comunicare alla D.L., con congruo anticipo, la data di arrivo dei materiali e dei componenti approvvigionati nonché la data di inizio delle varie lavorazioni in cantiere affinché la stessa possa pianificare i dovuti controlli.

### **6.9.2. Collaudi delle opere**

L'Appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, ad effettuare tutti i collaudi prescritti dal presente documento o dalla normativa vigente ed a consegnare dalla D.L. copia di tutti i certificati di collaudo.

Qualora uno più collaudi abbiano avuto esito negativo, la D.L. chiederà all'Appaltatore di apportare le idonee modifiche a quelle opere risultanti non a norma di Contratto e l'accettazione definitiva sarà subordinata all'esito positivo di un nuovo collaudo; rimane comunque inteso sin d'ora che gli oneri per l'esecuzione di tali modifiche saranno a completo carico dell'Appaltatore stesso.

Resta inteso che l'Appaltatore, fatto salvo il proprio diritto di avanzare riserva, non potrà rifiutarsi di modificare o sostituire a sua cura e spese quanto comunque richiesto dalla D.L.; né potranno essere accettate provvisoriamente le attività svolte se non dopo che lo stesso Appaltatore avrà eseguito quanto prescrittogli.

Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'Appaltatore, a carico del quale andrà posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

D'altra parte, la mancata richiesta da parte della D.L. di modifiche o sostituzioni non solleva l'Appaltatore dai suoi obblighi contrattuali, che lo fanno in ogni caso responsabile della rispondenza finale delle attività svolte.

Solo nel caso in cui tutti i collaudi abbiano avuto esito positivo, potrà essere firmato il verbale di accettazione definitivo.

L'Appaltatore deve comunicare alla D.L., con congruo anticipo, la data di completamento delle attività nonché la data di inizio dei collaudi affinché la stessa possa pianificare la propria partecipazione.

### **6.9.3. Ulteriori controlli**

La D.L. nel corso dei controlli e dei collaudi, qualora lo ritenesse opportuno, può richiedere, tutte quelle prove, non escluse quelle di laboratorio, atte a verificare le caratteristiche non esplicitamente prescritte nel presente documento. Tali controlli aggiuntivi, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

### **6.9.4. Certificazioni richieste dalle disposizioni legislative**

Relativamente alle disposizioni della legislazione vigente, anche se non richiesto specificatamente dalla D.L., l'Appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, a certificare che l'esecuzione di determinate lavorazioni e/o la realizzazione di talune attività è stata svolta conformemente alle leggi vigenti

## **6.10. DISCARICHE E DEPOSITI**

Tutti i materiali di risulta quali terre (terreno vegetale da scotico) e rocce da scavo, opportunamente lavorate (frantumazione delle rocce con frantoio semovente) selezionate e previo benestare della D.L., saranno reimpiegati nell'ambito dei cantieri per formazione di rilevati, di riempimenti e recuperi ambientali od altro; per tali materiali di risulta, l'Appaltatore dovrà provvedere al carico, al trasporto, allo scarico ed alla sistemazione nelle aree di stoccaggio di immediato utilizzo indicate dalla D.L.; tutti gli oneri a ciò connessi si intendono inclusi e compensati nei prezzi contrattuali delle lavorazioni dalle quali i materiali provengono quando questi vengono riutilizzati nell'ambito del cantiere.

Il rimanente materiale di risulta prodotto dal cantiere e non utilizzato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata reperita dall'Appaltatore a sua cura e spese.

Nella scelta delle aree di discarica, l'Appaltatore si impegna sin d'ora a dare priorità a quelle discariche autorizzate già individuate nelle vicinanze del cantiere.

Comunque la disponibilità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa e a tutta sua cura, spese e responsabilità, nel totale rispetto della Legislazione Vigente, degli Strumenti Urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle competenti Autorità.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri relativi a:

- reperimento ed acquisizione dei terreni sui quali verrà realizzata la discarica ed i relativi accessi;
- progettazione della discarica, acquisizione dei permessi ed autorizzazione;
- esecuzione delle opere di predisposizione delle aree (drenaggi, bonifiche geotecniche, regimazione idrologica, etc.);
- lo scarico, lo stendimento, la compattazione e la profilatura delle terre provenienti dal cantiere;
- l'esecuzione delle opere di sistemazione e di ripristino ambientale (regimazione acque di superficie, inerbimento ecc.);

Di tutto ciò l'Appaltatore è perfettamente cosciente ed informato avendo svolto, anche in sede di gara d'appalto, tutte le necessarie indagini atte a quantificare correttamente gli aspetti tecnici ed economici ammessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta prodotti dal cantiere e non riutilizzati nell'ambito connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta prodotti dal cantiere e non riutilizzati nell'ambito stesso.

## **6.11. NORME DI CONDUZIONE DEI LAVORI**

I lavori devono essere condotti con rapidità e massimo impegno eseguendo in parallelo tutte quelle azioni per le quali ciò, a discrezione della D.L., sia indispensabile.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore deve presentare alla D.L., per approvazione, un dettagliato programma cronologico dello svolgimento dei medesimi, ovviamente compreso entro i termini contrattuali e coerente con le priorità indicate dalla D.L.

Resta fermo il diritto della D.L. di variare dette priorità in qualunque momento senza che per questo l'Appaltatore abbia diritto a compenso alcuno.

Prima di iniziare qualsiasi fase di lavoro, l'Appaltatore deve chiedere ed ottenere esplicito benestare dalla D.L.

L'Appaltatore si impegna inoltre ad eseguire i lavori entro le aree autorizzate e diviene economicamente e penalmente responsabile dei danni eventualmente arrecati a colture e cose nei terreni limitrofi oltre le e aree

## **6.12. RESPONSABILITA' IN CASO DI DANNI**

Prima di iniziare gli scavi, l'Appaltatore dovrà effettuare un'indagine per verificare la possibile interferenza con volumi tecnici sotterranei ovvero opere interrato già esistenti quali linee telefoniche, elettriche, acquedotti, fognature, rete di distribuzione gas, ecc. Egli sarà in ogni caso responsabile per i danni alle stesse arrecati durante le fasi lavorative; a tal fine l'Appaltatore dovrà stipulare idonea polizza assicurativa prima dell'inizio dei lavori.

# **7. PRESCRIZIONI TECNICHE**

## **7.1. PREDISPOSIZIONE DELLE AREE DI LAVORO**

Prima dell'inizio lavori, l'Appaltatore dovrà procedere all'individuazione, con riferimento agli elaborati del progetto esecutivo, delle aree interessate dalle opere e più precisamente:

- le aree interessate dalla nuova viabilità di accesso alle piazzole degli aerogeneratori;

- le aree interessate dalla localizzazione degli aerogeneratori.

Dovrà pertanto procedere alla materializzazione dei picchetti di tracciamento delle opere sopracitate od alla integrazione di quelli esistenti e ad indicare con opportuni modi nei limiti della pista di accesso che, come specificato al punto 1.6, dovrà percorrere esattamente il tracciato di quella che sarà, ad opere ultimate, la nuova viabilità; dovrà inoltre indicare i limiti degli scavi, degli eventuali rilevati e l'ingombro delle piazzole la fase di realizzazione delle opere.

Procederà quindi alla apertura della pista di accesso ed alla predisposizione delle aree alle successive lavorazioni mediante:

- ripulitura ed eliminazione delle ceppaie presenti sul terreno;
- allontanamento di eventuali massi erratici;
- regolarizzazione del terreno, al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici.

## 7.2. 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, secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L.

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. La movimentazione terra e soprattutto le operazioni di scavo sono la parte più significativa dell'intero Progetto in termini di tempo, impiego di mezzi d'opera e personale.

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.

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 a cura ed onere dell'Appaltatore.

Risulteranno a carico dell'Appaltatore anche gli oneri per l'eventuale accatastamento in cantiere del materiale scavato prima del suo riutilizzo nella formazione di rilevati o di riempimenti.

In ogni caso i materiali dovranno essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non dovranno risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti sulla superficie.

La D.L. potrà far asportare, a cura e spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Quando lo scavo interessi sedi stradali, l'Appaltatore ha l'obbligo di garantire, a sua cura e spese, la viabilità provvisoria, pedonale e carrabile mediante idonee passerelle metalliche che dovranno essere rimosse solo a rinterro avvenuto, nonché della cartellonistica disposta ad adeguata distanza del sito.

### 7.2.1. Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono gli scavi ubicati al di sopra del piano indicato nei disegni di progetto o da altro documento contrattuale come "piano di sbancamento". In mancanza di tale esplicita indicazione il piano di sbancamento si intende coincidente con il piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro generale dello scavo ordinato.

Sono inoltre da considerare "di sbancamento" gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, se necessari, per l'esportazione dello strato vegetale e dei ceppi, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la bonifica di superfici piane od inclinate negli spessori già previsti in progetto e/o richiesti dalla D.L., anche se sottostanti il "piano di sbancamento" prima definito od a questo non strettamente correlabili, anche se eseguiti in fasi successive.

La gradonatura dei piani di posa dei rilevati avrà una profondità media di 40 cm e sarà effettuata previo taglio dei cespugli e l'estirpazione delle ceppaie.

Sono inoltre da considerarsi "di sbancamento" gli scavi da effettuare per l'apertura di nuove sedi stradali, per l'allargamento e la riprofilatura, ove necessario al transito degli automezzi per il trasporto al sito delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti stradali.

Gli scavi di sbancamento dovranno essere eseguiti con mezzi meccanici e rifiniti a mano, in modo tale da ottenere i piani e le sagome previsti dai disegni di progetto ovvero ordinati in loco dalla D.L.

### **7.2.2. Scavi a sezione obbligata**

Con questa dizione si intendono gli scavi al di sotto del "piano di sbancamento" o ad esso assimilato, come definito al punto precedente.

In particolare i lavori di scavo più importanti e che coinvolgono il maggior volume sono quelli relativi ai basamenti, le fondazioni degli aerogeneratori che saranno realizzati di dimensioni e profondità conformi ai calcoli delle fondazioni e ai disegni di progetto forniti dal fornitore degli aerogeneratori in funzione dei carichi e della portanza dei terreni come riportato nelle relazioni specialistiche.

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

Particolare attenzione sarà posta per gli scavi di interrimento nella zona particolare tra la spalla della piattaforma della gru e i basamenti degli aerogeneratori. 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.

Come previsto dal Piano di Sicurezza e di Coordinamento e quando non diversamente prescritto dal progetto, le pareti degli scavi a sezione obbligata sono da prevedersi con inclinazione di scarpa pari a 1/1; pertanto la valutazione della quantità di scavo verrà eseguita considerando tali inclinazioni di scavo, non verranno riconosciuti i volumi di scavo e di riferimento, eseguiti in più rispetto a quelli con pareti a scarpa 1/1.

Nei casi in cui non sia possibile eseguire gli scavi con pareti aventi scarpa di 1/1, previo benestare da parte della D.L. e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (C.S.E.), questi potranno essere eseguiti anche con pareti verticali; in questo caso l'Appaltatore è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni di sicurezza; di conseguenza egli è tenuto ad eseguire, non appena le circostanze lo richiedano, le puntellature, le armature ed ogni altro provvedimento atto a prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

Si considerano scavi a sezione obbligata, anche quelli per la realizzazione di trincee drenanti o dei cavidotti che dovranno essere eseguiti, con mezzo meccanico, secondo le sezioni tipo di progetto.

Anche in questo caso, nell'esecuzione dello scavo l'Appaltatore dovrà procedere conformemente a quanto disposto dal Piano di Sicurezza e di Coordinamento e alle indicazioni dei c.s., in modo da impedire franamenti, restando Esso, oltreché responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nello scavo.

Qualora in questi ultimi si riversasse acqua di qualsiasi natura, bisognerà provvedere al loro prosciugamento, a cura e spese dell'Appaltatore.

### **7.2.3. Scavi a mano o con demolitore meccanico**

Saranno eseguiti ogni qualvolta, a giudizio della D.L., non risulti possibile procedere diversamente all'esecuzione degli scavi, siano essi di sbancamento che a sezione obbligata

### **7.2.4. Materiali erratici superficiali (trovanti)**

Non saranno considerati trovanti i massi erratici rinvenuti nello scavo quando questi, singolarmente, misurati all'interno della sezione dello scavo, non superino il volume di 0,5 m<sup>3</sup>; nessun compenso, pertanto, sarà corrisposto all'Appaltatore per la loro esportazione, sia che a ciò sia sufficiente l'impiego dell'escavatore, sia che si renda necessaria la loro riduzione o demolizione mediante l'uso del martello demolitore.

I trovanti di roccia che, singolarmente, presentano un volume all'interno della sezione dello scavo superiore a 0,5

mc, saranno ridotti di dimensione fino a consentirne il riutilizzo; qualunque onere e artificio è da ritenersi compreso e compensato nel prezzo a corpo dell'opera finita interessata da tale lavorazione.

### 7.2.5. Scavi per la canalizzazione di corsi d'acqua

Con questa dizione si intende ogni operazione di scavo occorrente per la regimazione delle acque di scorrimento superficiale. Lo scavo deve essere eseguito con mezzi meccanici ed a mano, in presenza di roccia, melma, radici e fango etc.; nel prezzo è compreso l'onere per la deviazione delle acque superficiali in movimento, per l'esaurimento delle acque ristagnanti e ogni altro magistero atto a permettere la realizzazione delle opere di regimazione idraulica previste in progetto.

## 7.3. RILEVATI, RINTERRI E BONIFICHE

### 7.3.1. 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 del 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/cm<sup>2</sup> per i sopraccitati piani di posa o di bonifica e pari ad un "Md" di almeno 600 kg/cm<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> di area trattata o frazione di essa.

Nella 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 m<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> per il terreno in sito (scotico) e 2,5÷3,5 kg/cm<sup>2</sup> per il rilevato. Gli incrementi successivi di carico, nelle prove di tutti gli strati, devono essere di 0,5 kg/cm<sup>2</sup> 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:

$$Md = f_o \times p \times D_p/D_s,$$

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  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$D_s$  = 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  $120^\circ$ , 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 del rilevato o della soprastruttura.

Il controllo viene effettuato confrontando la densità secca in sito del rilevato o della soprastruttura con la densità secca max del 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

### **7.3.2. 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  $300 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , 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 proveniente da cava di prestito reperita dall'Appaltatore.

Detto materiale apparterrà al gruppo A1 come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e dovrà essere steso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti al precedente paragrafo 5.3.1 Rilevati aridi.

La bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un "Md" di almeno  $300 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità già definite in precedenza, con la frequenza di una prova ogni  $500 \text{ m}^2$  di area bonificata, o frazione di essa.

### **7.3.3. Rinterro di scavo**

Come dettagliatamente riportato nella relazione "REL23 Studio preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo", i materiali rivenienti dagli scavi saranno totalmente utilizzati in loco per compensare il volume di terra scavata e per i rinterri. Gli spazi residui degli scavi di fondazione che non saranno occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata dovranno essere riempiti (rinterri) utilizzando i materiali provenienti dagli scavi stessi sino alla quota prevista dagli elaborati di progetto.

I materiali scavati, una volta vagliati, mescolati e/o frantumati in loco potranno essere utilizzati per la realizzazione delle sovrastrutture delle stradelle e delle piazzole, qualora la qualità del materiale sia idonea allo scopo.

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. n.120 del 22 agosto 2017 "Regolamento recante disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" in attuazione dell'articolo 8 del Decreto Legge n. 133 del 12 settembre 2014, convertito, con modificazioni, dalla Legge n.164 dell'11 novembre 2014.

Qualora però il materiale di scavo non risultasse idoneo, la D.L., a propria discrezione, potrà disporre l'esecuzione dei rinterri con materiale diverso precisandone tipo e provenienza.

Il materiale per i rinterri dovrà essere steso a strati orizzontali di spessore non superiore a 25 cm di altezza e compattato. A completamente del rinterro 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.

## **7.4. PAVIMENTAZIONI STRADALI**

### **7.4.1. Formazione di pavimentazioni**

#### **7.4.1.1. Ossatura di sottofondo**

Per la formazione dell'ossatura di sottofondo di massicciate, 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/cm<sup>2</sup>, 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.

Si prevede il reimpiego nei siti, previo parere favorevole della D.L., della totalità de materiale roccioso scavato, lavorato opportunamente tramite frantumazione con frantoio semovente, e vagliato quale utilizzo come pietrisco da cava.

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  $M_d > 800 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **7.4.1.1. Strato superficiale**

Sulle superfici dell'ossatura di sottofondo destinate al transito verrà steso uno strato di stabilizzato di cava tipo "A1-b" (D<30mm) 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 del 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.

Si prevede il reimpiego nei siti, previo parere favorevole della D.L., della totalità de materiale roccioso scavato, lavorato opportunamente tramite frantumazione con frantoio semovente, e vagliato quale utilizzo come pietrisco da cava.

### **7.4.2. Ripristini pavimentazioni bitumate**

Solo per i lavori di realizzazione della Sottostazione Utente, 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 semi penetrazione 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.

### **7.4.3. Messa in pristino dei terreni adibiti ad aree di servizio (piazzole)**

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 e all'adeguamento delle aree.

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/o dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
- dare al terreno la pendenza originaria al fine di evitare ristagni

## **7.5. TRASPORTO E POSA A DISCARICA DEI MATERIALI DI RISULTA**

In caso di necessità di smaltimento di materiali all'esterno delle aree di cantiere, l'Appaltatore deve provvedere a qualsiasi onere, incombenza e prestazione relativa al trasporto ed alla collocazione in idonea discarica autorizzata dei materiali di risulta prodotti dal cantiere (scavi, demolizioni, lavorazioni varie, etc.) e non riutilizzabili nello stesso, sollevando il Committente dall'assunzione di ogni e qualsiasi responsabilità in merito.

L'Appaltatore si impegna a dare priorità, nella scelta delle aree di discarica, a quelle individuate o già predisposte allo scopo ove sarà realizzata l'opera ed in ogni caso a quelle più vicine al cantiere, mantenendo tuttavia una distanza dallo stesso non inferiore ai 200m.

Comunque la disponibilità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a tutta sua cura, spese e responsabilità, nel totale rispetto della Legislazione vigente, degli strumenti urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle competenti Autorità.

Di tutto ciò l'Appaltatore è perfettamente cosciente ed informato, avendo svolto, anche in sede di gara d'Appalto, tutte le necessarie indagini atte a quantificare correttamente gli aspetti tecnici ed economici connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta.

## **7.6. DRENAGGI DI SUPERFICIE**

### **7.6.1. Trincee drenanti**

Allo scopo di smaltire le acque superficiali convogliate dal piano di campagna durante le lavorazioni e quindi in modo temporaneo, 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, scaricando 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 all'azione 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 ad 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, e preferibilmente lavato, di fiume o di cava, 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.

## **7.6.2. Drenaggi contro muro**

In caso di necessità di captazione e evacuazione (regimazione) temporanea delle acque che possano danneggiare muri in costruzione o altre opere in cls., e ovunque lo richieda la D.L., saranno eseguiti opportuni drenaggi realizzati, secondo quanto previsto in progetto o richiesto dalla D.L., come segue:

- con scapoli di pietrame arenario o calcareo assestati a mano, eventualmente rifioriti in testa con pietrame di minori dimensioni;
- con materiale arido di cava, 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 7.7 Geotessile.

## **7.7. GEOTESSILE**

Per la realizzazione di opere specifiche quali drenaggi, 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 resi coesi meccanicamente, senza uso di collanti o componenti chimici

### **7.7.1. 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/m<sup>2</sup>, 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/m<sup>2</sup> sec.

### **7.7.2. 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/m<sup>2</sup>, 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 sovrapposizioni minimi di 30 cm, curando di evitare il contatto con ciottoli spigolosi o di dimensioni notevoli rispetto alla granulometria dominante

## **7.8. CALCESTRUZZO, OPERE IN CLS, ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

### **7.8.1. Requisiti dei materiali da impiegare**

I materiali che saranno 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 delle Costruzioni NTC 2018 alle quali alle quali si fa riferimento per il tipo e 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 (cfr. norma UNI 9858) 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:

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

### **7.8.2. Leganti idraulici (cemento)**

I leganti idraulici dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595 e dal D.M. 3 giugno 1968, 31 agosto 1972, D.M. 20.11.1984 e D.M. 13.09.1993 e conformi alla norma UNI 9858 e UNI ENV 197-1. Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanico. Il dosaggio minimo di cemento per m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro minimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981, Parte Seconda, sulla durabilità del calcestruzzo, il tutto come riportato negli elaborati di progetto e/o secondo le disposizioni impartite dalla D.L. a suo insindacabile giudizio.

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

La fornitura dei leganti idraulici in cantiere dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, ovvero ancora allo stato sfuso. In ogni caso dovranno essere chiaramente indicati il peso e la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua per malta normale e le resistenze minime a trazione e compressione a 28 gg. di stagionatura, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo. Per ogni tipo di legante la fornitura dovrà essere munita del contrassegno di garanzia della qualità.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal giornale dei lavori e dal registro dei getti. La conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti, predisposti a cura e spese dell'Impresa, e su tavolati in legname. Per quelli allo stato sfuso lo stoccaggio sarà effettuato in sili adeguatamente protetti. Anche ad accettazione avvenuta di una partita, verranno rifiutati ed immediatamente allontanati dal cantiere tutti quei sacchi il cui contenuto presenti grumi o parti avariate o comunque dimostri di aver subito l'azione dell'umidità. I calcestruzzi dovranno provenire da una o più centrali di betonaggio in regola con i documenti previsti per tali operatori dalle NTC 2018.

### **7.8.3. Inerti**

Gli inerti potranno provenire sia da cave naturali che dalla frantumazione di rocce di cave coltivate con esplosivo e potranno essere sia di natura silicea che calcarea, purché di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

Saranno accuratamente vagliati e lavati, privi di sostanze terrose ed organiche, provenienti da rocce non scistose, né gelive opportunamente miscelati con sabbia di fiume silicea, aspra al tatto, di forma angolosa e granulometricamente assortita.

Dovranno soddisfare i requisiti richiesti nel D.M. del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" ed essere conformi alle prescrizioni relative alla Categoria A della Norma UNI 8520.

La granulometria degli inerti deve essere scelta in modo tale che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre senza pericolo di segregazione (UNI 9858) ed in particolare:

- D15 per spessori di calcestruzzo minori o uguali a 15 cm;
- D30 per spessori di calcestruzzo maggiori di 15 cm.

La conformità degli inerti e delle miscele di inerti a quanto prescritto dalle Norme sopra citate deve essere comprovata da apposite prove condotte da un Laboratorio Ufficiale, il quale ne deve rilasciare attestato mediante Relazione Tecnica che dovrà essere esibita alla D.L. dall'Appaltatore.

Per getti particolari, a discrezione della D.L., sarà a carico dell'Appaltatore provvedere allo studio dei più idonei dosaggi dei vari componenti in base ad apposite ricerche condotte da un Laboratorio Ufficiale.

### **7.8.4. Calcestruzzi magri, di riempimento**

I calcestruzzi magri per getti di imposta delle fondazioni (magroni di sottofondazione), dovranno essere di classe non inferiore alla C8/10.

### **7.8.5. Classe dei 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.

Lo slump sarà costantemente controllato nel corso del lavoro dall'Appaltatore mediante il cono di Abrams e non potrà mai superare i valori prescritti dalla D.L. per ogni classe, mentre detti valori potranno essere ridotti quando sia possibile ed opportuno per migliorare la qualità del calcestruzzo.

La maggior lavorabilità del calcestruzzo dovrà essere ottenuta tramite il mix design predisposto dal fornitore del calcestruzzo medesimo, attraverso l'impiego di opportune quantità di additivi fluidificanti.

Qualora siano eseguite prove sul calcestruzzo prima dello svuotamento dell'autobetoniera e si verifichi un esito negativo, è facoltà delle D.L. rifiutare il carico e impedire lo svuotamento dell'autobetoniera. L'Appaltatore, essendo responsabile in toto della qualità del materiale, accetta sin d'ora questa eventuale misura preventiva.

#### **7.8.6. Determinazione della classe dei calcestruzzi**

Per ogni singola Classe di calcestruzzo e per ogni singola opera, verranno effettuati prelievi dagli impasti, nel numero indicato di volta in volta dalla D.L. e comunque in numero non inferiore a 2 prelievi di tre cubetti per ogni diversa fase di getto, al fine di accertare la rispondenza dei calcestruzzi secondo le modalità indicate dalle NTC 2018.

I provini prelevati, datati e contrassegnati in modo indelebile con riferimento alla fase di getto e al manufatto cui si riferiscono, saranno conservati, a cura dell'Appaltatore, in luogo scelto in accordo con la D.L. e, ad avvenuta stagionatura, saranno sottoposti alle prove di schiacciamento come previsto dalle norme UNI 6127, presso un Laboratorio Ufficiale.

L'onere per le prove di schiacciamento presso il Laboratorio Ufficiale è a carico dell'Appaltatore; sono altresì a carico dell'Appaltatore il prelievo, la conservazione ed il trasporto al laboratorio dei campioni medesimi.

Qualora, dalle prove di laboratorio risultasse una resistenza caratteristica del conglomerato inferiore a quella prescritta, e la differenza sia compresa tra lo 0 e il 10%, verranno applicati ai relativi prezzi a corpo delle opere in calcestruzzo le seguenti riduzioni:

- per declassamento inferiore al 5%: riduzione del prezzo del 5%;
- per declassamento compreso tra il 5% e il 10%: riduzione del prezzo del 15%.

Qualora la differenza risultasse superiore al 10%, la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, rifiutare tutte le opere la cui Classe risultasse affetta da tale anomalia; in questo caso l'Appaltatore sarà obbligato a demolire e ricostruire tali opere a proprie cure e spese.

Sarà comunque la D.L., previo controllo teorico/sperimentale della struttura (anche mediante prelievo di campioni a mezzo di carotaggi), a giudicare l'inaccettabilità o meno di un'opera in calcestruzzo che dovesse presentare una resistenza caratteristica inferiore al 10% di quella richiesta dal progetto.

Durante la ricostruzione delle opere demolite saranno effettuati nuovamente i prelievi di controllo, secondo le modalità sopra stabilite, per verificare l'appartenenza del calcestruzzo alla Classe richiesta.

La D.L., a suo insindacabile giudizio, potrà anche accettare, in luogo della demolizione, che l'Appaltatore esegua a propria cura e spese quelle opere di rinforzo tecnicamente idonee che consentano alle strutture in questione di raggiungere la sicurezza prescritta. Il progetto di tali opere di rinforzo dovrà essere esplicitamente analizzato ed approvato dalla D.L.; in questo caso, detti manufatti verranno esclusi ai fini della determinazione statistica della Classe dei calcestruzzi.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se le resistenze caratteristiche dei provini di calcestruzzo risultassero maggiori di quelle previste negli elaborati progettuali

#### **7.8.7. Calcestruzzo preconfezionato**

La D.L., a seguito di motivata richiesta scritta dall'Appaltatore, può autorizzare l'impiego di calcestruzzo preconfezionato presso impianti di betonaggio della zona, purché in detti impianti si seguano le prescrizioni delle NTC 2018.

L'Appaltatore resta comunque l'unico responsabile nei confronti del Committente per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto della presente fornitura e si obbliga a rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione al cantiere. L'Appaltatore deve, con sufficiente anticipo sull'inizio dei getti, effettuare le indagini necessarie a definire in dettaglio la provenienza e le caratteristiche dei materiali da impiegare, che saranno sottoposte alla autorizzazione della D.L., la quale potrà richiedere la esecuzione di getti di prova e le conseguenti prove di Laboratorio, il tutto a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale del Committente, addetto alla vigilanza, ed alla Direzione dei Lavori abbiano libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante della fornitura i prelievi ed i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti, il tutto a carico dell'Appaltatore.

Sarà cura ed onere dall'Appaltatore fornire alla D.L. idonea certificazione relativa alla composizione del calcestruzzo proveniente dalla centrale di betonaggio, centrale che, in ogni caso deve essere certificata e qualificata dall'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori.

#### **7.8.8. Modalità di esecuzione del getto in calcestruzzo**

Oltre a quanto previsto nelle NTC 2018 si precisa che il calcestruzzo sarà posto in opera, appena confezionato, in strati successivi fresco su fresco, possibilmente per tutta la superficie interessata al getto, convenientemente pestato e vibrato con vibratori meccanici ad immersione e/o percussione, evitando accuratamente la segregazione degli inerti. Non potranno inoltre essere eseguite interruzioni nei getti di calcestruzzo se non previste nei disegni di progetto ovvero preventivamente concordate con la D.L. Per necessità logistiche od esecutive, in accordo con la D.L., i getti potranno essere effettuati con l'ausilio di pompa da calcestruzzo, naturalmente a cura e spese dell'Appaltatore, evitando nel contempo la caduta libera dell'impasto da altezze superiori a 1,5 m.

Le eventuali riprese di getto da fase a fase dovranno avvenire previa opportuna preparazione delle superfici di ripresa che andranno scalpellate e pulite con getti di aria ed acqua in pressione e trattate con boiaccia di cemento o adesivi epossidici per riprese di getto.

Tutte le superfici orizzontali dei getti di calcestruzzo che rimarranno in vista dovranno essere rifinite e lisciate a frattazzo fine in fase di presa del getto.

È vietato porre in opera conglomerati cementizio a temperatura inferiore a zero gradi centigradi.

I getti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti con una tolleranza massima di errore geometrico di  $\pm 0,5$ cm; errori superiori dovranno essere eliminati, a cura e spese dell'Appaltatore, solo con le modalità che la D.L. riterrà opportune. Tutti i getti dovranno essere mantenuti convenientemente bagnati durante la prima fase della presa (almeno tre giorni) e protetti con sacchi di juta inumiditi. Al momento del getto, fermo restando l'obbligo di corrispondere alle caratteristiche della Classe prescritta, 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 definito in precedenza.

I valori richiesti da verificare al cono di Abrams, sono i seguenti, oltre al riferimento normativo delle NTC 2018:

- per calcestruzzi di Classe 250 o superiore: slump compreso tra 16 e 20 cm
- per calcestruzzi di Classe minore di 250: slump compreso tra 10 e 15 cm

Il trasporto del calcestruzzo acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo, si controllerà la consistenza o la plasticità dei calcestruzzi con prelievi periodici (slump), a giudizio della D.L.

Per l'eventuale uso di additivi fluidificanti o antiritiro, si dovranno scrupolosamente osservare le proporzioni prescritte dalla Ditta fornitrice dell'additivo stesso.

#### **7.8.9. Benestare ai getti**

L'Appaltatore non potrà iniziare getti di calcestruzzo senza aver prima ottenuto specifico benestare da parte della D.L.

Inoltre, se specificatamente richiesto dalla D.L., l'Appaltatore dovrà presentare alla stessa, almeno 10 gg. prima dell'inizio del primo getto, la relazione tecnica riportante la provenienza e la qualità degli inerti, nonché le percentuali granulometriche degli stessi, integrandola con le notizie sul calcestruzzo, sul dosaggio del cemento e sulla quantità d'acqua che intende impiegare per la confezione dei calcestruzzi di ciascuna Classe, anche in relazione alle additivazioni previste che devono essere analiticamente descritte.

#### **7.8.10. Additivi per calcestruzzi**

Per ottenere la necessaria lavorabilità con i rapporti acqua/cemento prescritti, la D.L. può autorizzare o richiedere che nella confezione del calcestruzzo sia fatto uso di additivi fluidificanti e/o superfluidificanti riduttori del quantitativo d'acqua (Rheobuild della MAC S.p.A., Sikament o Plastiment 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).

L'Appaltatore deve provvedere alla fornitura dell'additivo approvato dalla D.L., al trasporto e all'immagazzinaggio in cantiere, quindi al suo impiego con il rigoroso rispetto delle istruzioni sull'uso prescritte dal produttore degli additivi stessi.

Analoghe prescrizioni si applicano ai materiali additivi da impiegare quali fluidificanti e antiritiro nelle malte di iniezione di bloccaggio di armature di ferro entro perforazioni. Per tale impiego l'Impresa potrà altresì proporre l'uso di resine poliesteri o di altro tipo, di cui l'Impresa stessa possa, con evidenza documentale, offrire piena garanzia di efficienza e durevolezza. Su richiesta della D.L. l'impresa dovrà esibire i risultati di laboratorio ufficiale che attestino la conformità del prodotto alle norme UNI vigenti.

#### **7.8.11. Casseforme per opere in calcestruzzo**

Per l'esecuzione dei getti in calcestruzzo si costruiranno casseri con l'esatta forma e dimensione prevista dai disegni di progetto e atti a resistere al peso della struttura, agli urti, nonché alle vibrazioni prodotte durante la posa del calcestruzzo; la superficie dei casseri dovrà essere accuratamente pulita e, se necessario, trattata opportunamente per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia.

In ogni caso per il disarmo si rimanda alle Norme Tecniche delle Costruzioni NTC 2018. Dopo il disarmo l'Appaltatore, a proprie spese, deve curare l'asportazione di tutte le sbavature, tagliare i tiranti metallici ed effettuare i rappezzi necessari, secondo quanto confacente al caso, previa approvazione da parte della D.L. delle modalità esecutive e delle malte da utilizzare. In funzione dell'opera da realizzare, le casserature potranno essere confezionate con pannelli metallici, con pannellature di legno, e/o con l'impiego di tavole di legno di abete dello spessore di 2,5 cm.

#### **7.8.12. Giunti strutturali**

Per separare le strutture di diversa natura e permettere movimenti differenziali, ovvero per consentire la dilatazione delle strutture stesse, si dovranno realizzare giunti come di seguito descritto:

##### **separazione strutturale con lastre di polistirolo**

Utilizzati per separazione verticale tra fondazioni e terreno o tra strutture adiacenti di calcestruzzo, saranno realizzati mediante l'interposizione di lastre di polistirolo espanso di 1-3cm di spessore tra le strutture da separare o giuntare.

##### **con resine o mastici**

La separazione verticale tra strutture adiacenti in calcestruzzo, ove sia richiesta la tenuta agli agenti atmosferici ed alle acque in genere, sarà così realizzata:

- separazione come previsto al precedente punto;
- esportazione del polistirolo per la profondità di almeno 1 cm;
- spalmatura di primer da calcestruzzo tipo Sikaflex o prodotto equivalente, sui due fronti della fuga precedentemente ottenuta, previa rimozione di polvere ed untuosità delle superfici di calcestruzzo;
- intasamento a riempimento con mastice Sikaflex o prodotto equivalente, mediante estrusione da siringa con apposita pistola;
- rasatura di pulizia del mastice esuberante

##### **con guarnizioni idroespandenti per giunti a tenuta idraulica**

Qualora richiesto dalla D.L. o indicato in progetto, sigillare le riprese di getto sia verticali che orizzontali utilizzando cordolo espansivo tipo WA.RX. 101 della VOLTECO o equivalente, composto da miscela di gomma butilica e bentonite sodica a sezione rettangolare non inferiore a 25x20mm o di 10x15 mm in funzione dello spessore del calcestruzzo. L'espansione del cordolo espansivo a contatto dell'acqua deve essere superiore a 6 volte il volume iniziale minimo.

I cordoli devono essere posizionati, all'interno delle gabbie di armatura delle pareti, nella mezzieria dello spessore delle pareti stesse ed ivi bloccati mediante apposita rete metallica o mediante chiodatura ogni 20±30 cm di lunghezza sulla parte già gettata. La saldatura tra due successivi cordoli avverrà per accostamento per un tratto di almeno 5cm.

#### **7.8.13. Acciaio di armatura per cemento armato**

L'acciaio dovrà corrispondere alle caratteristiche specifiche dalle Norme Tecniche delle Costruzioni NTC 2018. Sarà impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo B450C per tutte le opere, e rete elettrosaldata in vari diametri e maglie, del tipo conforme alle specifiche delle NTC 2018.

L'Appaltatore dovrà fornire i certificati di controllo come prescritto dalla normativa sopracitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale o copia conforme all'originale. A discrezione della D.L., si

provvederà anche al prelievo di spezzoni di barre da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche; detti spezzoni verranno inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'Appaltatore al quale spetteranno anche gli oneri relativi alle prove stesse.

La costruzione delle armature e la loro messa in opera dovranno effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti leggi per le opere in c.a.; l'armatura sarà posta in opera nelle casseforme secondo le prescrizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che le parti esterne di detta armatura vengano ricoperte dal prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro).

Le armature saranno mantenute in posizione all'interno delle casseforme mediante opportuni supporti, che a struttura scasserata non dovranno dar luogo ad infiltrazioni. Il posizionamento di ciascuna barra di armatura sarà ottenuto con legatura di filo di ferro ricotto in modo da ottenere una gabbia rigida ed indeformabile e, qualora previsto nel progetto, si provvederà a cortocircuitare la gabbia di armatura per il collegamento con la rete di Terra; se necessario saranno usate anche delle barre di irrigidimento.

L'Appaltatore, previo benestare della D.L., potrà dare luogo alle lavorazioni dell'armatura metallica fuori dal cantiere, provvedendo quindi alla "prefabbricazione e pre-montaggio" della stessa secondo moduli trasportabili entro i comuni limiti di sagoma previsti dalle norme di circolazione stradale. Nel cantiere si deve provvedere soltanto alla collocazione in opera delle suddette armature in blocchi, poggiandole sopra i magroni già realizzati e nelle apposite casseforme atte al contenimento dei getti in calcestruzzo, curando il perfetto posizionamento dei vari blocchi, il loro collegamento con le apposite barre di interconnessione, il loro mantenimento in posizione durante il getto e la presa del calcestruzzo.

#### **7.8.14. Fori, tracce e cavità**

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà prescritto di volta in volta in tempo utile dalla D.L., per la realizzazione di fori, cavità, incassature, sedi di cavi, parti di impianti, ecc.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte negli elaborati progettuali o dalla D.L., saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte di fornitori.

### **7.9. MURATURE**

Tutte le murature devono essere eseguite con malta cementizia

#### **7.9.1. 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 del 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 del 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.

#### **7.9.2. Murature in pietra**

Nelle murature di pietrame, le singole pietre saranno poste in opera con una quantità di malta sufficiente ad inviluppare in ogni direzione i singoli elementi in modo che risultino collegate fra di loro in tutti i sensi. Il pietrame sarà del 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±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 connessioni fino a conveniente profondità. L'eventuale stilatura sarà eseguita quando la malta abbia fatto conveniente presa. La faccia controterra delle murature sarà rabboccata con malta. In tutti i casi è a carico dell'Appaltatore la formazione di opportune e regolari feritoie per lo scolo delle acque

### **7.9.3. 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 caverterie.

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 caverterie; 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.

## **7.10. 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:

- tipo a) - malta cementizia con cemento tipo 325, dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di impasto;
- tipo b) - malta di calce idraulica con kg 400 di calce idraulica per mc di impasto;
- tipo c) - malta bastarda eseguita con kg 250 di calce idraulica e kg 150 di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> 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).

## **7.11. SOTTOFONDI E PAVIMENTAZIONI**

### **7.11.1. 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, ovvero un Impasto di malta con pozzolana a grana grossa e pomice o calcinacci 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.

### **7.11.2. 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.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo la ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire, a mezzo di chiusura provvisoria, l'accesso di qualunque persona sul pavimento appena realizzato.

Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate. L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campioni dei pavimenti che saranno prescritti.

### **7.11.3. Pavimenti in calcestruzzo**

La pavimentazione sarà realizzata sul sottofondo precedentemente descritto mediante getto di calcestruzzo C20/25, 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 lavorazioni di seguito specificate:

- esportazione del polistirolo per la profondità di almeno 1 cm all'estradosso della pavimentazione;
- spalmatura di primer da calcestruzzo tipo Sikaflex 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 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

#### **7.11.4. Ancoraggi e ammarri**

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" o "conco di torre") è l'elemento cilindrico con flange di fissaggio, piastre in acciaio e tutti gli elementi ritenuti necessari per garantire il corretto posizionamento e le prestazioni statiche degli elementi tronco-conici della torre di sostegno.

Durante il getto di calcestruzzo va posta particolare attenzione a coprire tutti gli elementi e evitare la formazione di sacche d'aria.

Per la predisposizione delle opere in calcestruzzo armato 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.

L'Appaltatore, durante le fasi di messa in opera dei suddetti inserti, dovrà porre in atto tutti quegli accorgimenti necessari atti a rispettare scrupolosamente le tolleranze previste per il posizionamento e ad impedire la deriva dei componenti metallici e/o delle cassette in polistirolo suddette, durante le fasi di getto e di presa del calcestruzzo, intendendosi con questo anche la fornitura di materiali ed attrezzature necessarie al caso.

Il sistema di posizionamento dei componenti metallici stessi e delle cassette di polistirolo dovranno essere concordate con la D.L.; ciò non solleva comunque l'Appaltatore dalle responsabilità ed oneri derivanti da risultati difformi da quanto richiesto in progetto e da eventuali rifacimenti.

Sarà comunque a carico dell'Appaltatore la posa in opera di eventuali dime occorrenti per l'esatto posizionamento dei suddetti inserti.

#### **7.11.5. Malta e betoncino espansivo**

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.

#### **7.11.6. Vani alloggiamenti 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

#### **7.11.7. 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.

### **7.12. MANUFATTI IN ACCIAIO**

Qualora previsto negli elaborati progettuali o quando prescritto dalla D.L., l'Appaltatore dovrà procedere alla fornitura ed alla posa in opera di manufatti di ogni tipo e dimensioni (carpenteria o pezzi speciali lavorati con macchina utensile) in acciaio S235-S275-S355 o in acciaio inox AISI 316 L, secondo quanto riportati nei sopraccitati elaborati progettuali o indicazioni fornite dalla D.L.

I manufatti in argomento dovranno essere accompagnati dalla certificazione attestante la qualità del materiale utilizzato per la costruzione; la D.L. può richiedere in qualunque momento il prelievo di campioni dai manufatti o da i semilavorati in officina, e la esecuzione di prove di qualifica (chimica-fisico-meccanica.) presso i laboratori ufficiali. La D.L. si riserva di effettuare, anche presso l'officina di costruzione dei manufatti, le verifiche ed i controlli che ritiene opportuni. Sia durante i controlli suddetti, che all'atto della posa in opera dei manufatti, la D.L. potrà richiedere la modifica ero la sostituzione dei medesimi qualora non rispondenti alle caratteristiche richieste oppure non realizzati a regola d'arte.

L'Appaltatore dovrà posizionare i sopraccitati manufatti in acciaio prima del getto in calcestruzzo, secondo le indicazioni fornite dalla D.L., fissandoli alle casseforme o sostenendole con altre apposite opere provvisorie ed avendo cura che i manufatti non si spostino durante il getto dell'impasto e che il calcestruzzo li avvolga in maniera tale che tra le superfici di contatto calcestruzzo-acciaio non si verifichino soluzioni di discontinuità o sacche d'aria.

La carpenteria varia in acciaio S235-S275-S355 dovrà essere completamente zincata e verniciata come di seguito specificato:

- 1) preparazione del fondo mediante sabbiatura a metallo quasi bianco;
- 2) zincatura a caldo secondo UNI 5744/66, con spessore della zincatura non inferiore a 50micron;
- 3) applicazione di tre mani di resine fenoliche termoplastiche, con l'avvertenza che le applicazioni successive potranno essere effettuate soltanto al momento, in cui la-mano precedentemente applicata risulti perfettamente asciutta.

### **7.13. CANALIZZAZIONI ELETTRICHE**

I materiali impiegati nella realizzazione dei lavori saranno conformi alle prescrizioni indicate nella presente specifica tecnica, nelle norme CEI e provvisti del marchio IMQ (quando ammessi al regime del marchio) e marchio CE.

I materiali saranno di nuova costruzione e saranno scelti per qualità e provenienza da primarie case costruttrici e in base all'offerta di mercato all'epoca dell'acquisto.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio, della facilità di manutenzione e della reperibilità dei pezzi di ricambio, soprattutto quelli a valenza strategica dei quali, è opportuno un magazzino a parte, eventualmente presso fi Fornitore per assicurare il pronto intervento di sostituzione e ripristino dell'esercizio produttivo.

#### **7.13.1. Canalizzazioni in sede stradale o in terreno naturale**

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 di progetto; in particolare per quanto riguarda i tratti prospicienti le piazzole

di macchina il ricoprimento dei tegoli dovrà essere effettuato con un getto di calcestruzzo magro di 20 cm di spessore. 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.

#### **7.13.2. Segnalazione della presenza di cavi**

Un nastro segnalatore o una rete, posti all'estradosso dello strato di sabbia e ad opportuna distanza dai cavi stessi, segnerà la presenza del cavidotto.

All'interno dello scavo, al fine di evitare danneggiamenti, sopra allo strato di sabbia e più di 20 cm dal tegolino di protezione più alto, sarà posato un nastro di segnalazione in polietilene di colore rosso riportante indicazioni in merito alla presenza dei cavi elettrici in Media Tensione e la loro tensione nominale; in questo modo si faciliterà l'individuazione degli stessi da parte di terzi durante l'esecuzione di scavi nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto. Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica (ad esempio paline indicanti la presenza dei cavi MT).

#### **7.13.3. Giunzioni e terminazioni MT**

Per le giunzioni elettriche dei cavi si Media Tensione si devono utilizzare giunti in materiale retraibile con connettori di tipo a compressione diritti o del tipo a rottura, adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento.

Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina ed in sottostazione si devono applicare terminali unipolari per interno con isolante in materiale retraibile e capicorda di sezione idonea.

#### **7.13.4. Tubazioni**

Saranno impiegati tubi spiralati in PE o PVC di colore rosso, a doppia parete con interno liscio ovvero rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza all'urto; 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.

### **7.14. POZZETTI DI ISPEZIONE**

L'Appaltatore avrà cura di realizzare, ove indicato e secondo le modalità illustrate negli elaborati di progetto o indicate dalla D.L., 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 di 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.

#### **7.14.1. Pozzetti realizzati in opera**

Saranno realizzati in calcestruzzo Classe C20/25, 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.

#### **7.14.2. 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 allettati 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.

#### **7.14.3. Chiusini e griglie**

Dovranno essere forniti e posti in opera, secondo le indicazioni imposte dalla D.L., chiusini e griglie in ghisa del 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 l'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 del 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.

### **7.15. CORDOLI E ZANELLE**

Ove previsto nei disegni di progetto o qualora richiesto dalla D.L., dovranno essere forniti e posti in opera cordoli e/o zanelle in elementi prefabbricati di calcestruzzo vibrocompresso. I cordoli dovranno avere dimensioni di 15x25 cm, e dovranno essere posti in opera in elementi da un metro di lunghezza per i tratti rettilinei, ed in segmenti di minor lunghezza per la formazione di curve; dovranno essere allettati su letto di calcestruzzo Classe 200 e stuccati con malta cementizia; tali cordoli dovranno sporgere fuori dal piano stradale finito di 5÷10 cm circa. Le zanelle stradali in cemento (costituite da una lastra con superficie superiore concava e sono utilizzate per far defluire le acque provenienti da strade) a semplice o a doppia pendenza, potranno avere larghezza da cm 25 a cm 50 secondo necessità, lo spessore minimo dovrà comunque non essere inferiore a 6 cm e la lunghezza per tratte rettilinee dovrà essere di un metro; anche le zanelle dovranno essere poste in opera allettate su calcestruzzo Classe 200 e dovranno essere perfettamente stuccate nei giunti perimetrali con malta cementizia onde evitare infiltrazioni d'acqua; ove necessario dovranno essere posizionate con pendenza verso i pozzetti di raccolta acque.

### **7.16. MESSA A TERRA**

L'impianto di messa a terra sarà costituito principalmente da:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali

I dispersori sono gli elementi a diretto contatto con il terreno ed hanno la funzione di scaricare a terra eventuali correnti di dispersione. Sono costituiti da picchetti metallici infissi nel terreno, interconnessi tra loro tramite una maglia interrata di corda di rame nudo. Quando le condizioni o consentono, i ferri delle armature delle fondazioni in C.C.A. possono essere utilizzati come "dispersori di fatto".

I conduttori di terra collegano il sistema di dispersori al nodo principale di terra.

Il nodo principale di terra raccoglie tutti i conduttori di protezione e di equipotenzialità dell'impianto.

La messa a terra ha gli scopi di

- 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 e
- 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 elettriche. La configurazione dettagliata del sistema di terra è allegata ai documenti di progetto.

Gli impianti di messa a terra dei vari aerogeneratori saranno interconnessi con una corda di rame nudo posata negli stessi scavi dei cavi elettrici di potenza.

#### **7.16.1. Interramento del cavo di messa a terra**

Il cavo di messa a terra sarà interrato alla profondità specificata nei disegni o stabilita dal D.L. 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, coperto a sua volta 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 30cm dovrà essere formato da terreno superficiale precedentemente raccolto.

### **7.16.2. Controlli e misure**

Al completamento dell'impianto di messa a terra saranno eseguite le misurazioni di verifica della 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 D.L. deve essere misurata la differenza di potenziale di contatto, nei punti concordati con il D.L. e in conformità ai requisiti della CEI 11-1, con relativa certificazione della misurazione.

Nel caso i valori misurati non dovessero essere idonei, su richiesta della D.L., l'impianto di messa a terra dovrà essere ampliato, per esempio con l'aggiunta di ulteriori picchetti dispersori, fino al raggiungimento dei valori necessari

## **7.17. REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SCORRIMENTO SUPERFICIALE**

Ove previsto dai disegni di progetto ed ovunque richiesti dalla D.L., in qualsiasi fase del programma lavori, dovranno essere realizzate opere di regimazione e canalizzazione delle acque di superficie, atte a prevenire i danni provocati dal ruscellamento delle acque piovane ed a canalizzare le medesime verso i compluvi naturali.

### **7.17.1. Canali di scolo**

Tali opere potranno essere: e canalette realizzate in terra, a sagoma trapezoidale, con materiale anche argilloso, mediante opere di scavo e/o di profilatura comunque eseguite, secondo le dimensioni e le pendenze di progetto; e canalette del tipo ANAS, in calcestruzzo vibrato prefabbricato, di forma trapezoidale ad incastro, posate direttamente sul terreno, mediante solcatura della superficie di posa, allettamento e rinfianco in terreno vegetale o su letto di calcestruzzo magro "a fresco" dello spessore di 8÷10 cm, e canali semicircolari costituiti da elementi prefabbricati semicircolari in calcestruzzo vibrato delle dimensioni di metà tubo Ø 300±500 mm, posati in opera entro appositi scavi su letto e rinfianco in calcestruzzo Classe 200 dello spessore di cm 15; o fossi di guardia in canali trapezi per il convogliamento delle acque verso i fossi naturali costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrato o in elementi in lamiera ondulata in acciaio zincato;

### **7.17.2. Attraversamenti stradali**

Gli attraversamenti stradali potranno essere realizzati, salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati del progetto esecutivo e disposizioni impartite dalla D.L., con tubazioni di opportuno diametro in calcestruzzo centrifugato o in lamiera ondulata in acciaio inglobati in un getto di calcestruzzo Classe 200 o in materiale arido costipato proveniente dagli scavi.

I grigliati stradali, qualora non in contrasto con gli elaborati progettuali o con le prescrizioni fornite dalla D.L. saranno costituiti da una canale in calcestruzzo della Classe 250, con larghezza interna di cm 60 e profondità massima di cm 40, armata con acciaio FeB 44k. Le pareti ed il fondo avranno uno spessore di 10÷20 cm, il fondo avrà una pendenza del 4% verso lo scarico, salvo diverse indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o impartite dalla D.L.. Il manufatto sarà completo di controtelaio zincato in angolare di opportune dimensioni in acciaio, ove troverà sede la griglia di copertura. Ove sarà ritenuto necessario, alla estremità della canale dovranno essere realizzati i pozzetti in calcestruzzo gettato in opera o prefabbricati completi di copertura e di raccordi alle cunette.

Qualora previsto negli elaborati di progetto od ordinato dalla D.L., al fine di minimizzare l'impatto ambientale, le acque raccolte nella canaletta trapezoidale in terra situata ai bordi della carreggiata, potranno essere convogliate a valle mediante canalette di attraversamento della sede stradale ricavate nella sovrastruttura stradale. Tali canalette saranno disposte obliquamente rispetto all'asse della carreggiata, avranno larghezza di circa 10 cm ed altezza da 15 a 20 cm e saranno costituite da sponde laterali in assito di legno controventate superiormente ed inferiormente da listelli di legno, il tutto come da disegni di progetto; le sopracitate canalette faranno capo ad una trincea drenante dell'altezza di circa 100 cm e di larghezza pari a 50 cm e lunghezza come da elaborati progettuali o indicazioni della D.L.

## **7.18. CONSOLIDAMENTO DEI PENDII**

Per opere di consolidamento di aree in pendio, se non altrimenti specificato nei disegni di progetto e qualora ritenuto necessario dalla D.L., si farà ricorso all'utilizzo di geostuoie/georeti o al metodo delle viminate e fascinate.

### **7.18.1. Geostuoie e georeti**

Sono costituite da stuoie dello spessore da 10 a 25 mm realizzate mediante la sovrapposizione di più griglie in polipropilene estruso (tipo Enkzmat della ditta AKZO, Multimatt della ditta TENAX o similari). Dette stuoie, che dovranno essere poste in opera su un substrato livellato costituito da un terreno fertile, libero da massi, ceppi d'albero ecc., saranno posate con sovrapposizione in favore di corrente ed il loro ancoraggio alla sommità ed al piede del pendio sarà eseguito mediante la realizzazione di una trincea ed assicurato lungo tutti i lati da appositi picchetti in ferro uncinati ( $\varnothing$  6 mm) infissi nel terreno per circa 50 cm; nei punti ove la rete non risulti a contatto con il substrato, andrà fissata con dei picchetti aggiuntivi. L'operazione di riempimento delle stuoie e delle trincee con terra vegetale preventivamente concimata ed idonea alla semina dovrà essere eseguita dopo le operazioni di semina del prato.

### **7.18.2. Vimate e fascine**

Saranno realizzate con sviluppo lungo le curve di livello del terreno (isoipse). Saranno costituite da picchetti di sostegno, diametro 60÷80 mm e lunghezza fuori terra 25÷30 cm, infissi nel terreno per circa 60 cm ad interesse di circa 50 cm. Detti sostegni costituiranno il sostegno per le fascinate/vimate realizzate mediante intreccio attorno ai picchetti medesimi di fascine o rami vivi poco ramificati della lunghezza di almeno 150 cm. La parte retrostante la fascinata/vinata, immediatamente a monte di questa, verrà riempita con terra vegetale preventivamente concimata ed idonea per la successiva piantumazione delle essenze erbacee.

Detta terra di coltura dovrà essere reperita dall'Appaltatore ed essere selezionata prima del trasporto a piè d'opera affinché risulti già priva di radici, sassi, erbe infestanti e cotiche erbose e deve essere trattata con concime organico del tipo e della qualità approvati dalla D.L. L'opera così realizzata dovrà consentire la piantumazione a tergo di essenze arboree autoctone caratterizzate da apparato radicale capace di agire a sostegno del terreno.

## **7.19. MISURE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE E SISTEMAZIONE A VERDE**

### **7.19.1. Generalità**

A seguito di quanto descritto nei Capitoli e paragrafi precedenti si riassumono di seguito i criteri generali di conduzione del cantiere da parte dell'Appaltatore, sempre previo accordo con la D.L., che dovrà provvedere a:

- 1) garantire ed accertare:
  - a. la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine, mezzi d'opera e apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori;
  - b. il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali di rifiuti liquidi e/solidi interessanti acqua e suolo;
- 2) la gestione di tutti i rifiuti prodotti durante l'esecuzione delle attività e opere in conformità alle leggi vigenti in materia,
- 3) ridurre al minimo indispensabile gli spazi destinati allo stoccaggio temporaneo del materiale movimentato, le aree di servizio degli aerogeneratori (piazzole) e i tracciati delle stradelle e piste di cantiere;
- 4) per quanto riguarda le operazioni di escavo:
  - a. asportare, preliminarmente alla realizzazione delle opere, il terreno di scotico, che sarà prelevato avendo cura di selezionare e mettere a deposito separatamente gli strati superficiali e quelli più profondi, ai fini del successivo riutilizzo per i ripristini ambientali. Si avrà inoltre cura di riutilizzare gli strati superficiali del suolo in corrispondenza del sito dal quale sono stati rimossi o, in alternativa, in aree con caratteristiche edafiche e vegetazionali compatibili;
  - b. privilegiare il riutilizzo in sito dei materiali profondi derivanti dagli escavi, in particolare di quelli provenienti dagli scavi necessari per realizzare le fondazioni degli aerogeneratori, giacché il substrato roccioso assicura la disponibilità abbondante di materiale idoneo da impiegare per la costruzione della sovrastruttura di strade e piazzole;
- 5) smantellare i cantieri immediatamente al termine dei lavori ed effettuare lo sgombero e l'eliminazione dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera, evitando la creazione di accumuli permanenti in situ;
- 6) adottare, in fase esecutiva, particolari accorgimenti per minimizzare le interferenze sul patrimonio arboreo dovute alla realizzazione delle piste e delle piazzole, sia adottando specifiche soluzioni progettuali che limitando l'impatto al taglio di rami. Nei casi in cui si renderà necessario il taglio di alberi si provvederà, in tutte le situazioni in cui ciò sia attuabile, a espiantare e reimpiantare, in luoghi idonei dal punto di vista

pedologico, eventuali esemplari arborei o altre specie autoctone, presenti sia lungo i tracciati stradali che nelle aree di servizio (piazzole). Tali interventi saranno eseguiti nella stagione più idonea, secondo le appropriate tecniche colturali e pianificati con l'assistenza di un esperto, al fine di valutare correttamente la possibilità di eseguirle in funzione delle dimensioni dell'apparato radicale e delle caratteristiche di lavorabilità del terreno;

- 7) definire il cronoprogramma delle attività di cantiere al fine di limitare al minimo la durata delle fasi provvisorie (scavi aperti, passaggio di mezzi d'opera, stoccaggio temporaneo di materiali) nell'ottica di ridurre convenientemente gli effetti delle attività realizzative sull'ambiente circostante non interessato dagli interventi;
- 8) durante l'esecuzione dei lavori, operare in modo da ridurre al minimo l'emissione di polvere, privilegiando, se necessario, l'utilizzo di mezzi pesanti gommati, prevedendo la periodica bagnatura delle aree di lavorazione, minimizzando la durata temporale e le dimensioni dei depositi provvisori di materiale inerte, contenendo l'altezza di caduta dei materiali movimentati nell'ambito delle attività di caricamento degli automezzi di trasporto.

### **7.19.2. Operazioni di rinverdimento**

Al fine di proteggere le superfici nude di terreno ottenute con l'esecuzione degli scavi e per il recupero ambientale dell'area, si darà luogo ad una azione di ripristino e consolidamento del manto vegetativo, coerentemente agli indirizzi urbanistici e paesaggistici. Per ottenere i migliori risultati degli interventi previsti e per verificarne l'efficacia, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire gli interventi stessi non appena gli verranno ordinati dalla D.L.; resta pertanto inteso che l'esecuzione frazionata ed in più riprese di una lavorazione o trattamento, non darà adito a richieste di compenso alcuno in quanto qui esplicitamente prevista.

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte e secondo i dettami ultimi della tecnica moderna. Le opere devono corrispondere perfettamente a tutte le condizioni stabilite nelle presenti prescrizioni tecniche ed al progetto esecutivo generale dell'area. L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo il programma lavori e secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

### **7.19.3. Livellamento delle superfici, sterri e riporti**

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Appaltatore, in accordo con la D.L., dovrà verificare che il terreno sia adatto alla seminazione; in caso contrario, si dovranno eliminare gli avvallamenti e le asperità che potrebbero formare ristagni d'acqua seguendo l'andamento naturale del terreno. La terra di coltivo rimossa e accantonata nelle fasi iniziali degli scavi sarà utilizzata secondo le istruzioni della D.L.. In caso di riutilizzo di materiale proveniente dagli scavi è compreso l'onere del carico e del trasporto del materiale prelevato dalle aree di accumulo temporaneo.

Prima della stesura della terra di coltivo, verranno asportati tutti i materiali risultanti in eccedenza e quelli di rifiuto, anche preesistenti e l'Appaltatore dovrà provvedere ad allontanare i materiali inutilizzabili presso le discariche autorizzate o nei luoghi indicati dalla D.L.. Gli sterri e i riporti di terra dovranno permettere di raggiungere le quote definitive di progetto, rispettando i tracciamenti dei percorsi e delle piazzole.

### **7.19.4. Lavorazione del suolo**

Su indicazione della D.L., l'Appaltatore dovrà procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria, eseguita a mano o con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici, a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto. Le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiare la struttura e di formare suole di lavorazione. Nel corso di questa lavorazione, l'Appaltatore dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori. Nel caso vi fossero ostacoli naturali di rilevanti dimensioni difficili da rimuovere, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignorava l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'Appaltatore dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla D.L.. Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma, dovrà essere riparato e risarcito a cura e spese dell'Appaltatore stesso.

### **7.19.5. Terreno vegetale**

Sulle superfici di terreno piane e inclinate, sia di scavo che di riporto, ed ovunque previsto in progetto e/o richiesto dalla D.L., si dovrà procedere allo stendimento di uno strato di terra vegetale, di spessore indicativo pari a 15÷30 cm.

La terra vegetale dovrà essere reperita prioritariamente dagli scavi eseguiti in loco e, qualora non risultasse sufficiente, a cura dell'Appaltatore con selezione prima del trasporto a piè d'opera, affinché contenga radici,

rizomi, bulbi e semi di essenze tipiche del posto; sia il trasporto che lo stendimento potranno avvenire sia con mezzi meccanici che a mano secondo necessità; la posa opera dovrà essere preceduta da eventuale preparazione e/o ripristino della superficie di supporto affinché sia garantita una buona adesione del ricarico vegetale; quest'ultimo, a stendimento completato, dovrà essere regolarizzato, rettificato ed eventualmente rullato, comunque sistemato ad arte affinché le superfici finite risultino uniformi e pronte alla semina.

In casi particolari, ove si verifichi l'instabilità del riporto vegetale su superfici inclinate, la D.L. potrà richiedere la preventiva fornitura e posa in opera di sistemi naturali d'armatura del terreno; tali sistemi, opportunamente ancorati al terreno ed a riempimento avvenuto, dovranno risultare non visibili.

#### **7.19.6. Formazione del tappeto erboso**

Avverrà su terreno preparato come descritto precedentemente. Prima di procedere alla semina si dovrà darne tempestiva comunicazione alla D.L.. La semina dovrà essere eseguita a spaglio da personale specializzato, con l'ausilio di mezzi meccanici, avendo cura di distribuire uniformemente il seme sulla superficie nella quantità di 25 gr/m<sup>2</sup>. Dopo la semina dovrà essere eseguita una rullatura con un rullo di peso non superiore a kg 150. Infine una omogenea e leggera irrigazione, avendo cura di non creare buche o discontinuità.

#### **7.19.7. Riprofilatura di scarpate**

Ove previsto in progetto o richiesto dalla D.L., l'Appaltatore dovrà procedere alla riprofilatura di scarpate esistenti mediante impiego di mezzo meccanico utilizzando apposite benne e rifinitura a mano secondo le pendenze indicate dalla D.L., con esecuzione di eventuali banche di riposo e regolarizzazione della superficie inclinata, che dovrà risultare liscia e compatta in modo da evitare il dilavamento.

A garanzia della buona riuscita dei lavori, il Committente darà mandato ad un esperto in discipline agronomico – forestali di predisporre un report di fine lavori relativo al recupero ambientale eseguito nelle aree di cantiere, corredato da documentazione fotografica. Il report dovrà documentare ed attestare il corretto recepimento delle prescrizioni e avvenuto recupero delle aree interessate dai lavori.

## **8. OPERE CIVILI DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE 150/30kV**

### **8.1. DESCRIZIONE GENERALE**

I 29 aerogeneratori di potenza 5,307MW ciascuno compongono il Parco Eolico Nuraxeddu di potenza nominale pari a 152, 9MW.

L'energia prodotta da ogni singolo generatore sarà convogliata verso la cabina di raccolta, che riceverà i cavi di potenza in Media Tensione a 30 kV del proprio gruppo. Ciascuna cabina di raccolta sarà connessa alla Sottostazione Utente (SSEU) 30/150 kV tramite una linea in Media Tensione a 30 kV. Lo schema di collegamento sarà di tipo ad albero, con radice nella SSEU.

La SE sarà collegata in antenna (tramite sbarra in tubo di alluminio 100/86) a 150 kV alla Nuova Stazione Elettrica di Terna S.p.a. da inserire in entra-esci alla linea a 150 kV "Goni-Ulassai". Cfr. "ELB.PE.01b Schema a blocchi opere elettriche".

La nuova SE sarà inoltre collegata, tramite due nuovi elettrodotti a 150kV con una nuova SE di trasformazione a 380Kv, anch'essa da inserire in entra-esci alla linea RTN 380kV "Ittiti-Selargius". Cfr. "ELB.PE.01b Schema a blocchi opere elettriche".

Il punto nel quale è collegato alla rete elettrica viene definito normativamente "punto di connessione". Il punto di riserva è invece formato dal punto in cui finisce l'impianto dell'Utente ed inizia l'impianto di rete, e nel caso in questione coincide con la Sottostazione Utente 30/150kV che rappresenta, di conseguenza, anche l'interfaccia tra l'impianto di utenza e quello di rete.

All'interno della Sottostazione Utente 30/150kV saranno quindi installati tutti i dispositivi di regolazione e controllo dell'energia immessa in rete, nonché di protezione degli impianti elettrici.

La stazione utente avrà una sezione a 150 kV e una sezione in ingresso a 30 kV. La stazione è commisurata in base alla massima potenza dell'impianto.

Gli edifici/fabbricati chiusi e interni alla Sottostazione Utente sono costituiti da cabine prefabbricate e contengono:

- n° 1 trasformatore per servizi ausiliari MT/BT- potenza 100 kVA;
- distribuzione ausiliaria C.A. e C.C. compresi di batterie composte;
- impianto di illuminazione;

- contatore per misure fiscali;
- impianto di climatizzazione per i quadri MT/BT;
- impianto di rilevazione incendio e antintrusione;

Oltre agli edifici chiusi e alle aree aperte, opportunamente recintate, si realizzeranno le seguenti opere civili:

- l'installazione della recinzione perimetrale del tipo "a pettine" in cemento armato, costituita da elementi prefabbricati di altezza pari a circa 2,40m a sezione trapezoidale;
- le opere di scavo per le strutture, quali fondazioni in cemento armato e platee prefabbricate, per l'installazione delle apparecchiature elettromeccaniche;
- le opere di scavo per i percorsi dei cavidotti interrati;
- le opere di pavimentazione con conglomerati bituminosi delle aree carrabili, i piazzali e aree di percorso degli automezzi e mezzi d'opera e con ghiaia e pietrisco inghiaiate per le restanti aree.
- L'installazione di n. 4 torri faro.

La pianta della Sottostazione Utente è riportata nell'elaborato "ELB.PE.01g SSE Utente-Pianta, sezioni" allegata al carteggio progettuale.

Il trasformatore di potenza sarà alimentato dal quadro elettrico MT di collegamento dell'elettrodotto interrato al palco eolico. L'energia elettrica, dopo essere stata trasformata alla tensione di 150 kV, verrà evacuata in AT attraverso una sbarra a 150 kV.

L'intero impianto e le apparecchiature installate verranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le

## **8.2. CAVIDOTTI**

I cavidotti saranno realizzati in modo identico a quanto descritto nel Paragrafo 7.14 di pag. 29 del presente documento al quale si fa riferimento.

## **8.3. RECINZIONE PERIMETRALE E CANCELLI**

La recinzione perimetrale prevista potrà essere definita dalla progettazione esecutiva in base a valutazioni di carattere tecnico ed economico, ma in questa fase e da un punto di vista ambientale per un miglior inserimento nell'ambito del paesaggio circostante è prevista la recinzione del tipo "a pettine" in cemento armato, che coniuga le esigenze di velocità di posa in opera, di estetica e di funzionalità ottenendo un ottimo rapporto qualità/prezzo e bassi costi di manutenzione.

La recinzione è costituita da elementi prefabbricati di altezza pari a circa 2,40m e costituiti da basamento pieno con serie di piastre incorporate a sezione trapezoidale incorporate nell'intradosso dell'elemento, collegati tra loro con doppia piastra e doppio bullone o con bloccaggio mediante saldatura su piastra predisposta.

La struttura del cordolo fuori terra permette la raccolta e il deflusso delle acque meteoriche superficiali attraverso tratti di tubazione in PVC di diametro 75 mm inseriti nella parte bassa del cordolo. Il calcestruzzo da utilizzare dovrà avere resistenza RCK 25 N/mm<sup>2</sup>. Le armature dei cordoli saranno in barre ad aderenza migliorata tipo Fe B 44 K.

Il cancello d'ingresso carrabile sarà del tipo a battenti, realizzato in acciaio zincato, sorretto da pilastri in scatolare metallico e da una trave a piano campagna in continuità con il cordolo di fondazione della recinzione.

Le dimensioni saranno tali da permettere un agevole ingresso dei mezzi pesanti impiegati in fase di realizzazione e manutenzione. In fase esecutiva sarà considerata la possibilità di dotare il cancello di azionamento elettrico.

A fianco del cancello d'ingresso carrabile sarà posizionato il cancello pedonale.

## **9. OPERE ELETTROMECCANICHE DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE 30/150kV**

La progettazione della Sottostazione Utente 150/30kV di trasformazione da Media Tensione ad Alta Tensione nel è stata svolta nel rispetto delle specifiche di Terna S.p.a. e delle norme CEI.

In particolare, dal punto di vista elettrico, le apparecchiature di Alta Tensione (AT) sono state dimensionate per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della sezione a 150 kV e devono essere conformi ai dettami della specifica Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN"; il valore della corrente nominale di corto circuito trifase, per le diverse sezioni di impianto, è di 31,5 kA. La durata

nominale di corrente corto circuito trifase è stata considerata pari a 1 secondo.

Dal punto di vista meccanico, le apparecchiature AT sono state dimensionate in modo da poter sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti dalle correnti di corto circuito, nel rispetto di quanto indicato ai punti 3.1.4 e 3.2.6 della Norma CEI 11-1.

La Sottostazione Utente 30/150kV si collegherà alla RTN mediante la sezione a 150 kV della Sottostazione Elettrica DI Terna S.p.a., anch'essa di futura costruzione che, come ipotesi di lavoro, si collocherà in adiacenza alla SU e, prevalentemente, in agro del Comune di Seui (SU).

Le n. 6 linee in MT (i cavidotti in Media Tensione) provenienti dal parco eolico che entrano nella Sottostazione Utente 30/150kV incontrano, installati in sequenza:

- n. 3 Quadri MT 30 kV, uno per ogni trasformatore;
- n. 3 trasformatori di potenza 30/150 kV di potenza;
- n. 3 montanti trasformatori 150 kV e misure fiscali, apparati di controllo e protezione della Sottostazione Utente;
- n. 1 sezione di sbarre a 150 kV;
- n. 1 montante di collegamento con impianto Terna.

## **9.1. DIMENSIONAMENTO DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE LATO AT**

### **9.2. CARATTERISTICHE GENERALI**

I dati generali utilizzati per il dimensionamento della Sottostazione Utente sono qui di seguito indicati:

- Tensione di esercizio del sistema: 150 kV
- Tensione massima del sistema: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV
- Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV
- Corrente nominale di breve durata: 31,5 kA per 1 secondo
- Corrente di guasto monofase a terra: 10 kA

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

- altezza minima da terra delle parti in tensione: 4.500 mm
- distanza tra gli assi delle fasi delle apparecchiature: 2.500 mm

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

#### **9.2.1. Sezionatore AT di linea rotativo**

Sarà installato un sezionatore orizzontale con corrente nominale: 2.000 A e massima corrente di breve durata (1 s) pari a 31,5 kA in valore efficace.

Viene utilizzata questa tipologia di sezionatore al fine di garantire il massimo livello di sicurezza durante le operazioni di manutenzione sulle sbarre e le apparecchiature AT, la migliore visibilità del sezionamento ed il minimo ingombro in senso longitudinale.

Di seguito le principali caratteristiche dei sezionatori:

- Tensione massima 170 kV
- Tensione a impulso atmosferico (1.2/50 $\mu$ s):
  - A terra e tra poli (val. cresta) 750 kV
  - Sulla distanza di sezionamento (val. cresta) 860 kV
- Tensione a frequenza industriale:
  - A terra e tra poli (val. cresta) 325 kV
  - Sulla distanza di sezionamento (val. cresta) 375 kV
- Corrente massima 2000 A
- Massima corrente di breve durata (1 s) (val. efficace) 31,5 kA
- Massima corrente di breve durata (1 s) (val. cresta) 80 kA
- Tempo di apertura  $\leq$  1,5 s

- Tensione di controllo e azionamento del motore 110 Vdc
- Tensione riscaldamento 230 Vac

### 9.2.2. Trasformatori di tensione capacitivi

I trasformatori di tensione di tipo capacitivo per usi esterno saranno utilizzati per le protezioni. Quelli di tipo induttivo per le misure contrattuali.

I TV avranno un rapporto di trasformazione nominale di 150.000/1.73/100/1.73 V/V; le prestazioni saranno definite in sede di progettazione esecutiva.

### 9.2.3. Interruttori tripolari AT in SF6

Gli interruttori sono dimensionati per una tensione nominale di 150 kV, una corrente nominale di 2.000A e un potere di interruzione nominale in corto circuito di 31,5kA. L'interruttore deve inoltre essere conforme alle prescrizioni del D.M. del 1.12.80 e del 10.9.81 relativi alla "Disciplina dei contenitori a pressione a gas con membrature miste di materiale isolante e di materiale metallico, contenenti parti attive di apparecchiature elettriche".

### 9.2.4. Trasformatori di corrente

I trasformatori di corrente avranno un rapporto di trasformazione nominale di 400-16.00/5 A/A, una corrente massima permanente di 1,2 I primaria nominale e una nominale termica in corto circuito di 31,5kA.

### 9.2.5. Scaricatori di sovratensione

Gli scaricatori sono provvisti di basi isolate e dispositivo conta scariche su ciascuna fase e avranno le seguenti caratteristiche:

- Tensione di servizio continuo  $U_c$  (fase-terra) 108 kV
- Tensione di innesco  $U_r$  (fase-terra) 144 kV
- Tensione massima transitoria (1 s) TOV1s (fase-terra) 167 kV
- Tensione massima residua (10 kA, 8/20  $\mu$ s) 339 kV
- Corrente nominale di scarica 10 kA

### 9.2.6. Trasformatore AT/MT

Per la trasformazione 30/150 kV si impiegheranno n. **3 trasformatori trifase in olio minerale** per installazione all'esterno, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN) e con solo raffreddamento forzato dell'aria (ONAF), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva.

I trasformatori avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo di servizio continuo
- Raffreddamento ONAN-ONAF
- Potenza nominale 45-63 MVA
- Tensioni a vuoto:
  - o Primario 150 kV $\pm$ 10x1,2%
  - o Secondario 30 kV
- Frequenza 50 Hz
- Connessione Stella/triangolo
- Gruppo di connessione YNd11
- Tensione di cortocircuito 12%
- Isolamento di tensione a frequenza industriale:
  - o Primario 275 kV
  - o Neutro del primario 95 kV
  - o Secondario 70 kV

Ciascun trasformatore sarà provvisto di regolazione di tensione sotto carico mediante regolatore collocato sull'avvolgimento primario, con un range di variazione 132-168kV

### 9.2.7. Conduttori, morsetti e collegamenti AT

Le connessioni tra le varie apparecchiature AT a partire dal sezionatore di ingresso all'area utente fino al trasformatore di potenza dovranno essere realizzate con conduttori in lega di alluminio in tubo P – Al Mg Si UNI 3569-66. Le giunzioni lungo il sistema di sbarre dovranno consentire le normali espansioni e contrazioni dei tubi,

previste con il variare della temperatura; i morsetti destinati allo scopo non dovranno trasmettere, durante le oscillazioni dei tubi, alcun momento sugli isolatori portanti del sistema di sbarre.

La morsetteria utilizzata dovrà essere di tipo monometallico in lega di alluminio a profilo antieffluvio con serraggio a bulloni in acciaio inox. Nell'accoppiamento eventuale alluminio-rame si utilizzerà pasta antiossidante per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

Gli isolatori utilizzati per le sbarre e per le colonne portanti dovranno essere realizzati in conformità alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168 e costituiti da colonnini in porcellana di supporto sbarre AT costituiti da isolatori portanti per esterno a nucleo pieno per il sostegno delle sbarre e assemblati su sostegni tripolari e con le seguenti caratteristiche:

- tipo: IEC C4-650
- linea di fuga minima: normale (16 mm/kV)
- carico di rottura a torsione: 450 da N\*m
- carico di rottura a flessione: 400 da N
- momento flettente di rottura in testa: 350 da N\*m
- tensione nominale: 132 kV
- tensione di esercizio: 150 kV
- tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 650 kV
- tensione di tenuta sotto pioggia: 275 kV

Si dovrà prestare particolare attenzione alla sagomatura delle tubazioni di collegamento per mantenere le distanze verso massa superiori a quanto prescritto dalla CEI 11-1.

### **9.2.8. Strutture metalliche di sostegno**

Le strutture metalliche previste sono di tipo tubolare dimensionate in accordo al DPR 1062 del 21/06/1968. La zincatura a fuoco sarà eseguita nel rispetto delle indicazioni della norma CEI 7-6 fasc. 239. Qualora durante il montaggio la zincatura fosse asportata o graffiata, si provvederà al ripristino mediante applicazione di vernici zincate a freddo.

### **9.2.9. Connessione ai morsetti del trasformatore AT/MT**

L'apparato per la connessione ai morsetti del trasformatore AT/MT è costituito da n. 3 sbarre in rame, sorrette mediante isolatori da un castelletto in acciaio zincato per la risalita cavi e la connessione alle suddette sbarre. È necessario grigliare opportunamente il perimetro del castelletto per impedire l'accesso ai cavi. Inoltre, si dovrà eseguire una nastratura di isolamento delle sbarre MT mediante guaina termoretraibile al fine di evitare incidenti dovuti alla presenza di animali selvatici.

## **9.3. QUADRI MT**

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo, di fornitura e di offerta di quadri di Media Tensione fino a 36 kV di tipo protetto, atti a realizzare le cabine di ricevimento, distribuzione e trasformazione MT/BT necessarie al funzionamento dell'impianto. Ogni quadro SM6 sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali esclusi;
- morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda esclusi

### **9.3.1. Norme di riferimento**

I quadri e le apparecchiature saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e come di seguito indicativamente riportate: CEI – Norme: 17-1, 17-21, 17-6, 17-9, 17-4, 17-46, 38-1, 38-2; IEC – Norme 694, 298, 56, 265, 129, 420, 185, 186.

### **9.3.2. Struttura del quadro**

Il quadro sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate. Il quadro realizzato in esecuzione protetta sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC.

La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm. L'involucro metallico di ogni unità comprenderà:

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali;

- un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti;
- un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature;
- due ganci di dimensioni adeguate al sollevamento di ciascuna unità;
- le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate. In questo ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno.

Tale pannello sarà interbloccato con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità, ed avrà un oblo di ispezione della cella. Il grado di protezione dell'involucro esterno sarà IP2XC secondo norme CEI EN 60529.

Il grado di protezione tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti sarà IP20 secondo le norme CEI EN 60529.

Le unità saranno realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro, pertanto saranno previste delle chiusure laterali di testa, con pannelli in lamiera smontabili dall'interno mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.

### 9.3.3. Celle delle apparecchiature MT

Il quadro generale MT di sottostazione, del tipo a tenuta d'arco interno, e realizzato in lamiera zincata con unità separate protette con interruttori e sezionatori in SF6 e sarà composto da:

- n. 1 unità di protezione del trasformatore AT/MT lato MT;
- n. 1 unità di arrivo linea MT da centrale con protezione;
- n. 1 unità di prelievo segnali di tensione di sbarra;
- n. 1 unità di protezione trasformatore servizi ausiliari di stazione.

Il quadro MT di tipo protetto per interni e composto da unità modulari con funzioni di protezione e/o sezionamento, (come da schema unifilare allegato) con le seguenti caratteristiche comuni:

- tensione nominale: 36 kV;
- tensione di prova a 50 Hz: 70 kV;
- tensione di prova ad impulso: 170 kV;
- tensione di esercizio: 30 kV;
- corrente nominale termica: 1250 A;
- corrente ammissibile di breve durata: 16 kA;
- durata nominale del corto circuito: 1 secondo.

La cella apparecchiature MT sarà sistemata nella parte inferiore frontale dell'unità con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile. La cella, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

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

### 9.3.4. Collegamenti equipotenziali di terra

L'impianto di terra principale di ciascuna unità sarà realizzato con corda di rame di sezione non inferiore a 70 mm<sup>2</sup> al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi. La sbarra di terra sarà predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

### 9.3.5. Interblocchi

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

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

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

### 9.3.6. Apparecchiature ausiliarie e accessori

Il quadro sarà completo di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento. Sul fronte di ciascuna unità saranno presenti i seguenti cartelli:

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

## 9.4. TRASFORMATORE DEI SERVIZI AUSILIARI

Nella cabina MT della Sottostazione Utente sarà installato un trasformatore MT/BT 30/0,4 kV da 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari. Il trasformatore avrà le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale	100 kVA
Tensione nominale $V_{n1}/V_{n2}$	30 000/400 V
Collegamento	Dyn11
Tensione di cortocircuito	6%
Isolamento	resina
Protezione sovratemperatura	Termosonde PT100 e centralina termometrica
Rifasamento fisso trasformatore	2,5 [kvar]

Tab. 1: Caratteristiche tecniche del trasformatore MT/BT

Il sistema di distribuzione del neutro è TN-S.

### 9.5. COLLEGAMENTI AUSILIARI

Per i collegamenti ausiliari si utilizzeranno cavi multipolari con conduttori in corda flessibile in rame isolato in EPR sotto guaina in PVC, tipo FG16OR16 - 0.6/1 kV, in ottemperanza alle norme CEI 20-22 II, con sezione minima pari a 2,5 mm<sup>2</sup>. Per il collegamento lato secondario certificato UTF dei trasformatori di corrente la tipologia di cavo dovrà essere del tipo schermato, tipo FG16OH2R16 - 0.6/1 kV o similari di sezione minima almeno pari a 4 mm<sup>2</sup>.

### 9.6. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 63 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,8 m. Per le connessioni alle apparecchiature At e agli armadi verranno impiegati conduttori in corda di rame nudo di sezione pari a 125 mm<sup>2</sup>.

## **9.7. ILLUMINAZIONE E IMPIANTO FM**

L'impianto di illuminazione esterno sarà realizzato con corpi illuminanti opportunamente distanziati dalle parti in tensione ed in posizione tale da non ostacolare la circolazione dei mezzi.

I proiettori saranno del tipo con corpo di alluminio, a tenuta stagna, grado di protezione IP65, con lampade al sodio alta pressione o altra tecnologia scelta in fase di progetto esecutivo e verranno montati su pali in vetroresina di altezza adeguata, aventi alla base una cassetta di derivazione.

Il valore medio di illuminamento minimo sul piazzale di circolazione ed in prossimità delle apparecchiature AT sarà di 30 lux mentre all'interno dei locali del cliente dovrà essere garantito un valore medio di 100 lux con organi di comando indipendenti per singoli locali. Ogni locale sarà inoltre dotato di illuminazione di emergenza che garantisca l'evacuazione dei locali ai termini di legge. Tutti i locali utente dovranno essere dotati di impianto di distribuzione della FM.

## **9.8. IMPIANTI AUSILIARI**

L'area di utente e i fabbricati andranno protetti dall'ingresso di non autorizzati tramite un sistema di antintrusione, conforme alla CEI 79-2, composto da:

- barriere perimetrali sui quattro lati del perimetro dell'area utente;
- contatti sulle porte di accesso ai locali di utente, con eccezione del locale misure;
- sirena auto-alimentata antischiama;
- centrale elettronica di allarme con almeno 4 zone; trasponder o chiave elettronica con interfaccia presso il cancello di ingresso;
- compositore GSM.

## **9.9. PROTEZIONE APPARECCHIATURE DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE**

### **9.9.1. Protezione lato MT**

La sottostazione, come precedentemente descritto, sarà dotata di interruttori automatici MT, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra. Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione.

### **9.9.2. Protezione di interfaccia**

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT dalla rete di trasmissione ad alta tensione in caso di malfunzionamento della rete. Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso le sezioni del parco eolico.

### **9.9.3. Protezione del trasformatore MT/AT**

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

## **9.10. UNITA' TERMINALE REMOTA (RTU)**

### **9.10.1. RTU di Sottostazione Utente**

Tale sistema dovrà rispondere alle specifiche Terna S.p.A. contenute nel documento DRRTX04092.

- Le caratteristiche degli apparati periferici RTU saranno tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e potranno variare in funzione della rilevanza dell'impianto;
- L'apparato RTU sarà equipaggiato con CPU ridondate.

Considerando che il Committente dovrà poter connettere l'apparato RTU anche ai propri sistemi, il firmware in esso installato dovrà poter gestire le connessioni multiple (multisessione IEC104): quelle del Committente e quelle dedicate ai sistemi Terna, con separazione logica dei dati e dei relativi identificatori IEC 60870-5-104.

Se l'apparato RTU sarà predisposto per gestire il riconoscimento del centro chiamante (master IEC104) attraverso l'indirizzo IP dello stesso, ogni sessione dovrà poter gestire almeno 4 indirizzi IP da utilizzare alternativamente

in funzione del centro Terna chiamante. La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, della cabina di smistamento per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT e MT della sottostazione e della cabina di smistamento;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a Terna S.p.A. i dati richiesti, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna DRRTX04092 e DRRTX02034 fermo restando che la fornitura dei collegamenti fisici CDN e Frame relay resta di competenza del Committente.

L'unità dovrà consentire di sviluppare logiche di interblocco e di automazione, per soddisfare le esigenze di sicurezza operativa e di risposta automatica ad eventi di impianto.

Ad esempio, il raggiungimento di condizioni certe in seguito a black-out della rete AT, il ripristino della connessione ed ogni altra automazione prevista. La connessione con le protezioni a MT avverrà su linee seriali ottiche, passando per un concentratore ottico.

Si utilizzerà, pertanto, un canale trasmissivo ottico della rete a fibra ottica che collega la sottostazione con la cabine di smistamento.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche

### **9.11. UNITA' DI CONTROLLO DELLO STALLO AT**

Lo stallo AT dovrà essere gestito e protetto da un unico componente dotato di doppia CPU in grado di assicurare sia le funzioni protezione elettrica che quelle di controllo dello stato AT, assicurando la sopravvivenza di una delle due funzioni in caso di guasto hardware.

L'apparato dovrà essere dotato di display grafico per la rappresentazione della posizione degli organi di stallo ed il comando locale, subordinatamente alle opportune abilitazioni. Tra le informazioni gestite si evidenziano le posizioni degli organi AT dello stallo, i relativi comandi ed allarmi, gli allarmi del trasformatore, gli allarmi del Variatore Sotto carico, le misure delle grandezze elettriche.

### **9.12. SOFTWARE SCADA**

Il software SCADA dovrà essere modulare e configurabile secondo le necessità e con configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto. La struttura delle pagine video del sistema SCADA dovrà includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di preview;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni qualora fossero previsti in fase esecutiva.

### **9.13. APPARECCHIATURE DI MISURA DELL'ENERGIA**

#### **9.13.1. SPECIFICHE GENERALI**

L'Apparecchiatura di Misura (AdM) è costituita da:

- un complesso di misura, composto da:
  - trasformatori di tensione induttivi
  - trasformatori di corrente;
  - armadi;
  - cablaggi, collegamenti e vie cavi;
  - morsettiere;
  - contatore.
- un dispositivo di comunicazione.

A seconda del tipo, della tensione nominale e della funzione dell'apparecchiatura di misura potranno essere assenti

alcuni elementi:

- AdM solo UTF: non è presente il dispositivo di comunicazione;
- AdM servizi ausiliari: non sono presenti i trasformatori di tensione.

Dovranno essere suggellabili dagli addetti dell'ex Ufficio Tecnico di Finanza (UTF), ora Agenzia delle Dogane:

- gli sportelli di chiusura della scatola degli avvolgimenti secondari dei trasformatori di misura;
- il selettore per il cambio di rapporto primario del trasformatore di misura, nel caso di primario a prese;
- lo sportello dell'armadio di smistamento;
- le morsettiere;
- parti terminali dei tubi flessibili;
- i contatori;
- il dispositivo di comunicazione;
- su tutto ciò che è accessibile a sportello aperto e la cui modifica può influenzare l'ottenimento dei dati di misura di interesse del Gestore e UTF con la precisione ed i requisiti richiesti.

Per la realizzazione e la prova delle apparecchiature di misura dovranno essere rispettate tutte le normative e circolari dell'UTF, oltre alle specifiche tecniche Terna: INSPX3, INSPX7 e INSPX9 per la misurazione sulla consegna a 150 kV. A tali documenti tecnici si rimanda per le specifiche delle vie cavi, dei collegamenti, degli armadi di smistamento, di misura, per i carichi zavorra, i dispositivi di protezione, la messa a terra dei riduttori e degli schermi dei cavi, ecc...

### **9.13.2. ADM SU CONSEGNA 150kV**

L'Apparecchiatura di Misura (AdM) sarà utilizzata, oltre che del Committente anche da Terna S.p.A. e dell'UTF. Il contatore, conforme a quanto previsto dal par. 13 della specifica Terna INSPX3, sarà statico multifunzione GME tele leggibile, completo di modem PSTN, avente le seguenti caratteristiche generali:

- misura dell'energia attiva in due direzioni e reattiva in quattro quadranti;
- classe di precisione energia attiva 0,2s e reattiva 0,5s;
- periodo di integrazione programmabile per intervalli fino a 15 minuti, programmato per periodi di integrazione di 15 minuti con termine di ciascun periodo coincidente con 00, 15, 30, 45, di ogni ora;
- accessibilità ed integrazione con il SAPR Terna.

Sarà previsto un armadio di smistamento sigillabile direttamente sotto lo stallo AT, contenente un interruttore tetrapolare automatico per la protezione del TV e le morsettiere del TV e del TA e un armadio di misura all'interno del locale misure contenente la morsettiera sigillabile anti-sfilamento, il contatore e il dispositivo di comunicazione.

La cassetteria dei circuiti di misura sarà realizzata con cavo schermato e protetta, lungo tutto il percorso, con tubo flessibile da 1" in acciaio zincato rivestito esternamente con guaina in PVC.

Ogni tubo dovrà avere alle estremità opportuni raccordi filettati atti ad impedire lo sfilamento dal contenitore a cui è connesso. All'interno del locale misure i tubi devono essere fissati a vista sulle pareti.

### **9.13.3. ADM A BOCCA DI CENTRALE**

In cabina di smistamento dovrà essere predisposto, uno per ogni linea in partenza verso la sottostazione, una apparecchiatura di misura al solo fine UTF. Lo schema di inserzione e quello Aron con l'utilizzo di 2 TA e 2 TV. Il contatore sarà statico multifunzione, avente le seguenti caratteristiche generali:

- misura dell'energia attiva in due direzioni;
- classe di precisione energia attiva 0,5s;
- periodo di integrazione programmabile per intervalli fino a 15 minuti, programmato per periodi di integrazione di 15 minuti con termine di ciascun periodo coincidente con 00, 15, 30, 45, di ogni ora.

All'interno della cabina di smistamento sarà ubicato l'armadio di misura che ospiterà i tre contatori e le tre morsettiere sigillabili. Non è previsto l'utilizzo di un armadio di smistamento.

### **9.13.4. ADM SU SERVIZI AUSILIARI**

Subito a valle del secondario dei trasformatori dei servizi ausiliari della sottostazione è previsto l'impiego di un contatore in inserzione semidiretta Aron per la contabilizzazione dell'energia assorbita dai servizi ausiliari. Il

contatore, a solo uso fiscale UTF, sarà unidirezionali e potrà essere anche elettromeccanico, avrà inoltre classe di precisione 1. Il contatore sarà ubicato in apposito armadio di misura prossimo al quadro di bassa tensione.

## **10.CAVI DI MEDIA TENSIONE**

### **10.1. GENERALITA'**

I 29 aerogeneratori del Parco Eolico Nuraxeddu sono suddivisi in n. 6 Gruppi, ciascuno dei quali ha un aerogeneratore che svolge il ruolo di "master", che raccoglie l'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori del suo Gruppo e per mezzo di un unico cavidotto la invia alla Sottostazione Utente AT/MT e conseguentemente alla Rete Elettrica Nazionale attraverso un punto di consegna.

Si hanno quindi n. 6 cavidotti in MT che posizionati in un unico cavidotto che li raccoglie e collega alla Sottostazione Utente AT/MT.

### **10.2. DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE**

La trasmissione dell'energia elettrica al punto di trasformazione MT/AT e conseguente immissione sulla Rete elettrica nazionale di proprietà di Terna S.p.A. avviene tramite cavidotto totalmente interrato ad una profondità minima di 120 cm, opportunamente protetto dal punto di vista meccanico, con lastra piana o tegolo.

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);
- sistema trifase;
- frequenza 50 Hz;
- tensione nominale 30kV;
- neutro isolato;
- funzionamento a terra solo per breve tempo (Cat. A).

Si riporta qui di seguito la scheda tecnica dei cavi.

# ARG7H1R-18/30 kV

Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici:	CEI 20-13 IEC 60502
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Misura delle scariche parziali:	CEI 20-16 IEC 60885-3
Gas corrosivi o alogenidrici:	EN 50267-2-1



#### **ARG7H1R / Descrizione**

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad elica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa ARG7H1RX seguita dalla tensione nominale di esercizio.

#### **ARG7H10R / Descrizione**

- Cavi tripolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Schermo: nastri di rame rosso avvolti
- Identificazione fasi: fili o nastri colorati
- Riempitivo: estruso penetrante tra le anime
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

#### **Caratteristiche funzionali**

- Tensione nominale di esercizio  
ARG7H1R:  $U_0/U$  18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

#### **Condizioni di posa**

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del conduttore

#### **Impiego e tipo di posa**

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammissa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

**ARG7H1R - 18/30 kV****U<sub>0</sub>/U: 18/30 kV****U max: 36 kV****Caratteristiche tecniche**

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portate di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 35	7,0	8,0	33,5	1045	144	152	142	149
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1155	174	183	168	177
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1545	219	229	207	216
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1290	268	280	247	260
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1670	309	325	281	295
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1790	352	371	318	335
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2005	406	427	361	380
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300	483	508	418	440
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2570	547	576	472	497
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3145	640	674	543	572
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3555	740	779	621	654
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4195	862	907	706	743

[\*] I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:

- Resistività termica del terreno: 1 K·m/W

- Temperatura ambiente 20°C

- profondità di posa: 0,5 m

**Caratteristiche elettriche**

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz		Reattanza di fase		Capacità a 50Hz
		Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	
n° x mm <sup>2</sup>	Ω/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	μF/km
1 x 35	0,886	1,113	1,113	0,16	0,21	0,15
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,443	0,568	0,568	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,13	0,19	0,16
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,12	0,18	0,22
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,099	0,16	0,36

# ARG7H1RX-18/30 kV

Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici:	CEI 20-13 IEC 60502-2
Misura delle scariche parziali:	CEI 20-16 IEC 60885-3
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Gas corrosivi o alogenidrici:	EN 50267-2-1



<p><b>Descrizione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cavi tripolari precordati, isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.</li> <li>• Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2</li> <li>• Strato semiconduttore interno: estruso</li> <li>• Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo</li> <li>• Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo</li> <li>• Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale</li> <li>• Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz</li> <li>• Colore: rosso</li> </ul>	<p><b>Condizioni di posa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura minima di posa: 0°C</li> <li>• Raggio minimo di curvatura consigliato: 10 volte il diametro del cavo</li> <li>• Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del conduttore</li> </ul>
<p><b>Caratteristiche funzionali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensione nominale di esercizio U<sub>0</sub>/U: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ARG7H1RX -12/20 kV: 12/20 kV</li> <li>- ARG7H1RX -18/30 kV: 18/30 kV</li> </ul> </li> <li>• Tensione U max: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ARG7H1RX -12/20 kV: 24 kV</li> <li>- ARG7H1RX -18/30 kV: 36 kV</li> </ul> </li> <li>• Temperatura massima di esercizio: 90°C</li> <li>• Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)</li> <li>• Temperatura massima di corto circuito: 250°C</li> </ul>	<p><b>Impiego e tipo di posa</b></p> <p>Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.</p> <p>Ammissa la posa interrata in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.</p>
<p><b>Marcatura</b></p> <p>Pb free [Ditta] ARG7H1RX [tens. nominale] [form.] [anno] [ordine] [metrica] FASE 1/2/3</p>	

Fig. 1: Schede tecniche dei cavi

### 10.3. PROCEDURA DI CALCOLO

I dati principali per il dimensionamento dei cavi sono i carichi e la tipologia di posa, di particolare rilievo è la valutazione di quanto essi si influenzano termicamente quando sono posati all'interno della medesima trincea, infatti più cavi sono presenti più il singolo cavo subisce un fattore di declassamento della portata legata allo smaltimento del calore all'interno della trincea stessa.

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  $a$  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 (ARG7H1R – 18/30 kV, di cui si allega specifica tecnica) unipolari aventi una sezione variante tra i 120 mm<sup>2</sup> ed i 500 mm<sup>2</sup> a seconda del tipo di tratta e del numero di aerogeneratori che tale tratta va a raccogliere.

### 10.4. 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 “ARG7H1R – 18/30 kV” il raggio di curvatura, tale da non provocare danni allo stesso deve non inferiore a 10 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 mm<sup>2</sup> per i cavi in rame e i 50 mm<sup>2</sup> 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.

## **10.5. PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI**

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

- 1) contro i sovraccarichi,
- 2) contro i corto circuiti,
- 3) 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.

## **10.6. COMPATIBILITA' ELETTRONAGNETICA**

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.

## **11.INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI**

Presso ciascuna area dovrà essere eseguita una prova penetrometrica statica (CPT), realizzata con le modalità descritte nei successivi paragrafi. Le prove potranno essere effettuate previo pre-foro a distruzione di nucleo da piano campagna sino alla quota del piano di fondazione. Qualora si dovessero localmente presentare difficoltà di attraversamento dei terreni (presenza di ghiaia, trovanti, livelli molto compatti, ecc.), si dovrà provvedere alla realizzazione di pre-foresi, sempre a distruzione di nucleo, per il superamento del tratto non penetrabile e l'approfondimento della prova. La Direzione Lavori potrà decidere l'interruzione di una prova a profondità inferiore a quella specificata nel caso in cui le difficoltà di penetrazione dovessero persistere dopo il primo pre-foro, od anche, se tale situazione si dovesse presentare con regolarità alle prime prove eseguite, stabilire, più in generale, l'interruzione di tutte le prove al raggiungimento di uno strato non penetrabile.

Dovranno essere eseguiti sondaggi a carotaggio continuo finalizzati alla verifica locale della successione stratigrafica ed a supporto della corretta interpretazione dei risultati penetrometrici. L'ubicazione dei sondaggi sarà definita dal Consulente Geotecnico alla luce dei risultati delle prove CPT, avendo quale obiettivo la definizione della natura dei terreni per le principali tipologie penetrometriche registrate e, subordinatamente, la distribuzione regolare delle perforazioni nel sito (tenuto conto delle perforazioni già effettuate nel corso delle indagini preliminari). I sondaggi eseguiti saranno almeno 3, con campionamento indisturbato dei principali litotipi presenti, secondo le modalità descritte in seguito.

Il Consulente Geotecnico, sentita la D.L., valuterà la necessità di eseguire, sui campioni indisturbati prelevati nei sondaggi, prove geotecniche di laboratorio per la definizione delle proprietà indice, delle caratteristiche fisiche, di resistenza al taglio e compressibilità, ad integrazione e completamento delle indagini geognostiche.

I risultati delle indagini geognostiche dovranno essere interpretati ed analizzati in apposita relazione, che dovrà anche definire:

- la situazione geotecnica di ogni area (successione stratigrafica, livello di falda, proprietà indice dei diversi litotipi presenti e loro caratteristiche di resistenza e deformabilità l'ubicazione del campo paio tecnologico, definita tenendo in considerazione sia la situazione geotecnica delle aree, sia la logistica di cantiere;
- la tipologia e le caratteristiche del palo tecnologico in termini di diametro, lunghezza e capacità portante

limite necessaria per la pianificazione della prova di carico;

- le modalità operative della prova di carico sul palo tecnologico, che dovrà svolgersi come definito, nelle linee generali, nei paragrafi successivi.

Il palo tecnologico per la prova di carico dovrà essere attrezzato con due tubi per l'esecuzione di controlli non distruttivi, da effettuare dopo un periodo di almeno 7 giorni dalla fine del getto.

La prova di carico verticale dovrà essere eseguita solo quando il conglomerato cementizio avrà raggiunto una maturazione di almeno 28 giorni, fatto salvo di diverse indicazioni della D.L.. Il carico verticale massimo di prova dovrà, compatibilmente con le caratteristiche dei terreni e le dimensioni del palo, essere prossimo al valore limite.

### 11.1.1. Finalità

Qualora le risultanze delle indagini geognostiche non fossero favorevoli alla realizzazione del solo basamento dell'aerogeneratore ovvero se fossero accertate scadenti caratteristiche geomeccaniche del terreno e se la progettazione esecutiva lo dovesse prevedere, si potrà fare ricorso alle palificate 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, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con presenza di trovanti lapidei anche di notevoli dimensioni, secondo le disposizioni e le normative in materia.

### 11.1.2. Prove penetrometriche statiche

#### 11.1.2.1. Normativa di riferimento

Si riporta di seguito la principale normativa di riferimento in merito alle modalità di esecuzione delle prove penetrometriche:

- AGI - Associazione Geotecnica Italiana (1977): Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- ASTM D3441-94: Deep, quasi-static, cone and friction-cone penetration tests of soil.
- ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing. Cone Penetration Testing (CPT): International Reference Test Procedure.

#### 11.1.2.1. Attrezzatura

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante tramite un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Le attrezzature richieste sono le seguenti:

Dispositivo di spinta costituito da un martinetto idraulico in grado di esercitare una spinta di almeno 10 tonnellate sulla batteria di aste. Il dispositivo di spinta dovrà garantire la verticalità iniziale della spinta sulle aste, con una tolleranza di deviazione dalla verticale  $< 2\%$ . La corsa dovrà essere pari a 1 m. La velocità di infissione delle aste dovrà essere costante, indipendentemente dalla resistenza opposta dal terreno, e pari a 2 cm/s ( $\pm 0.5$  cm/s).

Punta di tipo elettrico, in grado di consentire le misure contemporanee e continue della resistenza alla punta ( $q_c$ ), della resistenza laterale ( $f_s$ ) e della deviazione dalla verticale.

La punta dovrà avere le seguenti dimensioni:

- diametro di base del cono,  $\Phi_{bc} = 35,7 \pm 0.4$  mm
- angolo di apertura del cono:  $60^\circ \pm 5^\circ$
- diametro del manicotto d'attrito,  $\Phi_{ma} = \Phi_{c+} (\Phi_{bc} + 0.6$  mm)
- superficie laterale del manicotto  $150 \pm 3$  cm.

Il manicotto, impiegato per la misura dell'attrito laterale, sarà posizionato subito sopra il cono. I sensori di misura avranno le seguenti caratteristiche:

- cella di carico estensimetrica per la misura di  $q_c$ :
  - a) fondo scala 5000 kg

- b) precisione 1 % del valore di fondo scala (o migliore)
- cella di carico estensimetrica per la misura di  $f_s$ :
  - a) fondo scala 750 kg
  - b) precisione 1 % del valore di fondo scala (o migliore)
- sensore inclinometrico per la misura della deviazione dalla verticale:
  - a) campo di misura da  $0^\circ$  fino a  $15^\circ+20^\circ$
  - b) precisione 3 % del valore di fondo scala (o migliore).

I sensori di misura dovranno essere compensati rispetto alle variazioni di temperatura.

- Aste di tipo cavo, del diametro esterno di 36 mm. L'anello allargatore, qualora usato, dovrà essere posto almeno 100 cm sopra la punta.
- Dispositivi di misura, quali:
  - centralina elettronica per la ricezione e l'amplificazione dei segnali,
  - registratore analogico,
  - registratore digitale,
  - sincronizzatore della velocità di avanzamento punta-registratore analogico.

La Committente o la D.L. potrà richiedere, se necessario, l'impiego di punte attrezzate con sensori aventi fondo scala diversi da quelli sopra indicati. La Committente o la D.L. potrà altresì, su proposta dell'impresa, approvare l'utilizzo di attrezzature con caratteristiche diverse da quelle specificate.

#### **11.1.2.1. Controlli**

Periodicamente si dovrà provvedere al controllo dello stato della punta e del manicotto (geometria, rugosità) e delle aste cave (rettilineità della batteria, specie per quanto riguarda le 5 aste più vicine alla punta). Le guarnizioni fra i diversi elementi della punta penetrometrica dovranno essere ispezionate con regolarità per accertarne le perfette condizioni e l'assenza di particelle di terreno.

#### **11.1.2.1. Modalità di prova**

Il penetrometro, adeguatamente zavorrato e/o ancorato, dovrà essere posizionato in modo tale che sia garantita la verticalità della spinta sulle aste. Il controllo di zero del dispositivo di misura e di registrazione sarà effettuato dopo raggiungimento dell'equilibrio termico tra sensori della punta penetrometrica e terreno.

Si procederà quindi all'esecuzione della prova fino al raggiungimento della profondità massima prevista, provvedendo alla registrazione digitale dei dati e dei seguenti grafici:

- grafico continuo della resistenza alla punta ( $q_c$ ) con la profondità;
- grafico continuo della resistenza laterale ( $f_s$ ) con la profondità;
- grafico continuo o per punti (ogni metro almeno) della deviazione dalla verticale.

La prova sarà sospesa, e la batteria di aste estratta, in uno dei seguenti casi:

- raggiungimento del fondo scala da parte di una delle celle di carico utilizzate per la misura di  $q_c$  e  $f_s$ ;
- raggiungimento della massima capacità di spinta del martinetto;
- deviazione della punta dalla verticale di  $10^\circ$ , se repentina, o di  $15^\circ$  se progressiva.

L'eventuale approfondimento della prova dovrà essere effettuato entro un pre-foro eseguito a distruzione di nucleo. Tale perforazione, di norma, dovrà essere realizzata utilizzando una tubazione provvisoria di rivestimento con diametro interno di 50-55 mm e diametro esterno di 70-75 mm, che fungerà anche da tubazione guida. Qualora si dovesse eseguire la perforazione con diametri maggiori di 75 mm, prima di riprendere l'esecuzione della prova, dovrà essere inserita all'interno del foro una tubazione guida come sopra descritta

#### **11.1.2.1. Documentazione**

La documentazione, il report delle prove condotte dovrà comprendere:

- caratteristiche dell'attrezzatura e della punta penetrometrica;
- certificati di taratura delle punte impiegate con data non anteriore a due mesi;

- ubicazione dei punti di prova;
- informazioni generali e di interesse sulle attività svolte;
- data di esecuzione delle prove
- grafici di  $q_c$  e  $f_s$  in funzione della profondità corretta in base ai dati inclinometrici;
- supporto magnetico contenente le registrazioni di tutte le prove in forma di tabulati.

### 11.1.2.2. Attrezzatura di perforazione

L'attrezzatura da impiegare per la perforazione dovrà essere del tipo a rotazione e dovrà avere caratteristiche idonee all'esecuzione del programma di indagini, con i requisiti minimi sotto indicati:

- coppia massima > 400 kg m
- spinta > 4000 kg
- tiro > 4000 kg
- velocità di rotazione 0÷500 rpm
- argano a fune presente

Il diametro del foro dovrà essere maggiore o uguale a 80 mm. Nel caso di impiego di fanghi di circolazione dovrà essere predisposto un impianto per la preparazione ed il recupero degli stessi.

#### 11.1.2.1. Modalità esecutive

Il carotaggio sarà eseguito a secco senza fluido di perforazione se con carotiere semplice, ovvero con fluido di circolazione se con carotieri doppi o tripli.

Tutte le operazioni saranno eseguite in modo da causare il minimo disturbo alle pareti ed al fondo del foro. Carotieri e metodologie dovranno sempre garantire la massima percentuale di recupero. Il materiale recuperato dovrà essere rappresentativo della granulometria del terreno.

I carotieri dovranno essere azionati ad aste; sarà ammesso, in alternativa, l'uso di sistemi "wireline" purché si ottenga la percentuale di carotaggio richiesta e non producano rammollimenti e/o dilavamenti del materiale carotato. A giudizio delle supervisorie delle indagini si dovrà, in tal caso, desistere dall'uso di sistemi "wire-line" e proseguire con il tradizionale sistema ad aste.

La perforazione sarà seguita dal rivestimento provvisorio del foro. La tubazione di rivestimento dovrà avere un diametro adeguato al diametro dell'utensile di perforazione, e dovrà essere infissa dopo ogni manovra sino a fondo foro o, se ritenuto utile per minimizzare il disturbo al terreno, fino a 20÷50 cm dal fondo foro.

La portata del fluido di circolazione immesso e la velocità di avanzamento della tubazione dovranno essere tali da evitare un aumento sensibile della pressione del fluido in testa alla batteria, in modo che il disturbo arrecato al terreno sia contenuto al minimo.

Il campionamento in foro potrà essere effettuato sempre che non si verificano repentini collassi del foro nel tratto non rivestito. Il prelievo di campioni dovrà seguire la manovra di perforazione con carotiere, precedendo, possibilmente, il rivestimento a fondo foro.

#### 11.1.2.1. Fluidi di circolazione

Il fluido di circolazione sarà costituito da acqua, fanghi bentonitici o fanghi polimerici.

L'impresa potrà proporre l'impiego di fluidi diversi da quelli specificati a condizione che la qualità del carotaggio non sia pregiudicata e subordinandone l'uso all'approvazione della D.L..

Il livello del fluido in colonna dovrà essere sempre mantenuto costante e prossimo a bocca foro mediante rabbocchi progressivi, soprattutto durante le manovre di estrazione delle carotiere e delle aste. Queste ultime operazioni dovranno essere particolarmente lente affinché sia assicurato il ristabilimento della pressione idrostatica del fluido sul fondo foro.

#### 11.1.2.1. Campionamento indisturbato

Il diametro minimo dei campioni indisturbati sarà di 80 mm.

Prima del campionamento si dovrà, se necessario, effettuare un'accurata pulizia del fondo foro dai detriti di perforazione e/o da rifluimento di materiale. Si dovrà inoltre controllare, con apposito scandaglio, che la quota di inizio prelievo del campione sia quella richiesta. I campioni saranno conservati nello stesso tubo campionatore,

che pertanto dovrà essere resistente alla corrosione.

Terminata la manovra di estrazione, le estremità del campione dovranno essere subito pulite eliminando le parti di terreno alterato, e sigillate con paraffina fusa. Alle estremità del contenitore saranno applicati tappi di chiusura a tenuta. Su ogni contenitore dovranno essere riportati i dati di identificazione seguenti:

- 1) Località, coordinate geografiche Gauss-Boaga
- 2) designazione del sondaggio
- 3) numero del campione
- 4) profondità di prelievo
- 5) tipo di campionatore utilizzato
- 6) data di campionamento
- 7) orientamento (alto/basso)

Il campione sarà infine alloggiato nelle cassette catalogatrici descritte nel seguito o, eventualmente, inviato al laboratorio geotecnico.

#### **11.1.2.1. Rilievo stratigrafico**

Il geologo responsabile del cantiere compilerà una scheda stratigrafica del sondaggio, completandola con le seguenti informazioni:

- 1) data di perforazione
- 2) metodo di perforazione
- 3) attrezzatura impiegata
- 4) diametro di perforazione
- 5) diametro del rivestimento fluido di circolazione
- 6) percentuale di recupero
- 7) quota testa foro rispetto al livello medio mare
- 8) nominativo del compilatore
- 9) altri eventuali dati.

La stratigrafia dovrà riportare, alle quote relative, anche i campioni prelevati, specificandone la denominazione, il tipo di campionatore ed il metodo di campionamento.

Il livello della falda nel foro dovrà essere rilevato con sistematicità nel corso della perforazione, in modo particolare la sera e la mattina prima di riprendere il lavoro.

La descrizione stratigrafica dovrà, per ogni strato, specificare le seguenti caratteristiche:

- 1) tipo di terreno (granulometria e, per la frazione ciottolosa e ghiaiosa, grado di arrotondamento e diametro massimo)
- 2) condizioni di umidità naturale
- 3) consistenza
- 4) colore
- 5) struttura
- 6) presenza di materiale organico

#### **11.1.2.1. Cassette catalogatrici**

Le carote di materiale estratto saranno riposte in apposite cassette catalogatrici (in legno, metallo o plastica) munite di scomparti divisorii e coperchio. Le carote coesive saranno scortecciate, le lapidee lavate. Le estremità di ogni scomparto ed i setti separatori che divideranno i recuperi delle singole manovre recheranno l'indicazione delle quote rispetto a p.c.. Il prelievo di spezzoni di carota per il laboratorio dovrà essere testimoniato con blocchetti di legno (o simili) inseriti negli scomparti. Il testimone recherà l'indicazione delle quote di inizio e di fine del prelievo. Sul coperchio di ogni cassa dovranno essere riportati, in modo indelebile, i dati di identificazione dei campioni contenuti (località, numero del foro, profondità di inizio e fine della campionatura contenuta).

#### **11.1.2.1. Fotografie**

Le cassette catalogatrici, opportunamente identificate, dovranno essere singolarmente fotografate con pellicola a colori entro breve tempo dal loro completamento. Le fotografie dovranno consentire una visione chiara del contenuto e la leggibilità di ogni indicazione riportata. Si consiglia quindi la ripresa dall'alto, ad una distanza che consenta alla cassa di occupare al meglio lo spazio fotografico utile. Il negativo se si utilizza una macchina fotografica di tipo tradizionale e n. 3 copie saranno allegate alla documentazione di lavoro.

### **11.1.2.2. Criteri di esecuzione dei carotaggi**

La trivellazione di ciascun pozzo dovrà essere effettuata con continuità, curando di non danneggiare i pali già eseguiti e di ridurre al minimo i disturbi arrecati ai terreni da attraversare. Il programma di realizzazione delle palificate dovrà essere impostato prevalentemente su un adeguato sfalsamento nell'esecuzione dei pali attigui, affinché non sia disturbata la fase di presa del calcestruzzo dei pali già eseguiti.

Inoltre si esclude, salvo diverse indicazioni fornite di volta in volta dalla D.L., la possibilità di utilizzo di sistemi di perforazione a percussione o che comunque provochino sollecitazioni istantanee al mezzo da perforare, specie per l'attraversamento in roccia.

Nel caso di instabilità delle pareti del pozzo si potrà fare ricorso per il sostegno delle stesse all'impiego di fanghi bentonitici od all'utilizzo di tuboforma.

Per la preparazione dei fanghi bentonitici si dovrà usare bentonite in polvere con esclusione di bentonite naturale in zolle. Il fango bentonitico dovrà essere costituito da una miscela colloidale di acqua dolce e bentonite in misura non inferiore al 4% del peso dell'acqua con le eventuali aggiunte di barite, in dipendenza della viscosità del fango necessaria per il sostegno delle pareti dello scavo. I fanghi dovranno essere correttamente miscelati e non si potrà perciò, in nessun caso preparare il fango ammettendo alla bocca del foro acqua e bentonite separatamente.

Per il fango bentonitico dovrà risultare:

- 1) che il tempo necessario per fare defluire attraverso l'imbutto di March la quantità di 950 cm<sup>3</sup> di fango, dei 1500 cm<sup>3</sup> contenuti nell'imbutto stesso, sia maggiore di 35 secondi;
- 2) che il contenuto di sabbia del fango di perforazione estratto dalla parte più profonda del foro sia non superiore al 6% del peso della bentonite asciutta.

La bentonite dovrà avere un limite liquido non inferiore al 450 per mille.

#### **Indice delle Figure**

Fig. 1: Schede tecniche dei cavi elettrici

#### **Indice delle Tabelle**

Tab. 1: Caratteristiche tecniche del trasformatore MT/BT