

# PARCO EOLICO "MONTE ARGENTU"

COMUNE DI NURRI

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA (SU)



## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**Elaborato:**

PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI**

Codice elaborato:

**NU\_PC\_A007**

Data: Gennaio 2023

**Il committente:** Sardeolica s.r.l.

**Coordinamento:** FAD SYSTEM SRL - Società di ingegneria

Dott. Ing. Ivano Distinto

Dott. Ing. Carlo Foddis

**Elaborato a cura di:**

Fad System srl

| rev. | data       | descrizione revisione                         | rev. | data | descrizione revisione |
|------|------------|---|------|------|-----------------------|
| 00   | 18/10/2021 | Emissione per consegna                        |      |      |                       |
| 01   | 30/01/2023 | Revisione con riduzione numero aerogeneratori |      |      |                       |

## INDICE

|     |   |    |
|-----|---|----|
| A)  | PISTE, PIAZZOLE E CAVIDOTTO INTERNO ALL'IMPIANTO EOLICO .....         | 4  |
| 2   | PREMESSA .....  | 4  |
| 3   | DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....                                    | 4  |
| 3.1 | PIAZZOLE AEROGENERATORI .....   | 4  |
| 3.2 | SCAVI DI FONDAZIONE .....   | 6  |
| 3.3 | VIE CAVO .....  | 6  |
| 3.4 | VIABILITA' INTERNA.....   | 7  |
| 4   | CONTROLLI .....   | 9  |
| B)  | CAVIDOTTO .....   | 10 |
| 1   | PREMESSA .....  | 10 |
| 2   | DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....                                    | 10 |
| C)  | OPERE IN CALCESTRUZZO .....   | 12 |
| 1   | PREMESSA .....  | 12 |
| 2   | SPECIFICHE RELATIVE ALLA FORNITURA DEL CALCESTRUZZO.....              | 12 |
| 3   | SPECIFICHE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO.....          | 13 |
| 4   | CASSEFORME.....   | 16 |
| 5   | STAGIONATURA DEL CLS .....  | 18 |
| 6   | TIPOLOGIA STRUTTURALE E CLASSIFICAZIONE CALCESTRUZZO DA FORNIRE ..... | 21 |
| 7   | PLINTO DI FONDAZIONE.....   | 21 |
| 7.1 | CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO .....                                | 21 |
| 7.2 | CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO.....                  | 22 |
| 7.3 | CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEL CLS .....                               | 23 |
| 8   | ARMATURE.....   | 25 |
| 9   | CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI.....                                     | 26 |
| 9.1 | CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DELL'ACCIAIO .....                          | 26 |
| D)  | CAVI ELETTRICI .....  | 28 |
| 1   | PREMESSA .....  | 28 |
| 2   | SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE.....                              | 28 |

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO  
"MONTE ARGENTU"  
OPERE CIVILI: RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA**

---

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 3   | DESCRIZIONE INTERVENTO .....   | 29 |
| 4   | SPECIFICA CAVI M.T.....  | 31 |
| 5   | SPECIFICA TERMINAZIONI SCONNETTIBILI .....                                 | 33 |
| 6   | SPECIFICA GIUNTI M.T. – CONNETTORI TESTA-TESTA.....                        | 34 |
| E)  | SISTEMA DI TRASMISSIONE DATI .....   | 36 |
| 1   | PREMESSA.....  | 36 |
| 2   | SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE.....                                   | 36 |
| 3   | DESCRIZIONE INTERVENTO .....   | 36 |
| 4   | INSTALLAZIONE DEL SISTEMA SCADA .....                                      | 37 |
| 5   | FORNITURA DEI MATERIALI E ACCESSORI .....                                  | 37 |
| F)  | IMPIANTO DI TERRA.....   | 39 |
| 1   | PREMESSA.....  | 39 |
| 2   | SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE.....                                   | 39 |
| 3   | DESCRIZIONE INTERVENTO .....   | 39 |
| G)  | STAZIONE ELETTRICA MT/AT .....   | 40 |
| 1   | PREMESSA.....  | 40 |
| 2   | SPECIFICA FORNITURA E COLLAUDO APPARECCHIATURE.....                        | 42 |
| 2.1 | SCOPO ED INTRODUZIONE .....  | 42 |
| 2.2 | NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....                                 | 42 |
| 2.3 | CONDIZIONI AMBIENTALI.....   | 43 |
| 2.4 | CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI .....                                    | 43 |
| 2.5 | CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI .....                                    | 44 |
| 3   | DESCRIZIONE TECNICA APPARECCHIATURE PRINCIPALI M.T. DI SOTTOSTAZIONE ..... | 52 |
| 3.1 | SCARICATORI M.T. ....  | 52 |
| 3.2 | QUADRISTICA.....   | 52 |
| 4   | COLLAUDI.....  | 58 |
| 5   | DOCUMENTAZIONE TECNICA.....  | 59 |
| 6   | SPECIFICA MONTAGGI.....  | 60 |
| 6.1 | CARPENTERIA METALLICA .....  | 60 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 6.2  | MONTAGGIO SBARRE E COLLEGAMENTI ELETTRICI AT.....                             | 62 |
| 6.3  | MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT E MT .....                                       | 64 |
| 6.4  | MONTAGGIO INTERRUTTORI .....  | 64 |
| 6.5  | MONTAGGIO SEZIONATORI.....  | 67 |
| 6.6  | MONTAGGIO TRASFORMATORI DI CORRENTE .....                                     | 68 |
| 6.7  | MONTAGGIO TRASFORMATORI DI TENSIONE .....                                     | 69 |
| 6.8  | MONTAGGIO SCARICATORI.....  | 70 |
| 6.9  | MONTAGGIO COLONNINE DI ISOLATORI PORTANTI AT.....                             | 71 |
| 6.10 | MONTAGGIO APPARECCHIATURE E ISOLATORI MT.....                                 | 71 |
| 6.11 | TASSELLI CHIMICI O AD ESPANSIONE .....  | 71 |
| 6.12 | MONTAGGIO QUADRI MT .....   | 72 |
| 6.13 | MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/AT .....   | 73 |
| 6.14 | MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/BT .....   | 73 |
| 6.15 | REALIZZAZIONE DEI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA.....                          | 74 |
| 6.16 | COLLEGAMENTO DELLE CIME EMERGENTI ALLE STRUTTURE.....                         | 74 |
| 6.17 | COLLEGAMENTO DELLE APPARECCHIATURE ALLE STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO..... | 75 |
| 6.18 | POSA IN OPERA DI CORDA DI RAME .....  | 76 |
| 6.19 | COLLEGAMENTI IN CAVO MT.....  | 76 |
| 6.20 | PRESCRIZIONI PER LA POSA DEL CAVO .....                                       | 77 |
| 6.21 | PRESCRIZIONI PER TERMINALI E GIUNTI.....                                      | 78 |
| H)   | AEROGENERATORE.....   | 79 |

## A) PISTE, PIAZZOLE E CAVIDOTTO INTERNO ALL'IMPIANTO EOLICO

### 2 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla esecuzione delle piazzole, degli scavi di fondazione, della viabilità interna e delle vie cavo interne all'area di progetto, a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Sono altresì comprese tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologica ed idrogeologica eseguite per la formazione di piazzole, strade di servizio (cunette, canali di scolo, fossi di guardia, tubi di attraversamento, pozzetti, opere di contenimento) e qualunque altro intervento si renda necessario alla messa in sicurezza dei luoghi oggetto dei suddetti interventi (recinzioni, segnaletica, barriere di segnalazione e sicurezza).

### 3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

#### 3.1 PIAZZOLE AEROGENERATORI

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola con superficie pressoché piana o in debole pendenza verso il perimetro (1-2%) della stessa in direzione dei canali di scolo delle acque piovane, qualora la loro presenza sia richiesta dalla committenza in sede di progettazione esecutiva. Tale piazzola avrà dimensioni variabili in funzione delle caratteristiche geometriche degli aerogeneratori in progetto.

Funzione principale dell'area in oggetto sarà lo stazionamento dei mezzi necessari al sollevamento dell'aerogeneratore, previo assemblaggio dello stesso a terra oppure in quota, ove, qualora esso avvenga a terra, saranno eseguite nelle immediate vicinanze della piazzola, in un'area di dimensioni opportune, adeguatamente livellata ma non necessariamente posta alla stessa quota di progetto della piazzola.

La piazzola sarà realizzata mediante scotico del terreno vegetale per uno spessore minimo di 20 cm, comprensivo dell'estirpazione di eventuali ceppaie, radici e arbusti che, saranno movimentati e accatastati in luogo opportuno. Anche il terreno di scotico, se

ritenuto idoneo dal D.L. potrà essere accatastato nell'ambito del cantiere in modo da poter contribuire alla formazione delle scarpate artificiali, al riempimento delle vie cavo a alla formazione di rilevati. Successivamente saranno effettuati gli scavi di sbancamento in roccia a sezione libera con fronte di scavo non superiore a 3 m, ed il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il livellamento della piazzola fino alla quota di progetto ovvero trasportato per altri utilizzi all'interno del cantiere. Prima della realizzazione del sottofondo della piazzola dovrà essere effettuata una compattazione del materiale movimentato.

Il fondo della piazzola sarà realizzato con misto di cava secco e parzialmente frantumato (sabbia grossa e ghiaia) con compattazione eseguita a strati successivi.

La D.L. potrà prescrivere la posa di uno strato drenante/anticapillare realizzato con materiale compattato avvolto in geotessile.

La piattaforma così realizzata dovrà essere in grado di sostenere una pressione al di sotto delle piastre di distribuzione dei carichi delle gru di sollevamento variabile in funzione delle caratteristiche degli aerogeneratori in progetto.

Al termine del montaggio degli aerogeneratori, per tutta la durata della gestione dell'impianto, l'area attorno all'aerogeneratore, per una superficie pari a quella di proiezione della fondazione (circa 900 mq), dovrà rimanere carrabile per permettere l'ordinaria manutenzione all'interno degli aerogeneratori, mentre la restante area della piazzola verrà ricoperta con circa 10-15 cm di terra vegetale, rinverdita, rivegetata e risagomata lungo il perimetro pur mantenendo la sua configurazione iniziale, al fine di consentire le eventuali operazioni di manutenzione straordinaria dell'aerogeneratore che necessitano dell'utilizzo della gru.

Al di fuori dell'area interessata dalla piazzola, troverà collocazione la torre di sostegno dell'aerogeneratore con la relativa fondazione, i dispersori di terra e le necessarie vie cavo. Ad ultimazione del getto in c.a. del plinto di fondazione, l'appaltatore effettuerà il riempimento dello scavo fino alla quota del sottofondo della piazzola o del piano di campagna con materiale rinveniente dagli scavi, adeguatamente compattato.

### 3.2 SCAVI DI FONDAZIONE

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore dell'impianto eolico in progetto è prevista l'esecuzione di uno scavo atto ad accogliere il dado di fondazione in terreno compatto.

Lo scavo di fondazione fino alla profondità prevista potrà essere o del tipo in roccia sciolta (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili) oppure in roccia compatta (roccia da martellone e/o da mina), ed il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il riempimento dello scavo, a seguito dell'esecuzione del plinto, fino alla quota di progetto, ovvero destinato a compenso.

Si intende inclusa la profilatura delle scarpate derivanti dagli scavi di sbancamento e la demolizione e/o movimentazione di trovanti rocciosi. Le scarpate e bordi risultanti dagli scavi dovranno avere pendenza generalmente di 3 verticale su 2 orizzontale (60°) e, comunque, tale da impedire possibili franamenti.

Comunque, se fosse necessario, a protezione degli operatori, saranno adottate idonee sbadacchiature e puntellature in legname o altro materiale che dovranno realizzarsi con tavoloni e puntelli di adeguata sezione, nel rispetto delle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni. Esse saranno mantenute in buono stato fino all'esecuzione dei casseri per il getto di calcestruzzo.

Come indicato nel precedente paragrafo, a seguito della realizzazione della fondazione in c.a., l'appaltatore effettuerà il riempimento dello scavo fino alla quota del sottofondo della piazzola con materiale proveniente dagli scavi, adeguatamente compattato e rifinito con la realizzazione del fondo come sopra descritto.

### 3.3 VIE CAVO

Il trasporto di energia avverrà tramite cavi airbag direttamente posati mentre la trasmissione dei segnali tra gli aerogeneratori avverrà attraverso l'uso di vie cavo interrato in HDPE.

Lo scavo avrà larghezza variabile in funzione dei cavi e tubi corrugati che si intende posare ed una profondità pari a circa 1,20 -1,30 m con l'estradosso dello stesso che sarà collocato, comunque, ad una profondità non inferiore a 1 m dal piano campagna. Si

intendono compresi giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., da porsi in opera conformemente alle norme tecniche vigenti in materia (Norma CEI 11-17).

Lo scavo a sezione obbligata sarà eseguito in roccia frantumata o compatta e dovrà seguire i percorsi individuati nel progetto definitivo e/o esecutivo. Gli scavi relativi alle vie cavo saranno eseguiti prima del completamento del fondo di piste e piazzole.

Il fondo dello scavo sarà adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa degli stessi cavi.

I cavi saranno posati e successivamente rinfiancati con materiali provenienti dagli scavi (previa rimozione degli inerti a maggiore granulometria) compreso il livellamento ed il costipamento degli stessi sino al ricoprimento dello scavo.

Tali materiali saranno posti in opera per strati successivi adeguatamente compattati fino ad ottenere una densità del 95% della massima; nei tratti di cavidotto su terreno vegetale l'ultimo strato sarà composto dallo stesso terreno vegetale.

La posa dei cavidotti include l'onere delle giunzioni che, saranno realizzate entro buche di dimensioni tali da consentire l'agevole operatività degli addetti e per le quali saranno predisposti appositi elementi in resina per la protezione meccanica dei cavi. Infine, ad una profondità di 20 cm circa dal piano di campagna, sarà posato un nastro monitore riportante la dicitura "cavi elettrici" o simile, lungo tutto il percorso delle vie cavo.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dal D.L., così come l'eventuale riutilizzo dei materiali e la consistenza dei materiali impiegati per rinterri.

### **3.4 VIABILITA' INTERNA**

La viabilità interna all'impianto eolico potrà essere costituita da viabilità realizzata ex-novo o da viabilità esistente che, pertanto, dovrà essere oggetto di ammodernamento.

La viabilità esistente, sarà oggetto di interventi di manutenzione straordinaria in maniera da consentire l'agevole accesso dei mezzi d'opera; ove necessario dovrà essere integrata da nuovi tratti di viabilità di servizio in maniera da assicurare l'agevole accesso alle piazzole degli aerogeneratori.



Per l'esecuzione dei nuovi tratti di viabilità interna e per l'allargamento della viabilità esistente si effettuerà uno scotico del terreno vegetale che, se ritenuto idoneo dal D.L., potrà essere accatastato nell'ambito di tutto il cantiere in maniera da contribuire alla formazione delle scarpate artificiali ove necessarie.

Successivamente saranno effettuati gli scavi di sbancamento in roccia frantumata o da martellone necessari per realizzare il sottofondo stradale. Il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il livellamento delle strade stesse fino alla quota di progetto ovvero trasportato all'interno del cantiere. Il sottofondo sarà quindi adeguatamente compattato con rullo statico e livellato con pendenza trasversale dell'1-2% a partire dal margine stradale verso i canali di scolo che saranno eseguiti su uno dei due lati della carreggiata mediante scavo a sezione ristretta.

Il sottofondo relativo ai nuovi tratti di viabilità interna e all'allargamento della viabilità esistente sarà realizzato con misto di cava secco stabilizzato con legante naturale, con compattazione per strati successivi, compresa l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria.

Ove in buone condizioni il fondo della viabilità esistente sarà mantenuto, salvo essere trattato come un tratto di viabilità nuova su indicazioni della D.L. .

Su richiesta della D.L., per punti circoscritti della viabilità di progetto o esistente da ammodernarsi, oggetto di più transiti, la parte superiore delle piste potrà essere rifinita con strato di usura in misto di cava stabilizzato e livellato, compresa l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria.

Eventuali rilevati dovranno essere realizzati utilizzando il materiale idoneo di recupero degli scavi ovvero utilizzando materiale arido fornito franco cantiere, steso a strati e compattato con rullo statico, prevedendo altresì la profilatura delle scarpate e dei bordi dei rilevati stessi. Le scarpate e bordi risultanti sia dai rilevati che dagli scavi di sbancamento dovranno avere pendenza di 1 verticale su 1 orizzontale (45°).

La D.L. potrà prescrivere con idoneo preavviso l'esecuzione di piste più larghe, rispetto a quelle in progetto.

#### 4 CONTROLLI

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dal D.L. così come il riutilizzo dei materiali e la consistenza dei materiali impiegati per rinterri, rilevati etc.

Particolare attenzione dovrà essere posta al contenuto d'acqua del materiale da compattare. In caso di presenza di materiale di risulta ad alto contenuto d'acqua, la D.L. potrà prescrivere la sospensione delle attività di rinterro o di esecuzione dei rilevati fino all'essiccamento del materiale stesso, oppure il miscelamento con materiale arido.

Durante l'esecuzione delle lavorazioni la D.L. potrà altresì disporre prove di carico su piastra, ovvero rullatura e compattazione secondo modalità diverse da quanto sopra indicato, al fine di verificare il grado di resistenza e/o consistenza del rilevato.

## B) CAVIDOTTO

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura in opera del cavidotto da realizzarsi lungo strade, a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

### 2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'energia prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto eolico verrà trasportata, a seguito di trasformazione in media tensione, attraverso una serie di vie cavo interrato, verso la sottostazione utente.

I cavidotti interni all'impianto eolico, cioè quelli di collegamento tra un aerogeneratore e l'altro e fra gli stessi e la sottostazione, saranno altresì destinati alla trasmissione dei segnali. Essi saranno costituiti da un idoneo numero cavi airbag di sezione e caratteristiche che dipenderanno dalla tipologia degli aerogeneratori in progetto e un tritubo in HDPE atto ad accogliere i cavi di segnalazione.

Tali cavi saranno posati sul fondo dello scavo ad una profondità non inferiore a 1 m dal piano campagna. Essi saranno posti in opera, compreso giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., conformemente alle norme tecniche in materia (Norma CEI 11-17).

I cavidotti seguiranno il tracciato previsto in sede di progettazione esecutiva ed autorizzato dalle Amministrazioni competenti, nonché confermato dalla D.L. fiancheggiando e, ove previsto, attraversando le strade provinciale e/o comunali al di fuori del piano viabile o sotto lo stesso. In tal senso, le modalità realizzative di tali fiancheggiamenti ed attraversamenti, dovranno attenersi scrupolosamente alle prescrizioni fornite dall'Ente gestore della viabilità interessata, precisando, altresì, che il fondo dello scavo sarà adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa dei cavi.

Il reale posizionamento del cavidotto rispetto alla sede stradale dovrà essere opportunamente definito in sede di progetto esecutivo, privilegiando il suo posizionamento

al lato del nastro stradale in modo da evitare il taglio del manto bituminoso. Qualora nella realizzazione dello scavo per il passaggio dei cavidotti dovessero essere interessati manufatti di ogni tipo (manto stradale, cunette in cemento e non, guardrail ecc.) dovrà essere previsto il loro ripristino ante opera.

Si riportano di seguito le caratteristiche generali dell'elettrodotto interrato di parco:

scavo della profondità di circa 1,20 m e larghezza della base pari a circa 50 - 90 cm;

se lo scavo è eseguito su roccia, prima di posare i cavi, si dovrà realizzare un letto di sabbia o terra vagliata dello spessore di 10 cm, altrimenti si potrà posare direttamente il cavo nello scavo;

se il materiale di risulta è costituito da pietrame si dovrà ricoprire i cavi con un primo strato circa 10 cm di sabbia o terreno di scavo vagliato, altrimenti si potrà utilizzare la terra dello scavo;

posa del nastro monitore;

Nel tracciato stradale che interconnette i soli aerogeneratori lo scavo dovrà contenere una corda in Cu nuda da 50 mm<sup>2</sup> per tutta la sua lunghezza, collegata all'anello della rete di terra di ciascuna torre presente nel parco.

Nel corso dei lavori della posa dell'elettrodotto interrato, l'impresa dovrà assicurare la circolazione stradale e mantenere agibili i transiti e gli accessi carrai o pedonali lungo il tracciato. Le aree di lavoro dovranno essere delimitate secondo le disposizioni previste dal Codice della Strada e/o da particolari regolamenti imposti dalle Vigilanze Comunali competenti e dovranno essere complete di segnalazioni sia diurne che notturne segnalanti l'esistenza di scavi aperti.

## C) OPERE IN CALCESTRUZZO

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi all'esecuzione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori costituenti un impianto destinato alla produzione di energia da fonte eolica.

Sono comprese nell'appalto tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologica ed idrologica eseguite per la realizzazione delle fondazioni e ogni intervento necessario per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi.

### 2 SPECIFICHE RELATIVE ALLA FORNITURA DEL CALCESTRUZZO

Nel seguito viene descritta la specifica cui l'appaltatore dovrà attenersi nell'esecuzione dei lavori relativi al presente appalto.

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare la segregazione dei costituenti l'impasto o il deterioramento dello stesso. Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- la data e le ore di partenza dall'impianto, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- il tipo, la classe e, ove specificato nell'ordine di fornitura, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi nominali trasportati.

A richiesta il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti agli incaricati del Direttore dei Lavori. Comunque alla fine di ogni getto, copia di detta documentazione dovrà essere consegnata al D.L. o al suo incaricato.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato. La consistenza dell'impasto dovrà essere controllata contestualmente a ogni prelievo di materiale per le prove di resistenza, di massa volumica e del rapporto a/c. Tutte le prove dovranno essere eseguite sullo stesso materiale di prelievo, in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

### 3 SPECIFICHE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

La posa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme. Per assicurare la migliore riuscita del getto, si eseguiranno una serie di verifiche preventive, oltreché sulle casseforme e i ferri d'armatura, anche sull'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

Per la movimentazione del calcestruzzo dal mezzo di trasporto al punto di messa in opera sarà utilizzata la pompa. All'estremità della tubazione metallica di pompaggio sarà inserito un tubo atto a facilitare la distribuzione del calcestruzzo entro le casseforme.

Il mezzo idoneo allo scarico, deve essere scelto tenendo in considerazione le caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, la distanza tra il punto d'arrivo del mezzo e quello di getto, le condizioni climatiche, la conformazione delle casseforme e del cantiere, le attrezzature di compattazione disponibili e la velocità d'avanzamento prevista. Nel caso di calcestruzzo pompato, la consistenza dovrà essere misurata prima dell'immissione del materiale nel getto.

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori abbia verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;
- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- posizione delle eventuali vie cavi corrugate;
- posizione degli inserti (concio di fondazione, giunti, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- la pulizia del sottofondo;

- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive. In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato ripristino.

Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti, mentre, i ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

Salvo specifica autorizzazione del Direttore dei Lavori, è esclusa la possibilità di qualunque aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto. Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione.

Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore, misurato dopo la vibrazione, comunque non maggiore di 50 cm. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze. Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di effettuare la ripresa, la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di + 5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5 °C. Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero. La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo e, per evitare il congelamento, tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di – 5°C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato in modo da assicurare che una eventuale carota estratta dal getto in opera presenti una massa volumica non inferiore al 97% della massa volumica del calcestruzzo compattato a rifiuto prelevato per la preparazione dei provini cubici o cilindrici in corso d'opera. Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 3 giorni dal getto e comunque per il tempo necessario, in funzione delle varie condizioni ambientali.

La durata del periodo di stagionatura sarà valutata in funzione delle condizioni ambientali e meteorologiche in cui avviene; per il magrone di sottofondazione dovrà essere pari ad almeno 2 giorni (48 ore) prima della posa del concio di fondazione.



Il calcestruzzo sarà gettato in opera per livelli successivi aventi spessore di circa 20 ÷ 30 cm con l'ausilio di vibratori (almeno un vibratore per 10 m<sup>3</sup>/h di getto) e da personale qualificato. Ogni strato di calcestruzzo fresco dovrà saldarsi con quello sottostante, pertanto, nel corso della compattazione, il vibratore sarà immerso per ca. 15 ÷ 20 cm nella massa di cls per essere ritirati lentamente in modo che il cemento si fonda e il foro creatosi si richiuda rapidamente. Fra uno strato di cls ed il successivo sarà opportuno attendere circa un'ora per permettere la perfetta ricompattazione della massa.

Particolare attenzione sarà posta nell'esecuzione del getto a ridosso del concio di fondazione avendo cura di verificare la perfetta aderenza fra lo stesso e la massa di cls.

#### 4 CASSEFORME

Le casseforme dovranno essere rigide e a perfetta tenuta per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia. Nel caso di cassetatura a perdere inglobata nell'opera si dovrà verificare, la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa per l'estetica o la durabilità se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano comunque pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito. Si dovrà far uso di prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866, disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie a vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. È vietato usare come disarmanti lubrificanti di varia natura o oli esausti.

Se sono impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo o sotto forma di emulsioni pastose in quantità controllata; la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

I giunti tra gli elementi di cassaforma dovranno essere realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Se prescritto nel progetto, tali giunti dovranno essere evidenziati e le riprese del getto sulla faccia a vista dovranno essere realizzate secondo linee rette; dovranno eventualmente essere marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm.

I dispositivi che mantengono in posizione i casseri, quando attraversano il calcestruzzo, non dovranno risultare dannosi a quest'ultimo. Gli elementi dei casseri saranno fissati nella posizione prevista unicamente mediante fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc stabilizzato o simili che dovranno rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo e siglati in entrambe le estremità con tappi a tenuta.

È vietato l'utilizzo di fili o fascette d'acciaio inglobati nel getto. È vietato l'impiego di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi distanziatori non deformabili in plastica, ma ovunque possibile dovranno essere usati quelli in malta o pasta cementizia. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma dovrà essere la più piccola possibile e tale da garantire il copriferro previsto nel progetto.

L'Appaltatore avrà l'onere di predisporre durante l'esecuzione dei lavori tutti i fori, tracce, cavità e incassature previsti negli elaborati costruttivi per permettere la successiva posa in opera di apparecchi accessori.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le resistenze indicate dal Progettista e comunque non prima dei tempi indicati nei decreti attuativi della Legge n° 1086. Eventuali irregolarità o sbavature di calcestruzzo o pasta cementizia, dovute anche a modeste perdite dai giunti dei casseri, qualora ritenute non tollerabili dal Direttore dei Lavori, dovranno essere asportate mediante bocciardatura; i punti difettosi dovranno essere ripristinati, immediatamente dopo il controllo del Direttore dei Lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 10 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione. Dopo la scasseratura dovranno essere adottati i provvedimenti previsti del presente capitolato al fine di evitare il rapido essiccamento delle superfici ed il loro brusco raffreddamento.

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme:

- il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe;
- la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante;
- il contenuto d'acqua e la classe di consistenza delle miscele di calcestruzzo dovranno rientrare strettamente nei limiti fissati dal Progettista;

- si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'Appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

## 5 STAGIONATURA DEL CLS

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:

- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella tabella 1.1 sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

Tabella 1.1 - Durata minima della stagionatura protetta (giorni)

| Velocità di sviluppo   | Rapido |    |    | Medio |    |    | Lento |    |    |
|--|--------|----|----|-------|----|----|-------|----|----|
|  | 5      | 10 | 15 | 5     | 10 | 15 | 5     | 10 | 15 |
| Temperatura del calcestruzzo (°C)  | 5      | 10 | 15 | 5     | 10 | 15 | 5     | 10 | 15 |
| Condizioni ambientali durante la stagionatura  |        |    |    |       |    |    |       |    |    |
| I) Non esposto ad insolazione diretta; Umidità relativa UR dell'aria circostante 80% | 2      | 2  | 1  | 3     | 3  | 2  | 3     | 3  | 2  |
| II) Insolazione diretta media o vento di media velocità o UR >50%                    | 4      | 3  | 2  | 6     | 4  | 3  | 8     | 5  | 4  |
| III) Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR <50%                         | 4      | 3  | 2  | 8     | 6  | 5  | 10    | 8  | 5  |

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata in tabella 1.2.

*Tabella 1.2 - Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo*

| Velocità di sviluppo della resistenza | Rapporto a/c            | Classe di resistenza del cemento |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Rapida                                | $\leq 0.45$             | 42.5 R                           |
| Media                                 | 0.5-0.6                 | 42.5 R                           |
|                                       | $< 0.5$                 | 32.5 R – 42.5 N                  |
| Lenta                                 | $\leq 0,60$             | 32,5 N                           |
| Molto Lenta                           | In tutti gli altri casi |                                  |

Le durate di stagionatura di tabella 1.1 dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1. Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti. Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a rinvigore la superficie. Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche

potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono dalla composizione dell'impasto, dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, per limitare le tensioni di origine termica dovranno essere rispettati i limiti seguenti:

- una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- una differenza massima di 15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

La maturazione accelerata con trattamento termico dei calcestruzzi gettati in opera è normalmente esclusa; essa sarà permessa solo qualora siano state condotte indagini sperimentali sul tipo di trattamento termico che si intende adottare.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la durata di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore (in genere dalle 4 alle 5 ore);
- i gradienti termici non dovranno superare il valore di 20°C/ora durante il riscaldamento e 10 °C/ora durante il raffreddamento; essi dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- la temperatura all'interno del calcestruzzo non dovrà superare in media i 60 °C, con valore puntuale massimo non superiore a 65°C;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella alla superficie non dovrà superare 20 °C;
- durante tutta la procedura di maturazione forzata e durante il raffreddamento il calcestruzzo sarà protetto contro le perdite di umidità.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere

maturati nelle stesse condizioni termoigrometriche della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6127.

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

La superficie esterna dei getti in calcestruzzo dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera. Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati in precedenza.

## 6 TIPOLOGIA STRUTTURALE E CLASSIFICAZIONE CALCESTRUZZO DA FORNIRE

L'appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle norme tecniche applicabili, nonché dalla presente specifica, così come quelli integrativi richiesti dalla D.L. o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche.

Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura. Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione di quanto sopra descritto si intendono compresi nelle voci di capitolato.

## 7 PLINTO DI FONDAZIONE

### 7.1 CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Per la tipologia strutturale in oggetto si prescrive un calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche:

- **Resistenza caratteristica  $R_{ck}$ :** Secondo le indicazioni del progetto esecutivo;
- **Classe di esposizione:** Secondo le indicazioni del progetto esecutivo (determinata secondo UNI 206-1/UNI 11104);
- **Classe di consistenza:** Secondo le indicazioni del progetto esecutivo;
- **Diametro max. aggregati:** Secondo le indicazioni del progetto esecutivo.

## 7.2 CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO

### Cemento

I cementi prescritti devono essere conformi alla UNI-EN 197/1, controllati e certificati secondo la normativa vigente.

### Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo devono risultare conformi alle caratteristiche previste dalla norma UNI 8520 parte 2.

Per la struttura in oggetto si dovranno impiegare aggregati naturali o frantumati con diametro massimo secondo le indicazioni del progetto esecutivo. Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

### Acqua

L'acqua dell'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008.

### Additivi

Gli additivi dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI 7101.

Trattandosi di CLS esposto al gelo si prescrive aria aggiunta al 6%

Si prescrive l'impiego di Additivo Superfluidificante

### 7.3 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEL CLS

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto, secondo le disposizioni tecniche di cui all'All. 2 del D.M. 09/01/96 e ss.mm.ii..

Qualora le variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, è obbligo del Direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee al momento della posa in opera nei casseri ed è costituito da due provini; la media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo".

In funzione del quantitativo di conglomerato accettato, si distinguono:

- controlli tipo A;
- controlli tipo B

#### **CONTROLLO TIPO A:**

E' riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R1, R2, R3 le tre resistenze di prelievo, con:  $R1 \leq R2 \leq R3$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad R1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Con  $R_m$  resistenza media dei tre prelievi.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.



**CONTROLLO TIPO B:**

nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4s \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

essendo  $R_m$  la resistenza media dei 15 o più prelievi,  $R_1$  il valore minore dei 15 o più prelievi ed  $s$  lo scarto quadratico medio.

Il Direttore dei Lavori dovrà procedere direttamente al prelievo dei campioni necessari per le prove di accettazione che dovranno essere effettuate da laboratori accreditati. Il Laboratorio provvederà alla maturazione ed alla conservazione dei provini per la determinazione della resistenza a compressione allo scadere del tempo previsto dal Direttore dei Lavori, secondo quanto stabilito dalla norma EN 12390. Nel corso del prelievo dei provini sarà redatto apposito verbale e disposta l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare espresso riferimento a tale verbale.

I certificati emessi dai laboratori dovranno obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e dati di emissione) su ciascuna pagina;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;

- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per la preparazione e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella UNI 6127 così come revisionato dalle successive UNI EN 12390: "Prova sul calcestruzzo indurito".

In sintesi dovranno rispettarsi le seguenti indicazioni:

- prelievo in cantiere al momento del getto;
- utilizzo di stampi di dimensioni e tolleranze specificate dalla UNI-EN 12390-1;
- riempimento degli stampi e compattazione degli stessi a rifiuto per l'eliminazione dell'aria nell'impasto;
- conservazione dei provini in ambiente a temperatura e umidità controllata ( $T = 20 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- U.R. > 95 %); nel caso in cui il getto sia eseguito in periodo freddo, potrà essere opportuno, per esigenze di cantiere, specificare un valore caratteristico a compressione su provini maturati a temperatura diversa da  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- maturazione per 28 giorni (in accordo alla UNI-EN 12390-2);
- alla scadenza del periodo di maturazione effettuazione di prove di schiacciamento in accordo alla UNI-EN 12390-3 e 4.

Per quel che riguarda la centrale di betonaggio, l'appaltatore dovrà attenersi alla normativa tecnica applicabile (L. 1086/71, norme tecniche UNI EN 206-1 e UNI 11104).

## 8 ARMATURE

Per quel che riguarda l'esecuzione delle armature in acciaio, di cui sarà trasmessa idonea certificazione relativa ai controlli in stabilimento con marchio di identificazione, l'appaltatore dovrà attenersi alla normativa tecnica e disposizioni legislative applicabili (EN

100021, EN 10080, UNI 564, UNI 6407-69, D.M. 09/01/1996, D.M. 14/09/05). L'appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle norme tecniche applicabili, così come quelli integrativi richiesti dalla D.L. o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche. Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

## 9 CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI

Per la tipologia strutturale in oggetto si prescrive un acciaio del tipo laminato a caldo avente caratteristiche come da progetto esecutivo.

Per l'armatura del magrone di sottofondazione è necessaria la posa in opera sul fronte inferiore di una rete in acciaio elettrosaldato a maglia quadrata avente caratteristiche come da progetto esecutivo.

### 9.1 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DELL'ACCIAIO

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 gg dalla data di consegna del materiale, a cura di un Laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del **Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia** che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

I valori minimi della resistenza e dell'allungamento, accertati in accordo con quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2 da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, sono i seguenti:

Valori Limite di Accettazione

| <b>Caratteristiche</b>    | <b>Valore limite</b>                              |
|---------------------------|---|
| fy minimo                 | 425 N/mm <sup>2</sup>                             |
| fy massimo                | 572 N/mm <sup>2</sup>                             |
| Agt minimo                | ≥ 5.0% (per acciai laminati a caldo)              |
| Agt minimo                | ≥ 5.0% (per acciai trafilati a freddo)            |
| Rottura/snervamento       | 1.11 ≤ ft/fy ≤ 1.37 (per acciai laminati a caldo) |
| Rottura/snervamento       | ft/fy ≥ 1.03 per acciai trafilati a freddo        |
| Piegamento/raddrizzamento | assenza di cricche per tutti                      |

## D) CAVI ELETTRICI

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dei cavi elettrici a servizio dell'impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dalla D.L.

### 2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE

Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere le condizioni di fornitura, installazione e collaudo di cavi elettrici a servizio di un impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

La fornitura dovrà intendersi nella formula "chiavi in mano" e dovrà, pertanto, comprendere la:

- fornitura, posa in opera, prove, collaudi e messa in esercizio di cavi elettrici, comprensivi di giunzioni, connessioni, e terminazioni fino ai limiti di fornitura (quadri di cabina e di aerogeneratori);
- fornitura di planimetrie e particolari di esecuzione (ubicazione giunzioni), sia su supporto cartaceo, sia su supporto informatico, redatti nella versione "as built", ovvero secondo quanto concordato in fase realizzativa con la committente;

Esecuzione di tutte le prove e verifiche preliminari all'attivazione dell'impianto consistenti in:

- verifiche funzionali;
- a fine prove dovrà essere rilasciata la documentazione tecnica e normativa relativa alle prove effettuate (bollettini di prove, ecc..).

I lavori oggetto della presente fornitura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo:

|            |  |
|------------|--|
| CEI 11-17  | Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo                  |
| CEI 11-1   | Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata                                     |
| CEI 11-20  | Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di i e ii categoria |
| CEI 61400  | Sistemi di generazione a turbina eolica – parte 1: prescrizioni di sicurezza                               |
| DPR 547/55 | Prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro, con successive varianti e integrazioni                   |

### 3 DESCRIZIONE INTERVENTO

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione verrà trasformata a 30 kV (MT) nelle singole cabine di trasformazione poste all'interno di ciascuna torre. Il cavo che conetterà gli aerogeneratori fino alle cabine di impianto è del tipo ARE4H5(AR)EX 18/30 kV. Per la consegna alla rete elettrica di tutta l'energia prodotta dal campo eolico sarà costruito un cavidotto interrato che dagli aerogeneratori sino alla sottostazione utente MT/AT. Per questo cavidotto il cavo adottato sarà del tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV.

I cavidotti di collegamento tra un aerogeneratore e l'altro e fra gli stessi e la sottostazione, saranno altresì destinati alla trasmissione dei segnali. Essi saranno costituiti da un idoneo numero cavi airbag di sezione e caratteristiche che dipenderanno dalla tipologia degli aerogeneratori in progetto e un tritubo in HDPE atto ad accogliere i cavi di segnalazione. Tali cavi saranno posati sul fondo dello scavo ad una profondità non inferiore a 1 m dal piano campagna. Essi saranno posti in opera, compreso giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., conformemente alle norme tecniche in materia (Norma CEI 11-17).

I cavidotti seguiranno il tracciato previsto in sede di progettazione esecutiva ed autorizzato dalle Amministrazioni competenti, nonché confermato dalla D.L. fiancheggiando e, ove previsto, attraversando le strade provinciale e/o comunali al di fuori del piano viabile o sotto lo stesso. In tal senso, le modalità realizzative di tali fiancheggiamenti ed attraversamenti, dovranno attenersi scrupolosamente alle prescrizioni fornite dall'Ente gestore della viabilità interessata, precisando, altresì, che il fondo dello scavo sarà

adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa dei cavi.

Il reale posizionamento del cavidotto rispetto alla sede stradale dovrà essere opportunamente definito in sede di progetto esecutivo, privilegiando il suo posizionamento al lato del nastro stradale in modo da evitare il taglio del manto bituminoso. Qualora nella realizzazione dello scavo per il passaggio dei cavidotti dovessero essere interessati manufatti di ogni tipo (manto stradale, cunette in cemento e non, guardrail ecc.) dovrà essere previsto il loro ripristino ante opera.

Si riportano di seguito le caratteristiche generali dell'elettrodotta interrato di parco:

- scavo della profondità di circa 1,20 – 1,30 m e larghezza della base pari a circa 50 - 90 cm;
- se lo scavo è eseguito su roccia, prima di posare i cavi, si dovrà realizzare un letto di sabbia o terra vagliata dello spessore di 10 cm, altrimenti si potrà posare direttamente il cavo nello scavo;
- se il materiale di risulta è costituito da pietrame si dovrà ricoprire i cavi con un primo strato circa 10 cm di sabbia o terreno di scavo vagliato, altrimenti si potrà utilizzare la terra dello scavo;
- posa del nastro monitore;
- strato finale di completamento in terreno proveniente dallo scavo.

Nel tracciato stradale che interconnette i soli aerogeneratori lo scavo dovrà contenere una corda in Cu nuda da 50 mm<sup>2</sup> per tutta la sua lunghezza, collegata all'anello della rete di terra di ciascuna torre presente nel parco.

Nel corso dei lavori della posa dell'elettrodotta interrato, l'impresa dovrà assicurare la circolazione stradale e mantenere agibili i transiti e gli accessi carrai o pedonali lungo il tracciato. Le aree di lavoro dovranno essere delimitate secondo le disposizioni previste dal Codice della Strada e/o da particolari regolamenti imposti dalle Vigilanze Comunali competenti e dovranno essere complete di segnalazioni sia diurne che notturne segnalanti l'esistenza di scavi aperti.

#### 4 SPECIFICA CAVI M.T.

Il cavo sarà del tipo ARE4H5(AR)E o ARE4H5(AR)EX 18/30 kV le cui caratteristiche sono conformi alla norma HD 620/IEC 60502-2 con la seguente composizione: anima costituita da conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttore interno in mescola estrusa, isolante in mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8), semiconduttore interno in mescola estrusa, semiconduttore esterno in mescola estrusa, rivestimento protettivo in nastro semiconduttore igroespandente, schermatura a nastri di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, protezione meccanica in materiale Polimerico (AirBag) e guaina in polietilene colore rosso (qualità DMP 2). I cavi sopra descritti hanno una temperatura massima di funzionamento in condizioni ordinarie di 90°C ed una temperatura massima ammissibile in corto circuito di 250°C.



**ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™**  
CABLE SYSTEM



Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV  
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

**Norma di riferimento**  
**HD 620/IEC 60502-2**

**Descrizione del cavo**

**Anima**  
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio  
**Semiconduttivo interno**  
Miscela estrusa  
**Isolante**  
Miscela in elastomero termoplastico (qualità HPTE)  
**Semiconduttivo esterno**  
Miscela estrusa  
**Rivestimento protettivo**  
Nastro semiconduttore igroespandente  
**Schermatura**  
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale  
( $R_{max}$  3Ω/Km)  
**Protezione meccanica**  
Materiale Polimerico (Air Bag)  
**Guaina**  
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)  
**Marchatura**  
PRYSMIAN (\*\*) ARP1H5(AR)E <tensione>  
<sezione> <anno>

(\*\*) sigla sito produttivo

Marchatura in rilievo ogni metro  
Marchatura metrica ad inchiostro

**Applicazioni**

Temperatura di sovraccarico massima 140°C  
Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K = 100  
**N.B.** Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

**Accessori idonei**

**Terminali**  
ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),  
FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132),  
FMCTXs-630/C (pag. 136)  
**Giunti**  
ECOSPEED™ (pag. 140)

**Standard**  
**HD 620/IEC 60502-2**

**Cable design**

**Core**  
Compact stranded aluminium conductor  
**Inner semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Insulation**  
Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)  
**Outer semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Protective layer**  
Semiconductive watertight tape  
**Screen**  
Aluminium tape longitudinally applied  
( $R_{max}$  3Ω/Km)  
**Mechanical protection**  
Polymeric material (Air Bag)  
**Sheath**  
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)  
**Marking**  
PRYSMIAN (\*\*) ARP1H5(AR)E <rated voltage>  
<cross-section> <year>

(\*\*) production site label

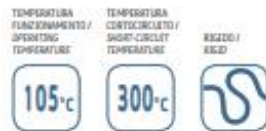
Embossed marking each meter  
Ink-jet meter marking

**Applications**

Overload maximum temperature 140°C  
K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100  
**N.B.** According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

**Suitable accessories**

**Terminations**  
ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),  
FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132),  
FMCTXs-630/C (pag. 136)  
**Joints**  
ECOSPEED™ (pag. 140)



**Condizioni di posa / Laying conditions**



## 5 SPECIFICA TERMINAZIONI SCONNETTIBILI

Segue una specifica tecnica esemplificativa delle terminazioni che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

### FMCTs - 400 **formfit**



Sconnettibile fino a 36 kV  
Separable connector up to 36 kV

#### Norme di riferimento

Risponde ai requisiti delle norme  
VDE 0287 - C 33-051 - C 33-001 - HD 629-1 - IEC 60502-4

#### Descrizione

##### 1. Vite di contatto

Componente in rame filettato ad entrambe le estremità per collegare: presa, tappo isolante e accessori. In tutte le differenti combinazioni viene garantita una pressione costante

##### 2. Capicorda

Crimpato, a punzonatura profonda o meccanico con viti a frattura prestabilita. La connessione della vite di contatto avviene attraverso il foro dell'occhiello

##### 3. Schermo interno semi-conduttivo

Schermo semi-conduttivo in EPDM che racchiude il capicorda al fine di impedire la ionizzazione dell'aria al suo interno

##### 4. Rivestimento esterno semi-conduttivo

Rivestimento semi-conduttivo in EPDM. Il particolare disegno costruttivo garantisce una protezione nei confronti di stress elettrici, al pari dello schermo del cavo. La connessione del rivestimento semiconduttivo allo schermo del cavo assicura che l'insieme sia mantenuto al potenziale di terra

##### 5. Isolamento

Realizzato in gomma EPDM per una ricostruzione integrale dell'isolante. Mantiene una pressione costante sull'isolamento del cavo e sui punti di unione, impedendo all'umidità di penetrare all'interno

##### 6. Adattatore

Realizzato in gomma EPDM. Adatta il corpo del terminale alle differenti sezioni di cavo

##### 7. Tappo isolante

Realizzato in resina epossidica con inglobato l'inserto metallico per il bloccaggio della vite di contatto

##### 8. Presa capacitiva

Partitore di tensione in grado di verificare l'assenza di tensione prima della rimozione del terminale

##### 9. Cappuccio

Realizzato in gomma EPDM semi-conduttiva. Protegge e realizza il collegamento a terra della presa capacitiva durante il normale funzionamento

#### Standards

Generally meets the requirements of  
VDE 0278 - C 33-051 - C 33-001 - HD 629-1 - IEC 60502-4

#### Description

##### 1. Clamping screw

Steel silver-plated component threaded at both ends for attachment of the mating items: bushing, insulating plug, accessories. A uniform contact pressure is maintained for any combination

##### 2. Conductor lug

Crimped, deep indented or bolted type. Connection of clamping screw through the flat hole

##### 3. Semi-conducting inner screen

Insert of moulded semi-conducting EPDM enclosing the conductor lug so that ionization of the air remaining trapped inside is prevented

##### 4. Semi-conducting outer envelope

Jacket made of semi-conducting EPDM. Its design provides relief of electrical stress as does a cable screen.

Its connection to the cable screen ensures that the assembly is maintained at earth potential

##### 5. Insulating body

Moulded from insulating EPDM for integral reconstitution of insulation. It maintains a uniform contact pressure on the cable insulation and on the interface of mating items, providing an excellent moisture seal

##### 6. Adapter

Composite EPDM moulding. To adapt the connector body to the different cable sizes

##### 7. Insulating plug

Epoxy component with a threaded metal insert for attachment to the clamping screw

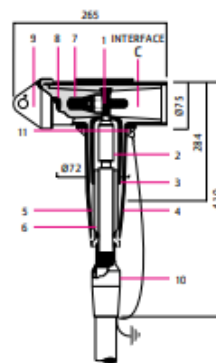
##### 8. Test point

A capacitive voltage divider enables to check the absence of voltage before removing the connector

##### 9. Cap

Moulded semi-conducting EPDM. Protects and earthes the test point during normal use

|  |  |
|--|--|
| TEMPERATURA<br>FUNZIONAMENTO /<br>OPERATING<br>TEMPERATURE | TEMPERATURA<br>CORTOCIRCUITO /<br>SHORT CIRCUIT<br>TEMPERATURE |
| 90°C   | 250°C  |



## 6 SPECIFICA GIUNTI M.T. – CONNETTORI TESTA-TESTA

Segue una specifica tecnica esemplificativa dei connettori che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

### GIUNZIONI TERMORESTRINGENTI

#### GTS1

**GIUNZIONI TERMORESTRINGENTI PER CAVI M.T.  
AD ISOLAMENTO ESTRUSO (per tensioni da 10 a 33 kV)**

#### NORME

CEI 20-62/1, Cenelec HD 629.S1

#### APPLICAZIONE

Corredi termorestringenti per la giunzione di cavi con isolamento estruso.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

La guaina "GT1" provvede al controllo del campo elettrico e una guaina a doppia parete "GT25" assicura la tenuta dielettrica. Una guaina di ricopertura esterna con adesivo "GT4" garantisce la tenuta meccanica e protegge dalle infiltrazioni d'acqua.



#### NOTE

- I cavi in alluminio partono dalla sezione 35 mm<sup>2</sup>
- Disponibile kit per schermo a nastri
- Kit di connessione per schermo a fili incluso
- Disponibile ricopertura con resina iniettata o colata
- Per la giunzione dei cavi tripolari ad elica visibile è necessario utilizzare tre confezioni

| Codice<br>Prodotto | Tensione<br>di esercizio<br>U <sub>0</sub> /U - kV | Range di applicazione (sez. mm <sup>2</sup> ) |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     | Lungh.<br>mm |     |     |      |
|--------------------|--|---|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|------|
|                    |  | 25  | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 | 400 |              | 500 | 630 |      |
| IT17GTS1-50        | 6/10-8,7/15  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 750  |
| IT17GTS1-95        | 6/10-8,7/15  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 750  |
| IT17GTS1-240       | 6/10-8,7/15  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 750  |
| IT17GTS1-630       | 6/10-8,7/15  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 750  |
| IT24GTS1-50        | 12/20  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 750  |
| IT24GTS1-185       | 12/20  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 750  |
| IT24GTS1-240       | 12/20  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 750  |
| IT24GTS1-400       | 12/20  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 1000 |
| IT24GTS1-630       | 12/20  |   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |              |     |     | 1000 |



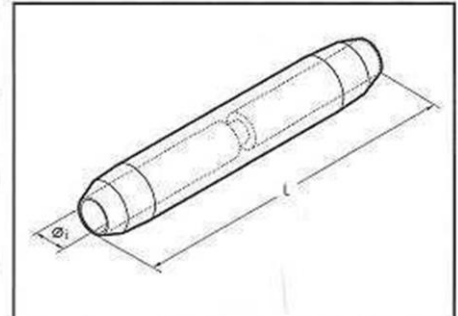
## GIUNTI PER MEDIA TENSIONE PER CAVI IN ALLUMINIO

I giunti sono ricavati da tubo di alluminio con purezza non inferiore a 99,5%.

La superficie interna è protetta contro l'ossidazione mediante apposito grasso ad elevato punto di goccia.

Sono studiati per la giunzione di cavi in alluminio a media tensione.

Nella confezione è compreso il compound necessario per il riempimento degli alveoli di punzonatura.



| Riferimento | Sezione cavo<br>mm <sup>2</sup> | Codice<br>Prodotto | Dimensioni |                 | Imballo<br>standard/minimo |
|-------------|---------------------------------|--------------------|------------|-----------------|----------------------------|
|             |                                 |                    | Ø<br>mm    | Lunghezza<br>mm |                            |
| AL35        | 35                              | CE2710030          | 8,0        | 138             | 30/3                       |
| AL50        | 50                              | CE2710070          | 9,0        | 138             | 30/3                       |
| AL70        | 70                              | CE2710110          | 11,0       | 138             | 30/3                       |
| AL95        | 95                              | CE2710150          | 12,5       | 138             | 30/3                       |
| AL120       | 120                             | CE2710190          | 13,7       | 164             | 30/3                       |
| AL150       | 150                             | CE2710230          | 15,5       | 164             | 24/3                       |
| AL185       | 185                             | CE2710310          | 17,0       | 176             | 24/3                       |
| AL240       | 240                             | CE2710350          | 19,5       | 176             | 15/3                       |
| AL300       | 300                             | CE2720460          | 22,5       | 135             | 15/3                       |
| AL400       | 400                             | CE2720475          | 26,0       | 218             | 3                          |
| AL500       | 500                             | CE2720509          | 29,1       | 218             | 3                          |
| AL630       | 630                             | CE2720530          | 32,5       | 218             | 3                          |

## E) SISTEMA DI TRASMISSIONE DATI

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dei cavi per la trasmissione dati a servizio di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica.

### 2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE

Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere i dettagli della fornitura, installazione e collaudo del sistema di controllo e acquisizione dati a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

I lavori oggetto della presente fornitura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo:

CEI EN 61754            Interfacce di connettori per fibre ottiche

CEI EN 60825-2/2001 "Sicurezza degli apparecchi laser, Parte 2: Sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche

CEI EN 50377-10-2    Connettori e dispositivi di interconnessione da utilizzare nei sistemi di comunicazione in fibra ottica

CEI 11-1                Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

### 3 DESCRIZIONE INTERVENTO

L'intervento consiste nel connettere tra di loro i quadri controllo (SPLICE BOX) dei singoli aerogeneratori mediante una connessione punto-punto. La connessione dovrà avvenire con un cavo in fibra ottica (specifiche allegate) posato all'interno di un tritubo di diametro 50 mm. Il tubo sarà destinato al solo trasporto del cavo in fibra ottica per evitare interferenze di tipo elettromagnetico.

## 4 INSTALLAZIONE DEL SISTEMA SCADA

Per prevenire danneggiamenti la fibra ottica, che seguirà nel percorso il cavidotto M.T., sarà posata in un tritubo protettivo di diametro esterno 50 mm. In corrispondenza dell'ingresso all'aerogeneratore suddetto tritubo verrà incanalato sotto la fondazione fino ad emergere nella turbina. Per ogni l'installazione del cavo sarà lasciato un eccesso di 10 metri per permettere la connessione agevole alla splice box all'interno della torre.

Seguendo una connessione del tipo entra esci in ogni singolo aerogeneratore il segnale dovrà essere condotto fino alla sottostazione dove sarà allocato il computer con il software per l'analisi dei segnali e degli stati e per il controllo dell'intera centrale.

Il software sarà messo a disposizione dalla casa costruttrice degli aerogeneratori, mentre sarà a cura dell'appaltatore la connessione e l'interfaccia tra il cavo proveniente dalle torri e il computer in centrale.

Al termine dell'installazione del cavo dovrà essere eseguita la verifica OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) per misurare la qualità globale di trasmissione della fibra e verificare che si rientri nei parametri prescritti dalla DL. La verifica dovrà essere condotta in entrambe le direzioni di percorrenza del segnale.

Nell'installazione del sistema si intendono comprese tutte le operazioni di connessione del cavo (comprese quelle all'interno della splice box all'interno della torre), e di configurazione del computer.

## 5 FORNITURA DEI MATERIALI E ACCESSORI

Seguono le specifiche tecniche della fibra ottica (cavi multi mode e single mode) che dovranno essere utilizzate.



Figure 1: Fibre optic cable (cross section)

| <b>Single-mode</b>  |   | <b>Multi-mode</b>   |  |
|---|---|---|--|
| <b>A-DQ(ZN)B2Y 1x8 E9/125</b>   |   | <b>A-DQ(ZN)B2Y 1x12 G50/125</b>   |  |
| A   | Outdoor cable   | A   | Outdoor cable  |
| DQ  | Vacant tube   | DQ  | Vacant tube  |
| (ZN)  | Non-metallic strain relief element                          | (ZN)  | Non-metallic strain relief element                           |
| B   | Cable armour  | B   | Cable armour   |
| 2Y  | Polyethylene cable jacket                                   | 2Y  | Polyethylene cable jacket                                    |
| 1 x 8   | One vacant tube with eight fibres                           | 1 x 12  | One vacant tube with twelve fibres                           |
| E   | Single-mode   | G   | Multi-mode   |
| 9/125   | Glass core diameter (9µm),<br>Glass jacket diameter (125µm) | 50/125  | Glass core diameter (50µm),<br>Glass jacket diameter (125µm) |
| Attenuation at 1310nm: approx. 0.38dB/km                                  |   | Attenuation at 850nm: approx. 2.7dB/km                                    |  |
| Outer diameter: 10 mm   |   | Outer diameter: 10 mm   |  |
| Weight: 107 kg/km   |   | Weight: 107 kg/km   |  |
| Length: up to approx. 20 km   |   | Length: up to max. 2 km   |  |
| Maximum tensile strength: 2500 N  |   | Maximum tensile strength: 2500 N  |  |
| Minimum bending radius: static: 100 mm<br>dynamic: 200 mm                 |   | Minimum bending radius: static: 100 mm<br>dynamic: 200 mm                 |  |
| Breaking strength: 220 N  |   | Breaking strength: 220 N  |  |
| Temperature range: Operation: -25° to +70°C<br>Installation: -5° to +60°C |   | Temperature range: Operation: -25° to +70°C<br>Installation: -5° to +60°C |  |
| Attenuation at 1300nm ≤0.36 dB/km   |   | Attenuation at 850 nm ≤2.7dB/km   |  |
|   |   | Bandwidth length product at 850nm: ≥500MHz x km                           |  |

## **F) IMPIANTO DI TERRA**

### **1 PREMESSA**

il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dell'impianto di terra a servizio di un impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

### **2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE**

Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere i dettagli dell'installazione e collaudo dell'impianto di terra a servizio dell'impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

### **3 DESCRIZIONE INTERVENTO**

L'impianto di terra sarà dimensionato a cura dell'appaltatore nel rispetto della normativa vigente, e sarà sottoposto all'approvazione della D.L.

Il sistema disperdente terrà conto delle specifiche dell'impianto di terra dei singoli aerogeneratori.

Prima della posa in opera dell'impianto di terra sarà cura dell'appaltatore effettuare la misura della resistività del terreno; qualora tali valori dovessero risultare differenti da quanto ipotizzato in fase progettuale, dovranno essere comunicati tempestivamente alla committenza che provvederà ad aggiornare il dimensionamento dei dispersori e a fornire planimetrie aggiornate per la corretta esecuzione dell'impianto.

L'appaltatore eseguirà il lavoro a perfetta "regola d'arte", nel rispetto della normativa tecnica applicabile e delle specifiche tecniche dei cavi elettrici.



## G) STAZIONE ELETTRICA MT/AT

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura e installazione della sottostazione elettrica MT/AT a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica, si applica ai lavori di costruzione delle Stazioni elettriche MT/AT di nuova costruzione e riguarda la fornitura, il montaggio, la messa in opera e il collaudo di apparecchiature e materiali AT/MT relativi alle parti di potenza delle sezioni isolate in aria di stazioni elettriche con tensioni di 150 kV, nonché la realizzazione di tutte le necessarie opere civili ed edilizie.

Le apparecchiature ed i materiali oggetto del presente Capitolato, se non diversamente specificato, saranno di fornitura da parte di società certificate (Siemens, Abb o altri sottoposti all'approvazione della DL).

La fornitura in opera di materiali dovrà rispondere, oltre a quanto riportato nei documenti contrattuali e di progetto, a caratteristiche e prescrizioni stabilite dal committente.

Ogni singola fornitura dovrà inoltre essere corredata di attestato del Costruttore comprovante la rispondenza alle caratteristiche richieste.

I lavori dovranno essere eseguiti "a regola d'arte", nel rispetto delle norme tecniche emanate da organi ufficiali (CEI, UNI, ecc.) e delle disposizioni di legge in materia antinfortunistica.

Nell'esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le istruzioni riportate nei documenti di progetto generali ed in quelli specifici di impianto, nonché le prescrizioni dei Costruttori degli apparecchi e dei materiali.

Si intendono compresi nelle prestazioni i seguenti oneri:

- fornitura in opera di tutte le apparecchiature elettromeccaniche della stazione elettrica;
- le operazioni di movimentazione delle apparecchiature e dei materiali nell'ambito dell'impianto comprese le successive aperture degli imballi a piè d'opera;

- la disponibilità e l'impiego dei mezzi necessari, compresi gru e ponteggi, e delle idonee attrezzature, anche speciali, al fine di garantire la corretta esecuzione dei lavori, nel rispetto dei tempi contrattualmente previsti;
- la disponibilità ed il posizionamento di transenne, ripari, cartelli monitori, idonei segnali, delimitazioni, che si rendessero necessari per mettere in sicurezza le zone di lavoro fino al completamento delle attività;
- gli eventuali adattamenti dei fori per l'accoppiamento delle apparecchiature e degli isolatori con il proprio sostegno;
- la fornitura in opera di bulloneria di forma e lunghezza idonea, completa di rondelle e dadi, per l'assiemaggio dei morsetti e delle apparecchiature, per la realizzazione dei collegamenti di terra, dovrà essere in acciaio inox tipo A2.70 (UNI 7323/8) per diametri di norma fino a 16 mm;
- la fornitura in opera di bulloneria di forma e lunghezza idonea, completa di rondelle e dadi, per il fissaggio della morsetteria, delle apparecchiature sui rispettivi sostegni e per usi diversi, dovrà essere in acciaio zincato a caldo (UNI 3740) classe di resistenza non inferiore a 8.8;
- la fornitura della corda di rame, dei capicorda a compressione, dei morsetti, della bulloneria in acciaio inox (caratteristiche come sopra indicate), della pasta antiossidante e quant'altro necessario per la realizzazione dei collegamenti di messa a terra fra gli elementi delle apparecchiature e fra queste e le strutture metalliche di sostegno;
- gli eventuali ripristini con idonei cicli di pitture dei rivestimenti protettivi danneggiati durante le operazioni di movimentazione, montaggio o rimozione dei materiali;
- la fornitura di materiali vari di consumo quali: staffe, bulloni, capicorda, fascette reggicavo, pasta antiossidante, stracci, solventi, vernici, ecc.;
- l'accurata pulizia, al completamento delle attività, delle apparecchiature e dei materiali ed in particolare delle porcellane;
- la disponibilità degli opportuni contenitori per il trasporto e la conservazione degli apparecchi e dei materiali rimossi quando richiesto;

- la pulizia delle aree interessate dai lavori e trasporto alla discarica autorizzata dei materiali di risulta;
- progettazione, fornitura e messa in opera sistema di oscilloperturbografia;
- progettazione, fornitura e sistema di telecontrollo;
- progettazione ed esecuzione impianti f.m. e illuminazione interna ed esterna;
- disponibilità acqua ed energia elettrica per uso cantiere;
- progettazione ed esecuzione di opere civili ed edili in stazione nel rispetto dei disegni del progetto definitivo e della normativa applicabile;

## 2 SPECIFICA FORNITURA E COLLAUDO APPARECCHIATURE

### 2.1 SCOPO ED INTRODUZIONE

Lo scopo della fornitura prevede la sottostazione MT/AT del parco eolico fino al punto di consegna TERNA, previsto nella Stazione Elettrica denominata "Nurri". La Sottostazione elettrica proposta sarà costituita da un montante di trasformazione 150/30 KV, in aria, collegata dal lato A.T. al punto di consegna TERNA e dall'altra ai terminali in uscita dei cavi 30 KV provenienti dal parco eolico.

Il progetto prevede la fornitura di n°1 stazione 150/30KV composta da un montante trasformatori con trasformatore di potenza unitaria pari a 50/60 MVA.

### 2.2 NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

DM 37/08

DPR 547 del 27.04.1955 e relativi emendamenti

Norme CEI

Raccomandazioni IEC

Prescrizioni ISPESL

Norme di unificazioni UNI e UNEL

Normative in vigore sulla protezione dai campi elettromagnetici

## 2.3 CONDIZIONI AMBIENTALI

Altezza sul livello del mare <1000 m  
Temperatura ambiente all'esterno - 25 + 40°C  
Temperatura ambiente all'interno - 5 + 40°C  
Temperatura ambiente media nelle 24 h + 35°C  
Umidità relativa 90 %  
Velocità del vento 36 m/s  
Inquinamento leggero  
Tipo atmosfera non aggressiva  
linea di fuga 25 mm/kV

## 2.4 CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

### Sistema 150kV

Tensione nominale di esercizio: 150 KV  
Tensione massima del sistema: 170 KV  
Frequenza nominale: 50 Hz  
Tensioni di tenuta  
a frequenza industriale: 325 kV eff.  
ad impulso atmosferico: 750 kV picco  
Corrente ammissibile di breve durata: 31,5 kA x 1sec  
Corrente monofase per guasti a terra: 10 kA - 0,6 sec.  
Stato del neutro: efficacemente a terra

La scelta dei livelli d'isolamento è in armonia con quanto previsto dai criteri adottati dall'Ente Distributore

### Sistema 30kV

Tensione nominale di esercizio: 30 KV  
Tensione massima del sistema: 36 KV  
Frequenza nominale: 50 Hz  
Tensioni di tenuta  
a frequenza industriale: 50 kV eff.  
ad impulso atmosferico: 125 kV picco  
Corrente ammissibile di breve durata: 16 kA x 1 sec  
Stato del neutro: isolato

## 2.5 CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

### ***Sezionatore tripolare rotativo con lame di terra***

#### *Caratteristiche tecniche*

Costruttore COELME/AREVA o altri qualificati Tipo TCBT650-1250 CD101/SA170

Poli (n°) 3

Manovra rotativa a 3 colonne Apertura a doppia apertura laterale Montaggio orizzontale

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170 Frequenza (Hz) 50

Corrente nominale (A) 1250 Corrente nominale di breve durata:

valore efficace (kA) 31,5

valore di cresta (kA) 80

Durata ammissibile corrente di breve durata (s) 1 Comandi:

lame di linea motorizzate

lame di terra manuali

Tensione di prova a impulso atmosferico:

- verso massa (kV) 650;
- sul sezionamento (kV) 750;

Tensione di prova a frequenza di esercizio:

- verso massa (kV) 275;
- sul sezionamento (kV) 315;

Tensioni nominali di alimentazione:

- motore (Vcc) 110 +10% -15%;
- circuiti di comando ed ausiliari (Vcc) 110 +10% -15%;
- resistenza di riscaldamento (Vca) 230;

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14 Tipologia isolatori normali

Linea di fuga (mm/kV) 25 Accessori:

- contatti ausiliari lame di linea: n. 4NA + n. 4NC, del tipo a camme;
- blocco elettrico sul comando per lame di linea;
- cassetta tipo CD101 per il contenimento di tutte le apparecchiature ausiliarie varie di completamento;

### **Interruttore 170kV**

#### *Caratteristiche tecniche*

Costruttore SIEMENS o altri qualificati

Tipo 3AP1 – 170

Poli (n°) 3

Mezzo di estinzione SF6

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza nominale (Hz) 50

Corrente nominale (A) 1250

Tensioni di prova

a frequenza industriale: 325kV eff. ad impulso atmosferico: 750kV picco

Tempo totale di interruzione: 50 m/sec.

Durata nominale di corto circuito (s) 1

Corrente nominale di corto circuito (kA) 31,5

Fattore di interruzione 1,5

Potere di stabilimento nominale in c.to c.to (kA) 80

Comando: tripolare a molla

Alimentazione circuiti ausiliari circuito di comando: 110V c.c. motore carica molla: 110V c.c.

resistenze di riscaldamento e anticondensa: 220V, 50Hz, monofase

Isolatori: normali

Salinità di tenuta: 14g/l Linea di fuga: 25mm/kV

### ***Trasformatori di corrente 170kV per misure commerciali/utente***

Caratteristiche tecniche

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tipo TAGa 170

Isolamento interno SF6 Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170 Frequenza nominale (Hz) 50

Rapporto di trasformazione (A/A) 100/5-5-5

Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325

Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV) 750

Numero di avvolgimenti secondari (n°) 3

Corrente massima permanente (p.u.) 1,2

Corrente termica di breve durata nominale (kA) 31,5

Prestazioni e classi di precisione:

- nucleo (VA) 20/0,2
- nucleo (VA) 20/0,2
- nucleo (VA) 20/5P10

N° 1 Morsettiera sigillabile per misure commerciali con certificazione UTF (1 nucleo).

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14

Tipologia isolatori: normali

Linea di fuga: 25 mm/kV

### ***Trasformatori di tensione induttivi 170kV per misure utente***

Caratteristiche tecniche

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tipo TVH 170

Isolamento interno olio Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza nominale (Hz) 50

Tensione nominale primaria (V) 150.000 : rad 3

Tensione nominale secondaria (V) 100 : rad 3

Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325

Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV) 750

Numero di avvolgimenti secondari (n°) 3

Prestazioni e classi di precisione:

- nucleo (VA) 20/0,2
- nucleo (VA) 20/3P

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14

Tipologia isolatori normali

Linea di fuga 25mm/kV

### ***Trasformatori di tensione induttivi 170kV per misure fiscali***

Caratteristiche tecniche

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tipo TVH 170

Isolamento interno olio

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza nominale (Hz) 50

Tensione nominale primaria (V) 150.000: rad 3

Tensione nominale secondaria (V) 100: rad 3

Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325



Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV) 750

Numero di avvolgimenti secondari (n°) 1

Prestazioni e classi di precisione: I. nucleo (VA) 20/0,2

Morsettiera sigillabile per misure commerciali con certificazione UTF.

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14

Tipologia isolatori normali Linea di fuga 25mm/kV

### **Trasformatore di potenza 150/30kV 60 MVA**

#### *Caratteristiche elettriche/costruttive:*

Tipo ONAN/ONAF

Potenza nominale 50/60 MVA rapporto di trasformazione a vuoto (kV)  $150 \pm 10$   
 $\times 1.25\%/21$  gruppo YNd11

isolamento AT/MT uniforme

tensione di prova ad impulso 1.2/50 $\mu$ sec (kV) 650

tensione di prova applicata (kV) 275

tensione di prova indotta  $2 \times V_n$

perdite a vuoto  $V_n$  (kW) 22 perdite in c.c. (kW) 114 tensione di c.c. (%) 12 corrente a vuoto  $I_0$  (%) < 1

#### *Caratteristiche costruttive:*

Cassa atta al vuoto in lamiera d'acciaio con radiatori di raffreddamento collegati alla cassa mediante valvole di intercettazione.

Ciclo di verniciatura: ciclo omologato ENEL DY 991/1.

Colore di finitura RAL 7031

Avvolgimenti concentrici in rame elettrolitico isolato in carta.

Liquido di raffreddamento: olio minerale

Accessori:

- Commutatore sotto carico a 21 posizioni per una variazione complessiva del  $\pm 12.5\%$ , e comunque da verificare sulla base del reale calcolo, a 150 KV completo di armadietto di comando IP55, addossato al cassone e provvisto di comando manuale con manovella, comando motorizzato con pulsanti, blocchi che impediscono di effettuare la manovra in loco e a distanza, blocchi di fine

corsa, contatore di manovre, indicatore meccanico della presa inserita, resistenza anticondensa e relativo termostato, relè di protezione montato tra due valvole di intercettazione. Tensione di alimentazione: 380 V, 50 Hz trifasi, circuiti di comando 220 V, resistenza anticondensa 220 V, 50 Hz monofase. Gli interruttori di commutazione saranno contenuti in camera separata in olio a tenuta.

- Conservatore d'olio in due scomparti separati e con due fondelli asportabili, in grado di contenere le variazioni di volume d'olio tra le temperature di -20°C e +85°C, completo di livello d'olio con contatto NA, n° 2 dispositivi di immissione ed areazione, n° 2 essicatori al gel di silice, n° 2 tappi di scarico
- Attacco per pompa di vuoto
- Attacco per vacuometro
- Rubinetto per prelievo campioni olio
- Valvola di scarico dell'olio
- Attacchi per filtro pressa
- n° 2 pozzetti termometrici
- Golfari per il sollevamento della parte estraibile e del trasformatore completo
- Piastre di supporto per martinetti
- Rulli di scorrimento con bordino con scartamento di mm 1435x 1935 (interasse 1500x2000 mm)
- Ganci di traino orizzontale
- n° 2 morsetti di terra
- Termometro olio con due contatti per allarme e sgancio (NA/NA) con sospensione elastica
- Relè Buchholz con due contatti per allarme e sgancio (NA/NA) completo di raccogliore di gas riportato in basso e montato tra 2 valvole di intercettazione
- Cassetta di centralizzazione dei servizi ausiliari addossata al cassone, grado IP 55, con termostato, scaldiglia e cavetteria disposta in tubi di flessibili di acciaio zincato ricoperto di PVC

### **Scaricatori A.T.**

Caratteristiche tecniche

Tipo costruttivo all'ossido di zinco senza spinterometri Installazione da esterno

Tipo 3EL2 144-2P

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tensione di isolamento (kV) 170

Tensione ad impulso (BIL) (kV) 750

Tensione nominale (Ur) (kV) 144

Stato del neutro in condizioni nominali direttamente a terra

Corrente di scarica nominale e classe 10kA - 3

Corrente massima d'impulso 100kA

### **Isolatori A.T.**

Isolatori portanti per esterno a nucleo pieno per il sostegno delle sbarre con le seguenti caratteristiche:

- linea di fuga 25 mm/kV
- carico di rottura a torsione 500 daN x m carico di rottura a flessione 800 daN
- momento flettente di rottura in testa 350 daN x m
- tensione nominale 170 kV
- tensione di esercizio 150 kV
- tensione di tenuta ad impulso atmosferico 750 kV tensione di tenuta sotto pioggia 325 kV
- Materiali di completamento piazzale A.T.
- Strutture metalliche
- Le strutture metalliche previste per il sostegno apparecchiature A.T., saranno realizzate in tubi e profilati di acciaio, zincati a caldo secondo norme CEI 7-6
- Tubi in lega di alluminio A.T.
- I collegamenti tra le varie apparecchiature A.T. saranno realizzati in tubo in lega di alluminio 100/86 o corde singole in alluminio

### ***Morsetteria A.T.***

Per le connessioni dei tubi in lega di alluminio ai codoli delle apparecchiature AT sarà utilizzata la morsetteria di tipo monometallico in lega di alluminio, a profilo antieffluvio, con serraggio a bulloni in acciaio inox. Nell'accoppiamento alluminio-rame si utilizzerà una pasta antiossidante per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

### ***Cavi elettrici M.T.***

I cavi elettrici MT saranno posati per i collegamenti tra il/i trasformatore/i di potenza ed il quadro MT di sottostazione, tra il quadro MT di sottostazione e trasformatori di distribuzione MT/BT. La costruzione del cavo unipolare sarà la seguente:

- tipo ARG7H1RX oppure ARE4H1RX 18/30 KV
- sezioni adeguate ai carichi
- conduttore in corda di fili di alluminio
- isolamento in EPR oppure XLPE
- schermo semiconduttore sulla superficie esterna dell'isolante
- schermo metallico in fili di rame.
- guaina protettiva esterna in PVC

I terminali cavo proposti saranno il tipo autorestringente/termorestringente per installazione all'esterno (lato trasformatore di potenza) e per installazione all'interno (quadro MT e trasformatori di distribuzione S.A.).

### ***Cavi elettrici BT***

Saranno di tipo unipolare e multipolari, non propaganti l'incendio secondo CEI 20-22-II, con corda flessibile in rame, isolamento in PVC sotto guaina di PVC tipo FG16OR16 (potenza) e N1VC7V-K (ausiliari).

Sezioni considerate:

sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup>;

sezione cavi per i collegamenti voltmetrici e amperometrici 4 mm<sup>2</sup>;

sezioni cavi comando 2,5 mm<sup>2</sup>.

I cavi di comando e controllo saranno schermati.

I cavi per i cablaggi elettrici dei quadri e per i servizi generali (luce, f.m. ecc.) posati in tubo PVC, saranno costituiti da conduttori flessibili in rame isolati in PVC, non propaganti l'incendio Norma N 50575:2014+A1:2016 tipo FS17 450/750 V.

### **3 DESCRIZIONE TECNICA APPARECCHIATURE PRINCIPALI M.T. DI SOTTOSTAZIONE**

#### **3.1 SCARICATORI M.T.**

Sul secondario di ciascun trasformatore di potenza presente in sottostazione verranno installati n. 3 scaricatori MT aventi le seguenti caratteristiche:

- tipo costruttivo: all'ossido di zinco senza spinterometri;
- tensione di servizio continua: 30 KV ;
- corrente di scarica nominale: 10 kA ;
- tensione residua alla scarica di onda 8/20 microsec -10 KA. : 67 KV ;
- isolatori: in materiale polimerico.

#### **3.2 QUADRISTICA**

##### ***Quadro di distribuzione MT***

Il quadro 30 kV, 16 KA, 36 KV, sarà di tipo "metalenclosed" composto dagli scomparti che seguono:

- n. 1 scomparti arrivo cavi trasformatore di potenza MT/AT, con interruttore e completo di relè a microprocessore per le protezioni max. I (50-51-51N-59N) e con le misure di A, V, W, VAR, cosfi, frequenza

- n. 2 scomparti di arrivo dai parchi eolici, con interruttore e completo di relè a microprocessore per le protezioni max. I (50-51-51N) e con le misure di A, V, W, VAR, cosfi, frequenza
- n. 1 scomparti protezione trasformatori S.A.
- n. 1 scomparti con TV di sbarre Caratteristiche Elettriche Principali:
  - Tensione nominale 30 KV ;
  - Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz/1 min valore efficace 50 KV ;
  - Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 microsec valore di picco 125 KV;
  - Tensione di esercizio 30 KV ;
  - Frequenza nominale 50 Hz ;
  - N° fasi 3 ;
  - Corrente nominale ammissibile di breve durata 16 KA ;
  - Corrente nominale di picco 40 KA ;
  - Potere di interruzione degli interruttori alla V nominale 16 KA ;
  - Durata nominale del corto circuito 1 sec.

### **Quadro protezioni**

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte. Sul quadro verranno installate, per ciascun montante trasformatore, le seguenti protezioni:

- relè a microprocessore per le protezioni max. I e immagine termica (27/69-50/51-81-59N) e con le misure di A, V, W, VAR, cosfi, frequenza (lato AT);
- relè a microprocessore per la protezione differenziale del trasformatore (87T);
- regolatore di tensione con indicatore di posizione V.S.C., pulsanti e lampadine di comando e segnalazione (90);
- set di relè ausiliari;
- set di interruttori automatici modulari.

Sul pannello delle protezioni sarà previsto il sinottico del montante comprensivo di manipolatori per il comando

**Misure fiscali:**

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte. Sul fronte del quadro saranno montati due contatori statici multifunzione aventi le seguenti caratteristiche principali:

misura dell'energia attiva in due direzioni e reattiva in quattro quadranti;  
classe di precisione energia attiva 0.2S, energia reattiva 0.5S;  
dispositivo emettitore d'impulsi per energia attiva, reattiva e cambio di fascia oraria con contatto libero da tensione.

**Sistema di distribuzione Servizi Ausiliari**

Sistema di distribuzione in corrente alternata

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- n. 1 trasformatore di distribuzione, 100 KVA, 30 / 0,4 KV, isolamento in olio;
- n. 1 quadro di distribuzione 400 / 230 V.
- I carichi alimentati saranno i seguenti:
- prese F.M. interne ed esterne;
- alimentazione motore variatore sotto carico trasformatore;
- illuminazione interna ed esterna;
- resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando;
- raddrizzatore;
- impianti speciali.

**Caratteristiche del trasformatore di distribuzione:**

- potenza nominale 100 KVA;
- rapporto nominale 30+-2x2,5% / 0,4 KV tensione di c.to c.to 4 %;
- collegamento Dyn11 numero avvolgimenti 2 isolamento in olio minerale;
- raffreddamento naturale in aria esecuzione a giorno per interno;

- n.2 morsetti di terra.

***Caratteristiche e composizione del quadro BT in corrente alternata:***

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione nominale 1000 V;
- Tensione esercizio 400/230 V;
- Corrente nominale 160 A;
- Corrente c.to c.to 15 KA;
- Forma 2;
- Grado di protezione IP30.

ed indicativamente sarà composto da:

- n.1 arrivi con interruttore 4x160 A, scatolato, estraibile, protezione magnetotermica, motore per telecomando, contatti ausiliari segnalazione scatto; la commutazione tra i due interruttori potrà essere fatta in automatico e in manuale; ogni arrivo sarà equipaggiato con un gruppo misura costituito da voltmetro e amperometro;
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione, alcuni interruttori saranno con blocco differenziale 300mA;
- relè minima tensione.

Sistema di distribuzione in corrente continua:

Il sistema di distribuzione in corrente continua sarà costituito da:

- n.1 raddrizzatore carica batteria a due rami;
- n.1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità 200 Ah alla scarica di 10 ore.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- motori interruttori e sezionatore AT;
- segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo.



**Caratteristiche tecniche del raddrizzatore:**

n.1 raddrizzatore di corrente trifase/caricabatteria a due rami adatti per l'alimentazione stabilizzata delle utenze a 110 V cc ed alla contemporanea carica di una batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità di 200 Ah alla scarica in 10 ore.

Caratteristiche elettriche principali:

- Alimentazione c.a.:
- tensione nominale trifase 400 V ca +- 10 %
- frequenza 50Hz +- 5% Erogazione c.c ramo utenze:
- tensione alle utenze 110 V, stabilizzato a +/-1%;
- corrente massima erogata 50 A;
- ripple < 1%.
- Erogazione c.c ramo batteria:
- carica di mantenimento 2,27 V/elemento;
- carica a fondo 2,4 V/elemento;
- corrente massima erogata 50 A;
- ripple < 1%;
- funzionamento completamente automatico, caratteristica IU Strumenti;
- voltmetro e amperometro sul carico;
- voltmetro e amperometro sulla batteria Segnalazioni luminose e allarmi a morsettiera:
- rete regolare;
- batteria in carica a fondo;
- batteria in carica di mantenimento;
- minima tensione batteria;
- avaria erogazione;
- sovraccarico;
- sovratemperatura;
- sovratensione.

### **Caratteristiche di funzionamento del raddrizzatore**

Il raddrizzatore carica batterie è a due rami (ramo batteria RB, ramo impianto RS), adatto all'alimentazione continua dei carichi permanenti e alla contemporanea ricarica di una batteria di accumulatori al Pb ermetici. Nelle condizioni normali il ramo RS alimenta i servizi ausiliari e il ramo RB ricarica la batteria. In caso di mancanza di rete o a una qualsiasi avaria, la batteria sarà commutata senza soluzione di continuità sull'impianto. Nel caso di avaria del ramo RS, il carico sarà trasferito al ramo RB con batteria in pieno tampone. Nella eventualità di avaria del ramo RB, la batteria verrà commutata sul ramo RS, il quale modificherà automaticamente la sua tensione in modo da predisporre in carica di mantenimento della stessa.

### **Caratteristiche e composizione quadro distribuzione in corrente continua:**

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione esercizio 110 V + - 10% Corrente nominale 100 A Corrente c.to c.to 10 KA
- Forma 2
- Grado protezione IP30

e sarà composto da:

- arrivo con sezionatore sottocarico 2x100 A;
- segnalazione scatto;
- relè minima tensione;
- relè polo a terra;
- voltmetro e amperometro;
- interruttori modulari bipolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione.

Caratteristiche batteria:

n.1 batteria di accumulatori ermetici al piombo con le seguenti caratteristiche principali:

- tensione nominale: 108V;

- capacità nominale: 200 Ah alla scarica in 10 ore;
- vita attesa: 12 anni.

La batteria, costituita da n.27 monoblocchi da 4V ciascuno, sarà contenuta in un apposito armadio metallico e sarà fornita completa dei normali accessori d'uso. L'armadio batteria sarà installato vicino al raddrizzatore.

#### **4 COLLAUDI**

Il committente si riserverà di eseguire o far eseguire sotto la propria sorveglianza tutte le prove e le verifiche previste nel piano controllo qualità che l'appaltatore dovrà sottoporre per approvazione in conformità alle norme vigenti.

##### ***Prove di tipo***

Preliminarmente alle prove di officina verrà effettuata la verifica della Conformità al tipo prevista dalle norme CEI vigenti. Il committente potrà soprassedere all'effettuazione di tali prove nel caso che l'appaltatore sia in grado di esibire idonea certificazione rilasciata da organismi riconosciuti nell'ambito della CEE o compresi tra quelli indicati nel D.M. 13/6/89 (e successivi aggiornamenti) del ministero delle Attività Produttive, oppure accreditati dal SINAL (Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori).

##### ***Prove di accettazione***

Sulle apparecchiature oggetto della presente offerta saranno eseguite prove di accettazione in accordo alla normativa sopra richiamata e saranno forniti i relativi rapporti di prova. L'appaltatore è tenuto a comunicare per iscritto la data di disponibilità della sala prove con almeno 15 giorni di anticipo. Le relative prove saranno a carico dell'appaltatore (compreso il costo dei materiali che si rendessero inservibili o non utilizzabili).

### **Prove in sito**

Le prove in cantiere saranno tutte quelle che, in conformità alle norme CEI, il Committente potrà richiedere sia in corso d'opera che all'atto dell'ultimazione lavori. I materiali, le prestazioni, gli apparecchi necessari per le prove in cantiere saranno forniti dall'appaltatore.

A montaggio ultimato saranno effettuate in particolare le seguenti prove:

- verifiche dimensionali;
- prove operazionali con verifica dei comandi, segnalazioni, allarmi, interblocchi, ecc.;
- misura della resistenza di isolamento;
- verifica della continuità dei circuiti dei conduttori di protezione;
- le misure di resistività del terreno prima della posa della rete di terra;
- misure di tensione di passo e contatto nell'area di sottostazione al termine dell'installazione dell'impianto tutte le prove saranno effettuate in accordo al dossier dei collaudi in sito.

## **5 DOCUMENTAZIONE TECNICA**

La fornitura dovrà comprendere la seguente documentazione:

- schema unifilare;
- schemi funzionali;
- planimetria e sezioni della sottostazione;
- input per opere civili (planimetria con andamento cunicoli/conduit cavi, tipici);
- tabella morsetti A.T.;
- disegni di ingombro delle apparecchiature principali;
- disegni costruttivi delle strutture metalliche di sostegno apparecchiatura;
- planimetria e sezioni rete di terra con dettagli per la messa a terra dell'apparecchiatura;
- distinta cavi;
- istruzioni per il montaggio, esercizio e manutenzione apparecchiatura principale;
- prove e messa in servizio;

- certificati di collaudo;
- certificazioni UTF.

## **6 SPECIFICA MONTAGGI**

### **6.1 CARPENTERIA METALLICA**

Consiste nella messa in opera della carpenteria metallica, di qualunque altezza e forma, generalmente in acciaio zincato a caldo, utilizzata nelle stazioni elettriche MT/AT e costituita da:

- profilati normali a sezione aperta usati prevalentemente per sostegni a portale e per tralicci partenze linee;
- profilati tubolari a sezione chiusa, flangiati alle estremità, utilizzati per il sostegno delle apparecchiature, eventualmente integrati con profilati di acciaio saldati o imbullonati.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- la cernita, l'accoppiamento e l'assiemeaggio dei componenti costituenti i sostegni;
- il corretto montaggio ed il fissaggio dei sostegni alle fondazioni già predisposte, comprese le eventuali piccole operazioni di adattamento;
- la pulizia, l'ingrassaggio e l'eventuale ripassatura delle parti filettate che a causa della zincatura non si possono agevolmente avvitare;
- i collegamenti alla rete di terra dei sostegni;
- gli eventuali piccoli lavori di adattamento con scasso e bloccaggio con malta di cemento che si rendessero necessari;
- l'eventuale ripristino della zincatura con idonei prodotti dopo le operazioni sopra descritte.

L'assiemeaggio e la messa in opera di tutta la carpenteria dovranno essere eseguiti rispettando le istruzioni riportate nei disegni di progetto e prestando particolare cura onde evitare danni al materiale.

Tutta la bulloneria necessaria all'assiemeaggio ed al montaggio della carpenteria dovrà essere zincata a caldo o in acciaio inox.

La bulloneria zincata per l'assiemeaggio dei sostegni portale del tipo tralicciato è parte integrante della fornitura delle strutture metalliche.

Nel montaggio dovrà essere rispettata la verticalità e l'allineamento della struttura.

In particolare, per i sostegni dei sezionatori, costituiti da profilati di acciaio tubolari e da longheroni e traverse in profilato di acciaio a sezione aperta, dovranno essere verificate anche la complanarità e il parallelismo delle traverse e longheroni.

Il fissaggio dei sostegni alle fondazioni potrà essere eseguito mediante tirafondi, tasselli chimici o ad espansione, oppure mediante l'accoppiamento con monconi, previo controllo dell'esatta posizione planimetrica e altimetrica delle fondazioni.

Nel caso di fondazioni con fori predisposti per i tirafondi, si dovrà procedere ad una pulizia accurata dei fori con scalpellatura delle pareti per migliorarne l'aderenza. Si procederà quindi al montaggio dei tirafondi con l'uso di idonea dima, annegando gli stessi con malta cementizia additivata con resine epossidiche.

Eventuali correzioni, per portare il sostegno alle quote stabilite, dovranno essere eseguite operando sui dispositivi di livellamento (dadi di appoggio, ecc.). Il sostegno dovrà essere successivamente fissato mediante rondelle piane e dadi di bloccaggio o altri sistemi previsti.

Nel caso in cui il fissaggio dei sostegni debba essere eseguito mediante tasselli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla foratura e all'inserimento degli stessi nei basamenti secondo quanto indicato nei disegni del progetto di dettaglio.

Per garantire l'esatta posizione planimetrica dei sostegni ed il loro allineamento, il posizionamento dei tasselli dovrà essere effettuato mediante l'impiego di una dima. La dima dovrà essere messa a disposizione dall'Appaltatore, previa verifica di corrispondenza ai disegni forniti dal committente.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito con chiave dinamometrica tarata in funzione delle istruzioni del Costruttore dei componenti o delle caratteristiche degli stessi.

A montaggio ultimato, in particolare per le strutture tralicciate (es: portali di amarro), dovrà essere eseguita la cianfrinatura della bulloneria, con tre incisioni a i 20° tra filetto e dado in modo da assicurarne il perfetto bloccaggio.

Per tutte le altre strutture la cianfrinatura sarà eseguita solo se richiesta dal committente. La messa a terra dei sostegni dovrà essere eseguita in conformità alle specifiche ed alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

## **6.2 MONTAGGIO SBARRE E COLLEGAMENTI ELETTRICI AT**

La prestazione consiste nel montaggio, a qualunque altezza, delle sbarre e dei collegamenti elettrici AT di stazione, mediante l'impiego di conduttori cordati o tubolari (alluminio, lega di alluminio, alluminio-acciaio o rame) e della relativa morsetteria di connessione.

L'impiego dei conduttori cordati richiede, in alcuni casi, la messa in opera degli equipaggiamenti di amarro, sospensione e sostegno. Gli equipaggiamenti possono essere costituiti con isolatori a cappa e perno o di tipo rigido.

La morsetteria monometallica o bimetallica può essere a compressione, a cavallotti e bulloni, odi tipo misto.

In questo capitolo non sono descritti i collegamenti AT in cavo né il montaggio degli isolatori di sostegno, in quanto trattati in altra parte del Capitolato.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- il montaggio di sbarre in corda;
- il montaggio di sbarre in tubo;
- il montaggio di conduttori tesati;
- il montaggio dei conduttori di collegamento e di connessione;
- la messa in opera di tutta la morsetteria di estremità, di derivazione, di congiunzione e, nel caso di conduttori multipli, dei distanziatori;
- la posa in opera dei dispositivi contro le vibrazioni, (morsetti del tipo a frizione, anche a più componenti o a contrappesi, oppure corda in alluminio o alluminio/acciaio inserita nelle sbarre in tubo) e delle chiusure di estremità nei collegamenti in tubo;
- la posa in opera dei punti fissi di messa a terra sia sui conduttori che sui sostegni;

- l'assiemaggio e posa in opera degli armamenti completi delle catene di isolatori, dei distanziatori e di ogni altro accessorio.

La lunghezza dei collegamenti aerei AT in corda o in tubo va rilevata dai disegni di progetto tenendo conto, in particolare per i collegamenti orizzontali, della freccia dovuta al peso del conduttore stesso.

L'Appaltatore dovrà ricavare le lunghezze effettive dei vari collegamenti dalle pezzature più idonee in modo da ridurre al minimo gli sfridi.

La tesatura dei conduttori cordati dovrà essere eseguita secondo le tabelle del costruttore, ed adottando tutti gli accorgimenti della buona tecnica, comprese eventuali controventature, per evitare danni al conduttore ed anormali sforzi sui sostegni e sui terminali delle apparecchiature.

Nella esecuzione dei collegamenti si dovrà evitare accuratamente ogni strozzatura e deformazione della corda.

I collegamenti in tubo dovranno essere eseguiti effettuando il taglio dei tubi nelle lunghezze necessarie, tenendo conto delle tabelle di posa, degli effetti della dilatazione termica e della eventuale sagomatura.

Dopo il taglio gli spigoli verranno accuratamente smussati. Il tubo sarà quindi fissato alle morse precedentemente montate sugli isolatori portanti e sulle apparecchiature. Per consentire lo scarico dell'acqua piovana su ciascun tubo costituente una campata saranno effettuati gli opportuni fori, nella posizione e delle dimensioni riportate nel progetto, curando che i bordi dei fori risultino perfettamente lisci e senza sbavature interne ed esterne. Ove le morse di sostegno non siano provviste di dispositivo di smorzamento delle vibrazioni, dovranno essere applicati al tubo appositi antivibranti come previsto dal progetto.

Gli equipaggiamenti di amarro e sospensione dovranno essere assimati osservando scrupolosamente le indicazioni riportate nelle tabelle di Unificazione e nei disegni del costruttore.

A montaggio ultimato, l'Appaltatore rilascerà al committente una dichiarazione scritta attestante l'esecuzione del controllo del serraggio di tutta la bulloneria mediante chiave dinamometrica, riportando su tabella i valori delle coppie di serraggio. Il committente si riserva di eseguire controlli in merito.



### **6.3 MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT E MT**

Questo capitolo riguarda l'assiemeaggio ed il montaggio in opera di:

- Interruttori;
- Sezionatori;
- Trasformatori di corrente;
- Trasformatori di tensione;
- Scaricatori;
- Colonnini di isolatori.

Per tutte le apparecchiature, al termine del montaggio, i codoli e/o le piastre per i collegamenti elettrici di potenza dovranno essere lasciati accuratamente puliti e protetti contro le ossidazioni ed i danneggiamenti per eventuali urti meccanici accidentali. Altrettanta cura dovrà essere posta nella pulizia, con l'uso di idonei solventi, di tutte le parti in porcellana.

Nel caso trattasi di interventi di sostituzione dell'apparecchiatura, l'Appaltatore dovrà ripristinare i collegamenti elettrici all'apparecchio, riutilizzando i precedenti collegamenti.

Sarà cura dell'Appaltatore correggere eventuali modeste differenze di altezza dei sostegni dell'apparecchiatura, interponendo spessori in ferro zincato tra la base dell'apparecchio ed il piano di appoggio per portare lo stesso alla quota prescritta.

Sarà inoltre a carico dell'Appaltatore l'eventuale adattamento o il rifacimento dei fori per l'accoppiamento delle apparecchiature o degli isolatori con i relativi sostegni, nel caso non vi sia corrispondenza tra le parti.

### **6.4 MONTAGGIO INTERRUITORI**

Gli interruttori oggetto del presente capitolo sono generalmente del tipo omologato, dotati di dispositivo di manovra ad aria compressa, oleodinamico o a molla e di norma sono forniti scomposti nei principali elementi.

Sono previste le seguenti attività:

- la messa in opera dei sostegni dell'apparecchiatura;
- l'assiemaggio e la messa in opera dei componenti l'interruttore;
- i vari collegamenti pneumatici e/o oleodinamici;
- il collegamento di messa a terra delle varie parti dell'interruttore, dell'armadio di comando e dell'eventuale gruppo motocompressore, ai rispettivi sostegni secondo quanto prescritto dal Costruttore;
- il collegamento dei sostegni dell'apparecchiatura alla rete di terra con corda di rame da 125 mm<sup>2</sup>, capicorda a compressione e bulloneria inox;
- la posa dei cavi BT ed i relativi collegamenti fra i vari componenti dell'interruttore fino all'armadio di comando, compresa la messa in opera delle protezioni dei cavi e delle vie di percorso dei cavi nei punti previsti nel progetto di dettaglio;
- il controllo dell'intervento dei contatti del manometro indicatore pressione gas SF6 ed il rilievo di eventuali perdite di gas.

L'assiemaggio e la messa in opera dei componenti l'interruttore dovrà essere eseguito rispettando le istruzioni e la sequenza operativa riportata nel manuale del Costruttore o in quello messo a disposizione dal committente.

Nel caso di interruttori in gas SF6, prima della loro movimentazione bisogna accertarsi che la pressione del gas all'interno dell'apparecchio sia quella prescritta dal Costruttore per tale tipo di operazione; inoltre prima di procedere al loro montaggio è bene verificare il valore della pressione del gas per accertare che nessuna perdita è intervenuta durante la movimentazione od il periodo di immagazzinaggio.

I sostegni metallici dell'apparecchiatura dovranno essere fissati alle fondazioni mediante tirafondi o con tasselli ad espansione o chimici, previo controllo della esatta posizione planimetrica ed altimetrica delle fondazioni.

I tirafondi sono di norma già predisposti nella fondazione con l'esecuzione delle opere civili e sono stati posizionati con l'impiego di una dima.

Nel caso in cui il fissaggio dei sostegni debba essere eseguito mediante tasselli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla foratura ed all'inserimento degli stessi nei basamenti secondo quanto indicato nei disegni del progetto definitivo e/o esecutivo.

Per garantire l'esatta posizione planimetrica dei sostegni ed il loro allineamento, il posizionamento dei tasselli dovrà essere effettuato mediante l'impiego di una dima. Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito con chiave dinamometrica tarata in funzione delle istruzioni del Costruttore dei componenti o delle caratteristiche degli stessi.

L'Appaltatore, prima di procedere al montaggio dell'interruttore, dovrà verificare accuratamente l'allineamento e la verticalità dei sostegni e controllare che la loro distanza ed altezza sia quella prevista.

Nella messa in opera dei collegamenti pneumatici o oleodinamici si dovrà evitare che i tubi di rame nudo vengano lasciati a contatto di superfici zincate che potrebbero causare la formazione di processi di corrosione.

Il collegamento di messa a terra delle varie parti dell'interruttore, dell'armadio di comando e dell'eventuale gruppo motocompressore ai rispettivi sostegni, dovrà essere eseguito in conformità alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato, utilizzando corda di rame, capicorda stagnati a compressione e bulloneria in acciaio inox 18/8.

Nei collegamenti di messa a terra si dovrà evitare che i conduttori di rame nudo vengano lasciati a contatto di superfici zincate che potrebbero causare la formazione di processi di corrosione. Per la posa dei cavi BT ed il relativo collegamento ai vari componenti dell'interruttore l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni riportate nel manuale di istruzione del Costruttore. Non saranno ammesse giunzioni dei cavi lungo i percorsi e i raggi di curvatura non dovranno essere inferiori a quelli minimi prescritti.

Gli schermi dei cavi saranno collegati a terra nei punti indicati nel progetto di dettaglio.

A montaggio ultimato il committente potrà richiedere, a spese dell'appaltatore, l'intervento del Costruttore dell'interruttore per la verifica, la messa a punto ed il precollaudo con rilascio di dichiarazione scritta attestante l'esecuzione del corretto montaggio dell'apparecchio.

Qualora, durante le fasi di collaudo, si riscontrasse un qualsiasi difetto dovuto a cattiva installazione, sarà sempre a cura e spese dell'Appaltatore intervenire per la

messa in pristino dell'apparecchiatura; il tempo necessario per tali operazioni, non potrà essere eccepito come ritardo giustificato ai fini della prevista consegna.

## 6.5 MONTAGGIO SEZIONATORI

La prestazione riguarda il montaggio dei sezionatori dei seguenti tipi:

- a rotazione con sezionamento orizzontale, con o senza lame di terra e con comando tripolare;
- a gomito con sezionamento verticale o orizzontale, con comando unipolare o tripolare;
- sezionatori terra sbarre con comando unipolare o tripolare;
- sezionatori completi di tutti gli accessori, di isolatori portanti e di manovra, dei dispositivi di manovra, sono forniti scomposti nei principali elementi.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- l'assieme dei componenti il sezionatore ed il montaggio dell'apparecchio sui sostegni precedentemente predisposti;
- i collegamenti di messa a terra delle varie parti del sezionatore e degli armadi di manovra e di interfaccia ai rispettivi sostegni secondo quanto prescritto dal Costruttore;
- la posa dei cavi BT ed il relativo collegamento fra i vari componenti del sezionatore fino all'armadio interfaccia lato sezionatore, compresa la messa in opera delle protezioni dei cavi e delle vie di percorso dei cavi nei punti previsti nel progetto di dettaglio.

L'assieme e la messa in opera dei componenti il sezionatore dovrà essere eseguito rispettando le istruzioni e la sequenza operativa riportata nel manuale del Costruttore.

I collegamenti di messa a terra delle varie parti del sezionatore, degli armadi di manovra e di interfaccia ai rispettivi sostegni dovranno essere eseguiti in conformità alle specifiche e alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato e nel manuale istruzioni di montaggio del Costruttore.

Nei collegamenti di messa a terra si dovrà evitare che i conduttori di rame nudo vengano lasciati a contatto di superfici zincate che potrebbero causare la formazione di processi di corrosione. Per la posa dei cavi BT ed il relativo collegamento ai vari componenti del sezionatore, l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni riportate nel manuale di istruzioni del Costruttore. Non saranno ammesse giunzioni dei cavi lungo il percorso ed i raggi di curvatura non dovranno essere inferiori a quelli minimi prescritti (cfr. Norme CEI).

Gli schermi dei cavi saranno collegati a terra nei punti indicati nel progetto di dettaglio.

A montaggio ultimato il committente potrà richiedere, a spese dell'appaltatore l'intervento del Costruttore dell'interruttore per la verifica, la messa a punto ed il precollaudo con rilascio di dichiarazione scritta attestante l'esecuzione del corretto montaggio dell'apparecchio.

Qualora, durante le fasi di collaudo, si riscontrasse un qualsiasi difetto dovuto a cattiva installazione, sarà sempre a cura e spese dell'Appaltatore intervenire per la messa in pristino dell'apparecchiatura; il tempo necessario per tali operazioni, non potrà essere eccepito come ritardo giustificato ai fini della prevista consegna.

## 6.6 MONTAGGIO TRASFORMATORI DI CORRENTE

I trasformatori di corrente oggetto del presente capitolo sono generalmente isolati in gas SF6 o in carta-olio. Le prescrizioni sotto riportate sono comunque applicabili anche ai TA non omologati.

Sono previste le seguenti attività:

- il montaggio dell'apparecchio, compresi gli accessori, sul sostegno precedentemente predisposto;
- i collegamenti di messa a terra del TA al sostegno con corda di rame sez. 125 mm<sup>2</sup>;
- dei morsetti degli avvolgimenti secondari e della relativa cassetta con cavo giallo/verde di sez. min. 16 mm<sup>2</sup> ;
- il riempimento del TA con gas SF6 alla pressione e con le modalità previste dal Costruttore per l'esercizio;

- il controllo dell'intervento dei contatti del manometro indicatore pressione gas SF6 ed il rilievo di eventuali perdite di gas.

L'apparecchio, compresi i suoi accessori, dovrà essere installato sul proprio sostegno con le modalità prescritte dal Costruttore del TA e le indicazioni riportate nel progetto di dettaglio.

Nel caso di TA in gas SF6 prima della loro movimentazione si dovrà accertare che la pressione del gas all'interno dell'apparecchio sia quella prescritta. Per il riempimento del TA con gas SF6, da eseguirsi a fine montaggio secondo le prescrizioni del costruttore, l'Appaltatore dovrà utilizzare proprie attrezzature e la bombola di gas messa a disposizione dal costruttore.

I collegamenti di messa a terra dell'apparecchio al sostegno dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni riportate nel progetto di dettaglio e nel presente Capitolato, utilizzando corda di rame, capicorda a compressione e bulloneria in acciaio inox 18/8.

A montaggio ultimato i morsetti degli avvolgimenti secondari del TA dovranno essere lasciati in corto circuito e collegati a terra, secondo le prescrizioni riportate nel progetto di dettaglio e nel presente Capitolato.

## 6.7 MONTAGGIO TRASFORMATORI DI TENSIONE

I trasformatori di tensione in relazione ai vari tipi, induttivi o capacitivi, ed ai vari livelli di tensione, sono forniti già completamente assiemati o scomposti in più elementi da assiemare. Sono previste le seguenti attività:

- l'assiemaggio ed il montaggio dell'apparecchio sul sostegno precedentemente predisposto;
- i collegamenti di messa a terra del TV al sostegno con corda di rame sez. 125 mm<sup>2</sup>, dei morsetti degli avvolgimenti secondari e della relativa cassetta con cavo giallo/verde di sez. min. 16 mm<sup>2</sup>.

Il montaggio dell'apparecchio, compresi i suoi accessori, dovrà essere eseguito con le modalità prescritte dal Costruttore del TV e le indicazioni riportate nel progetto di dettaglio.

I collegamenti di messa a terra dell'apparecchiatura al sostegno dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni riportate nel progetto di dettaglio e nel presente Capitolato, utilizzando corda di rame, capicorda a compressione e bulloneria in acciaio inox 18/8.

## **6.8 MONTAGGIO SCARICATORI**

Gli scaricatori, completi di tutti gli accessori, sono forniti completamente assiemati o scomposti nei principali elementi.

Sono previste le seguenti attività:

- l'assiemaggio dei componenti ed il montaggio dello scaricatore sul sostegno precedentemente predisposto;
- il montaggio degli accessori (anelli equipotenziali, eventuale contascariche e numeratori, ecc.);
- il collegamento di messa a terra dello scaricatore o, in presenza del contascariche, il collegamento di questo allo scaricatore e alla rete di terra secondo le specifiche e le prescrizioni del Costruttore e del presente Capitolato.

Il montaggio dello scaricatore e dei suoi accessori dovrà essere eseguito con le modalità prescritte dal Costruttore dell'apparecchio e le indicazioni riportate nel progetto di dettaglio.

Il collegamento di messa a terra dello scaricatore o del contascariche dovrà essere realizzato in corda di rame, avente sezione idonea ed isolata per 4 kV, che sarà collegata alla base del sostegno sull'apposito foro, seguendo il percorso più diretto possibile.

La corda di rame isolata dovrà essere protetta da una robusta canaletta di plastica o metallica onde evitarne il danneggiamento per urti meccanici accidentali. La canaletta deve essere fissata al sostegno dello scaricatore con fascette o staffe di materiale amagnetico.

Per rendere possibili le misure della corrente di conduzione sul collegamento a terra, si richiede che il collegamento sia fatto lasciando, in prossimità del morsetto di terra, uno spazio libero di almeno 4 cm tra corda e struttura di base al fine di permettere

l'inserimento della pinza amperometrica di misura. Per gli stessi motivi la corda di terra, con relativo isolamento, dovrà avere un diametro massimo di 45 mm.

### **6.9 MONTAGGIO COLONNINE DI ISOLATORI PORTANTI AT**

Le colonnine di isolatori portanti, in relazione ai vari tipi ed ai livelli di tensione, sono fornite completamente assiemate o scomposte in più elementi e complete degli eventuali accessori (piattelli antigocciolamento).

La prestazione prevede l'assiemaggio e la messa in opera degli isolatori sui sostegni già predisposti e di qualsiasi altezza.

Nell'assiemaggio e montaggio degli isolatori portanti dovranno essere particolarmente curati i livellamenti e la verticalità.

Il serraggio di tutti i bulloni sarà effettuato con l'impiego di una chiave dinamometrica seguendo la procedura e applicando le coppie indicate dal Costruttore.

Al termine del montaggio i fori filettati della flangia superiore dovranno essere lasciati puliti e riempiti di grasso.

### **6.10 MONTAGGIO APPARECCHIATURE E ISOLATORI MT**

La prestazione consiste nell'installazione, in genere nel secondario dei trasformatori AT/MT, su supporti predisposti, di apparecchiature ed isolatori portanti a colonna con tensione 8,4-20 kV.

Il montaggio dei sezionatori (con o senza lame di terra), dei TV, dei TA, degli scaricatori e degli isolatori a colonna dovrà essere eseguito con le modalità riportate nei paragrafi precedenti per le corrispondenti apparecchiature AT.

### **6.11 TASSELLI CHIMICI O AD ESPANSIONE**

Il fissaggio delle apparecchiature AT o dei loro sostegni alle fondazioni tramite tasselli chimici prevede:

- verifica della esatta posizione planimetrica ed altimetrica della fondazione;
- foratura con posizionamento ed inserimento dei tasselli effettuato mediante l'impiego di una dima;



- la dima, dovrà essere messa a disposizione dall'appaltatore previa verifica di corrispondenza ai disegni forniti dal committente;
- il tirante di ancoraggio dovrà sporgere dal filo superiore del dado di fissaggio per una lunghezza compresa tra 1 e 1,5 volte il diametro;
- le forature dovranno essere proporzionate al diametro del tassello secondo le indicazioni del fornitore del tassello.

## 6.12 MONTAGGIO QUADRI MT

La prestazione consiste nella installazione, all'interno dell'edificio servizi ausiliari, degli scomparti MT, ognuno dei quali è fornito già completo di apparecchi, sbarre e accessori.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- il posizionamento ed il fissaggio a pavimento di eventuali controtelai in profilati di ferro;
- l'assieme e il fissaggio a pavimento, od al controtelaio, delle varie sezioni costituenti il quadro;
- il collegamento delle sbarre MT e dei cavi BT all'interno degli scomparti e tra scomparti adiacenti;
- il collegamento di terra esterno tra gli scomparti, mediante le barrette e i bulloni a corredo del singolo scomparto e il collegamento del quadro e dell'eventuale controtelaio alla rete di terra dell'impianto;
- la verifica della funzionalità meccanica delle apparecchiature elettriche di interruzione e sezionamento, nonché degli interblocchi meccanici tra gli apparecchi;
- il controllo del serraggio di tutta la bulloneria di fissaggio delle apparecchiature elettriche e degli organi meccanici: interblocchi, pannelli divisorii, ecc.;
- il montaggio di tutti i pannelli mobili degli scomparti, in modo che la struttura finale del quadro risulti perfettamente chiusa;
- la protezione del quadro mediante fogli di polietilene fino alla sua messa in servizio.

L'installazione del quadro dovrà avvenire in base alla disposizione topografica, alle indicazioni fornite dai documenti di progetto e nel rispetto delle prescrizioni del Costruttore.

Gli scomparti costituenti il quadro saranno fissati sui basamenti, già predisposti, mediante tasselli chimici o ad espansione, curando la verticalità della posa nonché il livellamento e l'allineamento tra i vari scomparti.

Il collegamento elettrico delle sbarre di potenza sarà eseguito a mezzo delle contropiastre di serraggio, avendo cura di pulire accuratamente le superfici di contatto con straccio asciutto o, se necessario, con spazzola metallica e di ingrassarle con un velo di vaselina. Per il serraggio dei bulloni si dovrà utilizzare la chiave dinamometrica tarata al valore raccomandato della coppia di serraggio.

### **6.13 MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/AT**

Il montaggio dei trasformatori AT sarà realizzato secondo specifiche del Costruttore.

### **6.14 MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/BT**

La prestazione consiste nella installazione di trasformatori MT/BT, su fondazioni già predisposte e nella posizione topografica indicata nei documenti di progetto.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- il trasporto all'interno dell'impianto dei trasformatori da installare, utilizzando idonei mezzi di sollevamento e trasporto tali da permettere la movimentazione in condizioni di sicurezza nonché di salvaguardia dell'apparecchiatura, avendo cura di non danneggiare gli accessori e il sistema refrigerante;
- il montaggio dei dispositivi di scorrimento mediante l'accoppiamento delle forcelle con le rispettive traverse, da realizzare con le viti, i dadi e le rosette di acciaio inox a corredo;
- l'installazione e il fissaggio dei trasformatori, sugli appositi basamenti già predisposti, in conformità a quanto previsto nei documenti di progetto;
- l'esecuzione dei collegamenti dei circuiti di controllo e della cassa del trasformatore alla maglia di terra.

Le attività descritte dovranno essere eseguite secondo le norme della buona tecnica e nel pieno rispetto della normativa antinfortunistica (Norme CEI, DPR 547, D.L. 626, ecc.).

#### **6.15 REALIZZAZIONE DEI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA**

Le attività inerenti i collegamenti di messa a terra, descritte nel presente capitolo, presuppongono, come accade di norma, che i dispersori di terra siano già stati collocati in opera con l'esecuzione delle opere civili.

Il committente potrà comunque richiedere la posa in opera in scavo, su passerella, in cunicolo, in tubo e su superfici in genere, di conduttore in rame nudo di idonea sezione.

Vengono qui illustrate le modalità di esecuzione delle seguenti attività:

- Collegamento delle cime emergenti alle strutture;
- Collegamento delle apparecchiature alle strutture metalliche di sostegno;
- Posa in opera di corda di rame.

#### **6.16 COLLEGAMENTO DELLE CIME EMERGENTI ALLE STRUTTURE**

Le cime emergenti (corda in rame di idonea sezione) della rete principale di terra vanno fissate alle strutture metalliche (tralicci, sostegni, recinzioni, ecc.), presenti nella stazione elettrica.

Il collegamento della cima emergente al punto predisposto per la messa a terra dovrà essere eseguito sagomando opportunamente la corda di terra, con raggi di curvatura che non deformino la corda e non ne modifichino le sue caratteristiche meccaniche. Il collegamento dovrà essere eseguito seguendo il percorso più breve, ma comunque lasciando, in prossimità del punto di collegamento, un'opportuna ansa per l'applicazione delle pinze di messa a terra volante. Si dovrà evitare che il conduttore di rame nudo venga posato in opera a contatto di superfici zincate per evitare processi di corrosione.

Qualora la cima emergente fosse di lunghezza insufficiente, l'Appaltatore provvederà al suo prolungamento utilizzando corda di rame di identiche caratteristiche e idonei

giunti a compressione. Il giunto di prolungamento sarà effettuato nel tratto di salita della cima all'uscita dal basamento.

Le corde in rame dovranno essere tagliate con idonee attrezzature, e le parti terminali, da inserire nel capocorda o nel giunto, dovranno essere pulite con spazzola metallica. I giunti a compressione e i capicorda dovranno essere serrati, con idonea attrezzatura, alla pressione indicata dal loro Costruttore.

I punti di messa a terra delle strutture metalliche dovranno essere puliti con spazzola metallica e protetti con pasta antiossidante.

I punti di collegamento alle strutture e la bulloneria in acciaio inox da utilizzare sono descritti nel progetto.

Le lunghezze delle viti e le coppie di serraggio dovranno essere commisurate ai componenti da serrare nel rispetto delle norme sui collegamenti meccanici. Sono previste le seguenti attività:

- il collegamento delle cime emergenti alle strutture metalliche di sostegno delle apparecchiature e ai sostegni a portale o ai tralicci (ove presenti), qualora non compreso nelle voci precedenti di montaggio carpenteria;
- il collegamento delle recinzioni metalliche alla rete di terra;
- il collegamento delle cime emergenti ai punti di messa a terra degli armadi metallici;
- il collegamento alla rete di terra dei collettori di terra collocati negli edifici, nei chioschi e negli armadi delle apparecchiature MT e BT.

## **6.17 COLLEGAMENTO DELLE APPARECCHIATURE ALLE STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO**

I collegamenti delle apparecchiature ai rispettivi sostegni dovranno essere eseguiti conformemente alle prescrizioni dei Costruttori, secondo le modalità di esecuzione riportate al punto precedente. Le corde di rame di collegamento longitudinale tra i vari componenti delle apparecchiature, dovranno essere ancorate alle rispettive strutture a mezzo di graffette o collari aperti di fissaggio in acciaio inox.

La prestazione prevede i collegamenti di messa a terra delle apparecchiature verso i sostegni metallici qualora non compresi nelle specifiche voci precedenti di montaggio apparecchiature.

#### **6.18 POSA IN OPERA DI CORDA DI RAME**

I conduttori in rame costituenti la rete di terra magliata hanno un diametro di idonea sezione, mentre quello delle derivazioni, denominate cime emergenti e realizzate in corrispondenza delle fondazioni dei portali e delle apparecchiature elettriche, è superiore alla precedente. Queste dovranno elevarsi di circa 1 m rispetto al piano finito di quota zero della stazione.

I conduttori potranno essere posati anche in scavi già predisposti.

Dopo la posa in opera dei conduttori di sezione inferiore della maglia di terra si provvederà ad eseguire nei punti di incrocio, le connessioni a mezzo morsetto a C tipo BURNDY, serie pesante.

Si provvederà inoltre alla messa in opera delle derivazioni utilizzando conduttore aventi sezione maggiore.

Nel caso di posa su passerelle, pareti in muratura o su strutture metalliche in genere, le corde di rame dovranno essere ancorate con graffette o collari aperti di fissaggio in acciaio inox.

Oltre a quanto prescritto sopra si intendono compresi tutto il materiale necessario alla posa della corda di rame, alla esecuzione delle giunzioni, delle derivazioni e dei collegamenti di terra (bulloneria e viteria di fissaggio in acciaio inox, pasta antiossidante, graffette, collari, ecc.).

#### **6.19 COLLEGAMENTI IN CAVO MT**

La prestazione prevede i lavori di fornitura e posa di cavi MT isolati in PVC, PE, EPR e similari e dei terminali e degli eventuali giunti lungo il percorso del cavo.

Le sezioni dei cavi saranno dimensionate secondo le esigenze del progetto definitivo e/o esecutivo.

La stesura verrà effettuata tenendo conto delle pezzature delle bobine, evitando per quanto possibile, spezzoni e sfridi inutili.

La posa del cavo può essere fatta:

- all'interno di cunicolo predisposto in cemento armato, chiuso con coperture in cemento o metalliche;
- all'interno di tubazioni in cemento o PVC;
- all'interno di scavo in sezione obbligata;
- a parete mediante appositi staffaggi o su passerelle a giorno all'interno e/o all'esterno degli edifici.

Le terminazioni potranno essere con terminali per interno o per esterno del tipo unipolare e/o tripolare.

## 6.20 PRESCRIZIONI PER LA POSA DEL CAVO

Le operazioni della posa dei cavi dovranno essere eseguite a "regola d'arte" secondo le norme CEI 20-13 e 20-14 e le prescrizioni e procedure sotto riportate che riguardano:

- il rispetto delle modalità di svolgimento del cavo dalle bobine che potrà essere effettuato solo con mezzi idonei quali alza bobine o similari;
- il rispetto dei raggi di curvatura imposti dal Costruttore del cavo e delle distanze prescritte per una migliore dissipazione del calore;
- la cura nella posa all'interno dei cunicoli o tubi di qualsiasi natura per non danneggiare la guaina esterna;
- il fissaggio dei cavi nei percorsi a parete, su passerelle o su incastellature metalliche, da eseguirsi ogni metro lineare del percorso tramite collari in materiale amagnetico o mensole in legno che saranno serrate senza danneggiare la guaina esterna.

I cavi dovranno essere posati a trifoglio o in piano. Nei tratti di posa in piano si dovranno eseguire trasposizioni di fase in modo che ogni fase occupi ciclicamente tutte e tre le posizioni.

Quando due o più linee in parallelo sono costituite da cavi unipolari, i cavi della medesima fase non devono essere disposti adiacenti, ma alternati con quelli delle altre fasi.

Per la stesura, il cavo dovrà scorrere su appositi rulli distanziati in modo da evitare lo strofinamento al contatto del terreno; nel caso in cui i cavi dovessero passare all'interno di tubazioni in cemento o PVC la stesura dovrà essere effettuata tirando il cavo da una estremità con una fune di nylon del diametro di 10 mm. A posa ultimata, una analoga fune dovrà restare all'interno del tubo per eventuale successivo utilizzo.

## **6.21 PRESCRIZIONI PER TERMINALI E GIUNTI**

L'esecuzione dei terminali e dei giunti, ove previsti, dovrà essere fatta esclusivamente da personale specializzato, rispettando le istruzioni del Costruttore e quanto previsto dalle norme CEI 20-24.

Si dovrà collegare alla rete di terra una estremità dello schermo dei cavi unipolari e isolare l'altra estremità (tensione di isolamento 3 kV).

Per i cavi tripolari gli schermi vanno collegati a terra ad entrambe le estremità. Sui cavi interrati, la zona dei giunti dovrà essere segnalata in modo che sia facilmente individuabile.

## H) AEROGENERATORE

Il tipo della turbina del progetto proposto è la VESTAS V162 da 6 MW a tre pale con un passo sopravento delle stesse ad imbardata regolata.

La Vestas V162 –6 MW ha un diametro del rotore di 162 m ed una potenza di uscita nominale di 6.0 MW.

La turbina utilizza un sistema di potenza basato su di un generatore a magneti permanenti del convertitore. Con queste caratteristiche la turbina eolica è in grado di lavorare anche a velocità variabile mantenendo una potenza in prossimità di quella nominale anche in caso di vento forte. Alle basse velocità del vento, il sistema consente di lavorare massimizzando la potenza erogata alla velocità ottimale del rotore e l'opportuno angolo di inclinazione delle pale.

### Componenti meccaniche

La V162 – 6 MW è equipaggiata con un rotore di 162 m di diametro costituito di tre pale ed un mozzo. Le pale sono controllate per mezzo di un microprocessore nel sistema del controllo del passo. Basandosi sulle prevalenti condizioni del vento, le pale sono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di passo.

### Rotore

|                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Rotore</b>                        |                                   |
| <b>Diametro</b>                      | 162 m                             |
| <b>Velocità massima di rotazione</b> | 12,1 rpm                          |
| <b>Area spazzata</b>                 | 20611 m <sup>2</sup>              |
| <b>Direzione di rotazione</b>        | In senso orario (vista di fronte) |
| <b>Orientamento</b>                  | Sopravento                        |
| <b>Tilt</b>                          | 6°                                |
| <b>Numero delle pale</b>             | 3                                 |
| <b>Freni aerodinamici</b>            | Frangere intere                   |



Pale

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Pale</b>                   |   |
| <b>Descrizione tipo</b>       | Gusci a profilo alare vincolati ad una trave                  |
| <b>Lunghezza della pala</b>   | 79.35 m   |
| <b>Materiale</b>              | Fibra di vetro rinforzata con fibre epossidiche e di carbonio |
| <b>Connessione delle pale</b> | Inseriti in acciaio   |
| <b>Profili</b>                | Profilo ad alta portanza                                      |
| <b>Corda massima</b>          | 4,3 m   |
| <b>Cuscinetto</b>             |   |
| <b>Lubrificazione</b>         | Grasso, lubrificazione manuale                                |

Sistema di Pitch

La turbina è dotata di un sistema idraulico a passo individuale per ogni pala. Ogni sistema di inclinazione è collegato all'unità di trasferimento rotante idraulica nella navicella mediante tubi idraulici distribuiti. La centralina idraulica è posizionata nella navicella.

Ogni sistema di passo consiste di un cilindro idraulico montato al mozzo ed un pistone a barra montato alla pala tramite una coppia di bracci ad asse. Valvole che facilitano le operazioni del cilindro di passo sono installate sul blocco di passo bullonate direttamente sul cilindro.

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| <b>Sistema di passo</b> |              |
| <b>Tipo</b>             | idraulico    |
| <b>Numero</b>           | 1 per pala   |
| <b>Intervallo</b>       | Da -5° a 95° |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Sistema idraulico</b> |   |
| <b>Pompa principale</b>  | Due pompe ad olio ridondanti con ingranaggi interni |
| <b>Pressione</b>         | 260 bar   |
| <b>Filtrazione</b>       | 3 µm (valore assoluto)                              |

#### Mozzo

Il mozzo supporta le tre pale e trasferisce le forze di reazione al cuscinetto principale e la torsione alla scatola del cambio. La struttura del mozzo supporta anche i cuscinetti della pala e il cilindro di passo.

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| <b>Mozzo</b>     |                                  |
| <b>Tipo</b>      | Corpo del mozzo a palla di ghisa |
| <b>Materiale</b> | Ghisa                            |

#### Asta principale

L'asta principale trasferisce le forze di reazione al cilindro principale e la torsione alla scatola del cambio.

|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| <b>Asta principale</b>  |             |
| <b>Descrizione tipo</b> | Albero cavo |
| <b>Materiale</b>        | Ghisa       |

#### Scatola del cuscinetto

|  |       |
|--|-------|
| <b>Scatola del cuscinetto principale</b> |       |
| <b>Materiale</b>                         | Ghisa |

#### Cuscinetto principale

Il cuscinetto principale trasmette tutti i carichi di spinta.

|                              |
|------------------------------|
| <b>Cuscinetto principale</b> |
|------------------------------|

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| <b>Tipo</b>           | Cuscinetti a sfera                    |
| <b>lubrificazione</b> | Lubrificazione a circolazione di olio |

#### Scatola del cambio

L'ingranaggio principale converte la rotazione di bassa velocità del rotore a quella veloce del generatore.

Il freno a disco è montato sull'asse dell'alta velocità. Il sistema di lubrificazione della scatola del cambio è un sistema alimentato a pressione.

| <b>Scatola del cambio</b>                 |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>Tipo</b>                               | Con due stadi planetari              |
| <b>Alloggiamento materiale del cambio</b> | Getto                                |
| <b>Sistema di lubrificazione</b>          | Lubrificazione con olio in pressione |
| <b>Volume totale dell'olio del cambio</b> | Approssimativamente 800-1000 l       |
| <b>Codici dell'olio di pulizia</b>        | ISO 4406-/15/12                      |

#### Cuscinetti del generatore

I cuscinetti sono lubrificati con circolazione di olio.

#### Sistema di oscillazione

Il sistema di oscillazione è un sistema attivo basato sul concetto di cuscinetto piano con PEPT come materiale di frizione.

| <b>Sistema di oscillazione</b> |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| <b>Tipo</b>                    | Sistema di supporto piano |

|   |   |
|---|---|
| <b>Materiale</b>                        | Anello di oscillazione forgiato a caldo.<br>Cuscinetti PETP piani |
| <b>Velocità di imbardamento (50 Hz)</b> | 0,4°/sec.   |
| <b>Velocità di imbardamento (60 Hz)</b> | 0,5°/sec.   |

|                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| <b>Marcia di oscillazione</b> |                                    |
| <b>Tipo</b>                   | Ingranaggio planetario a più stadi |
| <b>Numero delle marcie</b>    | 8                                  |

#### Gru

La navicella contiene una gru di carico di servizio. La gru è un sistema unico a paranco.

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| <b>Gru</b>                      |                |
| <b>Capacità di sollevamento</b> | Massimo 800 kg |

#### Torri

Torri tubolari con flange di connessione, certificate con le specifiche e correnti approvazioni, sono disponibili in differenti altezze standard.

Le torri sono progettate con la maggioranza delle connessioni saldate sostituite da supporti magnetici per ottenere delle torri rinforza e lisce. I magneti forniscono il supporto in una direzione orizzontale ed interna, così come piattaforme, scale etc. sono supportate verticalmente (per esempio nella direzione della forza di gravità) da connessioni meccaniche. Il design liscio delle torri riduce l'esigenza di maggiore spessore metallico, rendendo la torre più leggera se comparata ad altre con saldature interne dei gusci.

Le altezze del mozzo elencate includono una distanza dalla sezione di fondazione al livello del terreno di approssimativamente 0,2 m dipendendo dallo spessore della flangia in basso, ed una distanza dalla flangia più in alto al centro del mozzo di 2,5 m.

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| <b>Torri</b>     |                            |
| <b>Tipo</b>      | Tubolare cilindrico/conico |
| <b>Materiale</b> | Acciaio                    |

*Navicella basamento e copertura*

La copertura della navicella è realizzata in fibra di vetro. Portelli di accesso sono posti al piano per l'abbassamento o l'innalzamento di equipaggiamento alla navicella e per l'evacuazione del personale. La sezione di piano è equipaggiata con sensori di vento e lucernari, i lucernari possono essere aperti sia dall'interno della navicella che dall'esterno per accedere al piano o fuori alla navicella stessa. È possibile accedere alla navicella dalla torre attraverso il sistema di oscillazione.

Il basamento della navicella è in due parti e consiste in un getto di ghisa per la parte frontale, e di una struttura a trave per quella posteriore. La parte frontale del basamento della navicella svolge la funzione di portare il mozzo principale di trasmissione (il mozzo di alta velocità) e trasmette le forze dal rotore alla torre tramite il sistema di oscillazione. La superficie inferiore lavorata e connessa al cuscinetto di oscillazione, e le otto marcie di oscillazione sono bullonate alla base della navicella. Le travi della gru sono attaccate alla cima della struttura. Le aste in basso della struttura a trave sono connesse al termine della parte posteriore. La parte posteriore del basamento serve come supporto ai pannelli di controllo, il sistema di raffreddamento ed il trasformatore. La copertura della navicella è montata sul basamento.

| <b>Descrizione tipo</b>               | <b>Materiale</b>     |
|---------------------------------------|----------------------|
| <b>Copertura della navicella</b>      | GRP                  |
| <b>Parte anteriore del basamento</b>  | Getto di ghisa       |
| <b>Parte posteriore del basamento</b> | Struttura reticolare |

Sistema Di Condizionamento Termico

Il sistema di condizionamento termico è costituito da pochi solidi componenti.

Il Vestas Cooler Top® sistemato in cima alla parte posteriore conclusiva della navicella. Il Vestas Cooler Top® è un flusso libero di raffreddamento, per tanto assicurando non esserci componenti elettrici nel sistema posizionato fuori dalla navicella.

Il liquido del primo sistema di raffreddamento, che serve la scatola del cambio e il sistema idraulico, attivato da una singola pompa elettrica;

Il liquido del secondo sistema di raffreddamento, che serve i sistemi del generatore e del convertitore, azionato da una singola pompa elettrica;

Il trasformatore ad aria compressa costituito da un ventilatore elettrico;

Il raffreddamento ad aria compressa della navicella composto di due ventilatori elettrici.

#### Generatore e convertitore di raffreddamento

Il generatore e il convertitore dei sistemi di raffreddamento operano in parallelo. Un sistema dinamico di valvole di flusso montate nel circuito di raffreddamento del generatore divide il flusso di raffreddamento. Il liquido di raffreddamento rimuove il calore dall'unità del generatore e del convertitore usando un radiatore a libero flusso d'aria posizionato in cima alla navicella. In aggiunta al generatore, l'unità del convertitore ed il radiatore, il sistema di circolazione include una pompa elettrica ed una valvola termostatica a tre vie.

#### Scatola del cambio e raffreddamento idraulico

Il generatore ed il sistema idraulico di raffreddamento sono accoppiati in parallelo. Una valvola dinamica di flusso, montata nel circuito di raffreddamento della scatola del cambio, divide il flusso di raffreddamento.

Il liquido di raffreddamento rimuove il calore dalla scatola del cambio e dall'unità idraulica di potenza attraverso scambiatori di calore e un radiatore a flusso libero di aria posizionato in cima alla navicella. In aggiunta agli scambiatori di calore ed il radiatore, il sistema di circolazione include una pompa elettrica e una valvola termostatica a tre vie.

#### Raffreddamento del Trasformatore

Il trasformatore è equipaggiato con un raffreddamento ad aria forzata. Il sistema di ventilazione consiste di un ventilatore centrale, piazzato di sotto il piano di servizio e un condotto guida l'aria sotto ed in mezzo agli avvolgimenti dell'alto e basso voltaggio del trasformatore.

#### Raffreddamento della navicella

L'aria calda generata dagli equipaggiamenti meccanici ed elettrici viene rimossa dalla navicella per mezzo di due ventole posizionate in ogni lato della stessa. Il flusso d'aria entra attraverso una presa d'aria nel basso della navicella.

Le ventole ruotano a bassa od alta velocità a seconda della temperatura all'interno della navicella.

## Progetto elettrico

### Generatore

Il generatore è del tipo sincrono a tre fasi con rotore a magneti permanenti connesso in rete attraverso un convertitore.

Il contenitore del generatore è costruito con un cilindro e dei canali. I canali circolano il liquido di raffreddamento attorno al corpo dello statore.

| <b>Generatore</b>                      |   |
|--|---|
| <b>Tipo</b>                            | Sincrono con magnete permanente                           |
| <b>Potenza nominale</b>                | Fino a 6250 kW  |
| <b>Frequenza (range) [fN]</b>          | 0 - 138 Hz  |
| <b>Tensione Statore [UNs]</b>          | 3 X 800 V (alla velocità nominale)                        |
| <b>Numero di poli</b>                  | 36  |
| <b>Tipo dell'avvolgimento</b>          | Impregnante pressurizzato sotto vuoto                     |
| <b>Connessione</b>                     | Stella  |
| <b>Range Velocità</b>                  | 0-460 giri/minuto   |
| <b>Sensori di temperatura, statore</b> | sensori PT 100 posizionati nei punti caldi e 3 di riserva |
| <b>Classe di isolamento</b>            | H   |
| <b>Allegato</b>                        | IP 54   |

### Convertitore

Il convertitore è un sistema convertitore su larga scala che controllo sia il generatore che la qualità della potenza messa in rete.

Il convertitore consiste in quattro unità convertitrici che lavorano in parallelo con un controllore comune.

Il convertitore controlla la conversione della frequenza variabile della potenza dal generatore in una frequenza fissata AC di potere con i desiderati livelli di potere attivo



e reattivo (ed altri parametri di connessione alla rete) adatti per la rete. Il convertitore è posizionato nella navicella ed ha una griglia laterale di tensione di 720 V.

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>Convertitore</b>                 |           |
| <b>Potere nominale apparente</b>    | 6550 kVA  |
| <b>Tensione nominale della rete</b> | 3 x 720 V |

#### Trasformatore MT

Il trasformatore di elevazione è posizionato in una stanza chiusa a parte nella navicella con un interruttore di corrente montato sul lato dell'alta tensione del trasformatore. Il trasformatore è a due avvolgimenti, tre fasi, tipo a secco autoestinguente.

Gli avvolgimenti sono delta connessi sul lato dell'alta tensione, se non diversamente specificato, l'avvolgimento della bassa tensione è connesso a stella. Il sistema di bassa tensione dal generatore tramite il convertitore è un sistema TN – S, il che significa che il punto a stella è connesso a terra.

Il trasformatore è equipaggiato con 6 sensori PT 100 per la misurazione delle temperature del nucleo e degli avvolgimenti nel trifase.

La fornitura di potenza supplementare è data da un trasformatore 650/400 V separato posizionato nella navicella.

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Trasformatore MT</b>                      |                         |
| <b>Descrizione tipo</b>                      | Getto di resina a secco |
| <b>Tensione primaria [UN]</b>                | 30 kV                   |
| <b>Tensione secondaria [UNs]</b>             | 3 x 720 V               |
| <b>Potenza nominale apparente [SN]</b>       | 7000 kVA                |
| <b>Senza perdita di carico [P0]</b>          | 6,6 kW                  |
| <b>Senza potenza di carico reattiva [Q0]</b> | 35 kWAr                 |
| <b>Piena potenza di carico reattiva [QN]</b> | 700 kWAr                |

|   |  |
|---|--|
| <b>Gruppo vettore</b>   | Dyn5                                   |
| <b>Frequenza [fN]</b>   | 50 Hz                                  |
| <b>Prese MT</b>   | ±2 x 2,5 %                             |
| <b>Corrente di inserzione</b>   | 6 – 10 x In <b>dipendendo dal tipo</b> |
| <b>Impedenza di corto circuito (tolleranze IEC)</b>                           | 8% @ 720 V, 4700 kVA, 120°C            |
| <b>Impedenza corto circuito di tensione [Uk p-s1]</b>                         | 9.9 %                                  |
| <b>Impedenza corto circuito di tensione (Resistivo) [Uk rp-s1]</b>            | 1 %                                    |
| <b>Impedenza corto circuito di tensione omopolare [Uk0 p-s1]</b>              | 9.0 %                                  |
| <b>Impedenza corto circuito di Tensione omopolare (Resistivo) [Uk0 rp-s1]</b> | 1 %                                    |

Cavo MT turbina\_\_\_\_\_

Il cavo di media tensione corre dal trasformatore nella navicella giù per la torre al quadro collocato al fondo della stessa. Il cavo di alta tensione è un cavo con nucleo quadripartito, isolato in gomma, libero da alogeni.

|  |  |
|--|--|
| <b>Cavi di media tensione</b>          |  |
| Cavo isolato composto ad alta tensione | Etilpropilene (EP) migliorato, basato su materiali EPR o alto grado di etilpropilene in gomma HEPR |
| Sezione del conduttore                 | 3 x 70/70 mm <sup>2</sup>  |
| Massimo voltaggio                      | 42 kV per 22.1-36 kV tensione nominale   |

Quadro MT

Il quadro di media tensione per la connessione alla rete interna MT è collocato alla base della torre.

|                                       |                   |
|---------------------------------------|-------------------|
| <b>Tipo di isolamento</b>             | Isolato a gas SF6 |
| <b>Frequenza Nominale</b>             | 50Hz              |
| <b>Tensione Nominale</b>              | 30 kV             |
| <b>Tensione massima di isolamento</b> | 36 kV             |
| <b>Corrente</b>                       | 25 kA             |

#### Sistema ausiliario

Il sistema ausiliario è alimentato da un trasformatore 650/400 V separato, localizzato nella navicella. Tutti i motori, le pompe, i ventilatori e i riscaldatori sono alimentati da questo sistema.

Tutti gli apparecchi a 230 V sono alimentati da un trasformatore 400/230 V localizzato alla base della torre.

|   |                  |
|---|------------------|
| <b>Prese di corrente</b>                              |                  |
| <b>Monofase (Navicella e piattaforme della torre)</b> | 230 V (16 A)     |
| <b>Trifase (Navicella e base della torre)</b>         | 3 x 400 V (16 A) |

#### Sensori di vento

La turbina è equipaggiata con due anemometri ultrasonici senza parti mobili. I sensori sono incorporati a caldo per minimizzare le interferenze con ghiaccio e neve.

I sensori di vento sono ridondanti, e la turbina può operare con un unico sensore.

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| <b>Sensori di Vento</b>    |                    |
| <b>Tipo</b>                | FT02LT             |
| <b>Principio</b>           | Risonanza acustica |
| <b>Incorporato a caldo</b> | 99 W               |

#### VMP (Vestas Multi Processor) Controllore

La turbina è controllata e monitorata da un sistema di controllo VMP8000.

Il VMP8000 è un sistema di controllo multiprocessore costituito da quattro processori principali (base, navicella, mozzo e converter), interconnessi da una rete ottica Mbit ArcNet.

In aggiunta ai quattro processori principali, il VMP8000 è composto da moduli I/O interconnessi da una rete CAN a 500 kbit. I moduli I/O sono connessi ai moduli dell'interfaccia CAN da una serie di circuiti CTBus.

Il sistema di controllo VMP8000 svolge le seguenti principali funzioni:

- Monitoraggio e supervisione complessiva delle operazioni;
- Sincronizzazione del generatore alla rete durante le sequenze di connessione;
- Funzionamento della turbina durante varie situazioni di errore;
- Controllo di passo delle pale;
- Controllo del potere di reazione e operazione di variazione di velocità;
- Controllo delle emissioni sonore;
- Monitoraggio delle condizioni ambientali;
- Monitoraggio della rete;
- Monitoraggio del sistema di detenzione dei fumi.

#### Gruppo Di Continuità

L'UPS è equipaggiata con un converter AC/DC; DC/AC e celle di batterie collocate nella stessa cabina del converter.

Durante le interruzioni della rete, l'UPS alimenta le unità a 230 V AC. Il tempo di riserva per il sistema UPS è proporzionale al consumo di energia.

#### Sistema di Protezione della Turbina

##### Concetto di frenata

Il freno principale sulla turbina è aerodinamico. L'arresto della turbina è fatto per mezzo della rotazione delle pale (rotazione individuale per singola pala). Ogni pala ha un accumulatore che fornisce l'energia per la rotazione. La frenata della turbina è inoltre

supportata da un resistore di frenata che è connesso al magnete permanente del generatore durante il rallentamento. Questo assicura che il momento è mantenuto, per esempio, durante una situazione di perdita della rete.

In aggiunta, c'è un disco per la frenata meccanica sull'albero dell'alta velocità del cambio con un sistema idraulico dedicato. Il freno meccanico è usato solamente come un freno di sosta e quando sono attivi i pulsanti per l'arresto d'emergenza.

Protezioni da corto circuito

| Interruttori                                      | Interruttore per energia ausiliaria | Interruttore per i moduli del convertitore |
|---|-------------------------------------|--|
| <b>Potere d'interruzione nominale di servizio</b> | 80 kA                               | 78 kA                                      |
| <b>Potere di interruzione estremo</b>             | 193 kA                              | 193 kA                                     |

Protezione dalla sovravelocità

Le velocità del generatore e dell'albero veloce sono registrati da sensori ad induzione e calcolati da un controllo del vento per la protezione contro la sovravelocità ed errori di rotazione (eccentricità).

In aggiunta, la turbina è equipaggiata con un sistema PLC di sicurezza, un modulo computer indipendente che misura la velocità del rotore. In caso di situazione di fuori giri, il sistema PLC di sicurezza attiva la rotazione delle tre pale in posizione di sicurezza, indipendentemente dal sistema di controllo della turbina.

| Protezione dai fuori giri |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>Tipo dei sensori</b>   | Induttivo |
| <b>Livello di scatto</b>  | TBD       |

Protezione di messa a terra per le pale, la navicella, il mozzo e la torre

Il Sistema di messa a terra aiuta a proteggere la turbina contro i danni fisici causati dai colpi di fulmine. Il sistema consiste di cinque parti principali:

- Recettori dei fulmini;
- Sistema di conduzione verso il basso;
- Protezione contro la sovra tensione e la sovra corrente;
- Schermatura contro i campi elettrici e elettromagnetici;
- Sistema di messa a terra.

| Parametri Progettuali della Protezione di Messa a Terra |           |         | Livello di Protezione I |
|---|-----------|---------|-------------------------|
| Valore della Corrente di Picco                          | I max     | [kA]    | 200                     |
| Impulso di carica                                       | Q impulso | [C]     | 100                     |
| Valore di picco di corrente                             | I max     | [kA]    | 200                     |
| Carica totale   | Q totale  | [C]     | 300                     |
| Energia Specifica                                       | W/R       | [MJ/Ω]  | 10                      |
| Pendenza media  | Di/dt     | [kA/μs] | 200                     |

#### EMC System

La turbina ed il relativo equipaggiamento adempiono alla legislazione dettata dal EU Eletromagnetic Compatibility (EMC): DIRETTIVA 2014/30 / UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 26 febbraio 2014 sull'armonizzazione delle legislazioni dei membri Stati relativi alla compatibilità elettromagnetica.

#### Impianto di terra

L'impianto di terra della Vestas è costituito da un numero di elettrodi di messa a terra individuali interconnessi come un unico sistema. Include il sistema TN e il sistema di protezioni contro i fulmini per ogni singola turbina. Esso funziona come un sistema di distribuzione di media tensione entro la centrale eolica.

Il sistema di messa a terra della Vestas è adattato per i differenti tipi di fondazioni delle turbine. Un insieme separato di documenti descrive il sistema di messa a terra in dettaglio, in dipendenza del tipo di fondazione.

In termini di protezione della turbina dai fulmini, Vestas non ha un requisito separato per una certa minima resistenza a terra per questo sistema. L'impianto di terra per il sistema di protezione dai fulmini è basato sul progetto e la costruzione del sistema di messa a terra della Vestas.

Una parte primaria del sistema di messa a terra Vestas è il collettore principale di terra posizionata dove tutti i cavi entrano nella turbina. Tutti gli elettrodi di messa a terra sono ad esso connessi. Inoltre sono realizzate delle connessioni equipotenziali per tutti i cavi in entrata o in uscita dalla turbina.

Le specifiche richieste dal sistema di messa a terra Vestas e le descrizioni del lavoro sono minime. I requisiti locali e nazionali, così come i requisiti di progetto, possono richiedere misure aggiuntive.

#### Protezione Dalla Corrosione

La classificazione della corrosione concorda con la ISO 12944 – 2.

| <b>Protezione dalla corrosione</b> | <b>Aree esterne</b> | <b>Aree interne</b> |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Navicella</b>                   | C5 - M              | C3                  |
| <b>Mozzo</b>                       | C5 - M              | C3                  |
| <b>Torre</b>                       | C5 - I              | C3                  |

#### Sicurezza

Le specifiche di sicurezza in questa sezione forniscono le informazioni generali circa le caratteristiche di sicurezza della turbina e non sostituiscono, per il compratore ed i suoi agenti, il prendere tutte le appropriate precauzioni, incluso, ma non solo, il rispetto di tutte le norme di sicurezza, la manutenzione, gli accordi di servizio, le istruzioni, le ordinanze e le condotte appropriate in materia di formazione per la sicurezza.

#### Accesso

L'accesso alla turbina dall'esterno avviene tramite la parte bassa della torre a circa 3 m dal piano di campagna. La porta è equipaggiata con una serratura. L'accesso alla piattaforma in cima avviene tramite una scala. L'accesso alla stanza del trasformatore nella navicella è controllato con una serratura. Un accesso non autorizzato ai quadri e ai pannelli elettrici nella turbina è proibito in accordo con la IEC 60204-1 2006.

#### Via di fuga

In aggiunta alle normali vie di accesso, vie di fuga alternative dalla navicella sono possibili attraverso la botola della gru, attraverso un portello apribile sul muso della navicella, e attraverso il pavimento della stessa. Nella navicella è localizzato l'equipaggiamento di sicurezza.

Il portello nel pavimento può essere aperto da entrambi i lati. Una via di fuga è rappresentata dalla scala dell'elevatore di servizio. Un piano di emergenza, collocato nella turbina, descrive le vie di fuga ed evacuazione.

#### Aree e spazi di lavoro

La torre e la navicella sono equipaggiate con prese di corrente per l'uso di strumenti elettrici per il servizio e la manutenzione della turbina.

#### Pavimenti, piattaforme e luoghi di lavoro

Tutti i pavimenti sono anti sdrucciolo. C'è un pavimento per ogni sezione della torre. Piattaforme di sosta sono presenti ad intervalli di 9 metri lungo la scala della torre. Supporti di appoggio sono localizzati nella turbina per gli scopi di servizio e manutenzione.

#### Montacarichi di servizio

La turbina V162 – 6.0 MW è fornita con un elevatore standard di servizio installato. Servizi per l'arrampicata. Una scala con sistema di arresto caduta è montata per l'intera lunghezza della torre.

Ci sono punti di ancoraggio nella torre, nella navicella e nel mozzo, e sul pavimento per l'attacco di equipaggiamenti di sicurezza.



Sul portello della gru c'è un punto di ancoraggio per l'equipaggiamento di discesa d'emergenza.

Punti di ancoraggio sono colorati di giallo e sono calcolati e testati per 22.2 kN.

Parti mobili, protezioni e dispositivi di blocco

Tutte le parti mobili nella navicella sono schermate. La turbina è equipaggiata con una serratura per il rotore per il suo blocco.

Il blocco dell'ondeggiamento dei cilindri può essere fatto con strumenti meccanici nel mozzo.

Luci

La turbina è equipaggiata con luci nella torre, nella navicella, nella stanza del trasformatore ed il mozzo.

C'è una luce d'emergenza in caso di mancanza di corrente elettrica.

Arresto d'emergenza

Ci sono pulsanti per l'arresto d'emergenza nella navicella, nel mozzo e alla base della torre.

Disconnessione dell'energia

La turbina è equipaggiata con interruttori per consentire la disconnessione da tutte le fonti di energia in caso d'ispezione o manutenzione. Gli interruttori sono marcati con segnali e sono collocati nella navicella e alla base della torre.

Protezione dal fuoco

Un estintore da 5-6 kg di CO<sub>2</sub>, un kit di primo intervento sono collocati nella navicella durante le operazioni di servizio e manutenzione.

Segnali d'avvertimento

Segnali di pericolo sono posizionati dentro e sulla turbina e devono essere dopo le operazioni di servizio.

### Manuali e avvertenze

La Vestas fornisce manuali per le operazioni, la manutenzione e il servizio della turbina, con regole aggiuntive di sicurezza e informazioni su quelle.

### Ambiente

#### Prodotti chimici

I prodotti chimici usati nella turbina sono valutati in accordo al Sistema A/S Ambientale vesta Wind, certificato ISO 14001:2004. I seguenti prodotti chimici sono usati nella turbina:

Antigelo per prevenire il sistema di raffreddamento dal gelo.

Olio per la lubrificazione del cambio.

Olio idraulico per il sistema di beccheggio delle pale e l'operatività del freno.

Grasso per la lubrificazione dei cuscinetti.

Vari agenti pulenti e prodotti chimici per la manutenzione della turbina.

#### Colore navicella

| <b>Colore delle navicelle Vestas</b> |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| <b>Colore Standard</b>               | RAL 7035 (grigio luminoso) |
| <b>Logo Standard</b>                 | Vestas                     |

#### Colore della torre

| <b>Colore Vestas per la sezione della torre</b> |                            |                         |
|---|----------------------------|-------------------------|
|   | <b>Esterno</b>             | <b>Interno</b>          |
| <b>Colore Standard</b>                          | RAL 7035 (grigio luminoso) | RAL 9001 (bianco crema) |

#### Colore delle pale

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| <b>Colore delle Pale</b> |                            |
| <b>Colore Standard</b>   | RAL 7035 (grigio luminoso) |
| <b>Varianti</b>          | RAL 2009, RAL 3020         |
| <b>Lucido</b>            | < 30 % DS/EN ISO 2813      |

Condizioni di funzionamento e linee guida delle prestazioni

Il clima e le condizioni del sito comprendono molte variabili e dovrebbero essere considerate nella valutazione delle prestazioni della turbina. Il progetto e i parametri operativi stabiliti in questa sezione non costituiscono garanzie, o rappresentazione delle performance in riferimento ai siti specifici.

Condizioni del sito e clima

Valori riferiti all'altezza del mozzo:

|   |                |
|---|----------------|
| <b>Parametri estremi</b>  |                |
| <b>Condizioni climatiche del vento</b>  | <b>IEC IIA</b> |
| <b>Intervallo della Temperatura Ambiente (temperature standard della turbina)</b> | -40° a +50°C   |

Condizioni di funzionamento – Temperatura e vento

I valori sono riferiti all'altezza del mozzo e sono determinate per mezzo di sensori e del sistema di controllo della turbina.

|   |               |
|---|---------------|
| <b>Condizioni di funzionamento – Temperatura e vento.</b> |               |
| <b>Intervallo della temperatura Ambiente (Standard)</b>   | - 20° a + 40° |

Condizioni di funzionamento – Connessione alla Rete

I valori sono riferiti all'altezza del mozzo e sono determinati per mezzo di sensori e del sistema di controllo della turbina.

| <b>Involuppo Operativo – Connessione alla Rete</b>   |   |          |
|--|---|----------|
| <b>Tensione fase Nominale</b>                        | [Unp]                                     | 720 V    |
| <b>Frequenza Nominale</b>                            | [fN]                                      | 50/60 Hz |
| <b>Gradiente Massimo di Frequenza</b>                | ± 4 HZ/sec.                               |          |
| <b>Tensione massima di sequenza negativa</b>         | 3% (connessione) 2% (funzionamento)       |          |
| <b>Contributo Massimo di corto circuito</b>          | 1.05 p.u. (Continuo)<br>1.45 p.u. (Picco) |          |
| <b>Impostazioni delle protezioni</b>                 |   |          |
| <b>Tensione Nominale oltre il 110% per 1800 sec.</b> | 792 V                                     |          |
| <b>Tensione Nominale oltre il 116% per 60 sec.</b>   | 832 V                                     |          |
| <b>Tensione Nominale oltre il 125% per 2 sec.</b>    | 900 V                                     |          |
| <b>Tensione Nominale oltre il 136% per 0.15 sec.</b> | 974 V                                     |          |
| <b>Tensione Nominale sotto il 90% per 180 sec.</b>   | 648 V                                     |          |
| <b>Tensione Nominale sotto il 85% per 12 sec.</b>    | 612 V                                     |          |
| <b>Frequenza oltre il 106% per 0,2 sec.</b>          | 53/63,6 Hz                                |          |
| <b>Frequenza oltre il 94% per 0,2 sec.</b>           | 47/56,4 Hz                                |          |

NOTA: Oltre il ciclo di vita della turbina, la caduta di linea ricorre con una media di non più di 50 volte per anno.

Condizioni di funzionamento – Potenza reattiva

La potenza reattiva a pieno carico sul lato dell'alta tensione del trasformatore MT è approssimativamente: 0,90/0,90 capacitivo/induttivo.

L'energia reattiva è prodotta dal convertitore completo. I tradizionali condensatori, quindi, non sono usati nella turbina.

NOTA: l'energia reattiva in condizioni di funzionamento a vuoto potrebbe essere ridotta fino al 50% a causa dei vincoli del sistema di raffreddamento.

Prestazione – Sistema di guida attraverso le cadute di rete

La turbina è fornita di un convertitore per ottenere il controllo della stessa in casi di caduta di rete (buchi di tensione). Il sistema di controllo della turbina, continua a funzionare durante la caduta di rete.

La turbina è disegnata per rimanere connessa durante le disfunzioni della rete all'interno di determinate curve di tolleranza della tensione. Per disturbi della rete al di fuori dalla curva di protezione la turbina sarà disconnessa.

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Tempo di recupero d'energia</b>                                 |                 |
| <b>Tempo di recupero d'energia a 90% del livello di pre caduta</b> | Max 0,1 secondi |

Prestazione – Contributo reattivo di corrente

Il contributo di corrente reattiva dipende dalla caduta di tensione: simmetrica (uguale per tutte e tre le fasi) o asimmetrica

Contributo simmetrico reattivo di corrente

Durante le cadute simmetriche di tensione, la centrale (wind farm) inietterà corrente reattiva per supportare la tensione di rete. La tensione di corrente iniettata è in funzione della tensione di rete rilevata.

La caduta di tensione dà una corrente reattiva di 1 pu della corrente attiva nominale del lato di alta tensione del trasformatore BT/MT. Il contributo dipende da come

funziona la tensione. Il contributo è indipendente dalle attuali condizioni di vento a dal livello d'energia precedente la caduta.

La pendenza può essere parametrizzata tra 0 e 10 per adattarsi alle esigenze specifiche del sito.

#### Contributo asimmetrico reattivo di corrente

La corrente immessa è regolata sulla sequenza positiva di tensione misurata e dal fattore K utilizzato. Durante le cadute asimmetriche di tensione, l'iniezione di corrente reattiva è limitata a approssimativamente 0,4 pu per limitare l'incremento potenziale di tensione sulle fasi buone.

#### Prestazioni – Cadute multiple di tensione

La turbina è progettata per gestire la richiusura di eventuali cadute multiple di tensione entro un breve periodo, considerando che le cadute di tensione non sono uniformemente distribuite durante l'anno.

#### Prestazione – Controllo dell'energia attiva e reattiva

La turbina è progettata per il controllo dell'energia attiva e reattiva mediante il VestasOnline@SCADA system.

| <b>Massima Velocità di Rampa per il Controllo Esterno</b> |             |
|---|-------------|
| <b>Energia Attiva</b>                                     | 0,1 pu/sec. |
| <b>Energia reattiva</b>                                   | 20 pu/sec.  |

Per supportare la stabilità della rete la turbina è in grado di rimanere connessa in regime di energia attiva sotto il 10% della potenza nominale della turbina. Per energia attiva oltre il 10% della potenza nominale la turbina potrebbe essere disconnessa dalla rete.

#### Prestazione – Controllo di tensione

La turbina è progettata per l'integrazione con il sistema di controllo della tensione, il VestasOnline ® voltage control.

**Prestazione – Controllo di frequenza**

La turbina può essere configurata per prestazioni di controllo della frequenza dalla diminuzione dell'output di energia come funzione lineare della frequenza della rete.

**Auto consumo**

Il consumo di energia elettrica da parte della turbina è definito come l'energia usata dalla stessa quando non è provvista di energia dalla rete. Ciò è definito nel sistema di controllo come Produzione 0. I seguenti componenti hanno ampia influenza sull'auto consumo:

| <b>Auto Consumo</b>  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Motore idraulico</b>  | 2 x 19 kW                        |
| <b>Motori di imbardata</b>   | 22 kW                            |
| <b>Riscaldamento acqua</b>   | 10 kW                            |
| <b>Pompe dell'acqua</b>  | 2,2 + 5,5 kW                     |
| <b>Riscaldamento olio</b>  | 7,9 kW                           |
| <b>Pompa d'olio per la lubrificazione della scatola del cambio</b> | 7,5 kW                           |
| <b>Tutti gli altri controlli</b>                                   | Massimo approssimativamente 3 kW |