

# 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

Relazione specialistica opere civili

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	20/12/2023	Cavuto	Bartolazzi	F.O. Renewables	Emissione per integrazione MASE
00	14/11/2022	Longobardi	Bartolazzi	F.O. Renewables	Relazione specialistica opere civili

N° DOCUMENTO

FLS-CLD-ROC

SCALA

--

FORMATO

A4

**INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. OGGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. NORME DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>4. ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE.....</b>	<b>7</b>
<b>5. VIABILITÀ DI ACCESSO E DI SERVIZIO .....</b>	<b>9</b>
5.1. CARATTERISTICHE DELLA VIABILITÀ DI SERVIZIO.....	9
5.2. ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ ESISTENTE.....	9
5.3. VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE .....	10
<b>6. PIAZZOLE DI SERVIZIO .....</b>	<b>11</b>
<b>7. FONDAZIONI AEROGENERATORI .....</b>	<b>12</b>
<b>8. CAVIDOTTI .....</b>	<b>13</b>
8.1. SCAVI.....	13
8.2. ATTRAVERSAMENTI E INTERFERENZE .....	14
<b>9. CABINA DI RACCOLTA .....</b>	<b>15</b>
<b>10. RIPRISTINO AMBIENTALE .....</b>	<b>16</b>
<b>11. SISTEMA DI ACCUMLO, IMPIANTI DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE .....</b>	<b>17</b>
11.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	17
11.2. OPERE CIVILI.....	17
<b>11.2.1. PIAZZALE ESTERNO.....</b>	<b>17</b>
<b>11.2.2. FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI .....</b>	<b>18</b>
<b>11.2.3. STRUTTURE IN ELEVATO .....</b>	<b>18</b>
<b>11.2.4. FINITURE ESTERNE.....</b>	<b>18</b>
<b>11.2.5. FINITURE INTERNE.....</b>	<b>18</b>
<b>11.2.6. INFISSI INTERNI ED ESTERNI .....</b>	<b>19</b>
<b>11.2.7. MONTAGGIO CABINE.....</b>	<b>19</b>
<b>11.2.8. VIABILITÀ.....</b>	<b>19</b>
<b>11.2.9. RECINZIONE E ACCESSO .....</b>	<b>20</b>
<b>11.2.10. IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE.....</b>	<b>20</b>

## **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

Oggetto del presente documento è la descrizione delle opere civili necessarie per la costruzione dell'impianto, denominato parco eolico "Energia Caldarola", composto da n°12 aerogeneratori della potenza nominale pari a 5,0 MW per una potenza totale corrispondente a 60,0 MW integrato da un sistema di accumulo di potenza pari a 20,0 MW e localizzato nella regione Marche, in provincia di Macerata, all'interno dei territori comunali di Caldarola e Camerino (MC).

Nel dettaglio, i lavori civili da eseguire interesseranno le seguenti opere:

- Allestimento dell'area di cantiere;
- Realizzazione della viabilità di servizio per consentire il transito degli automezzi adibiti al trasporto delle componenti nonché delle piazzole per il montaggio degli aerogeneratori;
- Realizzazione delle fondazioni;
- Realizzazione delle trincee per la posa dei cavi elettrici;
- Realizzazione della cabina di raccolta;
- Realizzazione di un sistema di accumulo ed i relativi locali tecnici;
- Realizzazione della Stazione Elettrica Utente di Trasformazione (SU) ed i relativi locali tecnici;
- Realizzazione della Stazione Elettrica di Smistamento (SE) ed i relativi locali tecnici;
- Realizzazione delle opere di ripristino dello stato dei luoghi a conclusione delle attività di cantiere.

### 3. NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN ISO 14688-1:2003 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione.
- Norma UNI EN 13249:2005 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)
- Norma UNI EN 13251:2005 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno
- Norma UNI EN 13285:2004 Miscele non legate – Specifiche
- Norma UNI EN 13286-1:2006 Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 1: Metodi di prova della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Introduzione, requisiti generali e campionamento
- Norma UNI EN 13242:2008 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade
- Norma UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- Norma UNI 11104:2004 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- D.M. 14/01/2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni
- Norma UNI EN 1996 1-1 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura – parte 1- 1: regole generali per strutture di muratura armata e non armata
- Norma UNI EN 1996-2 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura – parte 2: considerazioni progettuali, selezione dei materiali ed esecuzione delle murature
- Norma UNI EN 1996-3 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura – parte 3: metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata
- Norma UNI EN 1998-1 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - parte 1: regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- DM 37/2008 Norme per la sicurezza degli impianti. Circolari attuative.
- D.P.R. 6/12/91 n° 447 Regolamento di attuazione legge 5/03/90 n° 46
- DM 37/2008 Norme per la sicurezza degli impianti. Circolari attuative.
- D.P.R. 6/12/91 n° 447 Regolamento di attuazione legge 5/03/90 n° 46
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo.
- Norma CEI 11-18 Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni.
- Norma CEI 17-13 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- Norma CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
- Norma CEI 79-1 Impianti antiintrusione, antifurto e antiaggressione, e relative apparecchiature.
- Norma CEI 79-2 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.
- Norma CEI 79-2 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.
- Norma CEI 79-3 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione.
- Norma CEI 81-1 Protezione di strutture contro i fulmini.
- Norma CEI 103-1 Impianti telefonici interni.
- Norma UNI 9182 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- Norma UNI EN 12056-1 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni.
- Norma UNI EN 12056-2 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.
- Norma UNI EN 12056-3 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.
- Norma UNI EN 12056-4 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi di pompaggio di acque reflue. Progettazione e calcolo.
- Norma UNI EN 12056-5 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.
- Norma UNI EN 752-1 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Generalità e definizioni.
- Norma UNI EN 752-2 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Requisiti prestazionali.
- Norma UNI EN 752-3 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Pianificazione.
- Norma UNI EN 752-4 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Progettazione idraulica e considerazione legate all'ambiente.
- Norma UNI EN 752-7 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Manutenzione ed esercizio.
- Legge 9/01/91 n° 10 Titolo II - Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici

- D.P.R. 26/08/93 n° 412 Regolamento esecuzione legge 9/01/91 n° 10 art. 4 comma 4 e s.m.i.
- D.P.R. 21/12/99 n° 551 Regolamento recante modifiche al D.P.R. 412/93 in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- D. Lgs. 19/08/05 n° 192 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- D. Lgs. 29/12/06 n° 311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Norma UNI 5104 agg. 90 Impianti di condizionamento dell'aria ASHRAE Standard 62/1981 Ventilation for indoor air quality - revisione 1989
- Norma UNI 10339 Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità classificazione e requisiti
- Norma UNI 10381/1:1996 Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera.
- Norma UNI 10381/2:1996 Impianti aeraulici. Componenti di condotte. Classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive.
- D.M.I. 31/03/03 Requisiti di resistenza al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione
- Norma UNI 9795:2010 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
- Norma UNI EN 54:2004 Sistemi di Rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio
- D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
- Circolare del Ministero dell'Interno n° 24 MI.SA. del 26/1/1993 Impianti di protezione attiva antincendio.

#### 4. ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE

Vista la disposizione degli aerogeneratori e la conformazione del sito, è stato previsto un accesso dalla zona sud-est del sito, nel comune di Caldarola (MC).

L'area di cantiere, di dimensione pari a 5082 mq, è stata predisposta al centro dell'impianto, nel comune di Caldarola (MC), in prossimità dell'aerogeneratore n.10.

In primo luogo, i lavori da eseguire prevedranno l'allestimento del cantiere in un'apposita area delimitata adibita a depositi e baraccamenti. Obblighi e divieti per gli addetti ai lavori e per persone esterne saranno descritti in un apposito cartello installato in prossimità degli ingressi.

In aggiunta, un "Cartello di Cantiere" sarà apposto in prossimità dell'area al fine di fornire le informazioni riguardanti gli estremi autorizzativi e le figure coinvolte nella costruzione dell'impianto.

Moduli prefabbricati verranno impiegati all'interno dell'area di cantiere e destinati a diversi usi. Nel dettaglio, si avranno un ufficio impresa opere civili ed elettriche, un ufficio fornitore aerogeneratori, un ufficio direzione lavori, un refettorio, uno spogliatoio/doccia impresa opere civili ed elettriche ed uno spogliatoio/doccia fornitore aerogeneratori.

Turche da cantiere accessoriate con serbatoio acque bianche e nere in lamiera zincata e tenuta stagna, per circa 100 utilizzi, verranno altresì collocate all'interno dell'area.

Una cassetta di pronto soccorso in valigetta o in armadietto, in conformità a quanto prescritto dal D.M. 388/03, sarà installata nel modulo prefabbricato ad uso ufficio.

Un serbatoio in materiale plastico, destinato all'approvvigionamento idrico, sarà posto in prossimità dei baraccamenti.

Una fornitura elettrica in BT sarà richiesta e la potenza in prelievo verrà tarata sulle specifiche esigenze; tuttavia si esclude che essa possa essere inferiore ad un valore di 25 kW.

Il gruppo di misura verrà posizionato su una delle palificazioni ENEL BT presenti nell'area. Un interruttore quadri-polare 4x100A, su cui verrà attestato un cavo del tipo FG7OR con sezione 3x35+25 mmq, verrà montato a valle del gruppo di misura per la connessione al quadro di cantiere.

Il quadro di cantiere, conforme alla norma CEI17-13/4, del tipo ASC, sarà costituito da una sola unità in entrata e da diverse unità in uscita.

Qualora la fornitura elettrica in BT non fosse realizzabile, sarà possibile impiegare un gruppo elettrogeno di potenza equivalente, che ad ogni modo è consigliabile avere ad integrazione della fornitura dalla rete.

Infine, un impianto di terra con dispersori verticali a picchetto in acciaio zincato e conduttore di terra nudo o isolato di sezione non inferiore a 35 mmq sarà predisposto. Un interruttore differenziale con  $I_{d} < 1$  A assicurerà la relazione  $RE < 25 / I_{dn}$  secondo norma CEI 64-8. Tuttavia, laddove la relazione non fosse soddisfatta, dispersori intenzionali aggiuntivi saranno inseriti.

## 5. VIABILITÀ DI ACCESSO E DI SERVIZIO

La prima fase del progetto riguarderà gli interventi finalizzati all'adeguamento della viabilità esistente per il trasporto dal porto al sito, di quella interna all'area d'impianto così come quelli volti alla realizzazione della nuova viabilità di collegamento alle piazzole di servizio sulle quali gru principale e gru di appoggio saranno posizionate.

Tali interventi, una volta conclusi, consentiranno il transito degli automezzi adibiti al trasporto delle componenti e delle attrezzature per il montaggio. Le piazzole, antistanti gli aerogeneratori, saranno destinate, in fase di cantiere, per l'installazione delle gru e per la posa dei materiali di montaggio degli aerogeneratori. Successivamente, nella fase di esercizio, le piazzole verranno ridimensionate con il ripristino ambientale delle stesse e le opere per l'accesso al singolo aerogeneratore e alla Stazione Utente di Trasformazione, saranno conservate per consentire all'occorrenza lavori di manutenzione.

In merito al trasporto dal porto al sito è stata condotta un'analisi, per i cui dettagli si rimanda alla relazione "FLS-CLD-ST-Studio di trasportabilità dal porto al sito" allegato al progetto, che ha consentito di individuare una serie di criticità, di diversa entità, rappresentate da ostacoli di vario tipo ed interventi di adeguamento stradale.

### 5.1. CARATTERISTICHE DELLA VIABILITÀ DI SERVIZIO

L'area di impianto si caratterizza per la presenza di una viabilità esistente principalmente in terra battuta. Pertanto, lavori di adeguamento saranno indispensabili affinché tale viabilità risponda alle esigenze del cantiere. Ad essi, si aggiungeranno i lavori di realizzazione della nuova viabilità, necessaria al completamento dell'opera.

La viabilità, impiegata nel progetto, presenterà una larghezza non inferiore a 5 m al fine di consentire il corretto transito dei mezzi per il trasporto delle componenti dell'aerogeneratore. Nella progettazione stradale, un raggio planimetrico di curvatura minimo di 70 m sarà rispettato. In aggiunta verrà garantita una larghezza minima libera da ingombri 5,5 m ed un'altezza minima libera da ingombri 5 m.

Infine, in corrispondenza delle intersezioni, laddove occorrerà, allargamenti della sede stradale verranno svolti.

### 5.2. ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ ESISTENTE

La viabilità esistente è realizzata principalmente in terra battuta. La sua larghezza varia tra i 2,50 e 4 m. Per questo motivo, in alcuni punti, saranno indispensabili interventi volti all'allargamento della sede stradale che soddisfino i requisiti di larghezza non inferiore a 5 m e raggio planimetrico di curvatura minimo di 70 m, come evidenziato in precedenza.

Le operazioni da eseguire includeranno le seguenti attività:

- pulizia delle banchine da erbe, cespugli, pietre di qualsiasi dimensione o altro allo scopo di renderle carrabili;
- sbancamento del terreno vegetale e compattamento dello stesso, per renderlo idoneo alla posa del rilevato;
- posa di geotessuto di separazione del piano di posa degli inerti;
- strato di fondazione proveniente dagli scavi di cantiere o da cave di prestito compattato a strati di 40 cm, spessore variabile a seconda della quota del piano di campagna rispetto al piano stradale esistente;
- **strato di base per struttura stradale, dello spessore di 10 cm** e pezzatura 0,2-2 cm, da eseguirsi con materiali idonei alla compattazione, provenienti dagli scavi di cantiere o da cave di prestito. Si prevede un compattamento a strati, fino a raggiungere in sito una densità (peso specifico apparente a secco) pari al 100% della densità massima ASHO modificata in laboratorio.

### 5.3. VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE

La viabilità di nuova realizzazione integrerà la viabilità esistente nell'area di impianto per garantire l'accesso alle piazzole di servizio dei singoli aerogeneratori di progetto.

Le attività previste per la realizzazione dei nuovi tratti saranno le seguenti:

- scavo di sbancamento per apertura della sede stradale con uno spessore medio di 50 cm;
- posa di geotessuto di separazione del piano di posa degli inerti;
- strato di fondazione dello spessore di 40 cm, da eseguirsi con materiale lapideo duro proveniente dagli scavi di cantiere o da cave di prestito con assortimento granulometrico 7-10 cm;
- **strato di base per struttura stradale, dello spessore di 10 cm** e pezzatura 0,2-2 cm, da eseguirsi con materiali idonei alla compattazione, provenienti dagli scavi di cantiere o da cave di prestito. Si prevede un compattamento a strati, fino a raggiungere in sito una densità (peso specifico apparente a secco) pari al 100% della densità massima ASHO modificata in laboratorio.

## 6. PIAZZOLE DI SERVIZIO

L'installazione degli aerogeneratori sarà avviata una volta che le piazzole di servizio in corrispondenza di ciascuno di essi saranno costruite. All'interno delle piazzole si collocheranno le gru adibite all'assemblaggio delle componenti. La configurazione scelta sarà del tipo Just in Time parziale e la superficie occupata dalla singola piazzola sarà pari a circa 4800 mq.

Le piazzole presenteranno le caratteristiche strutturali di seguito descritte:

- scavo di sbancamento per apertura della sede stradale, con uno spessore medio di 50 cm;
- posa di geotessuto di separazione del piano di posa degli inerti;
- strato di fondazione dello spessore di 40 cm per l'area destinata ad ospitare la gru di montaggio dell'aerogeneratore e di 30 cm per l'area di lavoro e di stoccaggio, da eseguirsi con materiale lapideo duro proveniente dagli scavi dei plinti di fondazione, dagli scavi di cantiere o da cave di prestito, avente assortimento granulometrico con pezzatura 7-10 cm.
- **strato di base per struttura stradale, dello spessore di 10 cm** e pezzatura 0,2-2 cm, da eseguirsi con materiali idonei alla compattazione, provenienti dagli scavi di cantiere o da cave di prestito. Si prevede un compattamento a strati, fino a raggiungere in sito una densità (peso specifico apparente a secco) pari al 100% della densità massima ASHO modificata in laboratorio.

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.

## **7. FONDAZIONI AEROGENERATORI**

Le fondazioni saranno costituite da plinti circolari su pali. Nel dettaglio, il plinto avrà un diametro esterno di 26 m ed una profondità di 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.

Una volta eseguito lo scavo di profondità, per la costruzione del plinto, si procederà alla realizzazione di una fondazione profonda mediante pali di fondazione ed alla pulizia del fondo dello scavo del plinto, che verrà successivamente ricoperto da uno strato di magrone, per garantire l'appianamento della superficie.

In seguito, si provvederà alla posa della gabbia di ancoraggio e al montaggio dell'armatura del plinto. Prima del montaggio dell'armatura, durante il montaggio e a fine montaggio verranno condotte delle verifiche sulla planarità in corrispondenza delle flange superiori della gabbia di ancoraggio prima del getto di calcestruzzo. A tal proposito tre punti verranno rilevati sulla circonferenza della base della torre, rispettivamente a 0°, 120° e 240° per l'esecuzione di tali verifiche. Test di trazione e snervamento, in conformità alla normativa vigente, verranno svolti su campioni di acciaio della lunghezza di 1,5 m e suddivisi in base al diametro.

Successivamente, quando l'armatura sarà ultimata, tramite l'ausilio di una pompa, si proseguirà con il getto di cemento. Durante il getto, le prove di fluidità verranno svolte così come prove di schiacciamento su cubetti-campione in calcestruzzo prelevati.

Infine, per evitare il rapido essiccamento del plinto e l'insorgere di pericolose cricche al suo interno, fogli di polietilene verranno impiegati. Ulteriori dettagli relativi alle opere in cemento armato, per quanto riguarda le fondazioni degli aerogeneratori, verranno approfonditi all'interno della relazione specialistica dei calcoli preliminari sulle strutture.

## 8. CAVIDOTTI

Gli aerogeneratori di progetto saranno collegati tra loro mediante cavidotti in MT interrati. Si rimanda alle tavole di progetto FLS-CLD-IE.01-Schema elettrico unifilare dell'impianto eolico per la rappresentazione nel dettaglio dello schema elettrico unifilare di impianto e FLS-CLD-IE.09-Planimetria reti elettriche per la rappresentazione dei collegamenti elettrici di impianto.

### 8.1. SCAVI

Le linee interrate si svilupperanno per la quasi totalità lungo il percorso della viabilità di nuova realizzazione e della viabilità esistente e presenteranno le seguenti caratteristiche:

- scavo a sezione ristretta obbligata della profondità di 120 cm e larghezza compresa tra 60 e 90 cm a seconda delle terne di cavi presenti nello scavo;
- letto di sabbia per la posa delle linee MT;
- cavi tripolari MT 30 kV, direttamente interrati;
- rinfiacco e copertura dei cavi MT con sabbia, per uno strato di spessore pari almeno a 35 cm;
- corda nuda di rame, per la protezione di terra;
- tubazioni in PEAD per il collegamento dei cavi di segnale (fibra ottica), posati nello strato di sabbia, all'interno dello scavo;
- nastro in PVC di segnalazione;
- rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte per uno strato di spessore variabile compreso tra 55 e 85 cm.

Qualora il percorso avvenga completamente su terreno vegetale, si opererà per il rinterro dello scavo con terreno vegetale, proveniente dallo scavo stesso sino al raggiungimento del piano di campagna. Nell'eventualità in cui i cavi percorrano o attraversino strade, si seguiranno le disposizioni dell'amministrazione di competenza.

Ogni 500 m, o a distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle vasche cavi, costituite da "vasche giunti", per l'esecuzione dei giunti, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi. In questa fase, si porrà attenzione a:

- pulire i cavi prima dell'esecuzione del giunto;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare i soli materiali contenuti nella confezione, e seguire le istruzioni d'uso riportate.

Infine, si effettuerà il rinterro che, a seconda della tipologia di fondo stradale, presenterà le seguenti caratteristiche:

- Terreno agricolo: il rinterro sarà eseguito mediante la compattazione del materiale vagliato proveniente dagli scavi stessi ed il successivo rinterro con terreno vegetale, rivenuto durante lo scavo e tenuto separato nel deposito temporaneo.
- Strada non asfaltata: il rinterro sarà realizzato con la compattazione del materiale vagliato proveniente dagli scavi stessi;
- Strada asfaltata: la chiusura dello scavo avverrà con conglomerato bituminoso a ricostituire la pavimentazione stradale, ed in particolare si comporrà di una fondazione stradale in misto cava dello spessore di 20 cm ed uno strato di collegamento in conglomerato bituminoso dello spessore di 10 cm.

## **8.2. ATTRAVERSAMENTI E INTERFERENZE**

Le modalità di esecuzione degli attraversamenti e delle interferenze riscontrate, nonché le modalità proposte per la gestione di altre possibili interferenze, saranno realizzate in sovrappasso o in sottopasso, secondo le indicazioni degli Enti proprietari dei sottoservizi. Tra le interferenze possibili si identificano quelle con metanodotti, con linee elettriche interrato, con acquedotti, con corsi d'acqua o fossi, con linee di telecomunicazione, con linee ferroviarie ecc...

In corrispondenza di alcune interferenze con sottoservizi, qualora esplicitamente richiesto dagli enti gestori della tubazione interferente, o nell'attraversamento trasversale di strade (p.e. strade provinciali), è possibile l'utilizzo della tecnologia Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). Quest'ultima è una tecnica no dig (ovvero senza scavo) per la posa di tubazioni e cavi interrati. Con l'ausilio di una macchina perforatrice comandata da un sistema di teleguida, permette la realizzazione di fori nel quale possono essere "tirati" (pull back) direttamente i cavi elettrici o le tubazioni atti a contenerli.

## **9. CABINA DI RACCOLTA**

La cabina elettrica di raccolta (CR), installata nel territorio comunale di Serrapetrona (MC), avrà dimensioni pari a circa 20,0x3,5x2,7 m e sarà suddivisa in n.2 locali: locale quadri MT e locale trafo aux e quadri BT.

Le attività previste per la realizzazione della cabina di raccolta prevedranno:

- scavo di sbancamento per apertura della sede stradale, con uno spessore medio di 50 cm;
- **eventuale formazione di uno strato di posa in sabbia o cls a seconda delle prescrizioni del fornitore del cabinato;**
- **posa della struttura prefabbricata.**

## 10. RIPRISTINO AMBIENTALE

Un rilievo dello stato dei luoghi verrà condotto anteriormente all'inizio dei lavori in maniera tale da consentire il completo ripristino degli stessi.

I terreni interessati dall'occupazione temporanea dei mezzi d'opera, dal deposito provvisorio dei materiali di risulta o di quelli necessari alle varie lavorazioni, saranno ripristinati.

Le opere di ripristino ambientale si svilupperanno nella sequenza di seguito descritta:

- rimozione del terreno di riporto o eventuale rinterro, fino al ripristino della geomorfologia pre-esistente;
- finitura con uno strato superficiale di terreno vegetale, pre-esistente, che era stato momentaneamente accantonato, integrato, all'occorrenza, con materiale vegetale avente caratteristiche simili.

Le aree sottoposte a ripristino includeranno:

- le aree relative agli allargamenti provvisori;
- le porzioni di piazzola utilizzate per lo stoccaggio dei materiali e per il posizionamento e sollevamento della gru;
- le aree di cantiere;
- altre aree interessate dal deposito dei materiali provenienti dagli scavi e dai movimenti materie;
- le strade interessate dal percorso del cavidotto.

## **11. SISTEMA DI ACCUMULO, IMPIANTI DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE**

### **11.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE**

La nuova Stazione Utente di Trasformazione (SU) così come il sistema di accumulo saranno ubicati nei pressi della nuova Stazione Elettrica di Smistamento a 132 kV (SE). Quest'ultima sarà realizzata all'interno del territorio comunale di Camerino (MC), in località "Arcofiato", adiacente la SU, a ridosso delle linee aeree "Valcimarra-Camerino" e "Valcimarra-Cappuccini" esistenti a cui si collegherà tramite raccordi aerei.

Ai quadri in MT collocati nella cabina quadri della SU saranno convogliate le linee in cavidotto interrato a 30 kV per il trasporto dell'energia elettrica prodotta sia dall'impianto eolico sia dal sistema di accumulo. Nella SU avverrà l'innalzamento di tensione da 30 kV a 132 kV e la successiva consegna dell'energia elettrica totale alla RTN.

La realizzazione della SU, del sistema di accumulo e della SE prevedrà sia opere civili ed edili che riguarderanno:

- scavi e realizzazione dei rilevati per la costruzione delle stazioni;
- realizzazione di un piazzale, in gran parte asfaltato;
- realizzazione della strada di ingresso;
- realizzazione della recinzione dell'intera area;
- posizionamento dei container;
- realizzazione dei locali tecnici;
- realizzazione delle fondazioni per le apparecchiature AT;
- impianto di smaltimento acque meteoriche.

### **11.2. OPERE CIVILI**

#### **11.2.1. PIAZZALE ESTERNO**

Le superfici, interessate rispettivamente dalla SU, dal sistema di accumulo e dalla SE, verranno inizialmente soggette a scavi di sbancamento e trattate mediante l'asportazione del terreno vegetale affinché si ottenga un piano di imposta quanto più regolare possibile. Successivamente, si effettueranno gli scavi a sezione ristretta in corrispondenza dei container, dei locali tecnici, delle fondazioni delle apparecchiature AT e delle opere perimetrali. Si realizzeranno le opere di fondazione in calcestruzzo armato, secondo le specifiche del progetto strutturale, le vie cavo, ossia il reticolo di tubazioni e pozzetti di ispezione per il passaggio di cavi BT, MT, AT e di segnale, che saranno realizzate con tubazioni in PVC flessibile posate su un letto di sabbia ad una profondità variabile, a seconda della tipologia delle linee in esso contenute.

La finitura dei piazzali si svilupperà con la composizione stratigrafica di seguito descritta:

- strato di fondazione formato da materiali provenienti dalla frantumazione di rocce lapidee dure (misto cava) aventi assortimento granulometrico con pezzatura 8-10 cm;
- strato di base, spessore 10 cm circa, realizzato con materiale lapideo e legante bituminoso
- binder e tappetino di usura per uno spessore complessivo di 10 cm.

#### 11.2.2. FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI

Per la realizzazione dei basamenti e fondazioni locali si eseguiranno scavi in sezione ristretta con mezzo meccanico per la formazione delle fondazioni, dei pozzetti e dei condotti. Le fondazioni sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera. Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV o in grigliato con resistenza di 2000 daN. I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV o in grigliato di tipo carrabile, con classe di carrabilità idonea al passaggio dei mezzi previsti.

#### 11.2.3. STRUTTURE IN ELEVATO

Gli edifici si comporranno di una struttura portante in c.a. opportunamente dimensionati. Le pareti saranno realizzate con murature in laterizio. La copertura sarà eseguita con solaio piano latero-cementizio ed altezza ed armature derivate dal calcolo.

#### 11.2.4. FINITURE ESTERNE

In merito alle finiture esterne, si prevede per il solaio di copertura l'impermeabilizzazione con manto composto da guaina antiradice di peso pari a 4 kg/m<sup>2</sup> applicata a caldo con giunti sfalsati e sovrapposti per 10 cm sigillati a caldo. In aggiunta, le pareti esterne saranno completate con intonaco premiscelato per esterni.

#### 11.2.5. FINITURE INTERNE

Per quanto riguarda le finiture interne, tutti i locali consisteranno di un piano di calpestio con pavimento autolivellante liscio monolitico ad eccezione del locale BT e locale SCADA, dove si installerà un pavimento del tipo galleggiante. Un intonaco premiscelato a base di calce idraulica con finitura liscia di 2 mm verrà impiegato per le pareti.

#### 11.2.6. INFISSI INTERNI ED ESTERNI

Gli infissi interni ed esterni saranno caratterizzati da profili in alluminio e presenteranno le specifiche che la tabella sottostante definisce.

TIPOLOGIA	QUANTITÀ	DIMENSIONI <i>Larg. x alt. [mm]</i>	MATERIALE
Porte esterne a due ante – infissi esterni	3	2.000 x 2.400	Alluminio
Porte esterne ad un'anta – infissi esterni	1	1.000 x 2.400	Alluminio
Porte esterne ad un'anta – infissi esterni	2	900 x 2.400	Alluminio
Finestre – infissi esterni	7	1.600 x 800	Alluminio
Porte interne ad un'anta – infissi interni	3	900 x 2.100	Alluminio

#### 11.2.7. MONTAGGIO CABINE

Il lavoro consiste nella costruzione del piano di posa (sabbione livellato) su cui verranno alloggiare le cabine elettriche prefabbricate. La prima fase è quella riguardante le operazioni di scavo, da compiere dopo aver opportunamente delineato l'area con tracciamenti. La fase successiva è quella di posa della sabbia, che sarà trasportata appositamente in loco, e livellamento.

Le cabine, in genere prefabbricate, saranno posate su fondazione avente una profondità minima di 50 cm. Sono anche previste operazioni quali: impermeabilizzazione della copertura del tetto della cabina e delle parti a contatto con il terreno; realizzazione e stesura della rete di terra e dei relativi dispersori; posa in opera dei pozzetti nelle immediate vicinanze delle cabine.

#### 11.2.8. VIABILITÀ

Una viabilità interna e perimetrale della larghezza compresa tra i 4 e i 5 m sarà realizzata al fine di consentire l'accesso, l'installazione e la rimozione di qualsiasi componente.

Per la realizzazione della viabilità, dopo l'esecuzione dello scavo e della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile, quindi verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 40 cm, uno strato di base per struttura stradale dello spessore di 10 cm ed infine uno strato di collegamento in conglomerato bituminoso dello spessore di 10 cm.

#### 11.2.9. RECINZIONE E ACCESSO

L'accesso carrabile sarà costituito da un cancello carrabile largo 7 metri nel caso delle stazioni elettriche e 5 m nel caso del sistema di accumulo. La recinzione interna sarà realizzata in cls gettato in opera o prefabbricata, quella perimetrale sarà realizzata con rete di acciaio collegata a pali di ferro inflissi direttamente nel suolo con una profondità di circa 60 cm.

#### 11.2.10. IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Un impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici impermeabili sarà realizzato. A tal proposito, le acque ricadenti su aree pavimentate dovranno essere sottoposte ad un trattamento di grigliatura e disabbatura prima del loro smaltimento e dopo avvenuto trattamento di disoleazione. L'immissione delle acque negli strati superficiali del sottosuolo avverrà successivamente tramite trincee disperdenti. Si evidenzia che particolare cura verrà posta nel dimensionamento della vasca di raccolta olio del trasformatore MT/AT; il volume della vasca dovrà essere tale da poter raccogliere tutto l'olio contenuto nel trasformatore, in caso di sversamento accidentale. Nel corso del normale esercizio, le acque meteoriche raccolte nella vasca saranno sottoposte a trattamento di disoleazione o smaltite separatamente.