

REGIONE MARCHE

Comune di Caldarola (MC)

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 60,0 MW integrato con un sistema di accumulo della potenza di 20,0 MW e delle relative opere di connessione alla RTN sito nei comuni di Caldarola e Camerino (MC)

TITOLO

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	
 SR International S.r.l. Via di Monserrato, 152 - 00186 Roma Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106 C.F e P.IVA 13457211004 	 Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - 00185 Roma C.F e P.IVA 15604711000	

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
01	19/12/2023	Giovannangeli	Bartolazzi	F.O. Renewables	Emissione per integrazione MASE
00	14/11/2022	Longobardi	Bartolazzi	F.O. Renewables	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

N° DOCUMENTO

FLS-CLD-DD

SCALA

--

FORMATO

A4

INDICE

INDICE DELLE FIGURE	2
1. PREMESSA	4
2. OGGETTO	5
3. AEROGENERATORI.....	6
4. OPERE EDILI.....	8
4.1. FONDAZIONI.....	8
4.2. PIAZZOLE	9
4.3. VIABILITÀ.....	10
4.4. RIPRISTINI	11
5. OPERE ELETTRICHE	11
6. CAVIDOTTI IN MT-30KV	12
6.1. CARATTERISTICHE DEI CAVI IN MT	12
6.2. MODALITÀ DI POSA	14
6.3. GIUNZIONI DEI CAVI MT	15
6.4. TERMINAZIONI E ATTESTAZIONI DEI CAVI MT	15
6.5. POZZETTI.....	16
6.6. FIBRA OTTICA.....	16
7. CABINA DI RACCOLTA	17
8. STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT	19
8.1. TRASFORMATORE MT/AT 30/132 KV	20
8.2. SERVIZI AUSILIARI.....	20
8.3. GRUPPO ELETTROGENO.....	21
8.4. CONTATORE DI ENERGIA ELETTRICA	21
9. ELETTRODOTTO IN CAVO IN AT-132 KV	21
9.1. MODALITÀ DI POSA	22
10. STAZIONE DI SMISTAMENTO E OPERE DI RETE	23
11. IMPIANTO DI ACCUMULO O BESS	23
11.1. VANTAGGI DEL BESS	24
12. PRESCRIZIONI TECNICHE.....	26
12.1. SCAVI	27
12.1.1. SCAVI DI SBANCAMENTO.....	27
12.1.2. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA	28

12.1.3. SCAVI PER CANALIZZAZIONE DI ACQUE DI RUSCELLAMENTO INCANALATO	28
12.1.4. SCAVI A MANO O CON DEMOLITORE MECCANICO	29
12.1.5. DEMOLIZIONI DI TROVANTI	29
12.2. DEMOLIZIONI.....	29
12.3. RINTERRI – RILEVATI – BONIFICHE	29
12.3.1. RINTERRI	29
12.3.2. RILEVATI.....	30
12.3.3. BONIFICHE DEI PIANI DI POSA	32
12.4. GESTIONE MATERIALI DI RISULTA.....	32
12.5. CALCESTRUZZI.....	32
12.5.1. LEGANTI IDRAULICI	33
12.5.2. INERTI	33
12.5.3. SABBIA.....	33
12.5.4. ACQUA.....	34
12.5.5. CLASSE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE DEI CALCESTRUZZI.....	34
12.5.6. DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI RESISTENZA DEI CALCESTRUZZI	34
12.5.7. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO	35
12.5.8. MODALITÀ ESECUTIVE DEI GETTI IN CLS.....	36
12.5.9. ADDITIVI	36
12.5.10. CASSEFORME	36
12.5.11. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	37
12.5.12. DISARMANTI	38
12.5.13. GETTO DEL CONGLOMERATO	38
12.6. PALIFICATE IN CALCESTRUZZO ARMATO	39
12.6.1. GABBIE DI ARMATURE PER PALI.....	40
12.6.2. CALCESTRUZZO PER PALI	40
12.7. IMPERMEABILIZZAZIONI	41
12.8. MALTE E INTONACI	42
12.9. SOTTOFONDI E PAVIMENTI	42
12.9.1. PAVIMENTI.....	42
12.9.2. PAVIMENTI IN CALCESTRUZZO	43
12.10. ANCORAGGI	44
12.11. MANUFATTI VARI IN ACCIAIO	44

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Viste prospettiche frontali e laterali dell'aerogeneratore di progetto.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2: Specifiche tecniche dell'aerogeneratore di progetto</i>	<i>7</i>

<i>Figura 3: Piazzola di montaggio tipo degli aerogeneratori in fase di montaggio ed in fase di esercizio (in verde)</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4: Sezione tipo del cavo in MT – 30 kV - ARP1H5(AR)EX</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5: Sezione tipo del cavo in MT – 30 kV - ARP1H5(AR)E</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6: Pianta della cabina di raccolta CR</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7: Scheda tecnica del cavo in AT a 132 Kv</i>	<i>22</i>

1. PREMESSA

Il presente progetto ha come obiettivo la realizzazione di una centrale per la produzione di energia da fonte rinnovabile tramite l'impiego di tecnologia eolica. La realizzazione dell'opera prevede l'installazione di n.12 aerogeneratori, modello tipo Vestas V150, della potenza unitaria di 5,0 MW per una potenza totale di 60,0 MW. A questi, si aggiunge un sistema di accumulo di energia elettrica di capacità pari a 20,0 MW e delle opere di connessione alla nuova Stazione di Smistamento della RTN (SE) a 132 kV, da inserire in entra - esce alle linee a 132 kV RTN "Valcimarra - Camerino" e "Valcimarra - Cappuccini", previa realizzazione degli adeguamenti al livello 132 kV della rete limitrofa. Tuttavia non si esclude la possibilità di ricorrere ad alcune varianti progettuali per incrementare la produttività dell'impianto, anche in funzione dei futuri sviluppi di mercato.

Soggetto responsabile del parco eolico, denominato "Energia Caldarola", è la società *Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l.* che ha come attività principali lo sviluppo, la progettazione, l'installazione, la commercializzazione, la gestione e la vendita di energia elettrica generata da fonti rinnovabili. La società ha sede a Roma, in Viale Castro Pretorio n. 122 - CAP 00185, C.F. e P.IVA 15604711000.

SR International S.r.l. è una società di consulenza e progettazione operante nel settore delle fonti di energia rinnovabili, in particolare solare ed eolica. Per la realizzazione del progetto in esame essa funge da soggetto di riferimento per il supporto tecnico-progettuale.

L'impianto in progetto comporta un significativo contributivo alla produzione di energia rinnovabile; l'energia prodotta sarà immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale di proprietà della società Terna S.p.A.

2. OGGETTO

Il presente documento rappresenta il disciplinare tecnico descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici per il progetto di un parco eolico, denominato "Energia Caldarola", composto da n°12 aerogeneratori della potenza nominale pari a 5,0 MW per una potenza totale corrispondente a 60,0 MW, da un sistema di accumulo e delle relative opere di connessione da realizzarsi nella Provincia di Macerata nei Comuni di Caldarola (MC) e Camerino (MC).

Tale documento, rispetto a quanto definito dall'art.30 del D.P.R. 207/2010, fornirà tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Inoltre, si forniranno descrizioni delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e dei componenti previsti nel progetto.

Nel dettaglio, l'elaborato fornirà indicazioni specifiche riguardanti i seguenti aspetti:

- componenti e materiali dell'impianto;
- tipo e altezza delle torri;
- descrizione delle strutture di fondazione;
- descrizione della viabilità e piazzole di servizio;
- descrizione delle opere elettriche con riguardo alla realizzazione dei cavidotti di collegamento, rete di terra, linee elettriche MT e AT;
- descrizione del sistema di accumulo (BESS);
- descrizione delle stazioni elettriche rete e utente.

3. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore scelto per il layout di progetto è del tipo Vestas V150 avente potenza nominale di 5,0 MW, un'altezza hub di 125 m e diametro rotore di 150 m, per un'altezza complessiva di 200 m. Le pale sono controllate dal sistema di posizionamento e regolazione che ne ottimizza la rotazione intorno al proprio asse in funzione delle varie condizioni del vento. L'area spazzata copre una superficie di 17671,0 mq e il verso di rotazione è in senso orario con angolo di tilt pari a 6°.

Le pale sono in fibra di carbonio e di vetro e sono costituite da due gusci di profilo alare con struttura incorporata. Il mozzo, in ghisa, supporta le tre pale e trasferisce le forze reattive al cuscinetto principale e la coppia al cambio.

L'altezza della torre tra quelle di produzione possibili sarà di 125 m e sarà formata da più tronchi innestati in verticale. L'aerogeneratore opera a seconda della forza del vento; al di sotto di una certa velocità, detta di cut-in speed, la macchina è incapace di lavorare; affinché ci sia l'avviamento è necessario che la velocità raggiunga tale soglia che nel caso dell'aerogeneratore di progetto è pari a 3 m/s. La velocità del vento "nominale", ovvero la minima velocità che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto, detta anche rated power, è pari a 12,5 m/s. Ad elevate velocità, oltre 24 m/s, l'aerogeneratore si arresta per motivi di sicurezza.

Il sistema di protezione contro le scariche atmosferiche è progettato in accordo con la IEC 61400-24- "Lightning Protection of Wind Turbine Generators" Livello 1. Due configurazioni sono disponibili sul mercato per quanto riguarda la torre: tubolare in acciaio o ibrida in cemento. Nel primo caso, le sezioni che la costituiscono sono in acciaio ed unite a flangia. Nel secondo, invece, le torri si compongono di una parte inferiore in cemento, un pezzo di transizione ed una porzione tubolare in acciaio. Il sistema ed i singoli componenti sono monitorati e gestiti da remoto tramite sistema di controllo automatizzato che riceve dati da una rete in fibra ottica. L'aerogeneratore rispetta i requisiti richiesti dalla normativa vigente europea sia in termini strutturali che elettrici.

Si riportano di seguito i grafici con le viste prospettive frontali e laterali così come le specifiche tecniche dell'aerogeneratore di progetto.

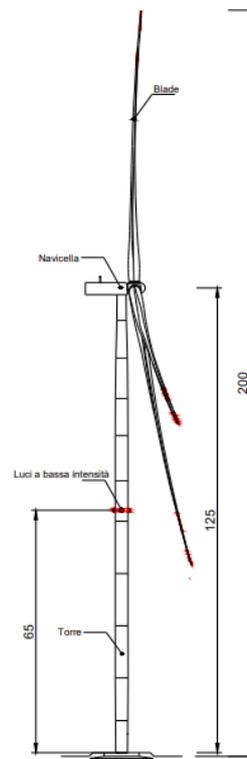
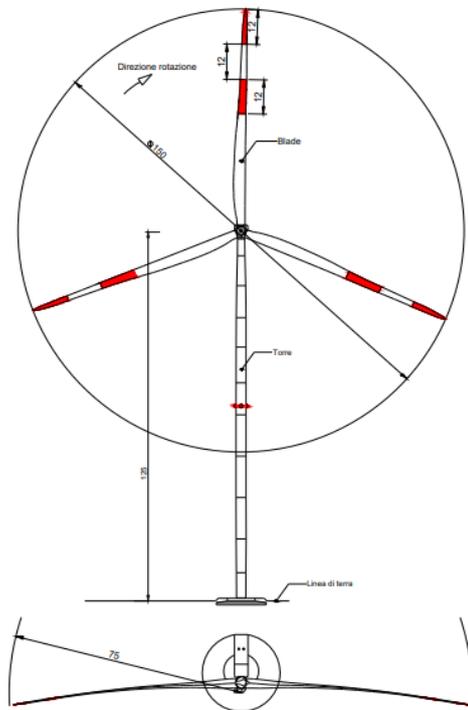


Figura 1: Viste prospettive frontali e laterali dell'aerogeneratore di progetto

Rotor	V150	V162	Gearbox	
Diameter	150 m	162 m	Type	2 Planetary stages
Swept Area	17671 m ²	20612 m ²	Gear House Material	Cast
Speed, Dynamic Operation Range	4.9 - 12.6 rpm	4.3 - 12.1 rpm	Lubrication System	Pressure oil lubrication
Rotational Direction	Clockwise (front view)		Total Gear Oil Volume	800-1000 L
Orientation	Upwind		Oil Cleanliness Codes	ISO 4406-/15/12
Tilt	6°		Yaw System	
Hub Coning	6°		Type	Plain bearing system
No. of Blades	3		Material	Forged yaw ring heat-treated. Plain bearings PETP
Aerodynamic Brakes	Full feathering		Yaw gear type	Multiple stages planetary gear
Blades	V150	V162	Yawing Speed (50 Hz)	Approx. 0.4°/sec.
Blade Length	73.65 m	79.35 m	Yawing Speed (60 Hz)	Approx. 0.5°/sec.
Maximum Chord	4.2 m	4.3 m	Towers	
Chord at 90% blade radius	1.4 m	1.68 m	Type	Tubular steel towers Larger diameter steel towers Concrete Hybrid Towers
Type Description	Structural airfoil shell		Hydraulic System	
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)		Main Pump	Redundant internal-gear oil pumps
Blade Connection	Steel roots inserted		Pressure	Max. 260 bar
Airfoils	High-lift profile		Filtration	3 µm (absolute) 40 µm in line
Pitch System				
Type	Hydraulic			
Number	1 cylinder per blade			
Range	-5° to 95°			

Figura 2: Specifiche tecniche dell'aerogeneratore di progetto

4. OPERE EDILI

4.1. FONDAZIONI

Le fondazioni di ciascun aerogeneratore sono costituite da una posa di calcestruzzo a base circolare di diametro di circa 26 m, e profonda complessivamente 3,9 m dal piano di campagna, con 14 pali di fondazione del diametro di 1 m e lunghezza pari a 25 m. Si specifica che in fase esecutiva le misure ed il numero di pali potrebbero subire delle variazioni sulla base dei risultati delle indagini geotecniche che verranno condotte sul sito in quella sede.

Il sistema fondale deve assicurare il sostegno alle sollecitazioni degli elementi in elevazione. Pertanto, le sollecitazioni saranno valutate sulla base delle indagini geotecniche dei suoli e in conformità con la normativa sulle costruzioni vigente.

Nell'elaborato FLS-CLD-CPS-Calcoli preliminari sulle strutture presente tra gli allegati del progetto sono definiti i criteri per la definizione dei calcoli preliminari volti al dimensionamento di massima della fondazione. In questo caso gli scavi necessari riguarderanno principalmente scavi del tipo a sbancamento e pertanto coinvolgeranno l'utilizzo di idonei mezzi meccanici.

I materiali di risulta provenienti da tali scavi, qualora ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere reimpiegati in sito. Tuttavia, laddove fosse accertata la presenza di materiali inquinanti, il terreno escavato dovrà essere smaltito presso una discarica autorizzata.

La struttura di fondazione si configura come un sistema di tipo indiretto, composto da un elemento monolitico generalmente di forma tronco conica. Per il plinto si prevede l'utilizzo di calcestruzzo armato ed armatura formate da barre in acciaio ad aderenza migliorata. Il calcestruzzo per le strutture armate dovrà garantire un'elevata durabilità delle opere nei confronti delle azioni aggressive esterne. Le cassetture per i getti saranno poste in opera piane, curve o comunque sagomate, realizzate in legname in qualunque posizione in accordo con la Direzione Lavori, comprese le armature di sostegno. Un dispersore di terra, al fine della messa a terra del singolo aerogeneratore per garantire la protezione contro i contatti indiretti in bt e MT, sarà installato per ciascun aerogeneratore. Il dispersore sarà costituito da un doppio anello in corda di rame nuda da 70 mm² direttamente interrato: il primo verrà posato lungo il perimetro del plinto di fondazione, il secondo all'interno dello stesso. I due anelli dovranno essere collegati mediante quattro collegamenti radiali. Nel passaggio della corda di rame nuda lungo i ferri di fondazione della platea e dei pali saranno realizzati vari collegamenti tra i due in modo che i ferri di fondazione possano costituire un dispersore di fatto e quindi contribuire in modo importante alla dispersione della corrente di guasto. Il dispersore così realizzato sarà quindi collegato al collettore di terra da realizzarsi all'interno dell'aerogeneratore a livello della fondazione medesima. Il collegamento avverrà mediante una doppia corda in rame nudo da 70 mm². A questo collettore saranno collegati gli impianti di terra dell'aerogeneratore necessari per il collegamento a terra di tutte le apparecchiature elettriche dello stesso. Gli impianti di terra

dovranno essere realizzati in conformità alle Norme CEI 99-2 e CEI 99-3 per la parte MT e CEI 64-8 per la parte bt. Inoltre, nella realizzazione degli impianti di terra si rispetteranno le prescrizioni della norma CEI 103-6 ai fini del contenimento delle interferenze elettromagnetiche.

4.2. PIAZZOLE

Il montaggio dell'aerogeneratore richiede la predisposizione di aree di dimensioni e caratteristiche opportune, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine (elementi della torre, pale, navicella, mozzo, etc,) che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi. In corrispondenza della zona di collocazione della turbina si realizza una piazzola provvisoria, disposta in piano e con superficie in misto granulare, quale base di appoggio per le sezioni della torre, la navicella, il mozzo e l'ogiva. Lungo un lato della piazzola, su un'area idonea, si prevede un'area stoccaggio blade, in seguito calettate sul mozzo mediante una idonea gru, con cui si provvede anche al montaggio dell'ogiva. Il montaggio dell'aerogeneratore (cioè, in successione, degli elementi della torre, della navicella e del rotore) avviene per mezzo di una gru tralicciata, precedentemente assemblata sul posto; si ritiene pertanto necessario realizzare uno spazio idoneo per il deposito degli elementi del braccio della gru tralicciata. Parallelamente a questo spazio si prevede una pista per il transito dei mezzi ausiliari al deposito e montaggio della gru, che si prevede coincidente per quanto possibile con la parte terminale della strada di accesso alla piazzola al fine di limitare al massimo le aree occupate durante i lavori. La configurazione scelta sarà del tipo Just in Time parziale e la superficie occupata dalla singola piazzola sarà pari a circa 4800 mq.

A valle del montaggio dell'aerogeneratore, tutte le aree adoperate temporaneamente per le operazioni in fase di cantiere verranno ripristinate, tornando così all'uso originario, e la piazzola verrà ridotta per la fase di esercizio dell'impianto, affinché sia possibile lo stazionamento di una eventuale autogru da utilizzarsi per lavori di manutenzione. In fase di esercizio, quindi, la superficie finale occupata dalla singola piazzola sarà di circa 1405 mq.

La Figura 3 fornisce una rappresentazione grafica della piazzola di montaggio in fase di montaggio ed in fase di esercizio (in verde).

di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori. A tal fine le strade dovranno essere realizzate con sezione a pendenza trasversale con inclinazione pari a circa il 2%.

4.4. RIPRISTINI

A valle del montaggio dell'aerogeneratore, tutte le aree adoperate per le operazioni verranno ripristinate, tornando così all'uso originario, e la piazzola verrà ridotta per la fase di esercizio dell'impianto ad una superficie di circa 1405 mq per consentire lo stazionamento di una eventuale autogru da utilizzarsi per lavori di manutenzione. Le aree esterne alla piazzola definitiva, occupate temporaneamente per la fase di cantiere, verranno ripristinate alle condizioni iniziali.

5. OPERE ELETTRICHE

Le opere elettriche necessarie a convogliare l'energia prodotta dagli aerogeneratori di progetto e immettere la stessa nella RTN sono sintetizzate di seguito:

- Realizzazione di cavidotti a 30 kV interrati per il collegamento tra gli aerogeneratori, tra questi e la cabina di raccolta e tra la cabina di raccolta e la stazione di trasformazione utente 30/132 kV, ricadenti nei Comuni Caldarola e Camerino (MC);
- Realizzazione di una stazione di trasformazione 30/132 kV condivisa con sbarra AT comune alla quale si allacciano gli stalli di altri produttori. Essa è suddivisa in n. 2 aree indipendenti, ciascuna con il proprio stallo MT/AT di trasformazione ed edificio quadri, ricadente nel comune di Camerino (MC) in località "Arcofiato";
- Realizzazione di un cavidotto interrato in AT a 132 kV, condiviso, per la connessione tra la suddetta stazione di trasformazione 30/132 kV e la nuova Stazione di Smistamento (SE) della RTN a 132 kV, da realizzare nel Comune di Camerino (MC), in località "Arcofiato";
- Realizzazione di una Stazione di Smistamento (SE) della RTN a 132 kV da collegare in doppio entra esci con le linee elettriche aeree "Valcimarra-Camerino" e "Valcimarra-Cappuccini", previa realizzazione:
 - degli interventi previsti nell'area di cui al Piano di Sviluppo di Terna (421-P);
 - potenziamento/rifacimento dell'elettrodotto 132 kV "Valcimarra - Camerino";
 - potenziamento/rifacimento dell'elettrodotto 132 kV "Valcimarra - Cappuccini".

6. CAVIDOTTI IN MT-30KV

6.1. CARATTERISTICHE DEI CAVI IN MT

Gli aerogeneratori del parco eolico saranno suddivisi in n.4 gruppi in ciascuno dei quali le macchine verranno collegate elettricamente tra di loro mediante cavidotti in MT interrati a 30 kV ed infine alla cabina di raccolta. I cavi MT per posa interrata si possono suddividere in tre categorie: unipolari, tripolari a elica visibile (a campo radiale), tripolari cinturati (a campo non radiale).

I cavi in MT cui si prevede l'utilizzo nell'impianto saranno del tipo:

- ARP1H5(AR)EX, cordati tripolari ad elica visibile per sezioni calcolate comprese tra 95 fino a 240 mmq, direttamente interrati nello scavo con protezione meccanica in materiale polimerico (air bag);
- ARP1H5(AR)E unipolari e disposti a trifoglio, aventi sezioni nominali pari a 400 mmq e 500 mmq, del tipo air bag.

Di seguito le caratteristiche costruttive e tecniche delle due tipologie di cavo adottate nella progettazione:

Cavo ARP1H5(AR)EX:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION ARP1H5(AR)EX P-Laser AIR BAG™ CABLE SYSTEM	
Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV <i>Triplex 12/20 kV and 18/30 kV</i>	
Norma di riferimento HD 620/IEC 60502-2	Standard HD 620/IEC 60502-2
Descrizione del cavo Anima Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio Semiconduttivo interno Mescola estrusa Isolante Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE) Semiconduttivo esterno Mescola estrusa Rivestimento protettivo Nastro semiconduttore igroespandente Schermatura Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km) Protezione meccanica Materiale Polimerico (Air Bag) Guaina Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)	Cable design Core <i>Compact stranded aluminium conductor</i> Inner semi-conducting layer <i>Extruded compound</i> Insulation <i>Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)</i> Outer semi-conducting layer <i>Extruded compound</i> Protective layer <i>Semiconductive watertight tape</i> Screen <i>Aluminium tape longitudinally applied</i> (Rmax 3Ω/Km) Mechanical protection <i>Polymeric material (Air Bag)</i> Sheath <i>Polyethylene: red colour (DMP 2 type)</i>

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria	posa interrata $\rho=1\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$	posa interrata $\rho=2\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation	underground installation $\rho=1\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$	underground installation $\rho=2\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	(A)	(A)	(A)
50	8,2	24,8	38	3180	800	50	194	173	133
70	9,7	25,1	38	3340	800	70	240	212	163
95	11,4	26,0	39	3610	820	95	293	254	195
120	12,9	26,9	40	3900	840	120	338	290	223
150	14,0	27,6	41	4180	870	150	382	325	250
185	15,8	29,0	42	4620	890	185	439	369	283
240	18,2	31,4	45	5380	950	240	519	429	325
300	20,8	34,6	49	6500	1030	300	599	486	373

Figura 4: Sezione tipo del cavo in MT – 30 kV - ARP1H5(AR)EX

Cavo ARP1H5(AR)E:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

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

<p>Norma di riferimento HD 620/IEC 60502-2</p> <p>Descrizione del cavo Anima Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio Semiconduttivo interno Mescola estrusa Isolante Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE) Semiconduttivo esterno Mescola estrusa Rivestimento protettivo Nastro semiconduttore igroespandente Schermatura Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km) Protezione meccanica Materiale Polimerico (Air Bag) Guaina Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)</p>	<p>Standard HD 620/IEC 60502-2</p> <p>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 (Rmax 3Ω/Km) Mechanical protection Polymeric material (Air Bag) Sheath Polyethylene: red colour (DMP 2 type)</p>
---	--

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	underground installation trefoil p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	(A)	(A)	(A)
50	8,2	24,8	38	1060	540	50	195	173	129
70	9,7	25,1	38	1110	550	70	242	212	158
95	11,4	26,0	39	1200	560	95	293	254	190
120	12,9	26,9	40	1300	580	120	339	290	217
150	14,0	27,6	41	1390	580	150	382	324	242
185	15,8	29,0	42	1540	610	185	439	368	275
240	18,2	31,4	45	1790	630	240	519	428	320
300	20,8	34,6	49	2160	690	300	599	486	363
400	23,8	37,8	53	2570	750	400	700	557	416
500	26,7	40,9	56	3020	790	500	812	636	475
630	30,5	45,5	61	3640	860	630	943	725	541

Figura 5: Sezione tipo del cavo in MT – 30 kV - ARP1H5(AR)E

Questi tipi di cavi possiedono un sistema di protezione situato al di sotto della guaina esterna, che garantisce una elevata protezione meccanica, assorbendo gli urti e riducendo il rischio di deformazioni o danneggiamenti degli strati sensibili sottostanti, come l'isolante o lo schermo metallico. Questo sistema "air-bag" fa sì che il cavo possa essere posato direttamente nel terreno senza l'utilizzo di una protezione meccanica esterna.

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di cavi elettrici. Tale sostituzione avverrà con componenti di pari prestazioni.

6.2. MODALITÀ DI POSA

Tutti i cavi in MT saranno interrati alla profondità di circa 1,20 m dal piano di campagna, all'interno di uno strato di materiale sabbioso, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar', con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo della trincea, a distanza minima di 20 cm dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche per trasmissione dati. Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con nastro monitore per indicare la presenza negli eventuali scavi e con l'infissione periodica (ogni 50-100 metri circa) di cartelli metallici, esternamente lungo il percorso del cavidotto, indicanti l'esistenza dei cavi in MT. Tali cartelli potranno essere eventualmente sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (profondità di posa, tensione di esercizio).

Le larghezze minime delle sezioni di scavo riferite al seguente progetto avranno le dimensioni riportate nel seguito:

- 60 cm nel caso di posa di n.1 e n.2 terne;
- 70 cm nel caso di posa di n.3 terne;
- 90 cm per la posa di n.4 terne.

Qualora si volessero disporre i cavi su più strati sarà necessario realizzare uno scavo di profondità minima pari a 1,50 m, riducendone la larghezza a parità di cavi disposti orizzontalmente. La posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.

6.3. GIUNZIONI DEI CAVI MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce "giunzione" una connessione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti e dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

6.4. TERMINAZIONI E ATTESTAZIONI DEI CAVI MT

Tutti i cavi MT posati negli scavi dovranno essere terminati da entrambe le estremità. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono "terminazioni" e "attestazioni" la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta a identificare: appaltatore, esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T). La maggior parte dei cavi per l'impianto di media tensione a 30 kV saranno in alluminio, di tipo unipolare, schermati e armati. Oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo in uno dei seguenti modi:

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

6.5. POZZETTI

Al fine di facilitare la posa dei cavi di potenza, nei tratti rettilinei si installeranno alcuni pozzetti ispezionabili, ad una distanza di circa 200-300 m. Questa distanza potrebbe variare ragionevolmente, in funzione delle derivazioni e dei cambiamenti di direzione. Le dimensioni di questi pozzetti dipenderanno dal numero dei cavi nello scavo e saranno progettati per garantire il corretto abbinamento del riquadro e nel chiusino. La profondità del singolo pozzetto sarà di almeno 120 cm, e le dimensioni interne minime saranno di 50x50 cm.

6.6. FIBRA OTTICA

Sarà previsto un collegamento in cavo fibra ottica tra la C.R. e la SU alloggiato nello stesso scavo del cavidotto in MT, all'interno di un tritubo. Le caratteristiche dei collegamenti in fibra ottica devono rispondere ai seguenti criteri per le linee interrate:

- utilizzo di cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alle caratteristiche previste dalla norma ITU-T/G.652, tabella di unificazione E-Distribuzione DCFO02 (sigla TOS4 24 4(6SMR) T/EKE avente matricola E-DISTRIBUZIONE 359051 e unificazione DC4677) e comprensiva di certificati di collaudo. Il cavo in fibra ottica deve essere posato in canalizzazione realizzata sul tracciato del cavo elettrico mediante l'impiego di tritubo in PEHD (generalmente con Ø 50 mm, Tabella E-Distribuzione DY FO 03) e, dove necessario, di pozzetti in cls per consentire il tiro ed il cambio di direzione del cavo e l'alloggiamento dei giunti e della ricchezza di scorta del cavo. Le giunzioni interrate sul cavo in fibra ottica devono essere conformi alla specifica DM3301.

Agli estremi dei collegamenti, le singole fibre costituenti i cavi di connessione ottica saranno attestate mediante idonei connettori in mini-armadi di terminazione da parete aventi grado di protezione minimo IP55 e dimensioni LxHxD rispettivamente non superiori a 230x400x130 mm. I connettori da utilizzare per collegare le singole fibre ottiche ad apparati di trasmissione o di misura dovranno essere di tipo SC-PC (DM-3300).

7. CABINA DI RACCOLTA

Per l'impianto in oggetto sarà installata una cabina elettrica di raccolta (CR) nel territorio comunale di Caldarola (MC), le cui coordinate geografiche UTM-WGS 84 sono: lat: 4775295.21 N; long: 350711.02 E. Il manufatto sarà realizzato con elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato o a struttura monoblocco, tali da garantire pareti interne lisce senza nervature ed una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali. Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box deve essere additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità. Il box realizzato deve assicurare verso l'esterno un grado di protezione IP 33 Norme CEI EN 60529. La struttura sarà adibita all'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche in BT e MT, complete di organi di manovra e sezionamento, trasformatore, gruppo elettrogeno, apparecchiature per il telecontrollo, automazione e telegestione, e contatori di misura. I quadri elettrici saranno posizionati su un supporto di acciaio utilizzando i supporti distanziatori unificati DS 3055. La planimetria e le sezioni della cabina e il relativo schema unifilare di connessione con la SU, sono riportati negli elaborati tecnici allegati al seguente progetto, FLS-CLD-IE.05 e FLS-CLD-IE.02. Inoltre:

- le aperture devono garantire un grado di protezione IP 33 e una adeguata ventilazione a circolazione naturale di aria;
- le tubazioni di ingresso dei cavi devono essere sigillate onde impedire la propagazione o l'infiltrazione di fluidi liquidi e gassosi;
- la struttura deve essere adeguatamente impermeabilizzata, al fine di evitare allagamenti ed infiltrazioni di acqua.

La CR di dimensioni minime pari a circa 20,0x3,5x2,7 m sarà suddivisa in n.2 locali: locale quadri MT e locale trafo aux e quadri BT. Nel primo locale di dimensioni di circa 16,0x3,5x2,7 m verranno installati i seguenti scomparti:

- n.4 scomparti di protezione linee in arrivo dai gruppi di aerogeneratori muniti di interruttore e sezionatore di linea, sia isolati in aria che in SF6, isolatori capacitivi e lampade a presenza di tensione (sia lato cavi che lato sbarre), tensione d'isolamento massima pari a 36 kV. Tali dispositivi assicurano il sezionamento dei cavi elettrici in caso di guasto o manutenzione, comandati da sistemi di protezione.

- cella di misura;
- cella contenente il DDI che assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, comandato dalla protezione d'interfaccia;
- cella di protezione TV per misure;
- cella trasformatore MT/BT servizi aux: sez. tripolare/terna di fusibili/sez. tripolare;
- cella contenente il Dispositivo Generale o DG che assicura la separazione dell'intero impianto dalla rete, comandato dalla protezione generale;
- n.4 celle di protezione delle linee in uscita, munite di sezionatori in aria di tipo rotativo con telaio a cassetto o con isolamento in SF6 ed involucro in acciaio inox, sarà completo di interblocco con il sezionatore di terra, di blocco a chiave e di contatti di segnalazione o da interruttori tripolari con sezionatori.

Nel secondo locale invece, di dimensioni pari a circa 4,0x3,5x2,7 m saranno ubicati un eventuale gruppo elettrogeno, i quadri in BT ed il trasformatore BT/MT in resina per l'alimentazione dei servizi ausiliari, avente una potenza nominale di 100 (o 50) kVA, le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella figura seguente.

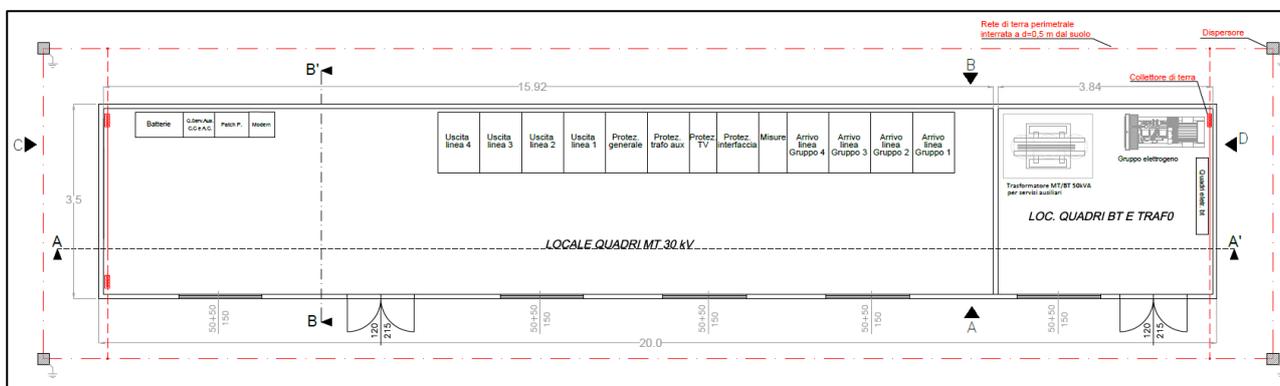


Figura 6: Pianta della cabina di raccolta CR

8. STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT

Verrà realizzata una nuova stazione utente di trasformazione MT/AT 30/132 kV condivisa con altri produttori, ciascuno avente un proprio stallo in AT collegato in parallelo alla sbarra comune, condividendo uno stallo in uscita ed il cavo in AT interrato per la connessione alla nuova stazione di smistamento della RTN, SE. La nuova stazione utente condivisa sarà ubicata nel Comune di Camerino (MC) in località "Arcofiato", su un terreno adiacente la nuova SE, nel Foglio 63 e Particella 49. In particolare la SEU interesserà un'area totale di circa 3.085 mq. La posizione è stata individuata tenendo conto delle esigenze tecniche, economiche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza delle connessioni con la Stazione SE, le quali saranno realizzate mediante cavo interrato in AT a 132 kV. Nella tavola allegata FLS-CLD-IE.07 sono riportate sia la planimetria elettromeccanica che le sezioni della stazione utente MT/AT con i relativi raccordi e lo stallo dedicato all'interno della Stazione RTN. Di seguito sono riportati i componenti elettrici che compongono lo stallo della stazione utente di trasformazione relativa allo stallo del parco eolico in progetto:

- N°1 montante di linea/trasformazione MT/AT, 30/132 KV composto dai seguenti dispositivi elettrici:
 - *N° 1 trasformatore trifase di potenza pari a circa 60/80 MVA, 132/30 kV, ONAN/ONAF, gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT (132 ±10x1,25%/30 kV), con cassetto di contenimento cavi MT e dimensioni circa: 6.8x4.6x5.5 m;*
 - *N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco;170 kV completi di conta scariche, installati sia a protezione del trasformatore*
 - *N° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi TVI per esterno, con rapporto 132000: √3 - 100: √3 V, 10 VA cl. 0.2;*
 - *N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA-5P20, 20 VA-5P20;*
 - *N° 1 interruttore tripolare, 170 kV;*
 - *N° 1 sezionatore tripolare orizzontale 170 kV;*
- N° 1 stallo di parallelo condiviso con altri produttori;
- N° 1 sbarra di parallelo AT con stallo di uscita condiviso.

Lo stallo di parallelo condiviso sarà così composto:

- *N° 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi TVC per esterno collegati sulle sbarre di parallelo, con rapporto 150000: √3 - 100: √3 - 100: √3 - 100:3 V, 50 VA-CI.0.5, 50 VA-CI.0.5, 50 VA-3P;*
- *N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA-5P20, 20 VA-5P20;*
- *N°1 interruttore tripolare, 170 kV;*

- N° 1 sezionatore tripolare 170 kV;
- N° 1 terna di trasformatori di tensione, 170 kV
- N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco, 170 kV completi di conta scariche;
- N°1 terna di terminali cavo 170 kV.

8.1. TRASFORMATORE MT/AT 30/132 KV

All'interno della SU è prevista la presenza di un trasformatore trifase di potenza pari a circa 60/80 MVA, 132/30 kV, ONAN/ONAF, gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT ($132 \pm 10 \times 1,25\% / 30$ kV), con cassetto di contenimento cavi MT e dimensioni circa: 6.8x4.6x5.5 m.

Di seguito le caratteristiche costruttive del trasformatore:

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| • Tipo | immerso in olio |
| • Tipo di servizio | continuo |
| • Raffreddamento | ONAN/ONAF |
| • Potenza nominale | 60/80 MVA |
| • Temperatura ambiente | 40 °C |
| • Classe di isolamento | A |
| • Tensioni a vuoto | |
| - Primario | 132kV $\pm 10 \times 1,25\%$ |
| - Secondario | 30 kV |
| • Frequenza | 50 Hz |
| • Connessione | Stella + n/triangolo |
| • Gruppo di connessione | YNd11 |

8.2. SERVIZI AUSILIARI

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata, composti dalle utenze della stazione per le quali sarà necessario garantire il funzionamento normale, avverrà tramite un trasformatore ausiliario. Sarebbe opportuno prevedere una seconda alimentazione (di emergenza), tramite un gruppo elettrogeno per l'alimentazione delle utenze principali compresa l'illuminazione dell'area.

L'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua (110 V) deve avere un campo di variazione compreso tra +10% -15%. Lo schema di alimentazione dei servizi ausiliari in c.c. sarà composto da un complesso raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato in modo tale da poter alimentare l'intero carico dell'impianto. Il raddrizzatore dovrà essere dimensionato per erogare la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia

di mantenimento che di carica), quest' ultima deve essere in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di almeno 12 ore.

8.3. GRUPPO ELETTROGENO

E' prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno (GE) per l'alimentazione di emergenza inserito sulla sbarra principale del quadro BT in c.a. in caso di mancanza dell'alimentazione principale, avente una potenza minima di 15 kW. Il GE sarà inserito in modo automatico tramite l'automatismo alloggiato all'interno dell'apposito quadro a seguito dello stesso GE.

8.4. CONTATORE DI ENERGIA ELETTRICA

All'interno del locale misure deve essere installato in un apposito pannello a parete in poliestere, un dispositivo di misura per la misura fiscale e commerciale dell'energia elettrica prodotta e/o assorbita dall'impianto di produzione nel punto di scambio AT, che deve essere composto da:

- un contatore bidirezionale di energia attiva (classe 0,2s) e reattiva (classe 0,5s);
- un modem GSM con antenna dual band per l'installazione all'esterno;
- software per l'interfacciamento e la tele lettura del contatore da remoto;
- morsettiere di prova per i circuiti voltmetrici e amperometrici in esecuzione sigillabile.

Il complesso misura (contatore, TA e TV) saranno provvisti di relativa certificazione di verifica e taratura per uso Terna/UTF.

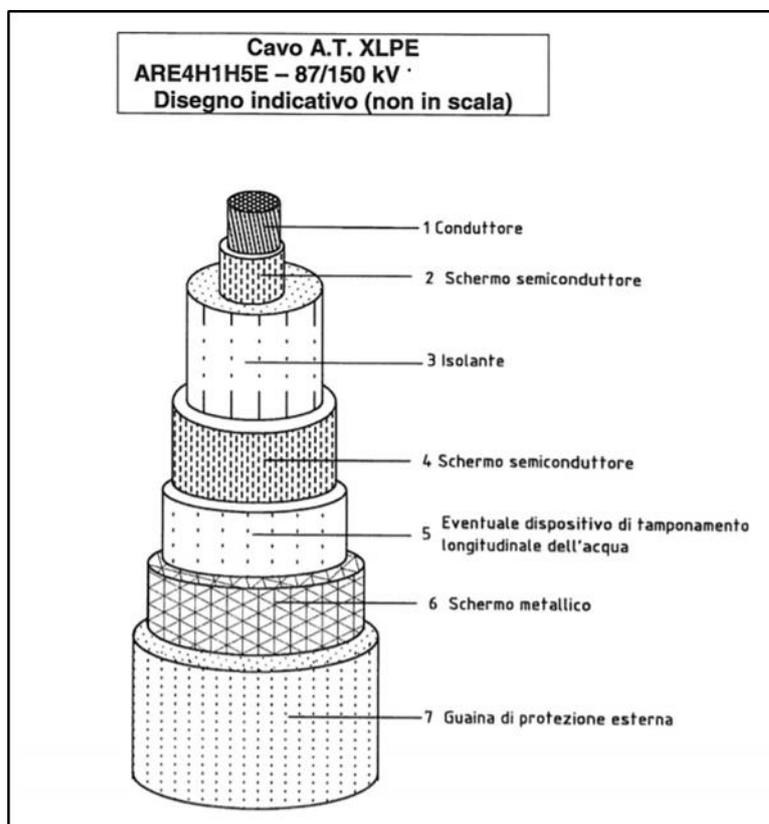
9. ELETTRODOTTO IN CAVO IN AT-132 KV

La connessione tra la SU e la SE di Terna sarà realizzato tramite cavidotto interrato, con cavo avente una sezione nominale pari a 1600 mmq, alla tensione nominale di 132 kV, per una lunghezza di circa 230 m.

Il cavo che si prevede di utilizzare per la connessione della stazione utente di trasformazione allo stallo nella SE è del tipo ARE4H1H5E (o similari) unipolare conforme alle specifiche IEC e CENELEC, i cui cavi unipolari verranno posati in orizzontale nello scavo, opportunamente distanziati tra di loro. Ciascun cavo d'energia sarà formato da:

- un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa calcolata pari a 1600 mm²;
- schermo semiconduttivo sul conduttore;
- isolamento in polietilene reticolato (XLPE);
- schermo semiconduttivo sull'isolamento;
- nastri in materiale igroespandente;
- schermo metallico in rame;
- foglio metallico in alluminio o rame;

- rivestimento in polietene con grafitatura esterna (PE).



Nominal section area mm ²	Laying conditions : Trefoil formation				Laying conditions : Flat formation				Nominal section area mm ²		
	Earthing conditions induced current in the metallic screen	Direct burial		In air, in gallery		Earthing conditions induced current in the metallic screen	Direct burial			In air, in gallery	
		$\rho_T = 1,0$ T = 20°C	$\rho_T = 1,2$ T = 30°C	T = 30°C	T = 50°C		$\rho_T = 1,0$ T = 20°C	$\rho_T = 1,2$ T = 30°C		T = 30°C	T = 50°C
		$\rho_T \text{ en K.m/W}$				$\rho_T \text{ en K.m/W}$					
400 R	With circulating currents	515	445	665	530	555	480	755	605	400 R	
500 R		580	500	765	610	635	550	880	705	500 R	
630 R		690	595	920	730	730	630	1 035	830	630 R	
800 R	Without circulating current	780	670	1065	845	835	715	1225	980	800 R	
1000 R		865	745	1 195	950	930	800	1 375	1 100	1000 R	
1200 R		935	800	1 300	1 035	1 010	865	1 515	1 210	1200 S	
1600 S		1 130	970	1 630	1 295	1 225	1 050	1 895	1 515	1600 S	
2000 S		1 255	1 075	1 845	1 460	1 375	1 175	2 170	1 735	2000 S	

Figura 7: Scheda tecnica del cavo in AT a 132 Kv

9.1. MODALITÀ DI POSA

Il cavo sarà interrato ed installato normalmente in una trincea della profondità minima di 1,6 m, con disposizione delle fasi in orizzontale sullo stesso piano e distanziate tra di loro di due diametri di lunghezza. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un

cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni. Qualora ci siano degli attraversamenti delle opere interferenti, saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17. Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scatolari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o di perforazione mediante sistema Microtunneling.

10. STAZIONE DI SMISTAMENTO E OPERE DI RETE

Come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale di Terna SpA, è necessario realizzare una SE di smistamento a 132 kV e le relative opere di connessione alle linee aeree esistenti. La nuova SE di Smistamento-132 kV verrà realizzata all'interno del territorio comunale di Camerino (MC), in località "Arcofiato", sulla Particella 49 del Foglio 63 del comune di Camerino.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici delle opere di rete allegati al seguente progetto e nello specifico alle relazioni: "FLS-CLD-LAT-LR01- Relazione tecnica illustrativa elettrodotti 132 kV" e "FLS-CLD-LAT-GR01-Relazione tecnica generale", che descrive la planimetria elettromeccanica della nuova SE di smistamento.

11. IMPIANTO DI ACCUMULO O BESS

L'impianto di accumulo verrà realizzato in un'area all'interno del comune di Camerino (MC), adiacente la stazione elettrica di trasformazione MT/AT (SU), a cui verrà connessa in MT e con la quale condividerà lo stallo di trasformazione MT/AT 30/132 kV con l'impianto eolico in progetto.

Il sistema di accumulo in oggetto impiegherà celle elettrochimiche assemblate in moduli e racks e posizionati dentro appositi container metallici denominati Battery Container o BC. Le singole celle saranno collegate elettricamente tra di loro in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, verranno collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Le batterie del sistema di accumulo potranno essere ricaricate direttamente dall' impianto eolico oppure dalla rete elettrica.

Il sistema di accumulo BESS sarà composto dai seguenti principali elementi principali:

- n°14 Battery Container (BC), ognuno costituito da un banco batterie della potenza nominale di 1.428,6 kW da 5.760,0 MWh, per un'energia massima fornita pari a 80,64 MWh;
- n°7 Cabine di trasformazione-inverter o PCS ciascuna con potenza nominale di circa 3,450 MVA, composta da n.1 inverter, un trasformatore BT/MT 0,8/30, quadri BT ed MT;
- n°1 Auxiliary Container;
- n°1 Cabina di Raccolta Storage (CRS).

Dal punto di vista elettrico, il BESS sarà suddiviso in n.2 sottocampi:

- il primo, composto da n.8 BC che verranno connessi in coppia con la rispettiva PCS, le cui n.4 unità, saranno collegate tra di loro mediante cavidotti interrati in MT a 30 kV opportunamente dimensionati ed infine con la cabina di raccolta storage;
- il secondo, costituito da n.6 BC collegati a coppia con la rispettiva PCS. Tutte le n.3 unità PCS verranno connesse tra di loro attraverso cavidotti interrati in MT a 30 kV opportunamente dimensionati ed infine con la cabina di raccolta storage.

Dalla CRS partirà una linea in cavidotto interrato a 30 kV sulla quale verrà trasportata l'energia elettrica dal sistema di accumulo verso i quadri MT (ubicati nella cabina quadri della SU) in fase di scarica delle batterie e viceversa, dai quadri MT verso l'impianto BESS, in fase di ricarica.

11.1. VANTAGGI DEL BESS

I sistemi di accumulo possono offrire dei servizi molto diversi dipendendo dalle richieste e dalle esigenze delle diverse applicazioni. Alcuni servizi richiedono un'erogazione di potenza molto elevata in tempi brevi (secondi o qualche minuto), mentre altri richiedono un'erogazioni di energia durante ore. La velocità di risposta può variare molto Di seguito si riportano le principali applicazioni dei sistemi di accumulo:

Time-Shift energetico

Per time-shift di energia si intende lo spostamento dell'energia nel tempo, in quanto il sistema di accumulo può assorbire energia in fase di carica e rilasciare la stessa in un periodo differente durante la fase di scarica. Tale spostamento viene incentivato dai prezzi dell'energia i quali fluttuano durante il giorno. Per cui, lo storage può sfruttare la differenza di prezzo, caricando durante le ore di basso prezzo e scaricando durante le ore

in cui il prezzo è alto. Inoltre, il time shift, può aiutare allo spianamento del prezzo durante i picchi di domanda elettrica (peak shaving).

Servizi di supporto alle congestioni di rete

I sistemi di accumulo possono offrire dei servizi alla rete quanto si produce una congestione della stessa in periodo di una elevata produzione, ad esempio da fonti rinnovabili in zone dove la domanda è bassa o dove la rete è debole. Il sistema di accumulo evita la congestione sulle linee elettriche e permette di differire nel tempo l'investimento nell'ampliamento della rete.

Controllo della frequenza

I sistemi di accumulo a batteria possono regolare la frequenza nella rete, assicurandosi che il suo valore rientri nell'intervallo richiesto. Se la quantità di potenza generata non è d'accordo con la domanda di elettricità effettiva, la frequenza può superare o scendere al di sotto del suo valore nominale. Tali discrepanze possono causare disconnessioni temporanee, interruzioni di corrente o blackout. I BESS possono reagire immediatamente alle interruzioni di corrente, fornendo una risposta in frequenza inferiore al secondo e stabilizzare la rete. Allo stesso modo, un BESS può garantire la stabilità della tensione, mantenendo il suo livello all'interno dell'intervallo specificato.

Inoltre alla regolazione della frequenza primaria, il sistema di accumulo può ristabilire la frequenza al valore nominale attraverso il sistema di Regolazione Secondaria. Tale servizio è remunerato nel Mercato Servizio Dispacciamento.

Finalmente, il sistema di accumulo può dare servizi nella Regolazione Terziaria, la quale avviene dopo la Regolazione Primaria e Secondaria.

Servizi di Riserva

I sistemi di accumulo possono essere integrati come riserva del sistema elettrico da utilizzare per il soddisfacimento del fabbisogno di riserva del sistema elettrico diventando una risorsa molto efficiente per i servizi di riserva.

Supporto alla tensione

I sistemi di accumulo possono essere un supporto alla tensione nei vari punti della rete assicurando la sua stabilità. La tensione è controllata tramite la regolazione primaria e secondaria di tensione tramite le quali i generatori connessi supportano la tensione attraverso la riserva reattiva. I sistemi di accumulo distribuiti nella rete consentirebbero

di ottimizzare la regolazione della tensione in quanto eviterebbero il trasporto di potenza reattiva riducendo così le perdite nel sistema.

Funzionalità Black-Start

Un BESS può sostituire un generatore diesel o a gas naturale utilizzato dalle centrali elettriche per ripristinare la produzione di energia dopo i blackout sfruttando le sue capacità di black-start. In base allo stoccaggio della batteria, i sistemi di alimentazione possono riavviarsi dopo un arresto totale senza utilizzare reti elettriche esterne. Il rapido tempo di risposta di un BESS aiuta i sistemi a recuperare nel più breve tempo possibile.

Integrazione Energie Rinnovabili

Il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e sicurezza del sistema elettrico accelera l'evoluzione del sistema elettrico presentando nuove sfide come l'integrazione e gestione delle energie da fonte rinnovabili, l'efficienza energetica, la digitalizzazione delle reti e i sistemi di storage.

I sistemi di accumulo hanno un ruolo importante nella transizione energetica, in particolare nello sfruttamento della generazione da fonti rinnovabili. I sistemi di accumulo possono compensare le fluttuazioni della produzione intermittente degli impianti fotovoltaici e eolici, riducendo gli oneri di sbilanciamento e rendendo la programmabile i profili di produzione.

In particolare per gli impianti eolici il sistema di accumulo può evitare i tagli alla produzione durante i picchi di produzione dell'impianto durante i quali la rete non è in grado di assorbire l'intera potenza. Finalmente, il sistema di accumulo potrebbe permettere agli impianti eolici e fotovoltaici di fornire servizi di regolazione remunerati.

Per maggiori dettagli, si rimanda alla relazione "FLS-CLD-RTS-Relazione tecnica del sistema di accumulo" allegata al progetto definitivo.

12. PRESCRIZIONI TECNICHE

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

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

Dovrà pertanto procedere al posizionamento dei picchetti di tracciamento delle opere sopracitate o alla integrazione di quelli esistenti e ad indicare i limiti degli scavi, degli eventuali rilevati e l'ingombro delle piazzole nella fase di costruzione. Procederà quindi alla apertura della pista di accesso ed alla predisposizione delle aree alle successive lavorazioni mediante:

- ripulitura e disceppamento del terreno;
- allontanamento di eventuali massi erratici;
- regolarizzazione del terreno, al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici.

12.1. SCAVI

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L. I materiali provenienti dallo scavo ove non siano utilizzabili, previa analisi, dovranno essere portati a discarica a cura ed onere dell'Appaltatore. Risulteranno a carico dell'Appaltatore anche gli oneri per l'eventuale accatastamento in cantiere del materiale scavato prima del suo riutilizzo nella formazione di rilevati o di riempimenti. In ogni caso i materiali dovranno essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non dovranno risultare di intralcio ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque superficiali. La D.L. potrà far asportare, a cura e spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni. Quando lo scavo interessi sedi stradali, l'Appaltatore ha l'obbligo di garantire, a sua cura e spese, la viabilità provvisoria, pedonale e carrabile mediante idonee passerelle metalliche che dovranno essere rimosse solo a rinterro avvenuto.

12.1.1. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento si intendono gli scavi ubicati al di sopra del piano indicato nei disegni di progetto o da altro documento contrattuale come "piano di sbancamento".

In mancanza di tale esplicita indicazione il piano di sbancamento si intende coincidente con il piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro generale dello scavo ordinato. Sono inoltre da considerare "di sbancamento" gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, per l'esportazione dello strato vegetale e dei ceppi, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la bonifica di superfici piane od inclinate negli spessori già previsti in progetto e/o richiesti dalla D.L., anche se sottostanti il "piano di sbancamento" prima definito od a questo non strettamente correlabili, anche se eseguiti in fasi successive. La gradonatura dei piani di posa dei rilevati avrà una profondità media di 60 cm e sarà effettuata previo taglio dei cespugli e l'estirpazione delle ceppaie. Sono inoltre da considerarsi "di sbancamento" gli scavi da effettuare per l'apertura di nuove sedi stradali, per

l'allargamento e la riprofilatura, ove necessario al transito degli automezzi per il trasporto al sito delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti stradali. Gli scavi di sbancamento dovranno essere eseguiti con mezzi meccanici e rifiniti a mano, in modo tale da ottenere i piani e le sagome previsti dai disegni di progetto ovvero ordinati in loco dalla D.L.

12.1.2. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Per scavo a sezione obbligata si intendono tutti gli scavi per fondazioni, elettrodotti, fognature, drenaggi, gabbionate, ecc. Quando non diversamente richiesto dalla D.L., le pareti di detti scavi sono da prevedersi con inclinazione indicata nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Previo benessere da parte della D.L. e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, quando non diversamente possibile, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti verticali; in ogni caso l'APPALTATORE è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni di sicurezza, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

Sono da considerarsi scavi a sezione obbligata, anche quelli per la realizzazione di trincee drenanti o dei cavidotti che dovranno essere eseguiti, con mezzo meccanico, secondo le sezioni tipo di progetto. Anche in questo caso, nell'esecuzione dello scavo l'Appaltatore dovrà procedere conformemente a quanto disposto dal Piano di Sicurezza e di Coordinamento e alle indicazioni dei c.s., in modo da impedire franamenti, restando esso, oltreché responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nello scavo. Qualora in questi ultimi si riversasse acqua di qualsiasi natura, bisognerà provvedere al loro prosciugamento, a cura e spese dell'Appaltatore.

12.1.3. SCAVI PER CANALIZZAZIONE DI ACQUE DI RUSCELLAMENTO INCANALATO

Per scavi per canalizzazione di acque di ruscellamento incanalato si considerano tutte le operazioni atte all'eventuale rettifica, modellazione e correzione di elementi di deflusso, per l'insediamento ed ammorsamento di briglie, per l'appoggio delle mantellate, per l'alloggiamento delle canalizzazioni.

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

In particolare, deve essere posta molta accuratezza nel rispetto delle pendenze indicate nei disegni di progetto. Le attività suddette devono essere eseguite con idonea attrezzatura che permetta di minimizzare i danni arrecati ad eventuali colture presenti al bordo del corso d'acqua. Le materie provenienti dagli scavi devono essere prioritariamente riutilizzate in cantiere secondo le indicazioni della D.L.; eventuali eccedenze devono essere gestite in accordo con quanto previsto nell'Articolo "Gestione dei materiali di risulta".

12.1.4. SCAVI A MANO O CON DEMOLITORE MECCANICO

Vanno eseguiti solo su espressa richiesta della D.L., in casi particolari, difficoltà logistiche e/o ambientali ove non sia possibile procedere diversamente. Tali scavi possono essere spinti a qualsiasi profondità, in terreno di qualunque natura e consistenza e/o in banchi di roccia.

12.1.5. DEMOLIZIONI DI TROVANTI

I trovanti di roccia del volume superiore a 0,50 m³ saranno ridotti di dimensione al fine di garantirne il trasporto al sito di recupero, qualunque onere e artificio è da ritenersi compreso e compensato. In aggiunta, non sono considerati trovanti i massi erratici rinvenuti nello scavo quando questi, singolarmente, misurati all'interno della sezione dello scavo, non superino il volume di 0,50 m³. Nessun compenso, pertanto, sarà corrisposto all'APPALTATORE per la loro asportazione, sia che a ciò sia sufficiente l'impiego dell'escavatore, sia che si renda necessaria la loro riduzione o demolizione mediante l'uso del martello demolitore.

12.2. DEMOLIZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi semplici ed armati, pavimentazioni stradali ecc. dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni al fine di prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori e/o a terzi. Le demolizioni dovranno limitarsi alle opere previste in progetto e/o prescritte dalla D.L. e dovranno essere condotte con martelli demolitori applicati ad escavatore o a mano e comunque con modalità idonee e concordate con la D.L. I materiali di risulta, non riutilizzabili nel cantiere, devono essere gestiti secondo quanto previsto all'Articolo "Gestione materiali di risulta".

12.3. RINTERRI – RILEVATI – BONIFICHE

12.3.1. RINTERRI

Gli spazi residui degli scavi di fondazione che non saranno occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata dovranno essere riempiti (rinterrati) utilizzando i materiali provenienti dagli scavi stessi sino alla quota prevista dagli elaborati di progetto. Qualora però il materiale di

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

I rinterri dovranno comprendere:

- Spianamenti e sistemazione del terreno di riempimento con mezzi meccanici oppure a mano;
- Compattazione a strati;
- Bagnatura ed eventuali ricarichi di materiale.

12.3.2. RILEVATI

I rilevati comprendono tutte quelle opere in terra realizzate per formare il corpo stradale, le opere di presidio, le aree per piazzali ed i piani di imposta per le pavimentazioni di qualsiasi tipo. Secondo la natura delle opere da eseguire l'impresa dovrà sottoporre, quando richiesto, alla D.L. prima il programma e poi i risultati delle indagini geotecniche, delle prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico e tutto quanto necessario a determinare le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e fisico- meccaniche dei terreni di sedime.

Sui campioni indisturbati, semidistrutti o rimaneggiati prelevati nel corso delle indagini si dovranno eseguire un adeguato numero di prove di laboratorio.

Tutte le operazioni per l'esecuzione di rilevati o rinterri saranno effettuate con l'impiego di materiale proveniente dai depositi provvisori di cantiere o da altri luoghi scelti dall'Appaltatore ed approvati dalla direzione dei lavori, restando tassativamente vietato l'uso di materiale argilloso.

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi dello stesso cantiere o dalle cave di prestito, l'Appaltatore dovrà eseguire anche un'accurata serie di indagini per fornire alla direzione dei lavori una completa documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali.

La preparazione dell'area dove verrà eseguito il rilevato deve prevedere il taglio di eventuali piante, l'estirpazione delle radici, arbusti, etc. ed il loro avvio a discarica oltre alla completa asportazione del terreno vegetale sottostante

I rilevati sono classificati nelle seguenti categorie:

- rilevati di riempimento;
- rilevati stradali;
- rilevati speciali (terre armate).

Nel primo caso (rilevati da riempimento) il materiale dovrà essere steso in strati regolari con densità uniforme e spessore prestabilito compresa la compattazione eventualmente richiesta dalla direzione dei lavori ed i materiali dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una

densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio.

Nel secondo caso (rilevati stradali) dovranno essere impiegati solo materiali calcarei o ghiaiosi vagliati nelle dimensioni richieste dalle specifiche tecniche o dalla direzione dei lavori ferma restando la norma che le massime pezzature ammesse per il materiale destinato ai rilevati non superino i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Nel terzo caso (rilevati in terre armate) dovranno essere impiegati solamente i materiali calcarei e ghiaiosi vagliati con setacci medio-piccoli nelle dimensioni specificate dalle norme tecniche o dalla direzione dei lavori; questi materiali dovranno comunque essere esenti da residui vegetali o sostanze organiche. Quando è previsto l'uso di armature metalliche, i materiali da impiegare dovranno avere le seguenti caratteristiche: assenza di solfuri, solfati solubili in acqua minori di 500 mg/Kg, cloruri minori di 100 mg/Kg, Ph compreso tra 5 e 10 e resistività elettrica superiore a 1.000 ohm/cm per opere in ambiente asciutto e superiore a 3.000 ohm/cm per opere immerse in acqua.

In ogni caso la realizzazione di ciascun tipo di rilevato dovrà prevedere la stesa del materiale eseguita per strati di spessore costante e con modalità tali da evitare fenomeni di segregazione; ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente, lo

di ogni singolo strato dovrà essere stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dalla direzione dei lavori.

La compattazione sarà effettuata dopo aver verificato il contenuto di acqua presente nei materiali da utilizzare per il rilevato e che dovrà essere prossimo (+/- 2%) ai livelli ottimali indicati dalle prove di laboratorio per ciascun tipo di materiale impiegato. Tutte le operazioni dovranno essere condotte con gradualità ed il passaggio dei rulli o delle macchine dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso per garantire una completa uniformità.

Nel caso di compattazioni eseguite su aree o parti di terreno confinanti con murature, paramenti o manufatti in genere si dovranno utilizzare, entro una distanza di due metri da questi elementi, piastre vibranti o rulli azionati a mano con le accortezze necessarie a non danneggiare le opere già realizzate. In questi casi potrà essere richiesto, dalla direzione dei lavori, l'uso di 25/50Kg di cemento da mescolare per ogni metro cubo di materiale da compattare per ottenere degli idonei livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti già realizzati.

La formazione dei rilevati secondo le specifiche sopraindicate dovrà comprendere:

- la preparazione di adeguate pendenze per favorire il deflusso delle acque meteoriche;
- la profilatura delle scarpate;
- eventuali ricarichi di materiale che si rendessero necessari dopo le operazioni di rullaggio e compattazione dei vari strati;

- le sagomature dei bordi.

12.3.3. BONIFICHE DEI PIANI DI POSA

Le zone di piazzole, di strade di accesso alle piazzole degli aerogeneratori ottenute per mezzo di scavo di sbancamento ed atte a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di sottofondo non raggiunge nella costipazione il valore di "Md" pari a 300 kg/cmq, nonché le aree interessate dalla viabilità esistente di accesso ai siti eolici la cui pavimentazione risultasse ammalorata, devono essere oggetto di trattamento di "bonifica" mediante la sostituzione di uno strato di terreno o di massicciata stradale dello spessore indicato in progetto o in loco dalla D.L. con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito reperita dall'Appaltatore. Detto materiale apparterrà al gruppo Al come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e dovrà essere steso a strati e compattato. La bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un "Md" di almeno 300 kg/cmq, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità già definite in precedenza, con la frequenza di una prova ogni 500 mq di area bonificata, o frazione di essa.

12.4. GESTIONE MATERIALI DI RISULTA

Si evidenzia che tutti i materiali di scavo eccedenti i fabbisogni del cantiere dovranno prioritariamente essere conferiti ad impianto di recupero autorizzato per il trattamento dei rifiuti appartenenti al seguente codice CER: 17 05 04 "terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03". L'avvenuto invio a recupero dovrà essere attestato a mezzo di apposito formulario di identificazione rifiuti debitamente compilato e firmato in ogni sua parte. La quarta copia del formulario, completa della sottoscrizione del soggetto autorizzato al recupero, una volta restituita all'impresa produttrice del rifiuto, sarà da questa trasmessa in copia al COMMITTENTE che, tramite la D.L., autorizzerà la corresponsione dei relativi oneri. L'Appaltatore deve provvedere a qualsiasi onere, incombenza e prestazione relativa al trasporto ed alla collocazione in idonea discarica autorizzata dei materiali di risulta prodotti dal cantiere (scavi, demolizioni, lavorazioni varie, etc.) e non riutilizzabili nello stesso, sollevando il Committente dall'assunzione di ogni e qualsiasi responsabilità in merito.

12.5. CALCESTRUZZI

I materiali che sono usati per la preparazione dei calcestruzzi devono essere perfettamente idonei ed approvati dalla D.L.

In ogni caso tutti i materiali devono corrispondere a quanto prescritto dalle "NTC2018" al quale si fa riferimento per il tipo ed il numero dei controlli e le prove sui materiali da eseguire, salvo quanto diversamente specificato nel presente Disciplinare.

Il rapporto acqua/cemento deve essere scelto opportunamente (vedi UNI 9858) in modo da consentire la realizzazione di calcestruzzi di elevata impermeabilità e compattezza e da migliorare la resistenza alla carbonatazione ed all'attacco dei cloruri.

12.5.1. LEGANTI IDRAULICI

I leganti idraulici da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella Legislazione vigente ed alla Norma UNI 9858 e UNI ENV 197-1. Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanico. Il dosaggio minimo di cemento per m³ di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro massimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981 - Parte 2[^] sulla durabilità del calcestruzzo, il tutto come riportato negli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L.

12.5.2. INERTI

Gli inerti potranno essere naturali o di frantumazione e saranno costituiti da elementi non friabili, non gelivi e privi di sostanze organiche, argillose o di gesso; saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso. Tutte le caratteristiche, la provenienza e la granulometria saranno soggette alla preventiva approvazione della direzione lavori.

La curva granulometrica dovrà essere studiata in modo tale da ottenere la lavorabilità richiesta alle miscele, in relazione al tipo di impiego e la massima compattezza necessaria all'ottenimento delle resistenze indicate.

Dovranno soddisfare i requisiti richiesti nel Decreto Ministeriale dei 09/01/96 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche ed essere conformi alle prescrizioni relative alla Categoria A della Norma UNI 8520.

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

12.5.3. SABBIA

La sabbia da usare nelle malte e nei calcestruzzi non dovrà contenere sostanze organiche, dovrà essere di qualità silicea, quarzosa, granitica o calcarea, avere granulometria omogenea e proveniente da frantumazione di rocce con alta resistenza a compressione.

12.5.4. ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche, priva di sali (in particolare cloruri e solfati) e non aggressiva con un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%, quella usata negli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose, in particolare solfati e cloruri in concentrazioni superiori allo 0,5%. È tassativamente vietato l'impiego di acqua di mare per calcestruzzi armati e per le strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

12.5.5. CLASSE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE DEI CALCESTRUZZI

Tutte le strutture per fondazioni, platee, pozzetti, muri ecc. devono essere realizzate con calcestruzzo della classe specificata sugli elaborati progettuali per ogni singola opera e/o indicata dalla D.L. Lo slump deve essere costantemente controllato nel corso del lavoro dall'APPALTATORE mediante il cono di Abrams e non può mai superare i valori prescritti dalla D.L. per ogni classe, mentre detti valori possono essere ridotti quando sia possibile ed opportuno per migliorare la qualità del calcestruzzo.

12.5.6. DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI RESISTENZA DEI CALCESTRUZZI

Per ogni singola classe di cls e per ogni singola opera, verranno effettuati prelievi dagli impasti, nel numero indicato di volta in volta dalla D.L. e comunque in numero non inferiore a 2 prelievi di tre cubetti per ogni diversa fase di getto, al fine di accertare la rispondenza dei calcestruzzi secondo le modalità indicate dalle "NTC2018".

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

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

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

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

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

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

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

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

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

12.5.7. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Il COMMITTENTE, a seguito di motivata richiesta scritta dall'APPALTATORE, può autorizzare lo stesso ad approvvigionarsi di cls. preconfezionato presso impianti di betonaggio della zona, purché in detti impianti si seguano le prescrizioni delle "NTC2018" e della UNI 9858. L'APPALTATORE resta comunque l'unico responsabile nei confronti del Committente per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto della presente fornitura e si obbliga a rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione al cantiere.

L'APPALTATORE deve, con sufficiente anticipo sull'inizio dei getti, effettuare le indagini necessarie a definire in dettaglio la provenienza e le caratteristiche dei materiali da impiegare, che devono essere sottoposte alla autorizzazione del Committente, il quale può richiedere la esecuzione di getti di prova e le conseguenti prove di laboratorio, il tutto a carico dell'APPALTATORE. L'APPALTATORE inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale del Committente, addetto alla vigilanza, ed alla D.L. abbiano libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante della fornitura i prelievi ed i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti, il tutto a carico dell'APPALTATORE.

È cura ed onere dell'APPALTATORE fornire alla D.L. idonea certificazione relativa alla composizione del cls proveniente dalla centrale di betonaggio.

12.5.8. MODALITÀ ESECUTIVE DEI GETTI IN CLS

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

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

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

È vietato porre in opera conglomerati cementizio a temperatura inferiore a zero gradi centigradi. I getti di cls dovranno essere eseguiti con una tolleranza massima di errore geometrico di $\pm 0,5\text{cm}$; errori superiori dovranno essere eliminati, a cura e spese dell'Appaltatore, solo con le modalità che la D.L. riterrà opportune. Tutti i getti dovranno essere mantenuti convenientemente bagnati durante la prima fase della presa (almeno tre giorni) e protetti con sacchi di juta inumiditi. Al momento del getto, fermo restando l'obbligo di corrispondere alle caratteristiche della Classe prescritta, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare al massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento definito nell'art. 2.10.1.

12.5.9. ADDITIVI

Tutti gli additivi da usare per calcestruzzi e malte (aeranti, acceleranti, fluidificanti, etc.) dovranno essere conformi alla normativa specifica ed alle prescrizioni eventualmente fissate.

Dovranno, inoltre, essere impiegati nelle quantità (inferiori al 2% del peso del legante), secondo le indicazioni delle case produttrici; potranno essere eseguite delle prove preliminari per la verifica dei vari tipi di materiali e delle relative caratteristiche.

12.5.10. CASSEFORME

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno presentare deformazioni limitate (coerenti con le tolleranze richieste per i manufatti), avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione

durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri che dovranno, inoltre, essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo, sia direttamente che mediante getti d'aria, acqua o vapore.

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri. Le casseforme saranno realizzate in legno, plastica, calcestruzzo e metallo.

12.5.11. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

L'acciaio dovrà corrispondere alle caratteristiche specifiche dalle NTC2018. Sarà impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata dei tipo B450C e B450A a seconda di quanto previsto negli elaborati di progetto, per tutte le opere, e rete elettrosaldata in vari diametri e maglie, dei tipo conforme alle specifiche dei D.M. sopracitato.

L'Appaltatore dovrà fornire i certificati di controllo come prescritto dalla normativa sopracitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale o copia conforme all'originale ai sensi dell'Art.14 della Legge n°15 del 04/01/1968. A discrezione della D.L., si provvederà anche al prelievo di spezzoni di barre da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche; detti spezzoni verranno inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'Appaltatore al quale spetteranno anche gli oneri relativi alle prove stesse.

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

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

L'Appaltatore, previo benestare della D.L., potrà dare luogo alle lavorazioni dell'armatura metallica fuori dal cantiere, provvedendo quindi alla "prefabbricazione e premontaggio" della stessa secondo moduli trasportabili entro i comuni limiti di sagoma previsti dalle norme di

circolazione stradale. Nel cantiere si deve provvedere soltanto alla collocazione in opera delle suddette armature in blocchi, poggiandole sopra i magroni già realizzati e nelle apposite casseforme atte al contenimento dei getti in calcestruzzo, curando il perfetto posizionamento dei vari blocchi, il loro collegamento con le apposite barre di interconnessione, il loro mantenimento in posizione durante il getto e la presa del calcestruzzo.

12.5.12. DISARMANTI

Le superfici dei casseri andranno sempre preventivamente trattate mediante applicazione di disarmanti che dovranno essere applicabili con climi caldi o freddi, non dovranno macchiare il calcestruzzo o attaccare il cemento, eviteranno la formazione di bolle d'aria, non pregiudichino successivi trattamenti delle superfici; potranno essere in emulsioni, olii minerali, miscele e cere. Le modalità di applicazione di questi prodotti dovranno essere conformi alle indicazioni delle case produttrici od alle specifiche prescrizioni fissate; in ogni caso l'applicazione verrà effettuata prima della posa delle armature, in strati sottili ed in modo uniforme. Si dovrà evitare accuratamente l'applicazione di disarmante alle armature.

12.5.13. GETTO DEL CONGLOMERATO

Prima delle operazioni di scarico dovranno essere effettuati controlli sulle condizioni effettive di lavorabilità che dovranno essere conformi alle prescrizioni previste per i vari tipi di getto.

Durante lo scarico dovranno essere adottati accorgimenti per evitare fenomeni di segregazione negli impasti.

Il getto verrà eseguito riducendo il più possibile l'altezza di caduta del conglomerato ed evitando ogni impatto contro le pareti delle casseforme od altri ostacoli; si dovrà, quindi, procedere gettando, in modo uniforme, per strati orizzontali non superiori a 40 cm. vibrando, contemporaneamente al procedere del getto, le parti già eseguite.

Il getto dovrà essere effettuato con temperature di impasto comprese tra i 5 ed i 30°C e con tutti gli accorgimenti richiesti dalla direzione lavori in funzione delle condizioni climatiche. Il getto andrà eseguito in modo uniforme e continuo; nel caso di interruzione e successiva ripresa, questa non potrà avvenire dopo un tempo superiore (in funzione della temperatura esterna) alle 2 ore a 35°C oppure alle 6 ore a 5°C. Qualora i tempi di ripresa superassero tali limiti si dovranno trattare le zone di ripresa con malte speciali ed accorgimenti indicati dalla direzione lavori. La normale maturazione a temperatura ambiente sarà effettuata nel rispetto delle ordinarie precauzioni e delle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dalla direzione lavori.

12.6. PALIFICATE IN CALCESTRUZZO ARMATO

Il ricorso a palificate in calcestruzzo armato per le fondazioni degli aerogeneratori è opzionale e viene demandato al progetto esecutivo.

I pali di fondazione, disposti generalmente in gruppo, saranno utilizzati in caso di scadenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni, il cui miglioramento, mediante interventi di bonifica, non risulta conveniente od efficace.

I pali saranno in calcestruzzo armato gettato in opera, nel numero, diametro e disposizione planimetrica risultante dagli elaborati di progetto esecutivo. Saranno eseguiti con le tecnologie e i metodi propri dell'esecuzione di pali di medio e grande diametro trivellati con sonda a rotazione, sia all'asciutto che in presenza di acqua di falda, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con presenza di trovanti lapidei anche di notevoli dimensioni, secondo le disposizioni e le normative in materia.

Preliminarmente alla realizzazione delle palificate di fondazione dovranno essere eseguite indagini geognostiche per la definizione delle caratteristiche locali dei terreni presso ciascuna postazione di macchina, e realizzato (a carico dell'Appaltatore) uno o più pali di prova tecnologici per la messa a punto dei procedimenti esecutivi e la valutazione in via sperimentale dei comportamenti sotto carico (prova di carico su un solo paio tecnologico). I risultati delle indagini geognostiche e della prova di carico sul paio tecnologico concorreranno ad una più puntuale definizione del progetto dei pali di fondazione (diametro lunghezza, geometria della palificata) già definito nelle sue linee generali nel progetto esecutivo. La trivellazione di ciascun pozzo dovrà essere effettuata con continuità, curando di non danneggiare i pali già eseguiti e di ridurre al minimo i disturbi arrecati ai terreni da attraversare. Il programma di realizzazione delle palificate dovrà essere impostato prevalentemente su un adeguato sfalsamento nell'esecuzione dei pali attigui, affinché non sia disturbata la fase di presa del calcestruzzo dei pali già eseguiti. Inoltre, si esclude, salvo diverse indicazioni fornite di volta in volta dalla D.L., la possibilità di utilizzo di sistemi di perforazione a percussione o che comunque provochino sollecitazioni istantanee al mezzo da perforare, specie per l'attraversamento in roccia, quando si realizzano i pozzi adiacenti a pali già eseguiti.

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

Fatto salvo di diverse indicazioni, i pali verranno eseguiti da piano campagna effettuando un passaggio a vuoto fino alla quota di imposta fondazione. Il getto dei cls, così come le gabbie d'armatura ed i tubi per i controlli, dovrà quindi sporgere di circa un metro dalla quota di intradosso della fondazione.

12.6.1. GABBIE DI ARMATURE PER PALI

Le armature metalliche saranno in acciaio B450C, controllato in stabilimento. Dette armature dovranno essere assemblate fuori opera con le seguenti modalità: le barre longitudinali saranno collegate tra loro da spirale metallica esterna e da anelli di irrigidimento interni, utilizzando, legature per il collegamento delle barre con la spirale e, punti di saldatura elettrica, per l'unione con gli anelli di irrigidimento.

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

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

12.6.2. CALCESTRUZZO PER PALI

Il calcestruzzo impiegato nel getto dei pali dovrà avere una classe di resistenza non inferiore a Rck 250. L'impasto dovrà essere preparato con una quantità di cemento tipo 325 non inferiore a 300 kg per metro cubo di impasto, mentre il rapporto acqua cemento non dovrà superare il valore di 0,50 comprendendo nel peso dell'acqua l'umidità degli inerti. L'impasto dovrà risultare sufficientemente fluido e lavorabile, ma non tale da favorire la segregazione dei componenti. Gli inerti dovranno essere accuratamente lavati e la loro granulometria totale dovrà corrispondere al fuso granulometrico di Fulier; il diametro massimo degli inerti non dovrà essere superiore a 25÷30 mm. Al momento dei getti, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare al massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento.

I valori dello "slump" richiesti, da verificare con prove al cono di Abrams, dovranno essere compresi tra 12 e 15 cm; per ottenere tali requisiti si potrà ricorrere solo ad additivi fluidificanti, ma non aeranti. È ammesso l'impiego di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. Nella scelta dei tipo di cemento e degli additivi si dovrà tenere conto delle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati, dell'acqua del sottosuolo e dei fanghi di perforazione; salvo particolari contrarie condizioni rilevabili in fase esecutiva, si prescrive l'uso di cemento pozzolanico.

Per tutto ciò che riguarda la scelta, l'accettazione, la preparazione, il dosaggio, la miscelazione ed i controlli degli inerti e dei cementi si rimanda alla normativa vigente ed alle eventuali prescrizioni impartite dalla D.L. nel corso dei lavori.

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

Sarà cura dell'Appaltatore predisporre le attrezzature per il confezionamento, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio in modo tale da completare le operazioni di getto di ogni paio in tempi non eccedenti i tempi di inizio presa del cemento usato per gli impasti. Le modalità per la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere tali da evitare la segregazione degli inerti; in nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo direttamente dalla bocca del foro. Si dovrà quindi prevedere l'uso di un tubo convogliatore in acciaio, ad elementi giuntati a tenuta stagna, di diametro interno non inferiore a 20 cm. Particolare attenzione dovrà essere posta soprattutto nell'avviare i getti, impiegando opportuni accorgimenti atti alla separazione del primo conglomerato dai fanghi (quando presenti), evitando che questi ultimi possano dilavarlo risalendo dalla tubazione.

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

12.7. IMPERMEABILIZZAZIONI

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi tipo devono essere eseguite da personale specializzato, ponendo particolare cura ai contorni ed in vicinanza di tubazioni o canne passanti. La superficie di posa deve essere convenientemente preparata in relazione alla natura dell'impermeabilizzazione e si devono adottare tutti gli accorgimenti necessari per ottenere la perfetta adesione dell'impermeabilizzazione alle superfici di supporto. L'esecuzione deve garantire l'impermeabilizzazione efficace e duratura delle superfici ricoperte con particolare attenzione in corrispondenza dei giunti, delle superfici verticali, delle superfici inclinate e pendenti e nei raccordi tra diverse pendenze, nonché in corrispondenza di punti singolari. Per impermeabilizzazioni di tipo speciale o particolare, prescritti dal Committente o autorizzati dal Committente su proposta dell'Appaltatore, l'Appaltatore si deve attenere scrupolosamente ai criteri di realizzazione descritti nella documentazione tecnica del fornitore.

12.8. MALTE E INTONACI

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

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

Potrà essere richiesta la esecuzione di intonaci sia su murature di nuova realizzazione che su preesistenti, di qualunque tipo e dimensione. L'intonaco grezzo, prima dell'applicazione dell'ultimo strato di malta fine (velo di stabilitura) deve risultare ben stagionato. La malta per il velo dovrà essere confezionata con sabbia a granulometria molto fine.

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

12.9. SOTTOFONDI E PAVIMENTI

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

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

12.9.1. PAVIMENTI

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti e nel collocamento in opera degli elementi saranno scrupolosamente osservate le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori. I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

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

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

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

12.9.2. PAVIMENTI IN CALCESTRUZZO

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

Il calcestruzzo dovrà essere opportunamente vibrato con l'utilizzo di stagge vibranti del peso proporzionale allo spessore della pavimentazione da realizzare o se autorizzato dalla D.L. mediante l'utilizzo di vibratori ad ago. Il perimetro esterno della pavimentazione in calcestruzzo e tutti i giunti con manufatti interni verranno realizzati con cartongesso bitumato dello spessore di 2mm perfettamente aderente alle pareti previa spalmatura di una mano di bitume per tutta l'altezza della pavimentazione; i giunti saranno successivamente sigillati all'estradosso con silicone.

I giunti strutturali fra i riquadri, qualora previsti negli elaborati di progetto, saranno realizzati mediante interposizione di lastra di polistirolo espanso dello spessore di $1 \div 3$ cm ed eseguiti come di seguito specificato.

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

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

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

12.10. ANCORAGGI

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

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

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

Il sistema di posizionamento dei componenti metallici stessi e delle cassette di polistirolo dovrà essere concordato con la D.L.; ciò non solleverà comunque l'Appaltatore dalle responsabilità ed oneri derivanti da risultati difformi da quanto richiesto in progetto e da eventuali rifacimenti. Sarà comunque a carico dell'Appaltatore la posa in opera di eventuali dime occorrenti per l'esatto posizionamento dei suddetti inserti.

12.11. MANUFATTI VARI IN ACCIAIO

Qualora previsto negli elaborati progettuali o quando prescritto dalla D.L. durante il corso dei lavori, l'APPALTATORE deve procedere alla fornitura o alla costruzione ed alla conseguente posa in opera di manufatti di ogni tipo e dimensioni (carpenteria o pezzi speciali lavorati con macchina utensile) in classi di acciaio compatibili con le NTC2018, secondo i disegni di progetto, le indicazioni e le prescrizioni del Committente. I manufatti in argomento devono essere accompagnati dalla certificazione attestante la qualità del materiale utilizzato per la costruzione; la D.L. può richiedere in qualunque momento il prelievo di campioni dai manufatti o da i semilavorati in officina, e la esecuzione di prove di qualifica (chimica- fisico-meccanica.) presso i laboratori ufficiali. La D.L. si riserva di effettuare, anche presso l'officina di costruzione dei manufatti, le verifiche ed i controlli che ritiene opportuni. Sia durante i controlli suddetti, che all'atto della posa in opera dei manufatti, la D.L. può richiedere la modifica e/o la sostituzione dei medesimi qualora non rispondenti alle caratteristiche richieste oppure non realizzati a regola d'arte.