REGIONE LIGURIA

REGIONE LIGURIA

PROVINCIA DI SAVONA

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 7 AEROGENERATORI PER UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 29,4 MW DENOMINATO "BRIC MUND" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE (SV) IN LOCALITÁ CAMPONUOVO E DELLE OPERE CONNESSE E INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALL'ESERCIZIO DELLE STESSE SITE NEI TERRITORI DI CARCARE (SV), ALTARE (SV) E MALLARE (SV)

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE

Statkraft

SKI W A3 S.R.L.
Società soggetta ad attività di direzione e coordinamento di Statkraft AS

Partita IVA 11412940964
C.F. 12655750961

Foro Buonaparte 60
20121 Milano

TITOLO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

PROGETTISTA

Dott. Ing. Girolamo Gorgone

Collaboratori

Ing. Gioacchino Ruisi
Ing. Giuseppina Brucato
Ing. Francesco Lipari
Dott. Agr. e For. Michele Virzì
Dott. Haritiana Ratsimba
Dott. Andrea Licata
Dott. Federica Ferrante
Dott. Annalisa Scardamaglia
Barbara Gorgone

CODICE ELABORATO

SKC_R_01_A_D_A_1

SCALA

Girolamo Gorgone
15.12.2025 19:01:11 GMT+02:00

Firmato digitalmente da:
Francesco Frombo
Data: 16/12/2025 15:09:14

n°.Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N.

NOME FILE DI STAMPA

SCALA DI STAMPA DA FILE

COPYRIGHT STATKRAFT- TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE

Sommario

1 INTRODUZIONE 4
1.1 Oggetto 4
1.2 Società proponente 5
1.3 Il sistema eolico 6
1.4 Inquadramento territoriale dell'impianto 7
1.5 Inquadramento idro-geomorfologico 9
1.6 Compatibilità urbanistica e vincolistica 12
1.7 Viabilità ed accessibilità 13
2 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO 13
2.1 Norme di riferimento 13
2.2 Procedimenti autorizzativi 16
2.3 Informazioni generali dell'impianto 17
2.4 Aerogeneratori 18
2.5 Distribuzione degli aerogeneratori 21
2.6 Caratteristiche anemologiche del sito 22
2.7 Caratteristiche della rete al punto di consegna 24
2.8 Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) 24
3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO 24
3.1 Allegati 24
3.1.1 Elaborati grafici 25
3.1.2 Relazioni, elenchi e tabelle 29
3.2 Fase di costruzione 30
3.3 Opere civili 31
3.3.1 Opere di fondazione 31
3.4 Viabilità e piazzali 35

3.5 Regimazione delle acque superficiali 40
3.6 Opere di ingegneria naturalistica 41
3.1 Opere di riforestazione 47
3.2 Impianto di messa a terra 49
3.3 Cavidotti 49
3.3.1 Interferenze cavidotto 55
3.4 Trasporto e posa a discarica dei materiali di risulta 61
3.5 Recupero dello stato naturale dell'area come "*ante-operam*" 63
3.6 Cabina di raccolta e sezionamento 63
4 PROGRAMMA DI ATTUAZIONE 65
4.1 Fase di costruzione 65
4.2 Tempi di esecuzione dei lavori 66
4.3 Test & commissioning 67
4.4 Fase di esercizio 68
4.5 Fase di dismissione e ripristino 68
5 ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE 69
6 QUADRO ECONOMICO DELL'OPERA 71
7 APPENDICE A - DESCRIZIONE TECNICA AEROGENERATORE 72
7.1 Requisiti progettuali ed operativi 77

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto

Il presente documento costituisce la **Relazione Tecnica Generale**, relativa al Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto composto da 7 aerogeneratori da 4,2 MW ciascuno, per una potenza nominale complessiva di 29,4 MW. Ogni aerogeneratore, servito da un piazzale di sosta e manovra, è collegato agli altri mediante piste di accesso (in parte su tracciati viari già esistenti) necessarie tanto all'attività di realizzazione che di successiva manutenzione dell'impianto. Un cavidotto interrato in alta tensione collegherà le turbine alla futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano - Vado Ligure".

L'area interessata dal parco eolico ricade nella provincia di Savona in Liguria e più specificatamente nel territorio comunale di Cairo Montenotte (SV), il cavidotto di connessione ricade interamente nei territori di Cairo Montenotte (SV), Carcare (SV), Altare (SV) e Mallare (SV). La futura stazione di connessione alla RTN si localizza nel territorio di Mallare (SV) in località Peirano.

Verranno di seguito trattati gli aspetti che concorrono alla caratterizzazione dell'area come zona a buon potenziale eolico tale da giustificare l'iniziativa di installarvi un impianto di produzione di energia dal vento. Si descriverà il progetto dell'impianto per linee generali di funzionamento, indicandone i componenti che ne fanno parte e le modalità con cui viene prodotta, trasformata e trasportata l'energia elettrica di fonte eolica. Saranno infine passate in rassegna le opere infrastrutturali ed impiantistiche che sono richieste per la realizzazione del progetto.

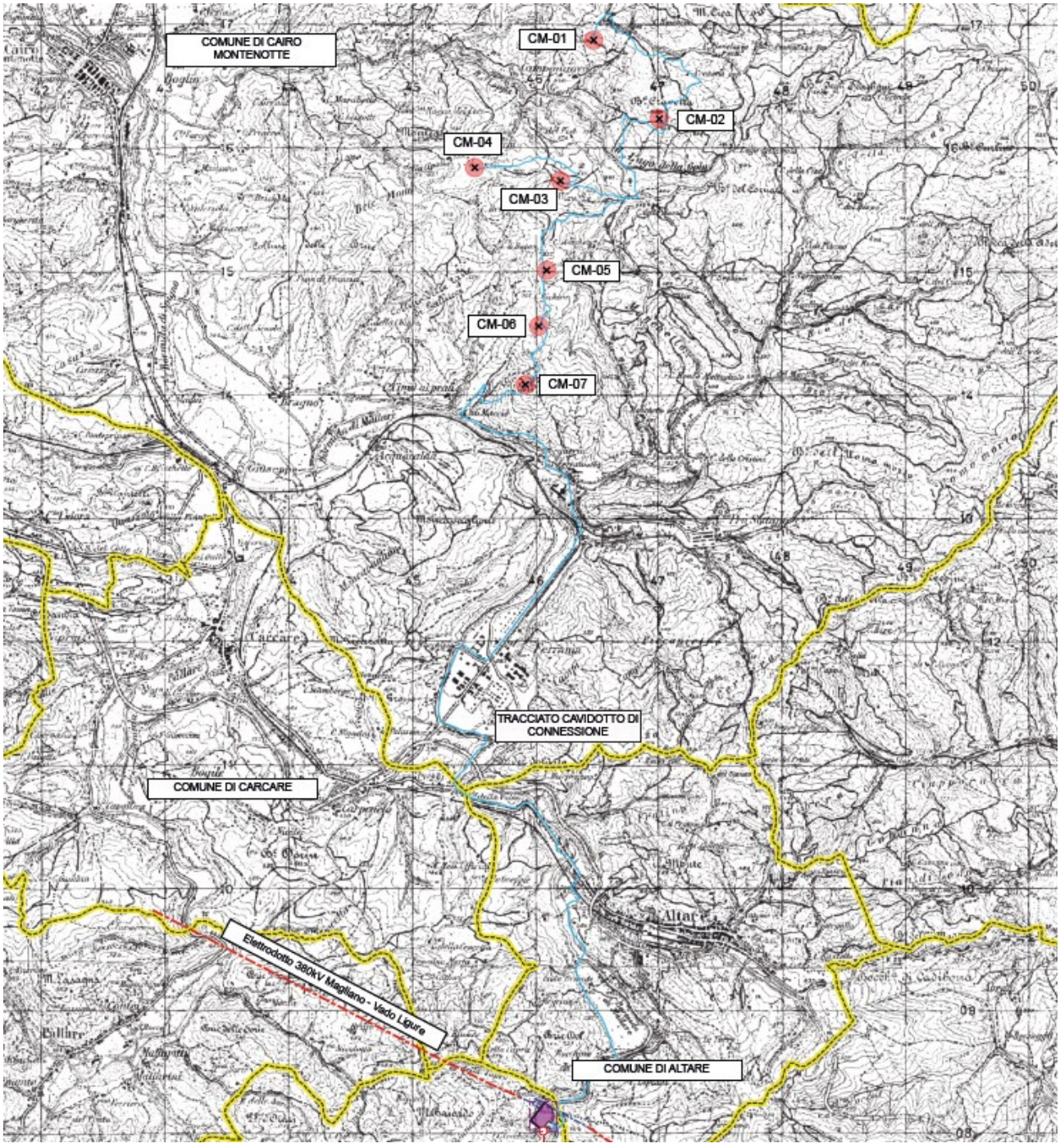


Figura 1 - Inquadramento generale su CTR

1.2 Società proponente

L'azienda proponente l'iniziativa è **SKI W A3 S.r.l.,** società parte del gruppo **Statkraft**, con sede legale in Milano Foro Buonaparte n. 60, CAP 20121, P.IVA/C.F. 12655750961, REA MI - 2676129.

Statkraft è una società internazionale, leader nel settore idroelettrico e il più grande produttore di energia rinnovabile in Europa.

Il Gruppo produce energia idroelettrica, eolica, solare, da gas e fornisce teleriscaldamento. Statkraft è un'azienda globale nella gestione dei mercati elettrici e conta oltre 6000 dipendenti in più di 20 paesi tra cui l'Italia.

1.3 Il sistema eolico

La tecnologia eolica consente di convertire la forza cinetica del vento in energia meccanica o elettrica. Le pale della turbina sono progettate in modo tale da sfruttare l'energia cinetica del vento e trasformarla in un movimento rotatorio della turbina. Questo movimento viene quindi utilizzato per generare energia elettrica utilizzando un generatore elettrico collegato all'albero della turbina. Le turbine eoliche sono comunemente utilizzate per generare energia elettrica in grandi parchi eolici, dove molte turbine sono collegate alla rete elettrica per alimentare case e imprese.
L'energia eolica rappresenta una delle fonti energetiche più antiche, pulita, rinnovabile ed inesauribile.

Nell'ultimo decennio, a causa della crescita economica e demografica a livello globale, sono stati registrati significativi incrementi delle emissioni in atmosfera di anidride carbonica, metano e perossido d'azoto, che hanno provocato l'alterazione delle condizioni climatiche e indotto all'acquisizione di una sempre crescente sensibilità ambientale, accompagnata da un'evoluzione della normativa regionale e nazionale in materia ambientale.

L'aumento delle emissioni di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti, legato allo sfruttamento delle fonti energetiche convenzionali costituite da combustibili fossili, assieme alla loro limitata disponibilità, ha creato negli operatori del settore una crescente attenzione per lo sfruttamento delle fonti energetiche, cosiddette "rinnovabili", per la produzione di energia elettrica.

Nella fattispecie, l'eolico è tra le energie rinnovabili più vantaggiose tra quelle a disposizione ed è alla base di un mercato energetico in forte espansione, sia in Italia che all'estero.

Il rapporto costi/benefici ambientali è nettamente positivo, dato che il rispetto della natura e l'assenza totale di scorie o emissioni fanno dell'energia eolica la migliore risposta al problema energetico in termini di tutela ambientale, considerato, inoltre, la pressoché assenza di fattori inquinanti durante la vita utile dell'impianto.

1.4 Inquadramento territoriale dell'impianto

Il parco eolico in progetto e le infrastrutture indispensabili all'esercizio dello stesso ricadono nel territorio comunale di Cairo Montenotte (SV), ricadente nella provincia di Savona. Il cavidotto di connessione interessa i comuni di Cairo Montenotte (SV), Carcare (SV), Altare (SV) e Mallare (SV) mentre la Futura stazione di connessione alla RTN, ricade nel territorio comunale di Mallare (SV).

La scelta dell'area su cui collocare l'impianto eolico ha tenuto conto dei seguenti fattori:

- Ventosità;
- Disponibilità giuridica;
- Assenza di vincoli territoriali e paesaggistici;
- Buona accessibilità carrabile;
- Prossimità del punto di connessione;
- Presenza di un "*paesaggio delle energie rinnovabili*" integrato con il paesaggio agricolo;
- Adeguato spazio disponibile;
- Adeguata distanza dai recettori sensibili;
- Adeguata distanza da aree protette, beni culturali e paesaggistici.

Con riferimento alla cartografia della serie IGM 25V in scala 1:25000 il parco eolico (inteso come l'insieme degli aerogeneratori e delle piste che li collegano) e le relative opere indispensabili all'esercizio dello stesso ricadono nei Fogli 81 II-SO Cairo Montenotte, 81 II-SE Altare, 92 I-NO Mallare e 92 I-NE Vado Ligure.

In relazione alla Carta Tecnica Regionale della Liguria in scala 1:10000 il parco eolico (inteso come l'insieme degli aerogeneratori e delle piste che li collegano) e le opere di trasformazione e connessione ricadono nei Fogli 211160 Rocchetta Cairo, 212130 Giusvalla, 228040 Cairo Montenotte, 229010 Pra Sottano, 228080 Pallare.

Il sito del parco eolico è localizzato a circa 3,7 km a sud-est del centro abitato di Cairo Montenotte (SV) e a circa 4,5 km a nord-est di Carcare (SV). L'area risulta agevolmente raggiungibile da Genova percorrendo l'autostrada E25, proseguendo lungo la E80 fino a Savona e successivamente imboccando la E717. All'altezza del casello di Altare si accede alla NSA 338, per poi proseguire lungo la SP29 in direzione Cairo Montenotte (SV). Dal centro abitato, il sito è raggiungibile attraverso la strada comunale Camponuovo.

A livello geografico il sito si localizza alle coordinate (identificate da un punto mediano d'impianto):

Tabella 1 - Coordinate mediane d'impianto

WGS84	
N	44°23'27.51"N
E	8°19'26.48"E

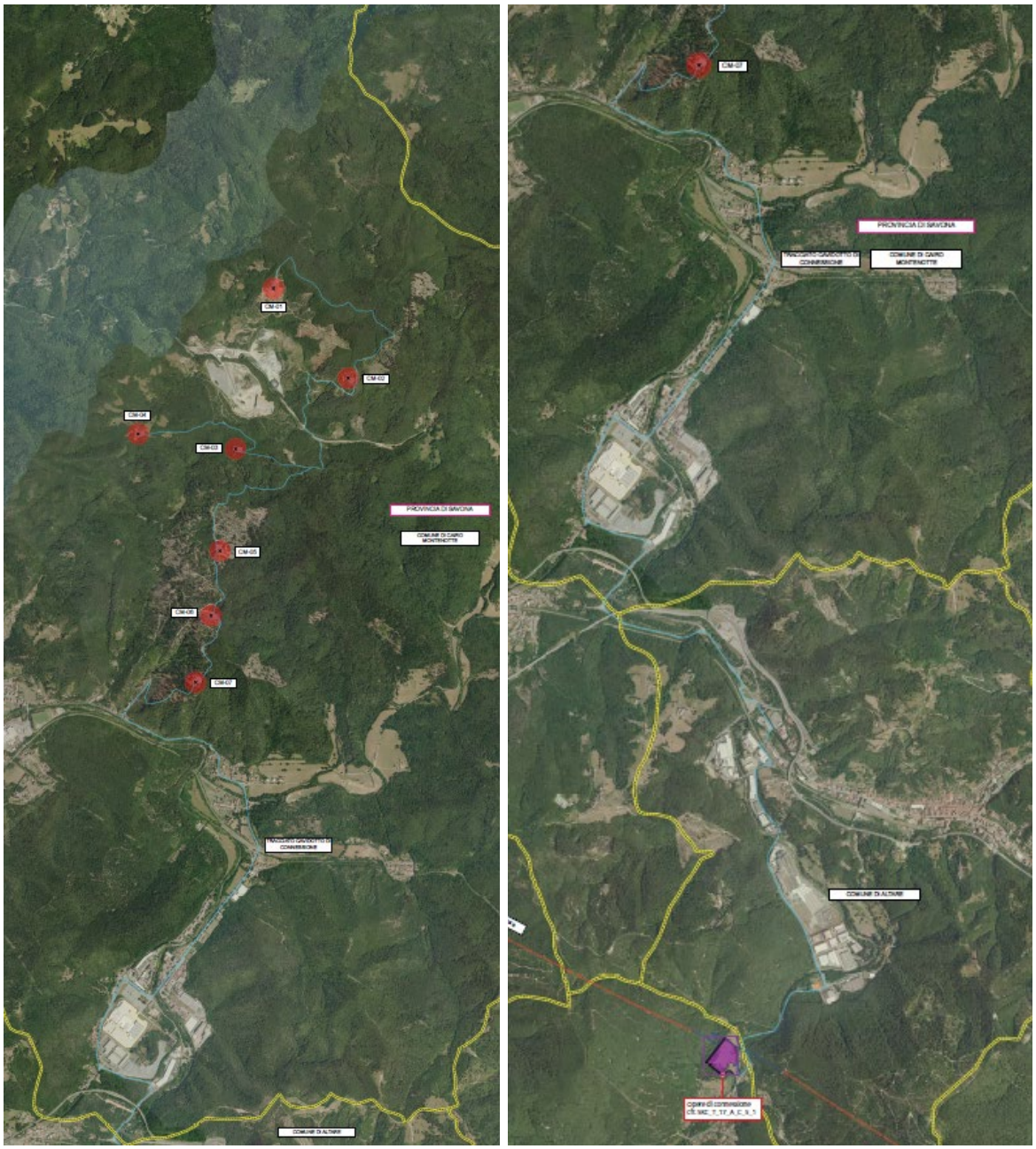


Figura 2 - Inquadramento dell'impianto su ortofoto (cfr. SKC_T_03_A_D_A_1_1_Inquadramento generale su ortofoto e SKC_T_03_A_D_A_1_2_Inquadramento generale su ortofoto)

1.5 Inquadramento idro-geomorfologico

L'area oggetto del presente studio è localizzata nel settore nord occidentale della Liguria a circa 4 chilometri a est in linea d'aria rispetto all'abitato di Cairo Montenotte. Il sito di impianto, dal punto di visto morfologico, è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare-montuosa; le quote altimetriche sono comprese tra i 538 m s.l.m. in corrispondenza della postazione WTG05 e i 660 m s.l.m. in corrispondenza della postazione WTG01. Il paesaggio agrario su cui ricade l'impianto è caratterizzato prevalentemente da castagneti, dalla consultazione della carta dell'Uso del suolo è stato constatato che le turbine CM-01, CM-02, CM-03, CM-07 ricadono in area "Bosco a prevalenza di castagno"; la turbina CM-04 ricade in area "prati stabili" e le turbine CM-05 e CM 06 in aree "a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione".

Il cavidotto seguirà principalmente le strade esistenti, deviando solo per brevi tratti. L'area interessata comprende sia ambiti residenziali che produttivi, caratterizzati da un tessuto insediativo discontinuo a densità medio-bassa, nonché da zone industriali. Lungo il percorso, il cavidotto si avvicina a robinieti e boscaglie di invasione, risultanti dalla colonizzazione secondaria di Robinia pseudoacacia. In alcuni tratti, il percorso si sviluppa accanto a vegetazione ripariale lungo i corsi d'acqua, con pioppeti (Populus alba, P. nigra) e saliceti arbustivi (Salix alba, S. purpurea).

Dal punto di vista geologico l'area si inserisce nel settore ligure della catena alpina, e come tutte le Alpi, deriva da un complicato processo geodinamico che, dopo la subduzione di litosfera oceanica e la successiva collisione tra le placche continentali europea e insubrica, ha portato alla costruzione di un orogene formato da un insieme di unità tettoniche di derivazione continentale e oceanica.

Di seguito una sintesi delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle opere di progetto:

- La torre CM-01 si imposta si imposta ad una quota di circa 660 m.s.l.m. sui terreni della Formazione di Molara e in particolare la facies a siltiti argillose (MORd). La giacitura degli strati è debolmente inclinata (circa 15°) verso SO. Non si riscontrano elementi tettonici attivi. Gli inventari dei dissesti PAI e IFFI non segnalano fenomeni.
- La torre CM-02 si imposta ad una quota di circa 660 m.s.l.m. sui Metagabbri (MEG) ad ossidi di ferro e titanio. Il versante su cui si imposta la torre ha una pendenza di circa 20° ed è interessato da diverse incisioni incisioni dovute allo scorrimento delle acque concentrate. Non si riscontrano lineamenti tettonici attivi. Gli inventari dei dissesti PAI e IFFI segnalano due dissesti di tipologia scorrimento rotazionale/traslativo che non vanno ad interessare l'area di realizzazione della torre, tuttavia non si esclude la presenza di dissesti non segnalati a valle della torre che potrebbero evolvere per erosione regressiva.

- Le torri CM-03 e CM-04 si impostano rispettivamente su un versante suborizzontale nella parte sud-occidentale di Monte Pè e sul versante sud orientale di Monte Goeo su un versante a debole pendenza, a circa 600 m.s.l.m. I terreni su cui si impostano fanno parte degli Scisti Filladici (SFD). In prossimità della torre CM-03 viene individuato un sovrascorrimento che mette in contatto gli Scisti Filladici con le Dolomie di Monte Rosotta (DSO). Secondo gli inventari dei dissesti PAI ed IFFI non si riscontrano fenomeni mappati.
- Le torri CM-05 e CM-06 si impostano rispettivamente a circa 540 m.s.l.m. e 570 m.s.l.m. sui terreni della Formazione di Molara e in particolare sulla facies a conglomerati (MORb). I versanti del rilievo su cui si impostano le due torri risultano significativamente dissecati dal reticolo idrografico presente. Gli inventari dei dissesti PAI e IFFI non segnalano fenomeni, ma vista la natura dei terreni non si esclude la possibilità che possano verificarsi in futuro. Non si riscontrano elementi tettonici in prossimità delle torri.
- La torre CM-07 si imposta a circa 570 m.s.l.m. sui terreni delle Dolomie di Monte Rosotta (DSO) che in quest'area presentano una inclinazione verso NO di circa 40°. In prossimità della torre si riscontra un sovrascorrimento che mette a contatto le dolomie con gli Ortogneiss di Monte Nucetto (NUC). Gli inventari dei dissesti PAI e IFFI non segnalano la presenza di fenomeni.
- La Stazione Elettrica di trasformazione si imposta ad una quota di circa 400 m.s.l.m. all'interno della piana alluvionale del Fiume Bormida di Mollare, sui terreni del Subsintema di Rocchetta Cairo (CMT3) costituito prevalentemente da depositi alluvionali terrazzati. Secondo le cartografie ufficiali le aree in prossimità della torre sono interessate da pericolosità da esondazione da media a molto elevata. Non si riscontrano elementi tettonici attivi e gli inventari dei dissesti PAI e IFFI non segnalano fenomeni attivi sui versanti della valle fluviale.
- Per quel che riguarda il cavidotto, in prossimità della torre CM-04 si riscontra un deposito di frana (b2) la cui tipologia di movimento non viene determinata. In prossimità della torre CM-03 e in prossimità della torre CM-07 attraversa due sovrascorrimenti che mettono a contatto rispettivamente i terreni SFD con i terreni DSO e i terreni DSO con i terreni della NUC. Nell'area di Val Meschia, a est di Bragno, il cavidotto attraversa un'area interessata da depositi di frana e dai depositi alluvionali terrazzati (CTM3) e attuali (b1) del Fiume Bormida di Mallare. Da questo punto fino alla stazione elettrica il cavidotto attraversa aree a pericolosità da esondazione P3 e P4 cioè elevata e molto elevata. Gli inventari dei dissesti PAI e IFFI non segnalano la presenza di fenomeni attivi.

Per quanto attiene all'idrografia, gli elementi più importanti sono, i bacini della Bormida di Pallare e della Bormida di Mallare che, appena a nord dell'abitato di Carcare, confluiscono formando la Bormida di Spigno. Le valli sono piuttosto strette e incassate, fatta eccezione per la zona di Mallare, la zona di Pallare e, naturalmente, per l'area prossima alla loro confluenza (che origina la Bormida di Spigno) in un ampio fondovalle che raggiunge un'ampiezza di quasi 1500 m.

Nessuna sorgente ricade nelle vicinanze dei pali a vento da istallare e si può inoltre asserire che l'intero impianto da realizzare non turberà l'equilibrio idrico sotterraneo e che le opere di fondazione dei pali non interferiranno con le eventuali falde presenti.

Per maggiori informazioni consultare la relazione geologica (Cfr. *SKC_R_01_A_G_A_1_Relazione geologica*).

Il sito scelto per la realizzazione dell'impianto eolico è particolarmente adatto allo sfruttamento dell'energia del vento mediante aerogeneratori, posti lungo linee in taluni casi ortogonali alle direzioni prevalenti del vento e in altri, posti nella direzione prevalente del vento, opportunamente distanziati tra loro per limitare i fenomeni di interferenza tra le macchine lungo tali direzioni.

Al fine di indagare dal punto di vista geotecnico i terreni interessati dall'intervento saranno realizzati alcuni pozzetti geognostici esplorativi, eseguiti in corrispondenza delle aree prescelte per l'ubicazione dei singoli generatori eolici, che permetteranno la determinazione dei litotipi soggiacenti. Tutte le informazioni di rilievo per gli aspetti geologici sono riportate nello Studio geologico e nella Relazione geotecnica allegati.

Gli interventi proposti non dovranno in alcun modo:

- Pregiudicare le condizioni di stabilità sia dell'area di progetto che delle aree adiacenti;
- Non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni grafitativi eventualmente presenti;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza, se previste.

Inoltre, in fase esecutiva, verranno previste tutte opere strutturali e non strutturali, atte alla mitigazione del rischio.

Dal punto di vista del Piano regionale di Tutela delle Acque - PTA l'area di installazione degli aerogeneratori è situata in prossimità del corpo idrico sotterraneo carsico individuato nel PTA denominato Adelasia codice: IT07GWCASV27, lo stallo invece si localizza in prossimità del corpo idrico sotterraneo di tipo poroso Bormida di Spigno codice IT07GWAVSV04.

Relativamente a tali possibili interferenze, a seguito del rilascio dell'autorizzazione al progetto definitivo e prima dell'avvio dei lavori, saranno avviate campagne di misurazione che permetteranno di approfondire le eventuali interferenze con le opere di derivazione di acqua eventualmente presenti nella zona dell'intervento, nonché con lo stesso acquifero carsico, comprendendo, nella "zona di intervento" non soltanto le piazzole di installazione dell'aerogeneratore, ma anche la nuova viabilità d'accesso e le eventuali varianti/adeguamenti, la rete di connessione elettrica e le aree di cantiere.

1.6 Compatibilità urbanistica e vincolistica

In relazione alla pianificazione comunale e intercomunale del territorio in cui si inserisce il parco eolico in progetto, si farà riferimento ai Piani Regolatori Regionali dei Comuni coinvolti. Il Comune di Cairo Montenotte è dotato di una Variante generale al Piano Regolatore Generale (PRG), approvata con DPGR n. 174 del 25 ottobre 2002. Con la Delibera della Giunta Comunale n. 159 del 15 novembre 2016, sono state approvate le Linee Guida per la redazione del Piano Urbanistico Comunale (PUC), con un indirizzo specifico per la predisposizione del PUC Semplificato, ai sensi dell'art. 38 bis della L.R. 36/1997 e successive modifiche.

Dall'analisi delle destinazioni urbanistiche previste dal PUC vigente, si evidenzia quanto segue:

- Le turbine CM-01, 02, 03, 05, 06 e 07 e i relativi piazzali insistono su aree classificate come "Ebo" (Zone ricoperte da manto arboreo, prevalentemente ceduo, per le quali è previsto il mantenimento e il miglioramento del bosco);
- La turbina CM-04 e il relativo piazzale ricadono in parte in zona "Ebo" e in prevalenza in zona "E" (zone collinari destinate all'attività agricola, principalmente seminativi, prati, pascoli e allevamenti);
- I brevi tratti delle nuove piste di impianto interessano:
  - Zone "Ebo" per un totale di circa 1,1 km;
  - Zone "E" per circa 240 metri.
- Il cavidotto di connessione, ad eccezione dei tratti posizionati sotto le nuove piste di impianto, attraversa diverse tipologie di destinazione urbanistica, ma sempre sotto viabilità esistente.

Il Comune di Altare, nel cui territorio è ubicata la Cabina di raccolta, è dotato di un Piano Regolatore Generale (PRG). L'ultima variante approvata riguarda l'adeguamento parziale alle disposizioni del Piano di Assetto Idrogeologico, approvato con decreto n. 2011/5191 dalla Provincia di Savona il 22 luglio 2011.

Secondo la Tavola 1 della Zonizzazione del Piano, l'area destinata alla Cabina di raccolta ricade all'interno di una "Area di rispetto", situata tra zone a destinazione D2. Le Norme tecniche di attuazione trattano le aree di rispetto nell'Art. 18 (Edifici insistenti su aree di rispetto), che stabilisce: *"Negli edifici insistenti su aree di rispetto (autostradali, ferroviari, cimiteriali, fluviali, ecc.) sono consentiti gli interventi di tipo a) e b), ai sensi dell'art. 31 della Legge 457/78, come specificato nell'art. 7 delle presenti norme".*

Si segnala che, alla data di redazione del progetto, l'area interessata dall'opera è un piazzale pavimentato con materiale impermeabile.

1.7 Viabilità ed accessibilità

Il sito del parco eolico è localizzato a circa 3,7 km a sud-est del centro abitato di Cairo Montenotte (SV) e a circa 4,5 km a nord-est di Carcare (SV). L'area risulta agevolmente raggiungibile da Genova percorrendo l'autostrada E25, proseguendo lungo la E80 fino a Savona e successivamente imboccando la E717. All'altezza del casello di Altare si accede alla NSA 338, per poi proseguire lungo la SP29 in direzione Cairo Montenotte (SV). Dal centro abitato, il sito è raggiungibile attraverso la strada comunale Camponuovo.

2 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

2.1 Norme di riferimento

Per la realizzazione ed autorizzazione del presente progetto si è fatto riferimento ai seguenti riferimenti legislativi e normativi.

Studio di impatto ambientale

- Lo studio di impatto ambientale, SIA, è stato redatto ai sensi dell'art. 22 del D. Lgs. 152/2006, Norme in materia ambientale, aggiornato dal D. Lgs. 104/2017.

Energie rinnovabili

- D.Lgs. 387/2003, Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.;

- D.Lgs. 28/2011, attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

Rumore

- L. 447/95, Legge quadro sull'inquinamento acustico e s.m.i.;
- DPCM 14/11/1997, valori limite delle sorgenti sonore - Attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera a), legge 26 ottobre 1995, n. 447;
- DM Ambiente 16/03/1998, Inquinamento acustico - Rilevamento e misurazione;
- DM Transizione ecologica 01/06/2022, Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico;
- D.lgs 17/02/2017 n. 42, Disposizione in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, modifiche al D.Lgs. 194/2005 e 447/1995.

Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 *"Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 *"Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica"*;
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 *"Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"*;
- Norma CEI 211-4/1996 *"Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"*;
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 *"Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59"*;
- Norma CEI 211-6/2001 *"Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo"*;
- DM 29/05/2008 *"Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";*
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 *"Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche".*

Opere civili

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 *"Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici"*;
- Testo Unico dell'edilizia - D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380;
- D.lgs. 22/1/2004, n. 42, recante Codice dei beni culturali e del paesaggio;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*";
- Legge n. 64 del 2/02/1974: *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*" e successive modificazioni;
- Legge n. 10 del 28/01/1977: Edificabilità dei suoli;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "*Norme in materia ambientale*";
- D. M. 21 gennaio 2018: "*Nuove norme tecniche per le costruzioni*"
- D. M. 22 gennaio 2008, n.37: "*Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici*":
- D. Lgs. 81/08: "*Sicurezza nei luoghi di lavoro*";
- DPR 547/55: "*Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*";
- Legge 46/90: *"Norme per la sicurezza degli impianti*";
- DPR 447/91: "*Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 in materia di sicurezza degli impianti*";
- Legge n. 1086 del 5/11/1971: "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*" e successive modificazioni;
- Circolare 21 gennaio 2001, n 7: Istruzioni per l'applicazione delle "*Nuove norme tecniche per le costruzioni*" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Normativa CEI di settore.

Viabilità

- D. Lgs n. 285/1992 - *Codice della Strada*;
- D.P.R. n. 495/1992 - *Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della strada*;
- D.P.R. n 559/1999 - *Disposizioni per l'istituzione del Registro Nazionale dei veicoli adibiti ai trasporti eccezionali*;
- Legge n. 120/2010 - *Disposizioni in materia di sicurezza stradale;*

- D.P.R. n. 31/2013 - *Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495, in materia di veicoli eccezionali e trasporti in condizioni di eccezionalità, di segnaletica verticale, di sagoma, masse limiti e attrezzature delle macchine agricole;*
- Circolare prot. n. 3911 del 01/07/2013 - *Veicoli eccezionali e trasporti in condizioni di eccezionalità;*

Sicurezza

- D.LGS n.81 del 9 aprile 2008 *"Testo unico sulla sicurezza"*.

2.2 Procedimenti autorizzativi

Al fine di incentivare e favorire lo sviluppo e la diffusione delle fonti rinnovabili il legislatore da oltre 20 anni ha proseguito nell'emanazione di norme, integrazioni, regole tecniche volte a favorire e sempre meglio inquadrare l'iter autorizzativo degli impianti rinnovabili allo scopo sia di fugare i rischi di valutazioni soggettive e quindi che potessero creare disparità tra i soggetti proponenti, ma anche di agevolare gli enti all'espletamento dell'iter autorizzativo con lo scopo di renderlo anche più rapido in coerenza con i tempi cui sono assoggettate le pubbliche amministrazioni.

Nel caso in oggetto, il progetto è soggetto al regime amministrativo definito dal D.lgs. 190/2024, che riordina e semplifica i regimi autorizzativi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, incluse le modifiche, i potenziamenti, i rifacimenti complessivi o parziali degli impianti, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili all'esercizio. Il Progetto rientra nella tipologia descritta alla lettera c-bis dell'Allegato III alla Parte Seconda del D.lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i.*: "Impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 1 MW".* Per questa tipologia di progetti la procedura autorizzativa è l'Autorizzazione Unica (AU) mentre la procedura ambientale è la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), in capo alle Regioni o alle Province da esse delegate.

La Giunta della Regione Liguria, con la deliberazione n. 835/2023, ha approvato le nuove *Linee guida per la predisposizione delle istanze relative alle procedure di valutazione ambientale di competenza regionale* che fornisce tutte le indicazioni necessarie per l'avvio della procedura di valutazione ambientale. In particolare, ai sensi delle sopracitate linee guida e dell'art. 19 del D.Lgs. 152/2006, l'iter autorizzativo dell'impianto in progetto prevede l'avvio del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA.

Verranno rilasciati, inoltre, nulla osta e pareri necessari per il rilascio del Provvedimento unico in materia ambientale dei singoli provvedimenti.

2.3 Informazioni generali dell'impianto

Si propone la realizzazione di un Parco eolico da 29,4 MW composto da n. 7 aerogeneratori eolici (altezza al mozzo dal suolo fino a 105 metri) ricadenti tutti nel territorio comunale di Cairomontenotte (SV). Lo schema di allacciamento prevede che il parco eolico venga collegato in cavidotto interrato in alta tensione alla cabina di raccolta e sezionamento, collegata alla futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano - Vado Ligure".

Ogni aerogeneratore è servito da un piazzale di esercizio di 30 x 60 metri, accessibile a mezzo di piste in misto granulare stabilizzato rullato ampie tra i 4 e i 5 metri. Non si prevede la realizzazione di altre opere fuori terra oltre agli aerogeneratori dal momento che tutti i macchinari elettrici sono collocati all'interno delle navicelle, ed i cavidotti di connessione saranno interrati.

La tabella che segue identifica modello, denominazione e posizione geografica degli aerogeneratori che compongono il Parco eolico di progetto, in fase di progettazione esecutiva le turbine scelte potranno subire variazioni in funzione delle disponibilità di mercato o di eventuali considerazioni progettuali, ovvero potranno essere utilizzate aerogeneratori di tipologia similare/equivalente.

Tabella 2. Inquadramento geografico parco eolico e specifiche tecniche degli aerogeneratori

INQUADRAMENTO TERRITORIALE		
	PARCO EOLICO	PUNTO DI CONNESSIONE
Località impianto	Camponuovo	Peirano
Comuni interessati	Cairo Montenotte (SV)	Mallare (SV)
Inquadramento CTR	211160 Rocchetta Cairo 212130 Giusvalla 228040 Cairo Montenotte 229010 Pra Sottano	228080 Pallare
Inquadramento IGM	81 II-SO Cairo Montenotte 81 II-SE Altare	92 I-NO Mallare
CARATTERISTICHE DELLE TURBINE		
Modello	Vestas V150 o similare/equivalente	
Potenza nominale	4,5 MW Limitate 4,2 MW	
Dimensioni	Altezza del mozzo dal piano di campagna: fino a 105 m	

	Diametro del rotore fino a 150 m
	Altezza totale dell'aerogeneratore: fino a 180 m

NUMERO E LOCALIZZAZIONE DELLE TURBINE

Codice turbina	Comune	Foglio	Particella	Coordinate WGS84 (Lat. - Long.)		Quota (m s.l.m.)
CM-01	Cairo Montenotte (SV)	38	81	44°24'5.18"N	8°19'36.40"E	660,21
CM-02	Cairo Montenotte (SV)	55	3	44°23'44.59"N	8°20'0.72"E	658,14
CM-03	Cairo Montenotte (SV)	54	24	44°23'28.07"N	8°19'24.66"E	601,67
CM-04	Cairo Montenotte (SV)	53	113	44°23'31.36"N	8°18'53.21"E	613,48
CM-05	Cairo Montenotte (SV)	54	35	44°23'4.49"N	8°19'19.88"E	538,05
CM-06	Cairo Montenotte (SV)	72	152	44°22'49.81"N	8°19'17.16"E	557,08
CM-07	Cairo Montenotte (SV)	72	152	44°22'34.43"N	8°19'12.39"E	573,90

2.4 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori presi a riferimento in questa fase della progettazione sono macchine di *grande taglia,* in particolare sono le turbine del tipo **Vestas V150** o similare/equivalente.

Nella successiva fase di progettazione esecutiva le specifiche tecniche delle turbine eoliche potranno variare sulla base di valutazioni tecniche, ottimizzazioni progettuali, disponibilità di mercato ed evoluzione dell'offerta commerciale al momento dell'approvvigionamento. Tali possibili variazioni, tuttavia, non inficeranno le caratteristiche progettuali di base (e.g. caratteristiche dimensionali) e le relative valutazioni ambientali presentate in questa fase.

In generale, le macchine di grande taglia sono molto performanti dal punto di vista della produzione energetica e con efficienza maggiore rispetto a formati di macchina inferiori.

L'aerogeneratore si compone di una **torre tubolare** ancorata al suolo alla cui estremità è fissata la **navicella** (o gondola) costituita da un basamento e da un involucro esterno. All'interno della navicella si trovano:

- L'albero di trasmissione lento (o albero principale);
- Il moltiplicatore di giri;
- L'albero veloce;
- Il generatore elettrico;
- I dispositivi ausiliari.

All'esterno della navicella, all'estremità dell'albero lento è montato il **rotore**, costituito da un mozzo in acciaio, su cui sono montate n. 3 pale in poliestere rinforzato con fibra di vetro. Il diametro del

rotore sarà fino a 150 metri e l'altezza totale dell'aerogeneratore sarà fino a 180 metri. La navicella è in grado di ruotare intorno a un asse verticale allo scopo di mantenere l'asse del rotore sempre parallelo alla direzione del vento (imbardata). Cavi elettrici convogliano al suolo l'energia elettrica generata nella rotazione del rotore al trasformatore posto nella navicella stessa per l'innalzamento di tensione della corrente. La corrente in uscita dalla SSE utente è quindi condotta all'impianto di rete per la connessione.

Gli aerogeneratori del realizzando parco eolico presentano le seguenti caratteristiche dimensionali:

- Diametro rotore: fino a 150 m;
- Altezza totale: fino a 180 m;
- Altezza navicella: fino a 105 m;
- Potenza nominale: 4,5 MW (limitate a 4,2 MW).

La torre è accessibile attraverso una scala metallica che conduce alla porta di ingresso, posta a circa 3 metri dal livello del suolo. Attraverso un sistema di scale a pioli e pianerottoli di sosta posti all'interno della torre è possibile arrivare alla navicella per i necessari interventi di ispezione e manutenzione. Per ulteriori dettagli sull'aerogeneratore si rimanda all'Appendice A della presente relazione tecnica ed agli elaborati di Progetto definitivo.

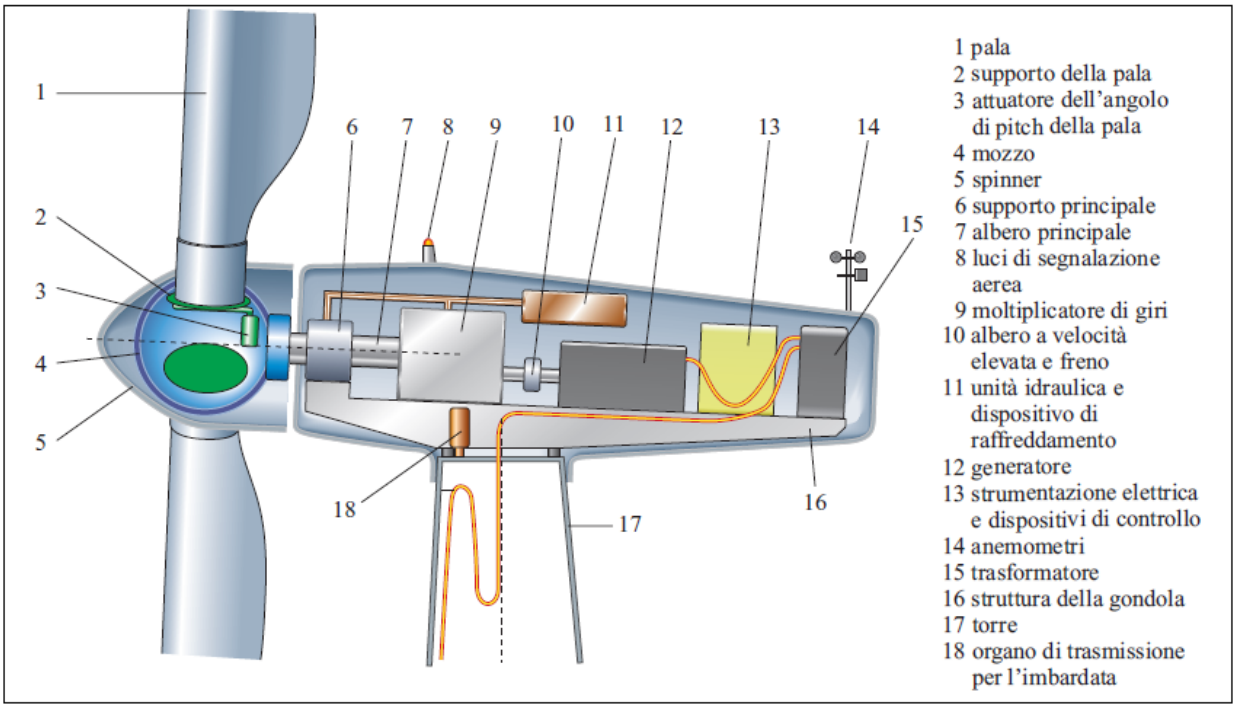


Figura 3 - Schema tipo di funzionamento di un aerogeneratore, fonte www.e-nsight.com



Figura 4 - Vista di una turbina della tipologia impiegata nel progetto

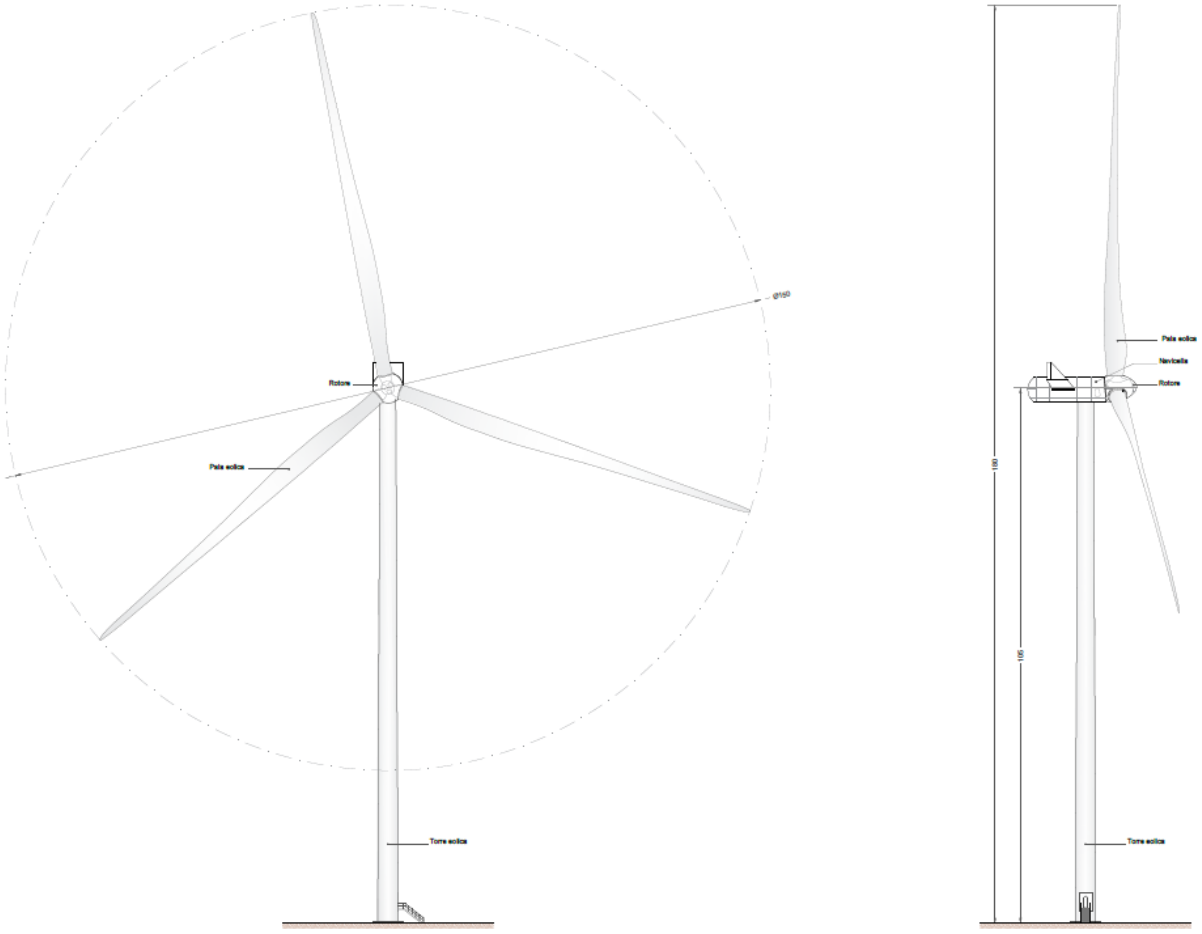


Figura 5 - Viste frontale e laterale aerogeneratore del tipo proposto

2.5 Distribuzione degli aerogeneratori

Un parco eolico quale quello qui proposto, composto da più aerogeneratori (*cluster*) collegati ad un'unica linea di connessione alla RTN può seguire distinti criteri di raggruppamento degli aerogeneratori stessi, riassumibili come segue:

- Disposizione su reticolo quadrato o romboidale;
- Disposizione su fila unica;
- Disposizione su file parallele;
- Disposizione a croce;
- Varie combinazioni delle disposizioni precedenti;
- Disposizione imposta da vincoli locali.

L'impianto proposto segue una disposizione mista, con le WTG da CM-01 a CM-05 disposte all'interno di una forma romboidale e una "coda" costituita dalle turbine CM-06 e CM-07.

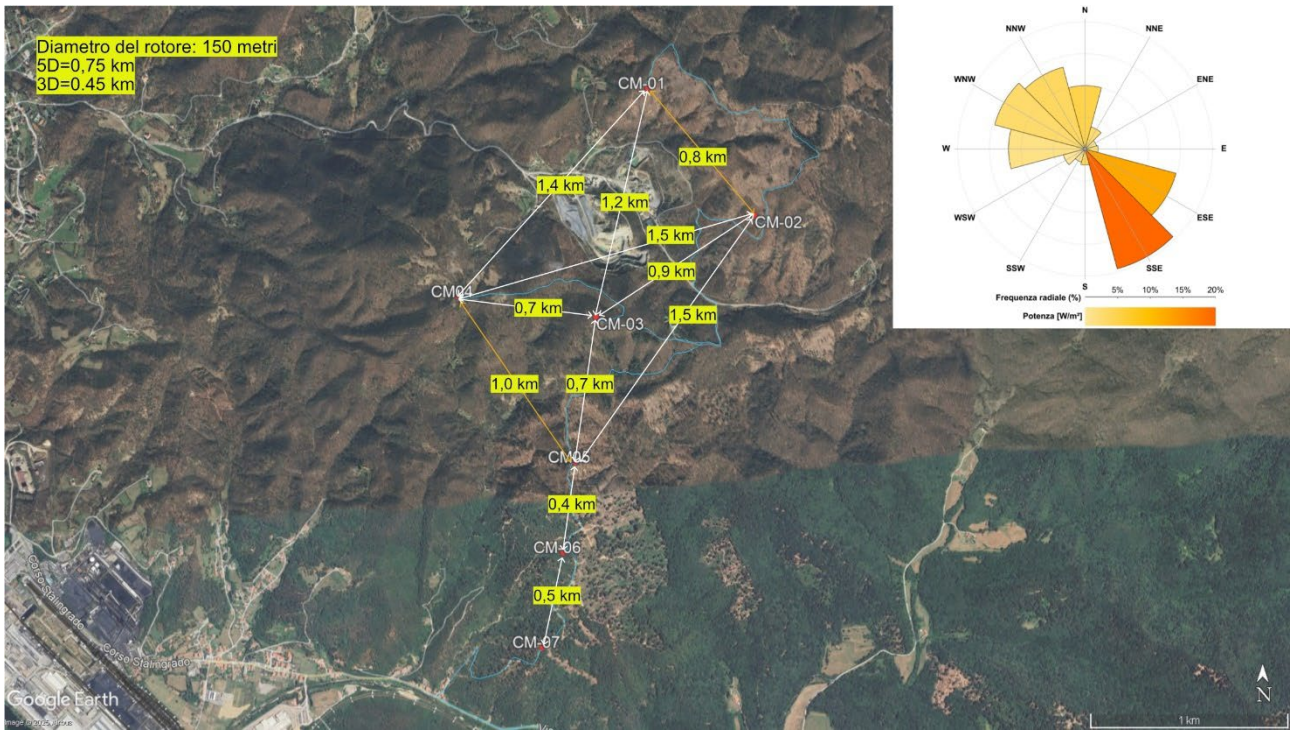


Figura 6 - Distribuzione degli aerogeneratori del parco eolico

La distanza minima tra le turbine è sempre superiore a tre volte il diametro massimo del rotore (150 metri), una misura che garantisce l'assenza di interferenze aerodinamiche reciproche e crea ampi spazi per il passaggio dell'avifauna. L'unica eccezione è costituita dalla distanza tra CM-05 e CM-06, che, tuttavia, è inferiore a 3 volte il diametro di appena 50 metri.

2.6 Caratteristiche anemologiche del sito

I siti più idonei per l'installazione di un impianto eolico sono caratterizzati da livelli di ventosità tali da ottimizzare il rendimento degli aerogeneratori, limitandone il numero di ore annue di funzionamento, aumentando quindi la convenienza economica dell'iniziativa.

Nel caso specifico, grazie ad una buona ventosità ed all'utilizzo di un modello di turbina di nuova generazione, l'impianto in progetto soddisfa questi criteri.

Lo studio anemometrico effettuato per il progetto in esame rivela come i livelli di ventosità del sito eolico siano più che sufficienti per sviluppare un impianto di sfruttamento dell'energia eolica.

La ventosità media stimata alla quota del mozzo degli aerogeneratori risulta essere compresa in un *range* che va da circa 5,5 m/s a 6,5 m/s. Considerato che si prevede l'installazione di 7 aerogeneratori per una potenza totale di 29,4 MW e, considerate le eventuali perdite elettriche di impianto, si stima che la producibilità minima annua netta per il parco eolico costituito dalle 7 postazioni macchina Vestas V150 4.2 MW o similare/equivalente si attesta a 78,727 MWh/anno per un totale di **2678 ore** equivalenti, per un'analisi degli aspetti anemologici si rimanda alla relazione "*SKC_R_05_A_D_A_1_Relazione anemologica"*.

Emissioni evitate

Come precedentemente indicato, dunque, l'area di impianto presenta caratteristiche idonee per la realizzazione del parco eolico. Tali caratteristiche si riassumono nella disponibilità di spazio sufficiente ad ospitare un certo numero di aerogeneratori, nell'accessibilità al sito in relazione al trasporto degli stessi, nella presenza di una rete elettrica capace di assorbire la nuova immissione di energia, nell'assenza di valori ambientali tali da compromettere l'accettabilità pubblica dell'impianto e, soprattutto, in un sufficiente livello di ventosità. Si precisa inoltre, come l'utilizzo dell'energia derivante dalla produzione eolica, rispetto all'energia prodotta da combustibili fossili comporti un enorme beneficio ambientale, traducibile in mancate emissioni, ogni anno, di rilevanti quantità di inquinanti. Di seguito si riporta una stima delle emissioni evitate dalla realizzazione del progetto.

Tabella 3 - Emissioni evitate

Inquinante	Fattore di emissione [g/kWh]	Energia prodotta dall'impianto [kWh/anno]	Emissioni annue evitate [t/anno]	Vita dell'impianto [anni]	Emissioni totali evitate [t]
CO_2	414,9 (a)	78.727.000	32.663,83	30	979.914,9
NO_X	0,197 (b)		15,509		465,27
SO_x	0,041 (b)		3,228		96,84
PM_{10}	0,00235 (b)		0,185		5,55

(a): ISPRA, Rapporto 413/2025, Tabella 1.3 dei Fattori di emissione di CO_2 da produzione termoelettrica lorda (Dato 2023);
(b): ISPRA, Rapporto 413/2025, Tabella 1.7 dei Fattori di emissione di contaminanti atmosferici dal settore elettrico per la produzione lorda di energia elettrica e calore emessi per la produzione di energia elettrica e calore (Dato 2023).

2.7 Caratteristiche della rete al punto di consegna

Per poter immettere sulla sezione AT del distributore l'energia prodotta dal suddetto parco eolico, si rende necessario la realizzazione delle seguenti opere elettriche:

- Cavidotto interrato a 36 kV interno al parco e di collegamento dei n. 7 aerogeneratori con la cabina di raccolta e sezionamento;
- Cavidotto interrato di collegamento in antenna a 36 kV con sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano - Vado ligure". L'energia elettrica prodotta dall'impianto, a meno della quantità necessaria all'alimentazione degli ausiliari dell'impianto, sarà quindi interamente immessa nella rete elettrica nazionale.

2.8 Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG)

A seguito di richiesta di connessione effettuata dal soggetto proponente, per la società Statkraft S.p.A., è stata individuata da Terna S.p.A. la soluzione tecnica minima generale avente come codice pratica: **202403316**

La STMG prevede che l'impianto eolico in oggetto venga collegato *"in antenna a 36 kV con la futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano - Vado Ligure".*

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, Vi comunichiamo che il/i nuovo/i elettrodotto/i a 36 kV per il collegamento in antenna del Vs. impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce/costituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo/gli stallo/i di arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce/costituiscono impianto di rete per la connessione".

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 Allegati

Di seguito si riporta l'elenco degli elaborati del presente progetto definitivo.

3.1.1 Elaborati grafici

Tabella 4. Elenco elaborati grafici

CODICE ELABORATO								NOME ELABORATO
SKC	T	01	A	D	A	1	1	Inquadramento generale su IGM
SKC	T	01	A	D	A	1	2	Inquadramento generale su IGM
SKC	T	02	A	D	A	1	1	Inquadramento generale su CTR
SKC	T	02	A	D	A	1	2	Inquadramento generale su CTR
SKC	T	03	A	D	A	1	1	Inquadramento generale su ortofoto
SKC	T	03	A	D	A	1	2	Inquadramento generale su ortofoto
SKC	T	04	A	D	A	1	1	Inquadramento e carta dei vincoli su CTR
SKC	T	04	A	D	A	1	2	Inquadramento e carta dei vincoli su CTR
SKC	T	05	A	D	A	1		Inquadramento e carta dei vincoli su IGM
SKC	T	06	A	D	A	1	1	Inquadramento e aree classificate idonee ai sensi del D. Lgs. 199/2021
SKC	T	06	A	D	A	1	2	Inquadramento e aree classificate idonee ai sensi del D. Lgs. 199/2022
SKC	T	07	A	D	A	1	1	Inquadramento urbanistico (PUG/PRG)
SKC	T	07	A	D	A	1	2	Inquadramento urbanistico (PUG/PRG)
SKC	T	08	A	D	A	1	1	Zone gravate da uso civico
SKC	T	08	A	D	A	1	2	Zone gravate da uso civico
SKC	T	11	A	D	A	1	1	Quadro d'unione catastale
SKC	T	11	A	D	A	1	2	Quadro d'unione catastale
SKC	T	13	A	D	A	1	1	Individuazione delle interferenze su CTR
SKC	T	13	A	D	A	1	2	Individuazione delle interferenze su CTR
SKC	T	13	C	D	A	1	1	Interferenze sui corsi idrici di competenza demaniale
SKC	T	13	C	D	A	1	2	Interferenze sui corsi idrici di competenza demaniale
SKC	T	15	A	D	A	1	1	Planimetria generale dorsali di impianto
SKC	T	17	B	D	A	1	2	Dorsali di impianto - Sezione 1
SKC	T	17	B	D	A	1	3	Dorsali di impianto - Sezione 2 - 3
SKC	T	17	B	D	A	1	4	Dorsali di impianto - Sezione 4 - 5
SKC	T	17	B	D	A	1	5	Dorsali di impianto - Sezione 6
SKC	T	18	A	D	A	1		Planimetria cavi su CTR
SKC	T	19	A	D	A	1		Planimetria cavi su ortofoto
SKC	T	21	A	D	A	1		Planimetria cavi su catastale
SKC	T	22	A	D	A	1		Planimetria punti di campionamento e stoccaggio
SKC	T	22	B	D	A	1		Planimetria punti di campionamento e stoccaggio
SKC	T	23	A	D	A	1		Relazione piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti
SKC	T	25	A	D	A	1		Layout antincendio - Stazione di utenza

SKC	T	26	A	D	A	1		Piano di cantierizzazione
SKC	T	27	A	D	A	1	1	Aerogeneratore CM-01 - Fase di cantiere con sezioni
SKC	T	27	A	D	A	1	2	Aerogeneratore CM-02 - Fase di cantiere con sezioni
SKC	T	27	A	D	A	1	3	Aerogeneratore CM-03 - Fase di cantiere con sezioni
SKC	T	27	A	D	A	1	4	Aerogeneratore CM-04 - Fase di cantiere con sezioni
SKC	T	27	A	D	A	1	5	Aerogeneratore CM-05 - Fase di cantiere con sezioni
SKC	T	27	A	D	A	1	6	Aerogeneratore CM-06 - Fase di cantiere con sezioni
SKC	T	27	A	D	A	1	7	Aerogeneratore CM-07 - Fase di cantiere con sezioni
SKC	T	28	A	D	A	1		Rilievo planoaltimetrico
SKC	T	28	B	D	A	1		Ortofoto
SKC	T	61	A	D	A	1		Stato di fatto - Cabina di raccolta e sezionamento
SKC	T	62	A	D	A	1		Stato di progetto - Cabina di raccolta e sezionamento
SKC	T	35	A	D	A	1		Viabilità di progetto - planimetria profilo longitudinale e sezioni
SKC	T	37	B	D	A	1		Schema unifilare impianto RTN
SKC	T	38	A	D	A	1		Schema a blocchi
SKC	T	41	A	D	A	1		Particolari costruttivi - Sezioni tipo cavidotti 30 KV
SKC	T	43	A	D	A	1		Particolari costruttivi - Sezioni tipo viabilità interna al parco
SKC	T	45	B	D	A	1		Particolari costruttivi SSE - Cancelli, recinzione e illuminazione
SKC	T	46	A	D	A	1		Particolari costruttivi - Tipico attraversamento idrico pista di impianto
SKC	T	47	A	D	A	1		Particolari costruttivi - Opere di drenaggio
SKC	T	48	A	D	A	1		Particolari costruttivi - Tipici risoluzione interferenze
SKC	T	51	B	D	A	1		Mitigazione ambientale - Materiali e metodi di riforestazione
SKC	T	51	C	D	A	1		Mitigazione ambientale - Opere di ingegneria naturalistica
SKC	T	52	A	D	A	1		Tipico Aerogeneratore
SKC	T	53	A	D	A	1		Tipico Aerogeneratore - Piastra di fondazione
SKC	T	54	A	D	A	1		Tipico Aerogeneratore - Piazzali di accesso
SKC	T	55	O	D	A	1		Piante, sezioni e particolari costruttivi edifici di servizio - Locale misure
SKC	T	55	Q	D	A	1		Piante sezioni e particolari costruttivi - Cabina di raccolta e sezionamento
SKC	T	03	A	S	A	1		Carta delle distanze dai centri abitati
SKC	T	04	A	S	A	1	1	Carta dell'uso del suolo
SKC	T	04	A	S	A	1	2	Carta dell'uso del suolo
SKC	T	05	A	S	A	1	1	Carta forestale
SKC	T	05	A	S	A	1	2	Carta forestale
SKC	T	06	B	S	A	1		Carta Natura - Indici
SKC	T	07	A	S	A	1	1	Carta delle componenti del paesaggio
SKC	T	07	A	S	A	1	2	Carta delle componenti del paesaggio
SKC	T	07	C	S	A	1	1	Carta dei beni paesaggistici ex D. Lgs. 42/04
SKC	T	07	C	S	A	1	2	Carta dei beni paesaggistici ex D. Lgs. 42/04
SKC	T	08	A	S	A	1	1	Carta del PAI - rischio e pericolosità geomorfologica

SKC	T	08	A	S	A	1	2	Carta del PAI - rischio e pericolosità geomorfologica
SKC	T	08	B	S	A	1	1	Carta del PAI - rischio e pericolosità idraulica
SKC	T	08	B	S	A	1	2	Carta del PAI - rischio e pericolosità idraulica
SKC	T	08	E	S	A	1	1	Inquadramento su PGRA
SKC	T	08	E	S	A	1	2	Inquadramento su PGRA
SKC	T	09	A	S	A	1		Carta dei parchi, riserve naturali e geositi
SKC	T	10	A	S	A	1		Carta Rete Natura 2000 - SIC, ZPS, ZSC
SKC	T	10	B	S	A	1		Carta Rete Natura 2000 - Rete ecologica
SKC	T	11	A	S	A	1		Carta delle IBA
SKC	T	12	A	S	A	1		Carta delle aree percorse dal fuoco 2007-2024
SKC	T	13	B	S	A	1		Carta della permeabilità dei suoli
SKC	T	14	A	S	A	1		Carta del Piano cave
SKC	T	15	A	S	A	1		Carta insediativa e degli insediamenti storico culturali
SKC	T	16	A	S	A	1	1	Carta pedologica
SKC	T	16	A	S	A	1	2	Carta pedologica
SKC	T	19	A	S	A	1		Carta della pericolosità sismica
SKC	T	24	A	S	A	1		Carta dell'effetto cumulo nel raggio di 1-5-10 km
SKC	T	25	B	S	A	1		Carta dell'intervisibilità teorica a 50 H tot e area vasta
SKC	T	26	A	S	A	1		Ubicazione impianti FER esistenti, autorizzati o in iter
SKC	T	27	A	S	A	1		Carta di verifica dell'effetto cumulo percepito con impianti FER esistenti
SKC	T	28	A	S	A	1		Carta dei Vincoli su IGM - Vincolo idrogeologico - Galasso
SKC	T	28	B	S	A	1	1	Carta dei Vincoli su CTR - Vincolo idrogeologico - Galasso
SKC	T	28	B	S	A	1	2	Carta dei Vincoli su CTR - Vincolo idrogeologico - Galasso
SKC	T	07	B	S	A	1	1	Carta dei vincoli per decreto art.136
SKC	T	07	B	S	A	1	2	Carta dei vincoli per decreto art.136
SKC	T	29	A	S	A	1		Carta dei caratteri del paesaggio
SKC	T	29	B	S	A	1		Carta dei sistemi morfogenetici
SKC	T	30	A	S	A	1		Carta dei morfotipi insediativi
SKC	T	30	B	S	A	1		Carta dei morfotipi rurali
SKC	T	30	C	S	A	1		Carta del territorio urbanizzato
SKC	T	31	A	S	A	1		Inquadramento aree contaminate (ARPA)
SKC	T	32	A	S	A	1	1	Carta del rischio di incendio invernale
SKC	T	32	A	S	A	1	2	Carta del rischio di incendio invernale
SKC	T	32	B	S	A	1	1	Carta del rischio di incendio estivo
SKC	T	32	B	S	A	1	2	Carta del rischio di incendio estivo
SKC	T	33	B	S	A	1		Individuazione attraversamenti idrici
SKC	T	35	A	S	A	1		Verifica di non interferenza con titoli minerari
SKC	T	01	A	G	A	1		Carta geologia
SKC	T	02	A	G	A	1		Carta della geomorfologica

SKC	T	03	A	G	A	1		Carta della idrogeologica
SKC	T	06	A	C	A	1		Planimetria elettrodotti di collegamento alla SSE su IGM
SKC	T	06	B	C	A	1		Planimetria elettrodotti di collegamento alla RTN su IGM
SKC	T	07	A	C	A	1	1	Planimetria elettrodotti di collegamento alla SSE su CTR
SKC	T	07	A	C	A	1	2	Planimetria elettrodotti di collegamento alla SSE su CTR
SKC	T	07	B	C	A	1		Planimetria elettrodotti di collegamento alla RTN su CTR
SKC	T	08	A	C	A	1	1	Planimetria elettrodotti di collegamento alla SSE su Catastale
SKC	T	08	A	C	A	1	2	Planimetria elettrodotti di collegamento alla SSE su Catastale
SKC	T	08	B	C	A	1		Planimetria elettrodotti di collegamento alla RTN su Catastale
SKC	T	09	A	C	A	1	1	Planimetria elettrodotti di collegamento alla SSE su Ortofoto
SKC	T	09	A	C	A	1	2	Planimetria elettrodotti di collegamento alla SSE su Ortofoto
SKC	T	09	B	C	A	1		Planimetria elettrodotti di collegamento alla RTN su Ortofoto
SKC	T	10	A	C	A	1	1	Tracciato AT con DPA su Catastale
SKC	T	11	A	C	A	1	2	Tracciato AT con DPA su Catastale
SKC	T	12	A	C	A	1	3	Tracciato AT con DPA su Catastale
SKC	T	11	A	C	A	1	1	Piano particellare tratto AT - Schede grafiche
SKC	T	11	A	C	A	1	2	Piano particellare tratto AT - Schede grafiche
SKC	T	11	A	C	A	1	3	Piano particellare tratto AT - Schede grafiche
SKC	T	12	A	C	A	1		Inquadramento impianto di rete su IGM
SKC	T	13	A	C	A	1		Inquadramento impianto di rete su CTR
SKC	T	14	A	C	A	1		Area impianto di rete su ortofoto
SKC	T	17	A	C	A	1		Area impianto di rete
SKC	T	16	A	C	A	1		Area impianto di rete su catastale con DPA
SKC	T	29	A	C	A	1		Inquadramento impianto di rete su CTR con DPA
SKC	T	30	A	C	A	1		Inquadramento impianto di rete su IGM con DPA
SKC	T	31	A	C	A	1		Area impianto di rete con DPA
SKC	T	32	A	C	A	1		Area impianto di rete su ortofoto con DPA
SKC	T	57	A	D	A	1		Planimetria e sezioni Cabina di raccolta e sezionamento e Connessione
SKC	T	59	A	D	A	1		Planimetria e sezioni Cabina di raccolta e sezionamento e Connessione con DPA
SKC	T	01	A	F	A	1		Proposta variazione zonizzazione acustica
SKC	T	01	A	K	A	1		Carta del rischio archeologico
SKC	T	02	A	K	A	1		Carta della visibilità dei suoli
SKC	T	03	A	K	A	1		Carta del potenziale archeologico

3.1.2 *Relazioni, elenchi e tabelle*

Tabella 5 - Elenco relazioni, elenchi e tabelle

CODICE ELABORATO								NOME ELABORATO
SKC	R	01	A	D	A	1	.	Relazione Tecnica Generale
SKC	R	04	A	D	A	1		Piano di gestione e manutenzione dell'impianto
SKC	R	05	A	D	A	1		Relazione anemologica
SKC	R	06	A	D	A	1		Piano di cantierizzazione
SKC	R	07	A	D	A	1		Relazione sulle interferenze
SKC	R	09	A	D	A	1		Quadro economico dell'opera
SKC	R	10	A	D	A	1		Relazione Piano di gestione dei rifiuti
SKC	R	11	A	D	A	1		Piano particellare - Relazione
SKC	R	11	B	D	A	1	1	Piano particellare - Schede grafiche 1-4 di cantiere
SKC	R	11	B	D	A	1	2	Piano particellare - Schede grafiche 2-4 di cantiere
SKC	R	11	B	D	A	1	3	Piano particellare - Schede grafiche 3-4 di cantiere
SKC	R	11	B	D	A	1	4	Piano particellare - Schede grafiche 4-4 di cantiere
SKC	R	11	C	D	A	1		Piano particellare - Elenco ditte
SKC	R	12	A	D	A	1		Relazione e calcoli preliminari delle strutture
SKC	R	13	A	D	A	1		Relazione geotecnica
SKC	R	16	A	D	A	1		Relazione Opere civili e architettoniche
SKC	R	17	A	D	A	1		Relazione antincendio
SKC	R	18	A	D	A	1		Relazione di gittata massima
SKC	R	19	A	D	A	1		Relazione sullo shadow flickering
SKC	R	24	A	D	A	1		Disciplinare tecnico prestazionale
SKC	R	25	A	D	A	1		Relazione urbanistica
SKC	E	01	A	D	A	1		Computo metrico estimativo
SKC	E	02	A	D	A	1		Elenco prezzi unitari
SKC	E	03	A	D	A	1		Cronoprogramma di cantiere
SKC	R	01	A	S	A	1	1	SIA Quadro Programmatico
SKC	R	01	A	S	A	1	2	SIA Quadro Progettuale
SKC	R	01	A	S	A	1	3	SIA Quadro Ambientale
SKC	R	02	A	S	A	1		SIA - Sintesi non tecnica
SKC	R	03	A	S	A	1		Relazione paesaggistica
SKC	R	03	A	S	A	1		ALLEGATO A - Fotoinserimenti
SKC	R	04	A	S	A	1	1	Piano di Dismissione, Smantellamento e Ripristino
SKC	R	05	A	S	A	1		Piano di Monitoraggio Ambientale
SKC	R	06	A	S	A	1		Relazione impatti cumulati
SKC	R	06	A	S	A	1		ALLEGATO A - Fotoinserimenti Falsi Colori
SKC	R	07	A	S	A	1		Relazione manufatti censiti

SKC	R	08	A	S	A	1		Relazione di mitigazione ambientale
SKC	E	01	A	S	A	1		Computo metrico estimativo delle opere di dismissione e ripristino
SKC	R	01	A	G	A	1		Relazione geologica
SKC	R	01	A	C	A	1		Relazione Cabina di raccolta e sezionamento e Connessione
SKC	R	02	B	C	A	1		Relazione distanze di sicurezza
SKC	R	04	A	C	A	1		Relazione cavidotto e schema a blocchi
SKC	R	11	A	C	A	1		Piano di manutenzione delle opere in C.A.
SKC	R	01	A	E	A	1		Relazione Campi elettromagnetici
SKC	R	01	A	F	A	1		Studio di impatto acustico
SKC	R	01	A	N	A	1		Relazione pedo-agronomica e del paesaggio agrario
SKC	R	02	A	N	A	1		Piano di monitoraggio floro-faunistico
SKC	R	03	A	N	A	1		Relazione naturalistica ante operam
SKC	R	05	A	D	A	1		Relazione anemologica
SKC	R	01	A	K	A	1	.	Valutazione archeologica preventiva

3.2 Fase di costruzione

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà procedere all'individuazione mediante picchetti dei tracciamenti delle aree interessate da:

- Adeguamenti della viabilità esistente, al fine di consentire il transito del trasporto speciale;
- Nuova viabilità per l'accesso alle aree di installazione degli aerogeneratori;
- Aree di cantiere per l'installazione degli aerogeneratori.

Durante la fase di costruzione si produrrà una occupazione temporanea dei terreni da utilizzare, che in alcuni casi è più funzionale che fisica. In primo luogo, si procede alla costruzione o adeguamento delle vie di accesso al parco.

I tracciati stradali sono strati progettati cercando di seguire la topografia originaria del terreno, cercando quindi di minimizzare i volumi di terra rimossa e reimpiegando per quanto possibile la terra movimentata per compensare i volumi, cercando così di ridurre il trasporto di terra e l'impatto prodotto dagli scavi. Sono previsti, inoltre interventi di realizzazione o adeguamento della viabilità di collegamento tra gli aerogeneratori ed esecuzione delle opere minori ad essa relative e formazione dei piazzali per lo stoccaggio, la movimentazione ed il montaggio delle componenti degli aerogeneratori, con le relative opere civili necessarie alla loro realizzazione.

Successivamente si procederà alla realizzazione degli scavi delle fondazioni aerogeneratori e alla posa del cavidotto. La realizzazione dello scavo implicherà la rimozione di terra e il deposito della stessa in un luogo e condizioni idonee perché successivamente possa essere reimpiegata nel riempimento.

Ultimate le fondazioni e la viabilità, si procederà al montaggio e al *commissioning* degli aerogeneratori. Infine, terminate le opere civili del parco eolico, si procederà a ricoprire la superficie dei cavidotti e delle fondazioni degli aerogeneratori con terra risultante dalla fase di scavo, ripristinando lo strato vegetazionale.

3.3 Opere civili

Le opere civili riguardanti la realizzazione del parco eolico in progetto possono suddividersi nel seguente modo:

- Opere di fondazione aerogeneratore;
- Viabilità e piazzali;
- Opere di difesa idraulica;
- Movimenti terra;
- Risoluzione interferenze.

3.3.1 Opere di fondazione

Aerogeneratore

In funzione delle indagini geognostiche esecutive, atte a valutare la consistenza stratigrafica del terreno, le fondazioni potranno essere a plinto diretto o su pali.

Il piano di posa del plinto di fondazione sarà ad una profondità tale da non ricadere in zona ove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del livello idrico. Nel caso si dovesse ricorrere a fondazione su pali, la loro profondità di infissione potrà essere determinata solo a valle delle opportune indagini geotecniche.

Il dimensionamento strutturale delle fondazioni sarà effettuato in fase di progettazione esecutiva in funzione dei risultati ottenuti dalle indagini geotecniche di dettaglio, delle specifiche tecniche indicate dalla casa fornitrice degli aerogeneratori e in accordo alle prescrizioni contenute nella Legge n. 1086 del 5/11/1971 e susseguenti D.M. emanati dal Ministero dei LL.PP, e nella Legge 64/1974 e

successivi D.M. emanati dal Ministero dei LL.PP. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di Progetto definitivo, in particolare il documento denominato "*SKC_R_16_A_D_S_1_Relazione opere civili e architettoniche"*.

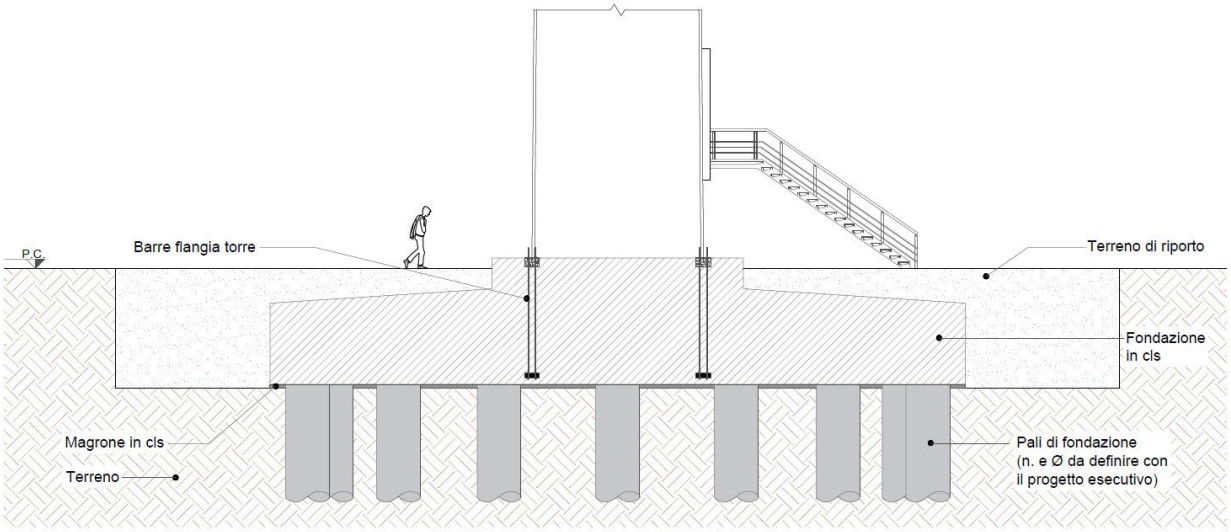


Figura 7 - Sezione tipo aerogeneratore - piastra di fondazione su pali

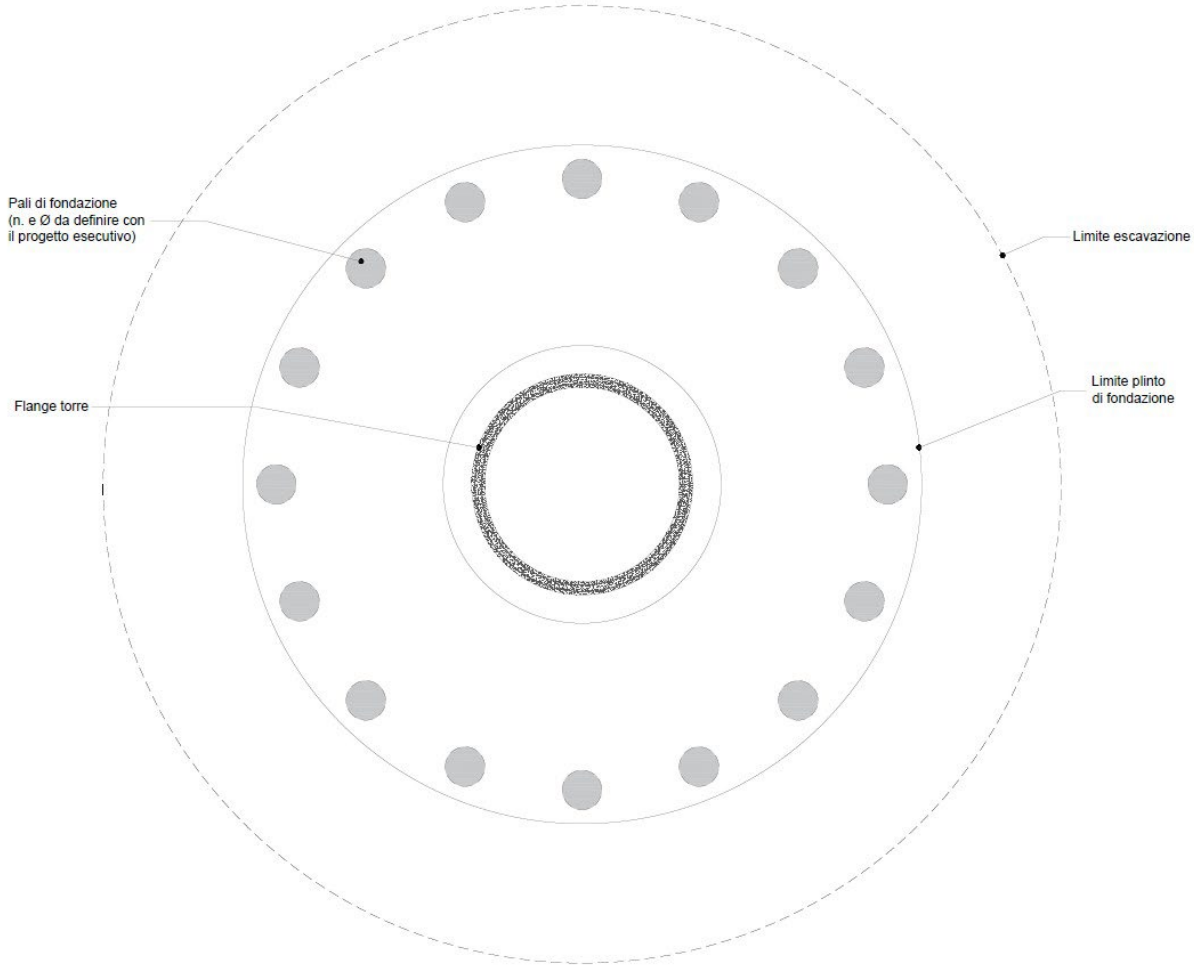


Figura 8 - Tipico aerogeneratore - piastra di fondazione

Vasche di fondazione cabine

Le opere di fondazione del tipo a vasca prefabbricata sono prodotte a mezzo di processi industriali fuori sito allo stesso modo delle cabine prefabbricate, esse potranno essere utilizzate nella cabina di raccolta e sezionamento ove verranno collocate le cabine prefabbricate contenenti le varie apparecchiature elettriche, per il controllo, il monitoraggio ed il collegamento del parco eolico alla rete.

Le vasche sono realizzate in calcestruzzo armato vibrato facenti parte di un sistema modulare che riguarda anche le cabine. Sono realizzate in modo da collegarsi perfettamente tra di loro e tra le strutture sovrastanti dei monoblocchi delle pareti e dei pavimenti, altresì si possono collegare saldamente alle canalette passacavi in cui corrono i cavi elettrici per le aree interne all'impianto,

sono infatti provviste di apposite bucature idonee al passaggio dei cavi.
La cabina è posata su una fondazione prefabbricata tipo vasca avente un'altezza esterna pari a circa 65 cm con uno spessore medio di 13 cm della struttura e un ricoprimento di calcestruzzo sulla faccia esterna pari a 30 mm (35 mm asse barra).

Nelle pareti della vasca sono presenti i fori ø 200 mm completi di flange in polietilene (foro cilindrico e superficie interna levigata) a frattura prestabilita e a tenuta stagna; queste flange sono posizionate ad una distanza dal fondo della vasca tale da consentire il contenimento dell'eventuale olio fuoriuscito dal trasformatore.

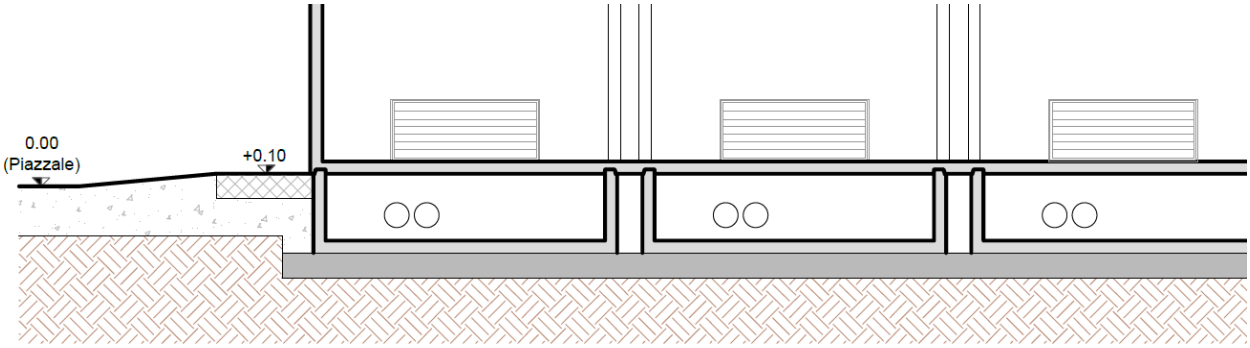


Figura 9 - Sezione tipico cabine - tutte le misure in cm

La tenuta della vasca è rispondente alla Norma Italiana CEI 11.1 (ora sostituita dalle norme EN 61636-1 ed EN 50522) circa l'obbligo di tenuta di eventuali fuoriuscite dell'olio del trasformatore della cabina stessa.

Plinti

Le opere di fondazione del tipo a plinto sono pensate sia per la collocazione di eventuali pali di illuminazione e di videosorveglianza (nella SSE Utente di Trasformazione) sia per la predisposizione di elementi puntuali quali la struttura dei cancelli.

I plinti vengono dimensionati a secondo della funzione e dei carichi a cui sono soggetti attraverso calcolo strutturale appositamente redatto. La collocazione dei plinti avviene previo scavo a sezione obbligata su cui è posto in opera opportuno massetto di fondazione in calcestruzzo di Rck 8/10. I plinti sono realizzati in opera previa casseratura, disposizione delle maglie di armatura costituite

da barre opportunamente piegate e legate in modo da formare un elemento di forma tronco conica o tronco piramidale, cui infine verrà realizzato il getto in calcestruzzo. In alternativa a seconda dei casi è possibile utilizzare plinti di fondazione in calcestruzzo armato prefabbricati e collocati su massetto come precedentemente descritto.

I plinti sono progettati in relazione alle dimensioni della struttura sovrastante che deve essere collocata. Le dimensioni dei plinti così come dimensioni e quantità delle armature dipendono dal calcolo strutturale inerente alla sovrastruttura che deve essere collocata.



Figura 10 - Plinto di fondazione prefabbricato

3.4 Viabilità e piazzali

Il sistema viario che dà accesso ai piazzali sui quali sono installati gli aerogeneratori è caratterizzato da strade interne. La funzione dei piazzali è quella di accogliere i mezzi di sollevamento durante la fase di installazione e di consentire la manutenzione.

L'accesso al sito da parte di automezzi, compresi i trasporti eccezionali e le gru necessarie per il montaggio e la manutenzione straordinaria degli aerogeneratori, è particolarmente agevole attraverso le strade già presenti, i passaggi agricoli che saranno eventualmente adeguati in modo temporaneo, ed i tratti di pista ricavati sui fondi agricoli interessati.

Gli interventi da realizzare per consentire il raggiungimento dei siti di installazione degli aerogeneratori consistono essenzialmente:

- Nell'adeguamento della viabilità esistente, il progetto dell'impianto prevede solo in parte la realizzazione di nuova viabilità, sfruttando quasi per intero la viabilità esistente, sia per il

trasporto speciale degli aerogeneratori ed il passaggio dei cavidotti, che per i futuri interventi di manutenzione;

- Realizzazione di nuova viabilità; che interessa principalmente le strade di accesso ai piazzali di posa, in mancanza di viabilità già predisposta, le piste d'accesso ai predetti piazzali e alla sottostazione saranno realizzate *ex novo*.

Tipologia di strada		Lunghezza [m]
	Strade sterrate esistenti da adeguare	5380
	Piste bianche di nuova realizzazione	1636
	TOTALE	**7016**

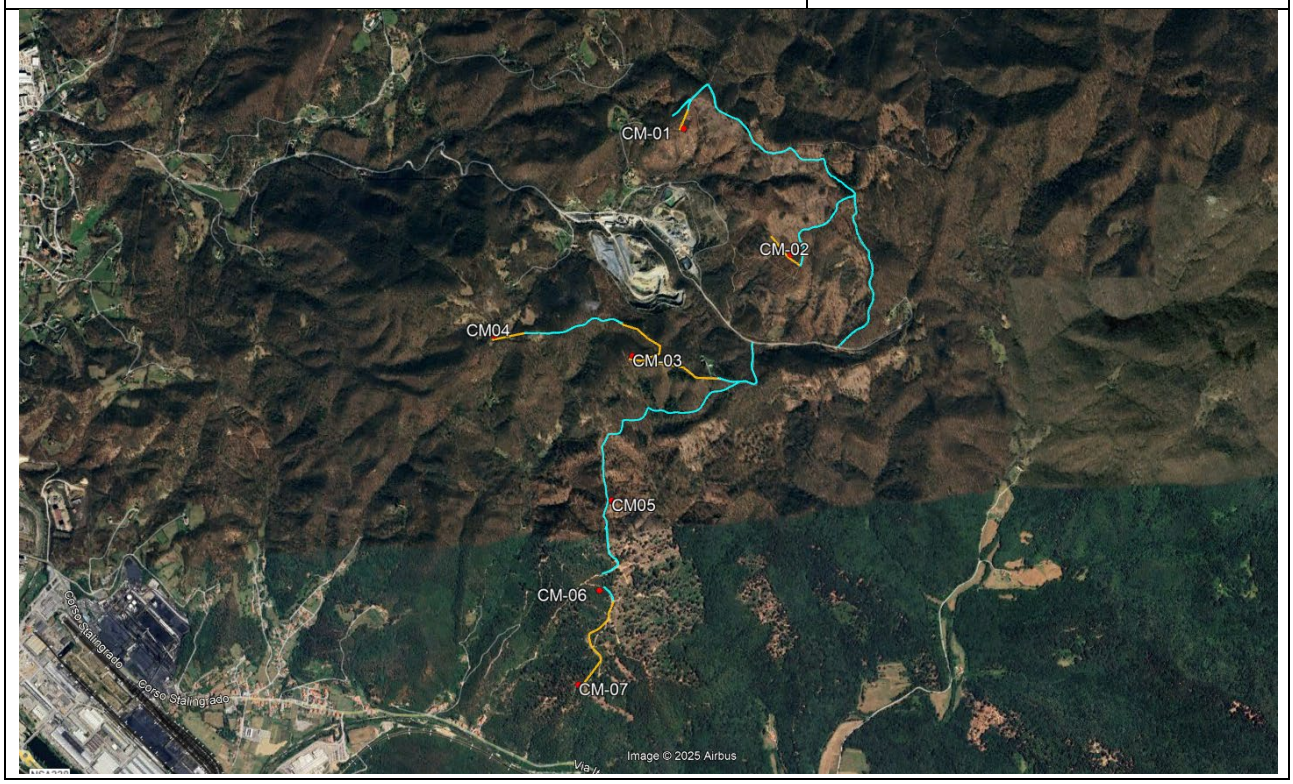


Figura 11 - Viabilità di collegamento tra aerogeneratori

Nello specifico, le strade sterrate esistenti, previa valutazione delle loro condizioni in fase esecutiva verranno adeguate agli standard di progetto sia in termini dimensionali (adeguamenti plano-altimetrici) che strutturali mantenendone pur tuttavia il carattere di strade bianche rurali. Per consentire il transito dei mezzi di trasporto eccezionali sarà necessario modificare la sede stradale esistente attraverso l'allargamento e la riprofilatura della carreggiata, nel caso in cui i raggi di curvatura risultino insufficienti.

Le strade di nuova realizzazione, anch'esse aventi le caratteristiche di strada bianca, avranno una larghezza di 5 m (con l'accortezza di lasciare libere da ostacoli due fasce contigue dell'ampiezza di almeno 0,5 m che potranno anche ospitare le canalette per il deflusso delle acque meteoriche).

Al termine dei lavori, la larghezza delle strade sarà ridotta a quella strettamente necessaria per il transito e la manutenzione ordinaria degli aerogeneratori, minimizzando così l'impatto sul contesto agricolo circostante.

La sezione stradale si compone di uno strato di fondazione di 30 cm di misto frantumato e detriti di cava rullati e da uno strato di finitura di 10 cm di misto granulare stabilizzato rullato. Le piste verranno realizzate secondo la seguente procedura:

- Asportazione dello strato superficiale del terreno vegetale, per uno spessore di 30 cm;
- Compattazione a rullo del fondo di scavo;
- Posa di geotessile TNT da 200 g/m^2;
- Formazione della fondazione stradale in misto frantumato di cava per 30 cm e rullatura;
- Posa di un secondo strato di geotessile TNT da 200 g/m^2;
- Posa della finitura di superficie in misto granulare stabilizzato per uno spessore di 10 cm a formare le superfici di displuvio delle acque meteoriche;
- Formazione di una cunetta laterale in terra per la regimazione delle acque meteoriche. Le cunette drenanti, a sezione trapezoidale potranno avere un fondo in pietrame e/o una protezione in geotessile a seconda delle esigenze del sito.

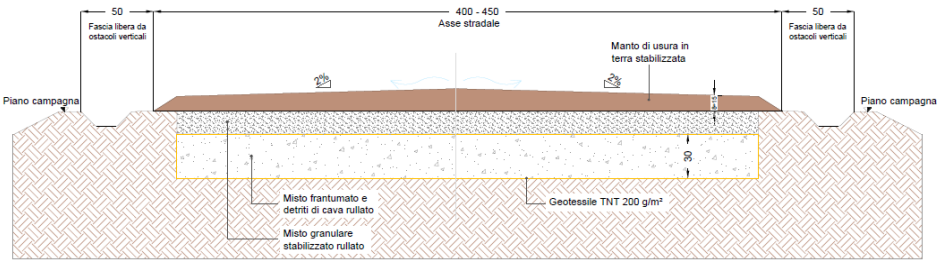


Figura 12 - Sezione tipo pista di impianto a livello; misure in centimetri

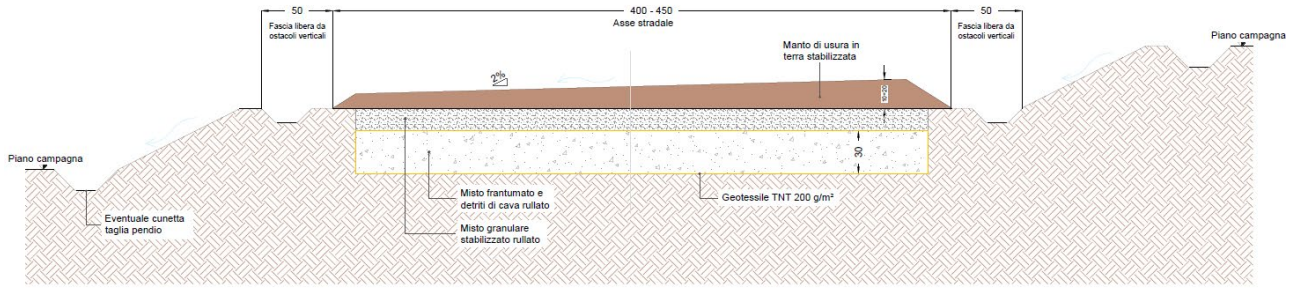


Figura 13 - Sezione tipo pista di impianto a mezzacosta; misure in centimetri

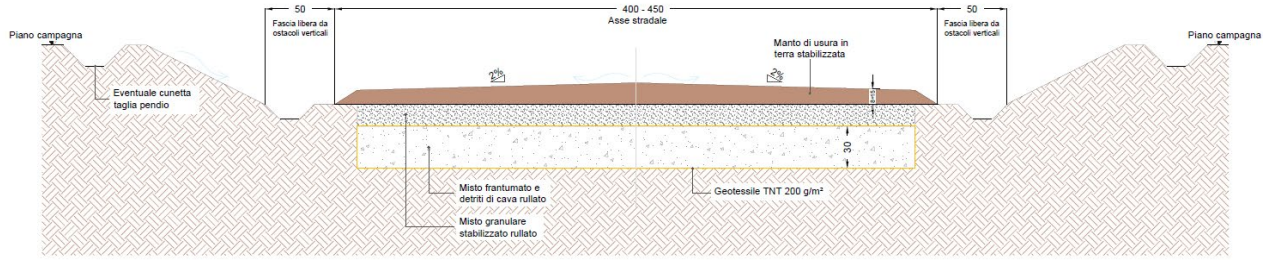


Figura 14 - Sezione tipo pista di impianto a in trincea; misure in centimetri

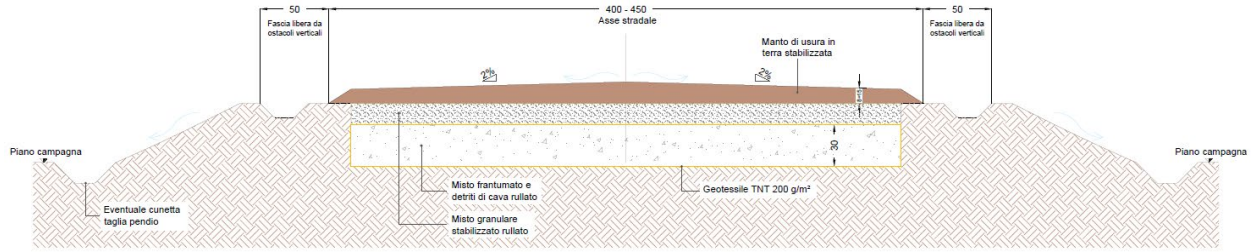


Figura 15 - Sezione tipo pista di impianto su rilevato; misure in centimetri

Nel complesso, salvo variazioni che potrebbero rendersi necessarie in fase di progettazione esecutiva, il piazzale di cantiere per il montaggio di ciascun aerogeneratore avrà una superficie variabile tra 2787e 5991 m^2 circa.

Si riporta di seguito il layout tipico di cantiere per un aerogeneratore con le relative caratteristiche dimensionali e le funzioni ospitate nelle diverse aree. Le aree contrassegnate con q2 e q4 saranno soggette a recupero ambientale post-operam. In vista di possibili futuri interventi di manutenzione straordinaria (es. sostituzione di parti della turbina) il recupero ambientale non inficerà l'operabilità

dell'area, prevedendo tipicamente il ripristino dello strato di terreno fertile ed il suo inerbimento con specie tipiche dell'areale che includeranno anche leguminose, utili all'arricchimento del suolo in azoto. Eventuali opere di ingegneria naturalistica realizzate per il cantiere al fine di consolidare o stabilizzarne parti potranno essere mantenute allo stesso scopo di rendere gli spazi utilizzabili per la manutenzione straordinaria e, a fine vita utile, per l'eventuale dismissione dell'impianto.

La porzione del piazzale principale non soggetta a recupero ambientale sarà mantenuta e adibita a piazzale di esercizio permettendo una buona accessibilità alla turbina. Il piazzale di esercizio misurerà, come detto, 30 m x 60 m.

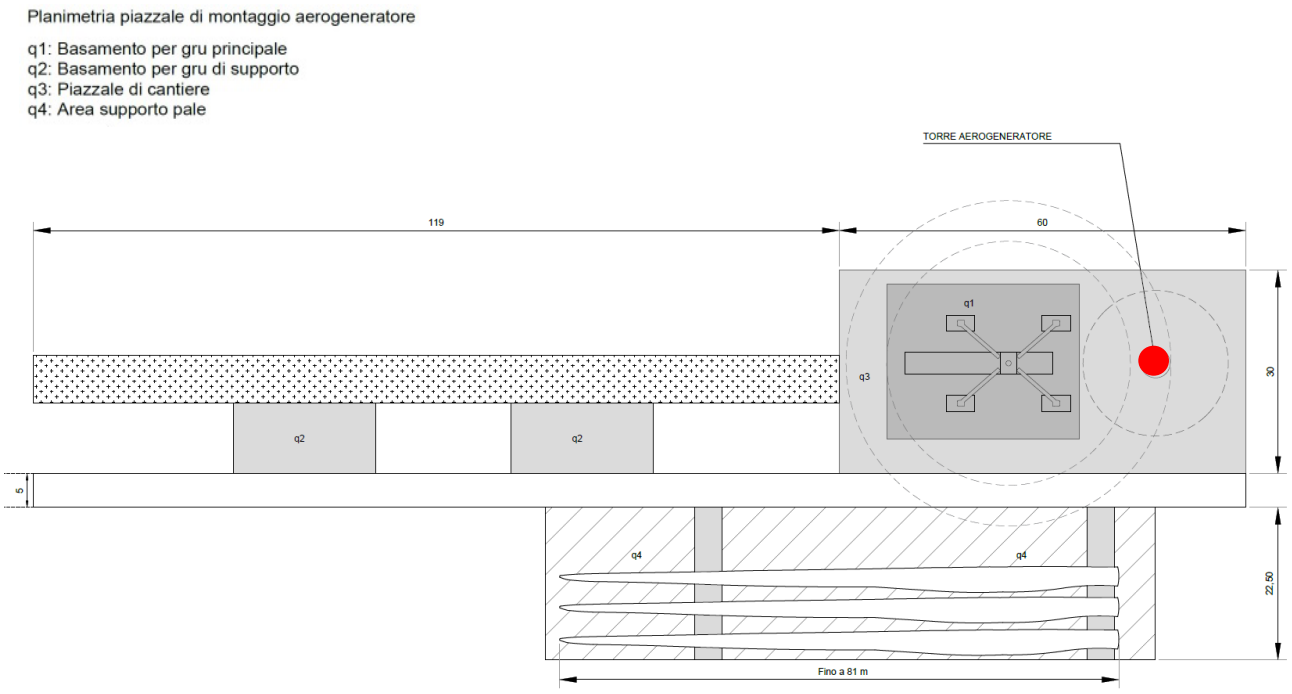


Figura 16 - Layout tipico di cantiere per un aerogeneratore; in rosso la torre dell'aerogeneratore, tutte le misure in metri

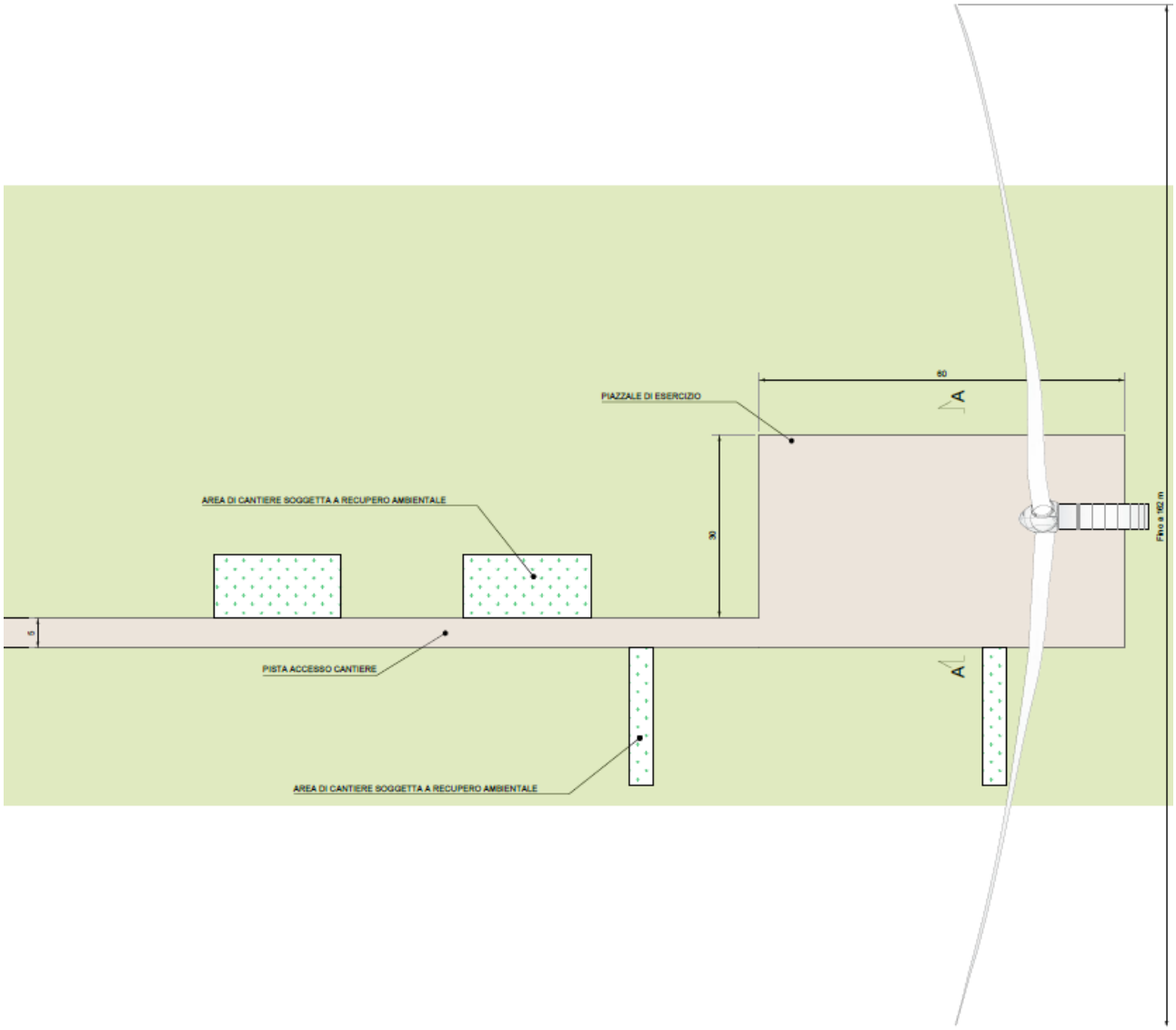


Figura 17 - Piazzali di accesso aerogeneratore

3.5 Regimazione delle acque superficiali

La realizzazione del parco eolico non influenza in modo apprezzabile la permeabilità del territorio interessato e, quindi, non modifica gli apporti idrici ai recettori di valle. Allo scopo di smaltire le acque superficiali prevenendo fenomeni erosivi concentrati o diffusi ovvero per abbassare il livello della falda di superficie ove troppo elevato si ricorrerà all'uso di drenaggi superficiali costituiti da fossi di guardia o trincee drenanti, sviluppati generalmente in direzione monte-valle e scaricanti direttamente in compluvi naturali od in altre opere di raccolta esistenti. I sistemi di drenaggio verranno

ulteriormente definiti e dimensionati in fase esecutiva. I sistemi di drenaggio sono illustrati nell'elaborato "*SKC_T_47_A_D_S_1_Particolari costruttivi - Opere di drenaggio*".

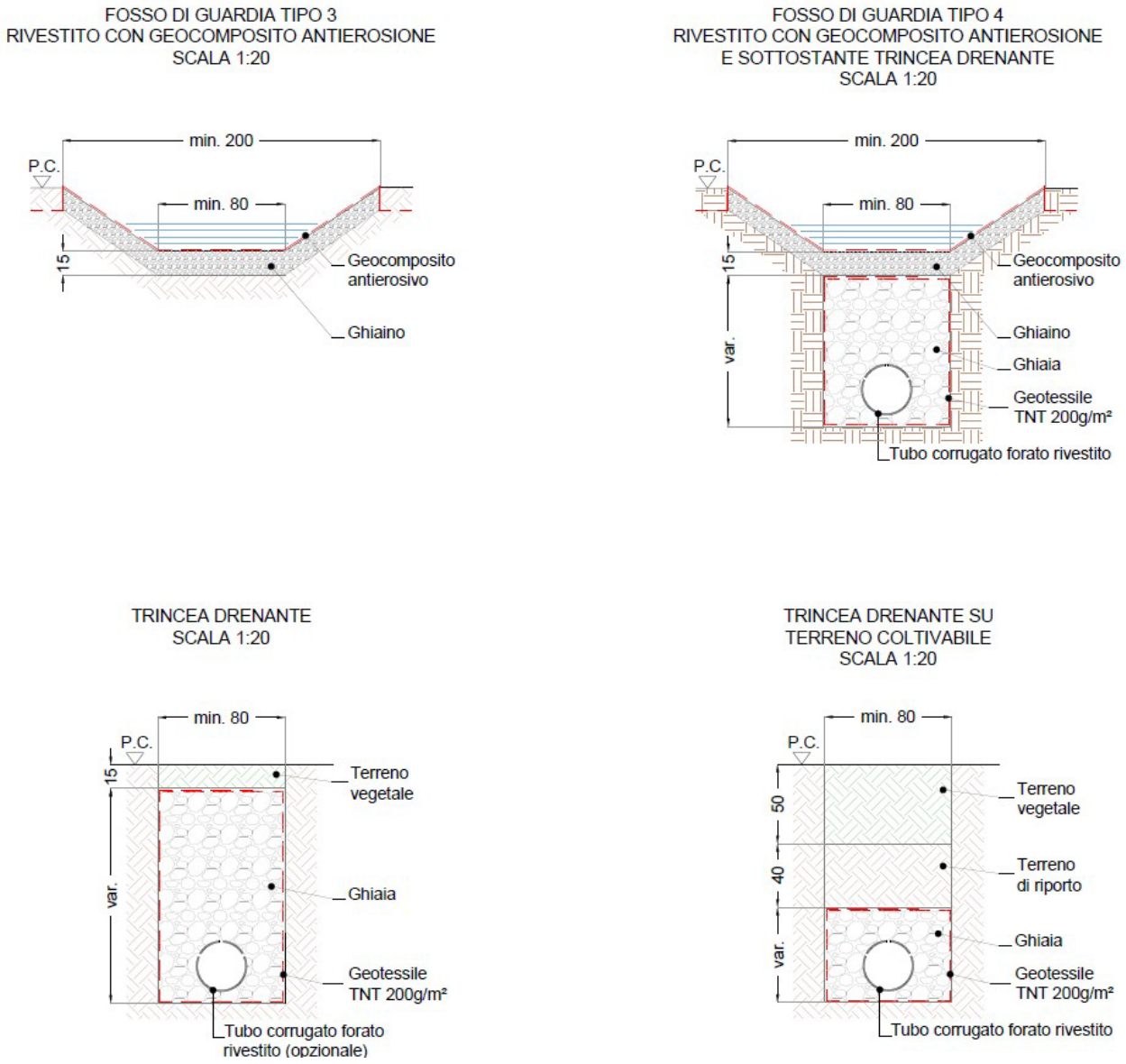


Figura 18 - Stralcio dai particolari costruttivi delle opere di drenaggio superficiale

3.6 Opere di ingegneria naturalistica

La realizzazione di piste e piazzali di esercizio può comportare la necessità di risoluzione di dislivelli Il contesto di media e alta collina nel quale l'intervento si inserisce costringe a confrontarsi con le esigenze di inserimento plano altimetrico delle piste e dei piazzali di esercizio in termini di scavi e rinterri, di superfici di raccordo o di piccole opere civili di contenimento e, allo stesso tempo, con la

necessità di mitigare l'impatto sul paesaggio di tali opere (va da sé che l'approccio progettuale tende primariamente alla minimizzazione dei movimenti terra).

Per garantire al contempo la stabilità dei pendii ed il loro armonico inserimento nel paesaggio si farà ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica la cui "intensità" sarà proporzionale alle effettive esigenze tecniche. Ove possibile verranno privilegiate soluzioni che impiegano esclusivamente materiale vivo o comunque di origine naturale e di provenienza locale. L'elaborato "*SKC_T_51_C_D_A_1_Mitigazione ambientale - Opere di ingegneria naturalistica*" costituisce un abaco delle possibili soluzioni da adottare nelle diverse circostanze. Le tecniche di sistemazione di pendii che prevedono esclusivamente l'impiego di materiale vivo e legno sono:

- Idrosemina;
- Piantumazione semplice di specie arboree o arbustive;
- Cordonata viva;
- Gradonate vive;
- Fascinata viva;
- Viminata viva;
- Grata viva;
- Palizzate e palificate con talee/piantine.

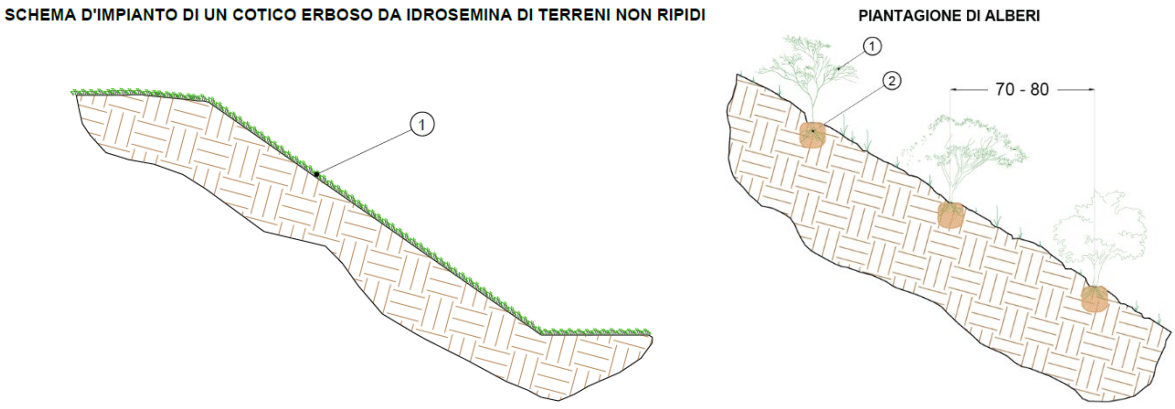


Figura 19 - Sistemazione di un pendio mediante idrosemina (a sx) e piantumazione di specie arboree (a dx)

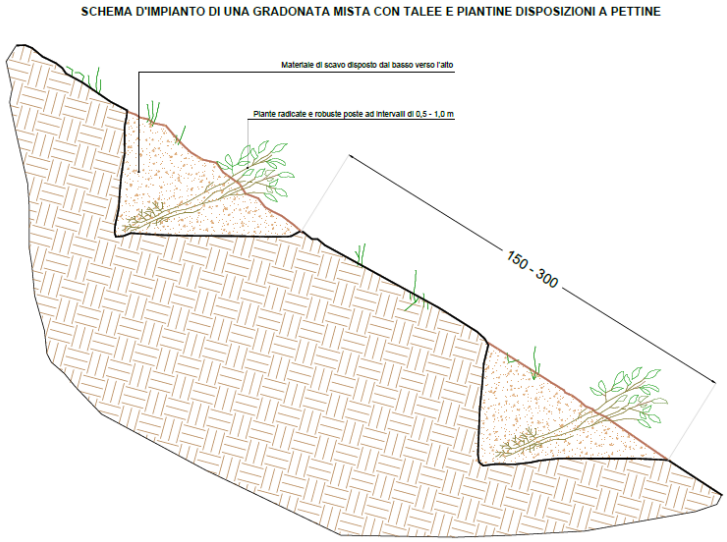


Figura 20 - Sistemazione di un pendio mediante gradonata con talee

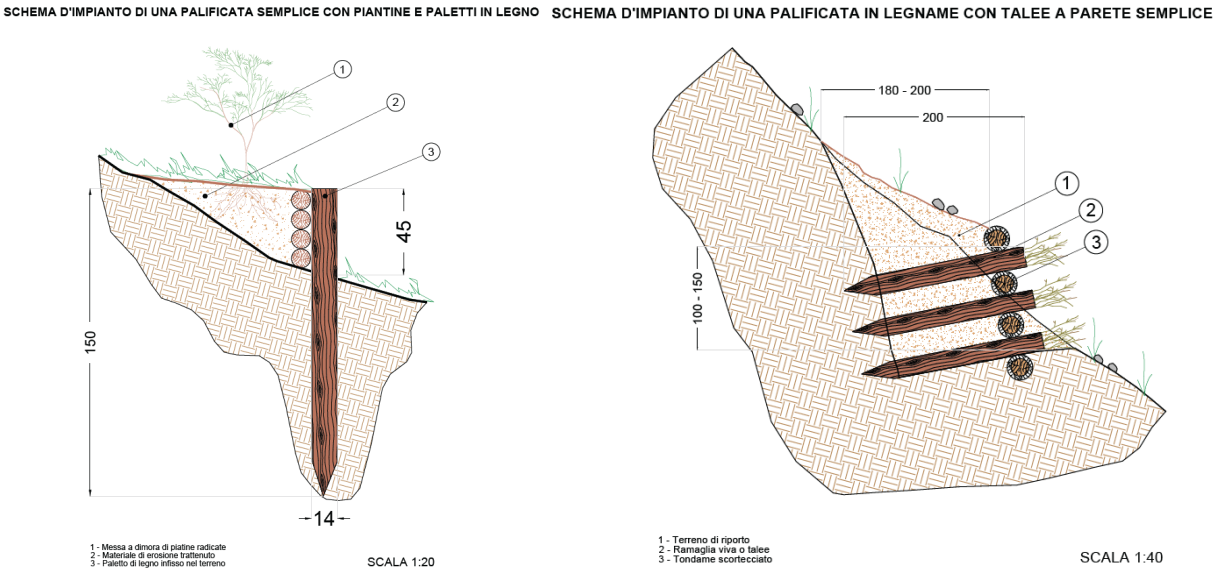


Figura 21 -Sistemazione di un pendio mediante palificata semplice e paletti (a sx), palificata con talee (a dx)

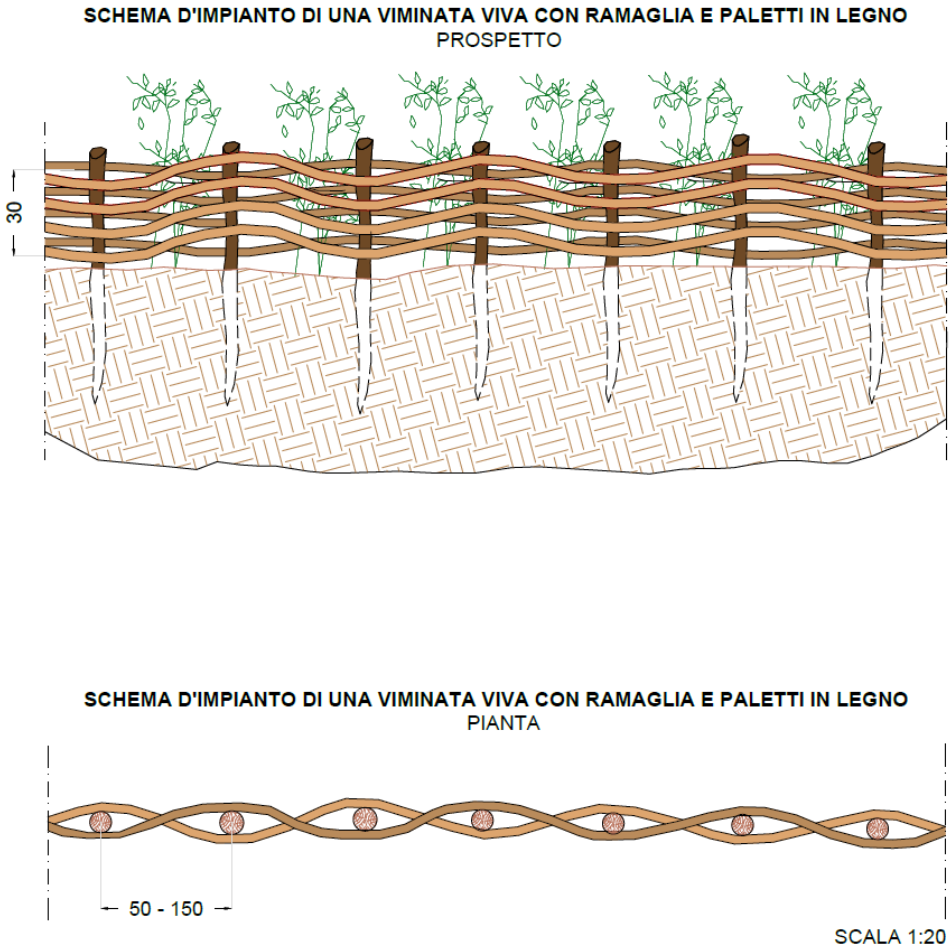


Figura 22 - Vista in prospetto e pianta di una viminata viva con ramaglia e paletti in legno

Le tecniche che prevedono anche l'utilizzo di materiali inerti (pietra, metallo) sono:

- Scogliera in pietra naturale rinverdita;
- Muro in pietra naturale rinverdito;
- Gabbionata di pietrame con talee;
- Materassi in rete metallica con geostuoia e inerbimento.

Il materiale vegetale vivo andrà preferibilmente reperito in luoghi prossimi al sito di intervento e posto in opera nel più breve tempo possibile. Ove ciò non fosse realizzabile, verranno prese tutte le precauzioni possibili per mantenerlo in condizioni ottimali.

Le pietre (blocchi o pietrame sciolto) saranno preferibilmente reperite in cave autorizzate locali e in ogni caso dovranno avere composizione e colorazione simile a quella delle rocce naturali esposte presenti in situ.

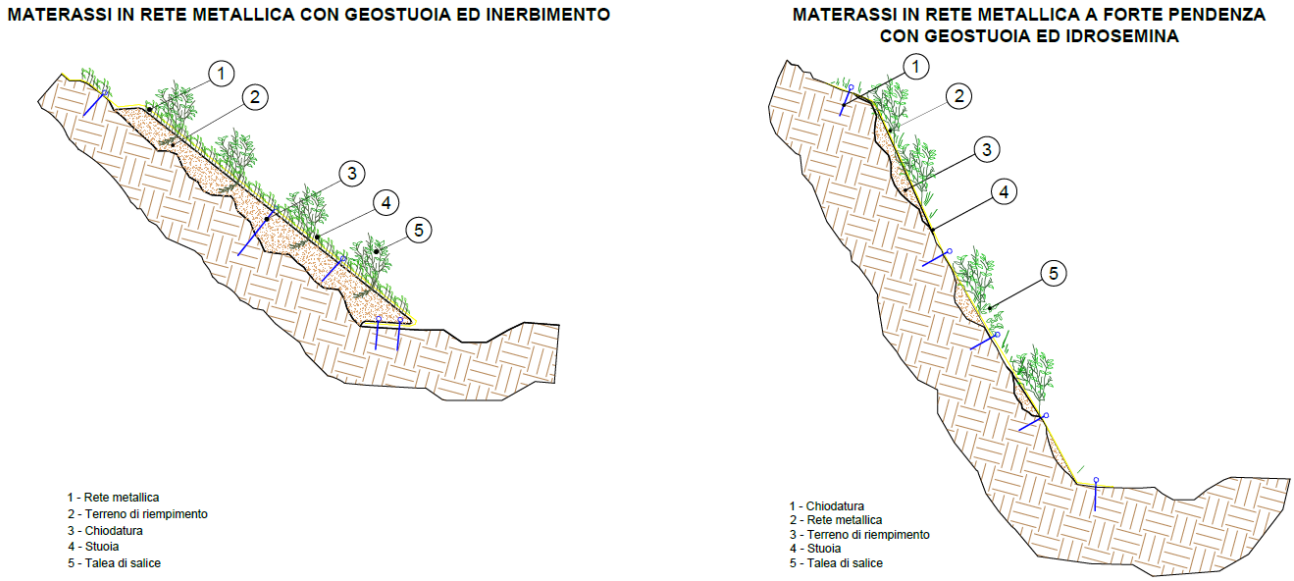


Figura 23 - Consolidamento di scarpata con materassi in rete metallica rinverditi

Opere di consolidamento versanti in terre armate

Le opere di consolidamento dei versanti rappresentano una componente importante nella realizzazione di infrastrutture viarie destinate al transito di mezzi eccezionali, come quelli impiegati per il trasporto delle componenti di aerogeneratori, nonché per il consolidamento dei versanti dove verranno realizzati i piazzali di esercizio degli aerogeneratori. In questo contesto, una tecnologia particolarmente efficace è quella delle terre rinforzate, anche conosciute come terre armate, che unisce versatilità, resistenza e sostenibilità.

Si analizzano di seguito alcune applicazioni di tale soluzione tecnologica, con particolare riferimento al consolidamento dei versanti ove sorgeranno i piazzali di esercizio degli aerogeneratori e gli interventi di adeguamento alla viabilità per l'accesso al parco eolico delle componenti delle turbine.

Consolidamento versanti per interventi di adeguamento alla viabilità

La costruzione di strade destinate al passaggio di mezzi eccezionali richiede una particolare attenzione alla stabilità dei versanti, spesso soggetti a rischio di frane o cedimenti. Le terre rinforzate permettono di consolidare efficacemente i pendii mediante l'utilizzo di geosintetici o reti metalliche integrate in strati di terreno, ovvero mediante strutture di contenimento in calcestruzzo armato. Questa tecnica consente di:

- Incrementare la capacità portante del versante;

- Ridurre il rischio di smottamenti;
- Garantire una maggiore durabilità delle opere nel tempo.

La realizzazione di percorsi idonei per il trasporto di componenti di aerogeneratori, come pale eoliche o sezioni di torri, spesso richiede l'adeguamento di viabilità esistente. Le terre rinforzate rappresentano una soluzione ideale per:

- Ampliare piattaforme stradali su terreni instabili;
- Realizzare scarpate di contenimento a basso impatto ambientale;
- Minimizzare i tempi e i costi di intervento rispetto ad altre tecniche di consolidamento tradizionali.

Quando è necessaria la costruzione ex novo di tratti stradali, in aree montuose o su terreni caratterizzati da bassi livelli di stabilità, le terre armate offrono vantaggi significativi. La tecnologia, infatti, permette di ridurre l'ingombro dell'opera grazie a scarpate ripide ma stabili, utilizzare materiali locali per il riempimento e al contempo riducendo l'impatto ambientale.

Consolidamento versanti per realizzazione piazzali di esercizio aerogeneratori

Un aspetto cruciale nella realizzazione degli impianti eolici è la sistemazione dei piazzali di esercizio, destinati all'installazione degli aerogeneratori. Questi piazzali devono essere progettati per garantire stabilità e sicurezza durante le operazioni di montaggio e manutenzione, e per resistere ai carichi derivanti dalle attrezzature e dai componenti movimentati.

La loro realizzazione prevede:

- **Movimenti terra, scavi e riporti**: queste operazioni saranno eseguite con l'obiettivo primario di ridurre al minimo la movimentazione terra. Ciò non solo limita l'impatto ambientale, ma consente anche di ottimizzare i tempi e i costi di costruzione.
- **Salvaguardia della stabilità dei versanti**: attraverso l'impiego di opere di consolidamento come le terre rinforzate, si garantisce la sicurezza delle aree circostanti e si previene il rischio di cedimenti o frane. Le terre armate, infatti, permettono di ottenere superfici stabili anche su terreni con caratteristiche geotecniche sfavorevoli.

Tra le tecniche utilizzate per le opere di consolidamento riportiamo a titolo di esempio i muri si sostegno cellulare a gabbia, muri di contenimento in calcestruzzo armato rivestiti, berlinese di pali tirantata.

3.1 Opere di riforestazione

Vista la copertura boschiva dell'area di intervento, i ripristini ambientali richiederanno anche lavori di riforestazione. Vengono di seguito riportati alcuni stralci dell'elaborato dedicato a questa tipologia di intervento (*SKC_T_51_B_D_A_1_Mitigazione ambientale - Materiali e metodi di riforestazione*) che includono una planimetria che riporta le aree destinate agli adeguamenti temporanei della viabilità in cui già in questa fase della progettazione è possibile prevedere la necessità di riforestazione. In fase esecutiva sarà possibile identificare altre aree cui destinare questi interventi.

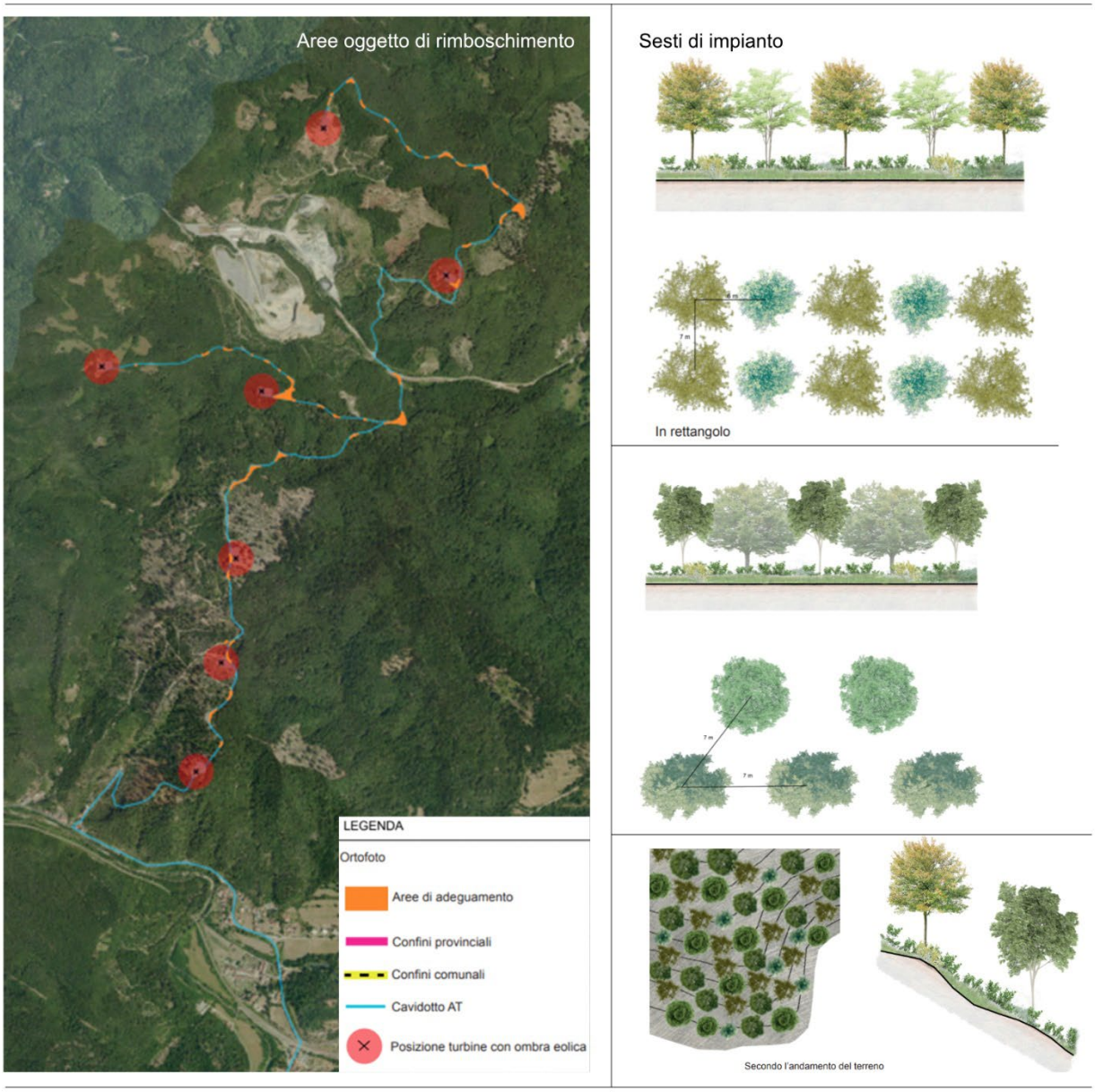


Figura 24 - Stralcio di SKC_T_51_B_D_A_1_Mitigazione ambientale - Materiali e metodi di riforestazione

L'elaborato illustra i possibili sesti di impianto (in rettangolo, a quinconce o irregolare, seguendo la morfologia del terreno) che potrebbero essere adottati; la specie di elezione è il castagno, dominante nelle zone boscate dell'area di intervento, cui potranno essere associate altre specie in accordo con l'Ente di gestione.

3.2 Impianto di messa a terra

Tutti gli aerogeneratori e le strutture metalliche in generale (ivi comprese le armature delle fondazioni) sono dotati di impianto di terra opportunamente dimensionato costituito da un anello in corda nuda di rame, con dispersori a picchetto in acciaio zincato e collegamenti di messa a terra. Tutto l'impianto sarà realizzato in conformità alle più aggiornate Norme CEI in materia di impianti elettrici.

3.3 Cavidotti

Il progetto prevede che i collegamenti elettrici, tra i generatori eolici e la cabina di raccolta e sezionamento utente avvengano, su linee indipendenti per ogni aerogeneratore, in cavidotto interrato con cavi a conduttore in alluminio, alla tensione di 36 kV e tra quest'ultima alla stazione di consegna dell'energia, in cavidotto interrato con cavo a conduttore in rame, alla tensione di 36 kV.

Il cavo utilizzato per la sezione AT a 36 kV indicato di seguito è stato previsto per i trasporti di energia di 7,2 MW dal singolo aerogeneratore alla SSEU è del tipo ARE4H5E 20,8/36 kV con conduttore in alluminio avente sezione 500 mm^2.

Gli elementi che sono stati considerati per la scelta del tracciato sono i seguenti:

1. Caratteristiche fisiche del terreno lungo il tracciato dei cavi;
2. Presenza dei servizi o manufatti superficiali e sotterranei in vicinanza o lungo il cavidotto;
3. Presenza di vegetazione lungo o in vicinanza del tracciato dei cavi;
4. Distanza da luoghi con permanenza prolungata delle persone ai fini del rispetto degli obiettivi di qualità come definiti dall'art. 4 del DPCM del 08.07.03.

I cavidotti che originano dalle turbine saranno interrati per tutta la loro estensione lungo viabilità esistente o di progetto. Dal momento che i trasformatori sono allocati all'interno della navicella di ogni aerogeneratore, non vi è la necessità di installare a terra cabine di trasformazione.

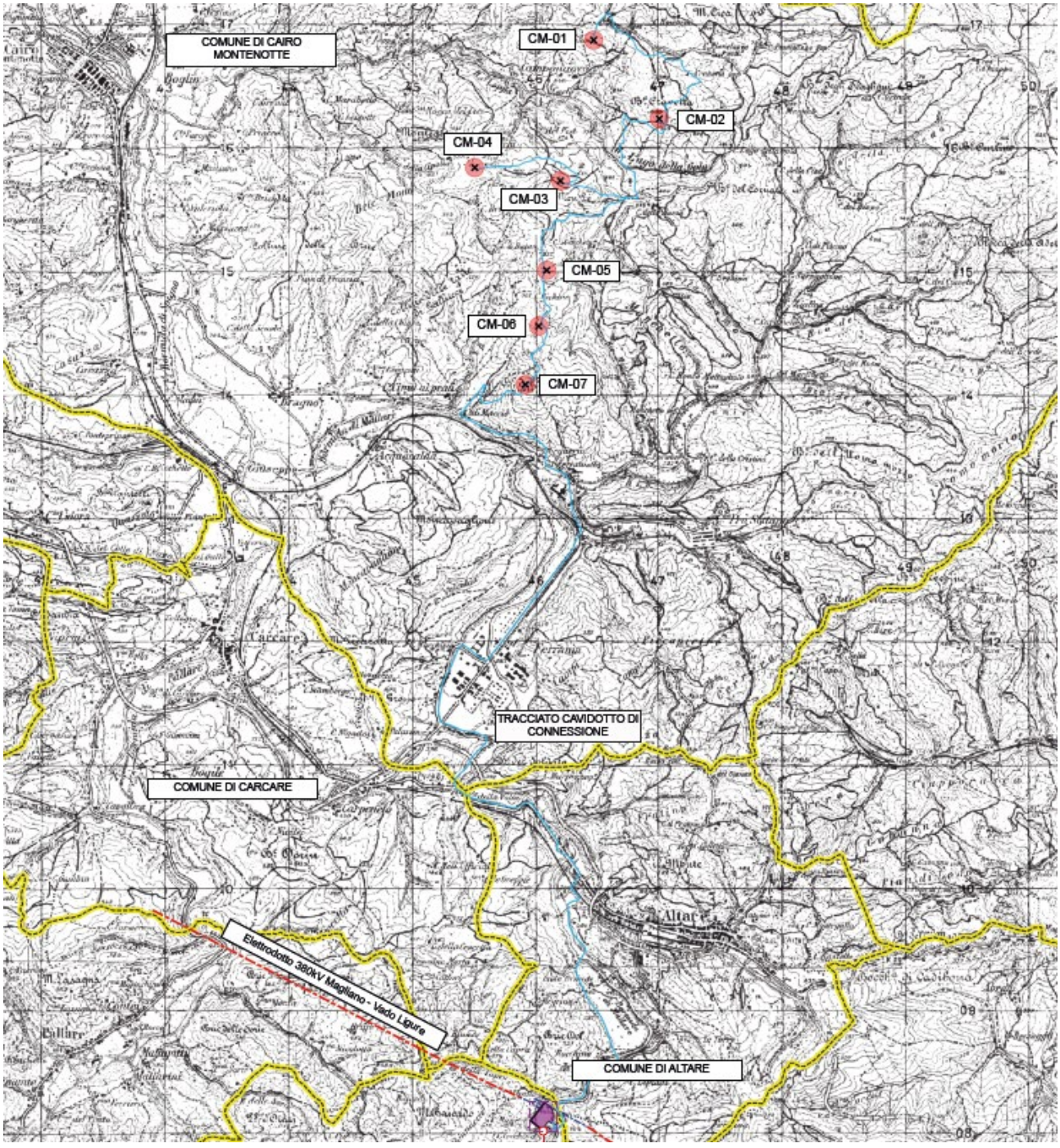


Figura 25 - Inquadramento tracciato cavidotto AT

Il tracciato dei cavidotti si articola come segue.

Tabella 6 - Tracciato del cavidotto di connessione MT e AT

Comune	Strada percorsa	Tipologia di sedime	Distanza [m]	Tipologia cavidotto
Cairo Montenotte (SV)	Strada bianca	piazzale/pista	107,50	AT
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	sterrato	1746,12	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	piazzale/pista	86,50	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	terreno	837,94	
Cairo Montenotte (SV)	Strada camponuovo	sterrato	156,11	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	sterrato	308,42	
Cairo Montenotte (SV)	Strada bianca	piazzale/pista	1046,92	
Cairo Montenotte (SV)	Strada bianca	piazzale/pista	60,28	
Cairo Montenotte (SV)	Strada bianca	piazzale/pista	424,48	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	sterrato	88,37	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	sterrato	1160,27	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	sterrato	518,07	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	piazzale/pista	659,97	
Cairo Montenotte (SV)	N.r.	terreno	929,46	
Cairo Montenotte (SV)	Via Italia	asfalto	1564,44	
Cairo Montenotte (SV)	Viale della Libertà	asfalto	1554,71	
Cairo Montenotte (SV)	Viale della Libertà	terreno	153,85	
Cairo Montenotte (SV)	Viale della Libertà	asfalto	825,86	
Cairo Montenotte (SV)	SP 61	asfalto	851,08	
Carcare (SV)	SP 61	asfalto	158,64	
Altare (SV)	SP 29	asfalto	1268,10	
Altare (SV)	Via Fornace	asfalto	288,02	
Altare (SV)	Strada Castellaro (via Mallare)	asfalto	88,14	
Altare (SV)	Strada Isola Grande	asfalto	1419,22	
Altare (SV)	N.r.	terreno	55,75	
Altare (SV)	SP 5	asfalto	809,07	
Mallare (SV)	SP 5	asfalto	83,14	
Mallare (SV)	N.r.	terreno	117,21	
Lunghezza totale cavidotto in alta tensione: 17367,64 m				

n.r.*: non rilevabile

I cavi verranno posati secondo la procedura qui descritta:

- Scavo di profondità e larghezza secondo quanto indicato negli specifici elaborati di progetto eseguito con escavatore a benna cingolato;
- Posa manuale (con supporto di posacavi) dei cavi elettrici e del conduttore di terra (parte della rete di terra dell'impianto) sul fondo dello scavo;
- Rinterro parziale con sabbia lavata mediante pala meccanica compatta su ruote (tipo "Bobcat");
- Posa manuale, con supporto di posacavi, dei cavi in fibra ottica;
- Ulteriore rinterro parziale con sabbia mediante pala meccanica compatta e posa manuale del nastro monitore;
- Eventuale posa di pozzetti prefabbricati mediante piccolo camion con gru;
- Rinterro e ripristino della pavimentazione esistente ove necessario fino alla quota preesistente mediante pala meccanica compatta; laddove ritenuto idoneo dalla Direzione lavori, il rinterro potrà avvenire con materiale proveniente dagli scavi previa opportuna selezione.

Il progetto prevede che i collegamenti elettrici tra i generatori eolici e la cabina di raccolta e connessione avvenga alla tensione di 36 kV. Le linee 36 kV saranno costituite da una o più terne ed ogni terna sarà costituita da 3 cavi unipolari.

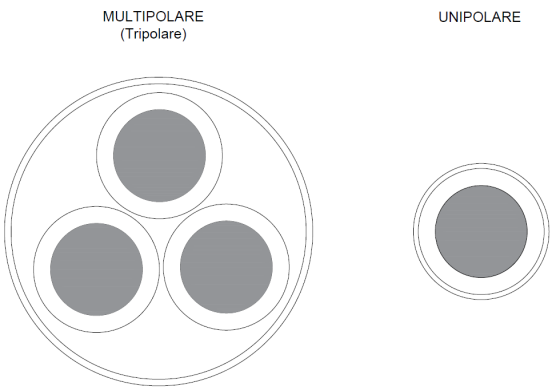


Figura 26 - Tipico cavo di potenza - conduttore metallico (in grigio), isolamento XLPE estruso ed isolamento esterno in polietilene.

Per garantire la stabilità del materiale compreso tra i cavi elettrici e il nastro monitore, il materiale di rinterro andrà rullato e compattato a strati di spessore non superiore a 25-30 cm prima della posa dello strato successivo fino alla posa del nastro monitore.

I cavi saranno oggetto di specifico dimensionamento durante la fase progettuale esecutiva. Per i tracciati dei cavidotti interni ed esterni all'area di impianto si rimanda agli elaborati dei tipici dei cavidotti ed agli elaborati di inquadramento "*SKC_T_17_A_D_A_1_Planimetria generale dorsale di impianto"*, "*SKC_T_41_A_D_A_1_Particolari costruttivi - Sezioni tipo cavidotto 36 kV"*. Si riporta di seguito uno stralcio dei tipici di posa dei cavidotti, per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati di progetto.

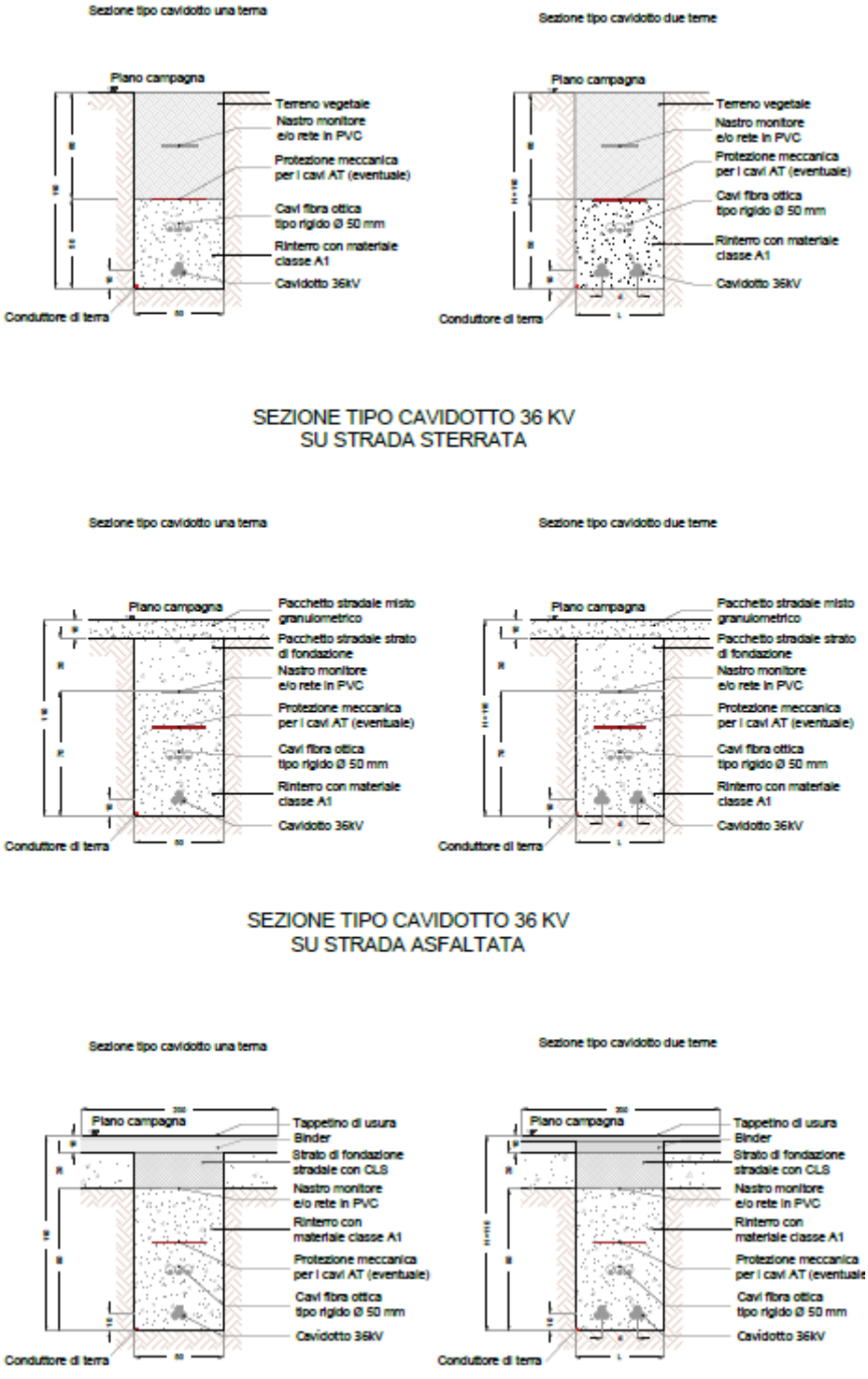


Figura 27 - Sezione tipo cavidotti 30 kV

3.3.1 Interferenze cavidotto

Lungo il percorso del cavidotto è possibile riscontrare delle interferenze tra le opere progettate e le reti naturali o antropiche esistenti. È importante che le opere siano eseguite secondo i criteri della buona tecnica ed il rispetto delle norme che regolano la materia. L'analisi preliminare delle interferenze potenziali e la loro verifica in loco hanno permesso di ottimizzare il percorso del cavidotto in funzione della minimizzazione delle interferenze stesse.

Le interferenze riscontrabili durante la posa del cavidotto possono essere ricondotte a tre tipologie principali:

- *Interferenze aeree*: comprendono tutte le linee elettriche ad alta tensione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione, l'illuminazione pubblica e parte delle linee telefoniche;
- *Interferenze superficiali*: comprendono le linee ferroviarie, i corsi d'acqua e i fossi irrigui a cielo aperto;
- *Interferenze interrate*: comprendono i gasdotti, le fognature, gli acquedotti, le condotte di irrigazione a pressione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione e parte delle linee telefoniche, nonché rinvenimenti archeologici.

Sono state ricercate le seguenti tipologie di interferenze:

A. Corso d'acqua o impluvio o fiume;
B. Tombino;
C. Ponte o ponticello;
D. Attraversamenti acquedotti o sottoservizi;
E. Attraversamento Gas o Olio;
F. Elementi di produzione e trasporto energia (es. traliccio, sostegno elettrodotto, stazione e antenna per telecomunicazione, metanodotto, oleodotto);
G. Reti di comunicazione elettronica (es. connessione FTTH e connessione FWA).

L'analisi effettuata, in riferimento al percorso interessato dal cavidotto di connessione, ha permesso di censire 51 punti di interferenza, tra cui:

- n. 17 corsi d'acqua o impluvi;
- n. 7 attraversamenti tombini;
- n. 8 attraversamenti ponti;
- n. 4 attraversamenti acquedotti o sottoservizi;
- n. 2 attraversamenti gas e olio;

- n. 13 attraversamento FTTG.

Per le modalità di risoluzione e per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati specifici facenti parte del progetto definitivo, se ne riportano qui di seguito, a titolo esemplificativo, alcune tipologie. In fase esecutiva si valuteranno eventuali interferenze non censite in questa fase perché non rilevate o perché nuove, per un quadro di insieme delle interferenze riscontrate è possibile consultare la tavola "*SKC_T_13_A_D_A_1_1_Individuazione interferenze su CTR* e *SKC_T_13_A_D_A_1_2_Individuazione interferenze su CTR*".

Superamento di sottoservizi

Per il superamento di sottoservizi esistenti si potrà ricorrere a

1. Sovrappasso rialzato in tubo;
2. Sovrappasso interrato in tubo;
3. Sottopasso interrato in tubo.

In caso di presenza di tombini e/o condotte idrauliche esistenti è possibile anche qui applicare la tecnologia di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.), o la tecnica dello spingitubo che risulta anch'essa una delle soluzioni più efficaci per l'installazione di sottoservizi, limitando al minimo le zone di lavoro ed eliminando completamente la vista di canalizzazioni esterne.

Nel caso in oggetto la soluzione prevista prevede la posa del cavo entro corrugato opportunamente protetto tramite calcestruzzo. posato in opera al fine di consentire la posa anche a quote differenti.

Le seguenti immagini mettono in chiaro alcuni esempi di tipici impiegati per sopra o sotto-attraversamenti di tombini idraulici, condotte idriche o cavidotti elettrici presenti lungo il tracciato del cavidotto di progetto.

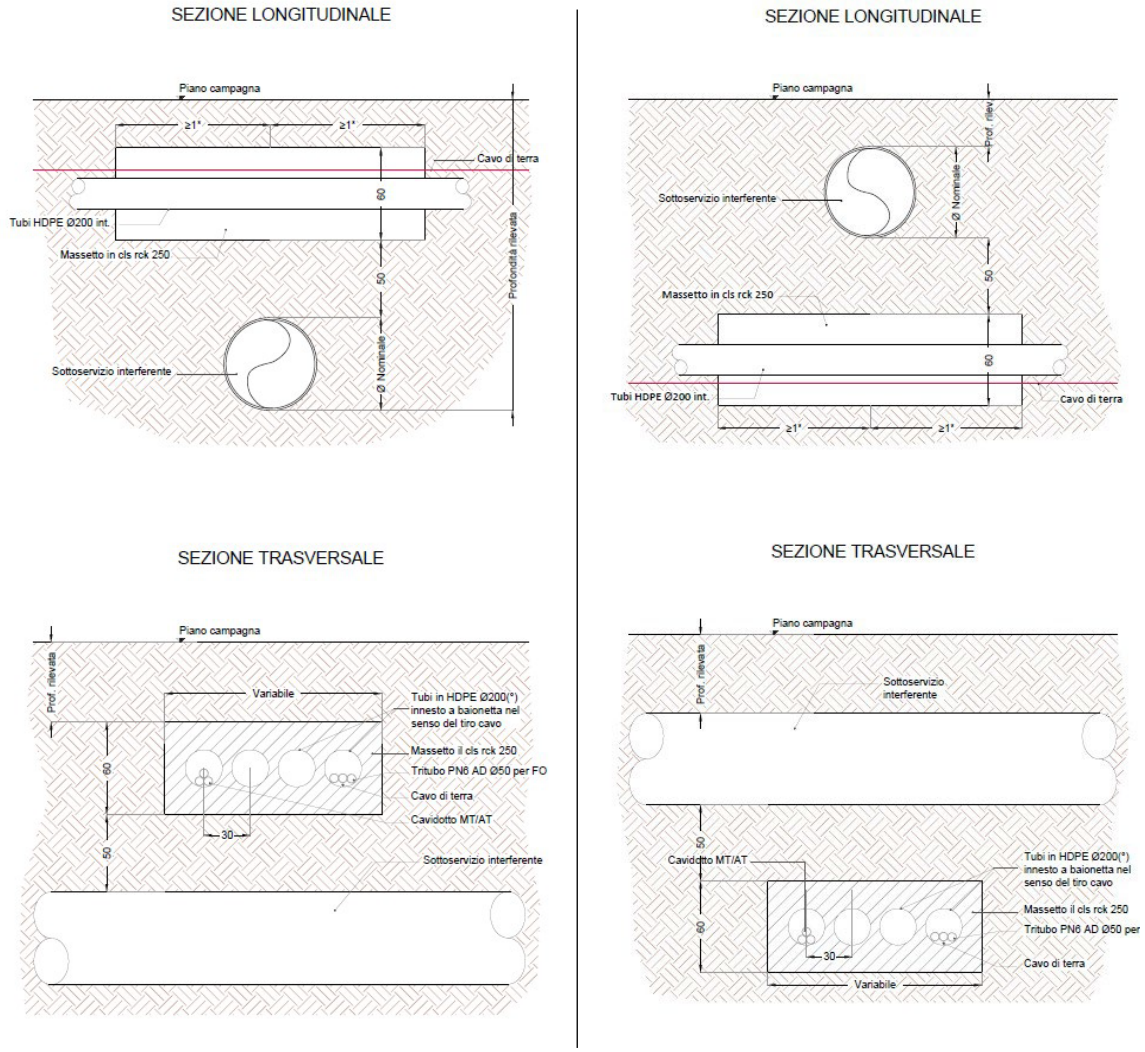


Figura 28 - Superamento di sottoservizio mediante sovrappasso interrato (a sx); superamento di sottoservizio mediante mediante sottopasso (a dx).

Attraversamento condotte idriche

Il presente progetto intende descrivere le principali modalità con cui l'intervento supera le eventuali condotte idriche interferenti con il cavidotto.

Si precisa comunque che le modalità esecutive saranno definite in accordo con gli enti competenti, con il quale si potrà, durante l'iter, eseguire sopralluoghi di ricognizione, al fine di adattare la soluzione tecnica impiegata, rispettando la normativa vigente CEI 11-17.

A seguire un esempio di un tipico impiegato per la risoluzione delle interferenze strade - condotta in pressione.

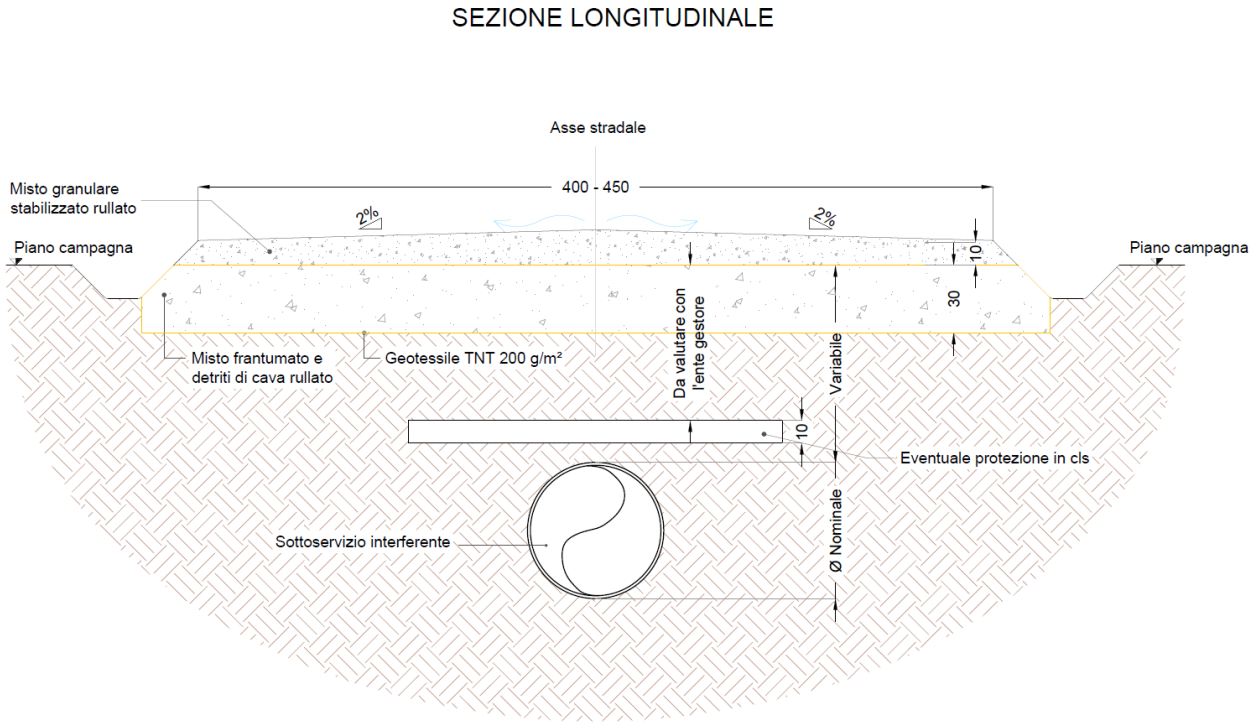


Figura 29 - Sezione longitudinale tipico risoluzione interferenze strade - condotta in pressione (interferenza con tubazioni di acquedotti - sottoservizi vari)

SEZIONE TRASVERSALE

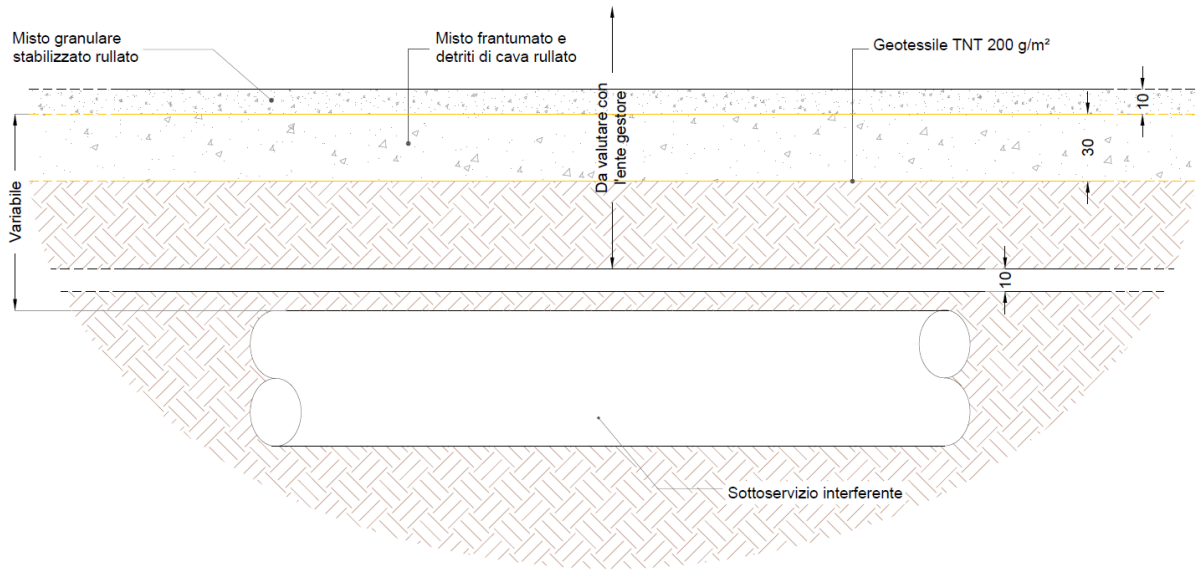


Figura 30 - Sezione trasversale tipico risoluzione interferenze strade - condotta in pressione (interferenza con tubazioni di acquedotti - sottoservizi vari)

Attraversamento corsi d'acqua

Nel caso di attraversamento di corsi d'acqua le soluzioni da adottare variano in funzione del tipo di attraversamento che occorre effettuare e se gli attraversamenti vengono effettuati in corrispondenza di ponti o meno.

Al fine di annullare completamente l'impatto dell'opera con gli elementi del reticolo idrografico superficiale, e superare l'interferenza, verrà prescelta una tra le seguenti soluzioni tecniche, anche in base alle indicazioni del gestore dell'infrastruttura:

- Staffaggio del cavo su mensola lungo l'impalcato del ponte;
- Superamento del fiume lungo l'alveo con cavo interrato mediante perforazione teleguidata.

Di seguito è riportato un esempio di passaggio del cavidotto lungo ponte.

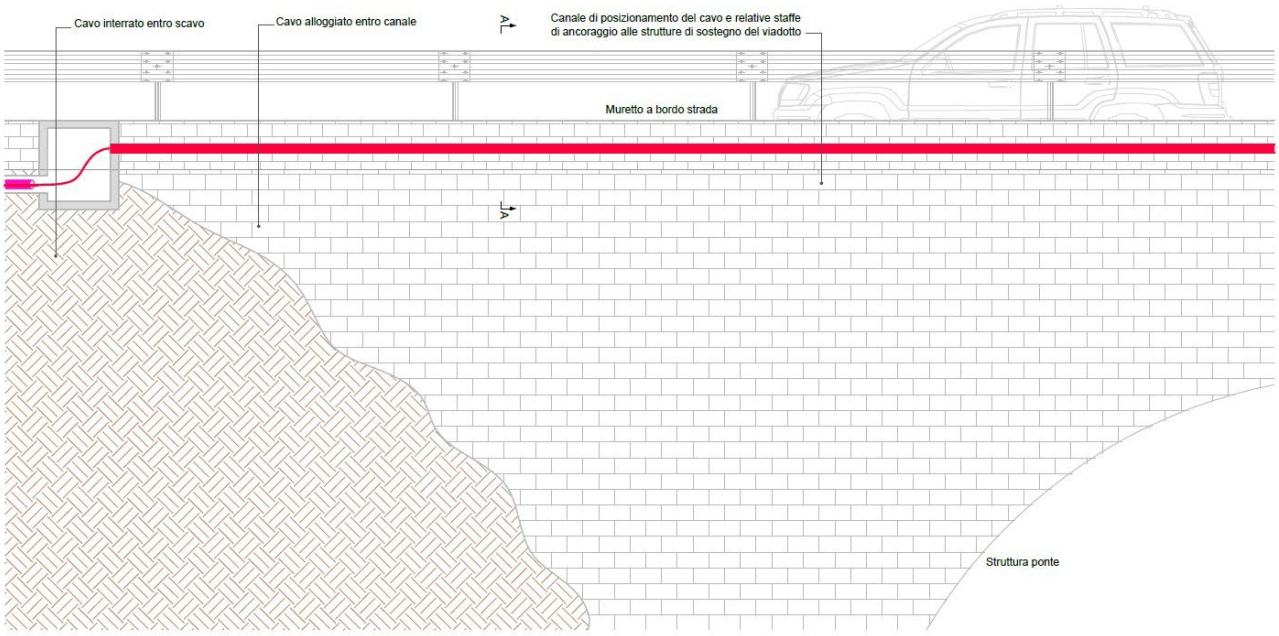


Figura 31 - Risoluzione interferenza attraversamento ponte mediante staffaggio

Nel caso di attraversamento di canali, in assenza di ponti o nel caso in cui non fosse possibile attuare lo staffaggio su ponte, sarà possibile intervenire con la perforazione teleguidata (T.O.C.) come illustrato nella figura che segue.

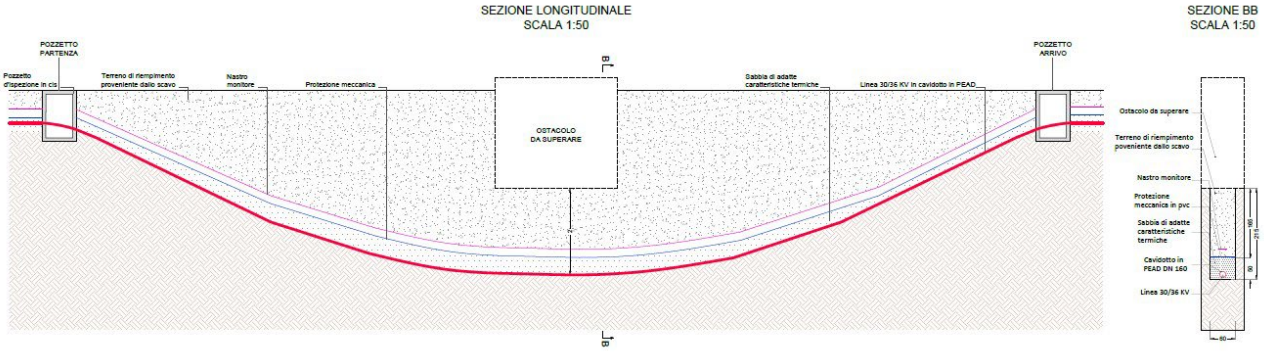


Figura 32 - Tipologico installazione teleguidata T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata).

Questa tecnologia permette di effettuare la posa di cavi con un sistema di aste teleguidate che perforano il sottosuolo creando lo spazio necessario alla posa. La tecnica prevede una perforazione eseguita mediante una porta-sonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile.

Nell'eventualità di attraversamento di un piccolo canale o corso d'acqua da parte di una pista di impianto si prevede la posa di una condotta corrugata opportunamente dimensionata per accogliere la portata corrispondente a un tempo di ritorno di 50 anni passante al di sotto del rilevato stradale. Il rilevato sarà protetto da un'opera muraria rivestita in pietra locale cromaticamente simile alle rocce naturali rinvenibili in situ (lato monte) e da una piccola scogliera in pietrame sciolto delle stesse caratteristiche litologiche e cromatiche (lato valle).

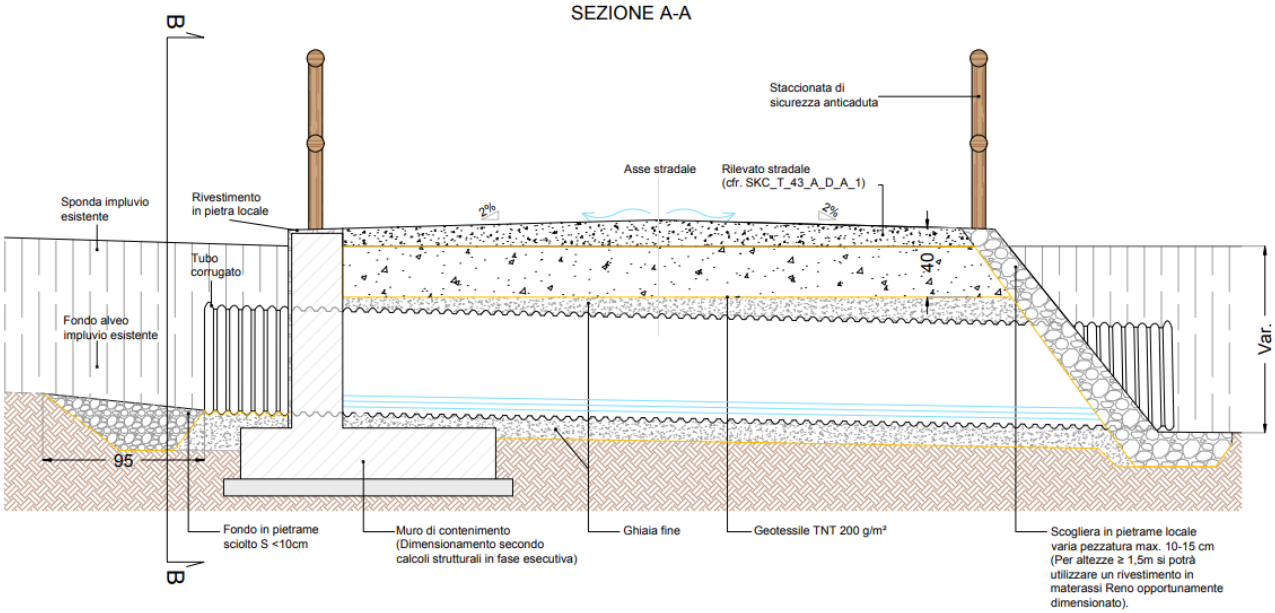


Figura 33 - Sezione tipo dell'attraversamento stradale di un impluvio

3.4 Trasporto e posa a discarica dei materiali di risulta

Nel rispetto della normativa vigente in materia di terre e rocce da scavo ovvero -*D.P.R. 13.06.2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni,*

dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"- lo strato di suolo fertile rimosso per la realizzazione delle opere di cantiere sarà preferibilmente accantonato per poter essere riutilizzato in sede di recupero ambientale nella stessa area di prelievo; i materiali provenienti dallo scavo, ove non siano utilizzabili perché ritenuti non adatti per il rinterro, dovranno essere portati a discarica. In ogni caso i materiali dovranno essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non dovranno risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque superficiali.

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 sono da considerarsi "di sbancamento". L'Appaltatore dovrà predisporre ogni misura necessaria a prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti delle escavazioni, nonché a regimentare opportunamente le acque superficiali affinché non abbiano a riversarsi nello scavo.

Interventi di "bonifica" del terreno di sottofondo di rilevati o di sovrastrutture di strade o piazzali possono rendersi necessari quando non si raggiungano sufficienti valori di compattazione espressi dal "modulo di deformazione" (MD). Analogamente, potrebbe essere necessario ricorrere ad interventi di bonifica per tratti di viabilità esistente ammalorati che dovranno far parte della rete viaria di servizio al parco eolico. In tutti questi casi, la bonifica consiste nella sostituzione di uno strato di terreno o di massicciata stradale dello spessore indicato in progetto con equivalente in misto granulare arido di cava.

La sistemazione finale del terreno dovrà consentire il deflusso delle acque meteoriche verso la zona di compluvio tramite profilatura, secondo quote e pendenze longitudinali e trasversali di progetto; si dovrà evitare la formazione di contropendenze, di sacche e di ristagni.

Il materiale di risulta prodotto dal cantiere e non riutilizzato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata reperita dall'Appaltatore.

La disponibilità delle discariche dovrà, comunque, essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa e a tutta sua cura, spese e responsabilità, nel totale rispetto della Legislazione vigente, degli strumenti urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle competenti Autorità, e dopo avere valutato correttamente gli aspetti tecnici ed ambientali connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta.

L'Appaltatore provvederà, inoltre, 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.

3.5 Recupero dello stato naturale dell'area come "*ante-operam*"

Al fine di riportare l'area al suo stato *ante-operam,* si darà luogo ad un'azione di recupero e consolidamento del manto vegetativo, coerentemente agli indirizzi urbanistici e paesaggistici vigenti. Si dovrà, prima di tutto, verificherà che il terreno sia adatto alla semina stessa; in caso contrario, si elimineranno gli avvallamenti e le asperità che potrebbero formare ristagni d'acqua seguendo l'andamento naturale del terreno. Prima della stesura della terra di coltivo, verranno asportati tutti i materiali risultanti in eccedenza e quelli di rifiuto, anche preesistenti e si provvederà ad allontanare i materiali inutilizzabili presso le discariche autorizzate o in luoghi indicati dal D.L.

3.6 Cabina di raccolta e sezionamento

La Cabina di raccolta e sezionamento e di connessione (anche indicata per brevità come Cabina di raccolta) interessa una superficie di 25 x 25 metri (625 m^2) ed è ubicata in un'area già pavimentata posta all'interno della zona industriale di località Isola Grande, nel Comune di Altare, a breve distanza dalla futura SE Terna nel Comune di Mallare. L'opera si compone dei seguenti elementi:

- Recinzione perimetrale con cancello di ingresso;
- Piazzale in asfalto;
- Illuminazione;
- Cabine elettriche:
    - Locale G.E.;
    - Locale TR. S.A.;
    - Sala quadri a 36 kV;
    - Sala quadri BT, Controllo e protezione;
    - Sala server;
    - Sala misure.
- Area dedicata ad eventuali sistemi di compensazione energia reattiva.

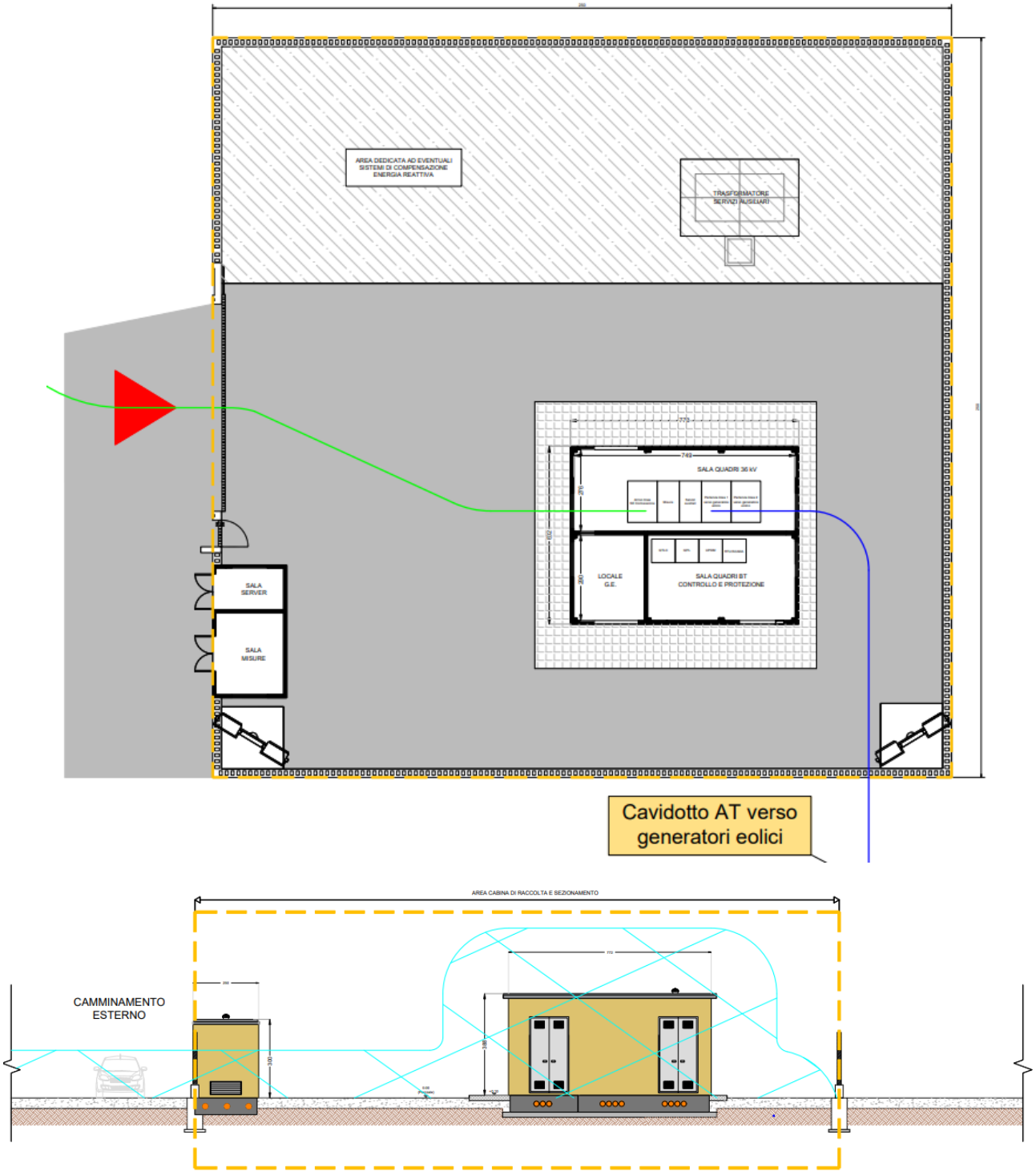


Figura 34 - Stralcio da SKC_T_57_A_D_A_1_Planimetria e sezioni Cabina di raccolta e sezionamento e Connessione

Si rimanda alla relazione *SKC_R_01_A_C_A_1_Relazione Cabina di raccolta e sezionamento e Connessione* per maggiori informazioni.

4 PROGRAMMA DI ATTUAZIONE

Di seguito si riporta una descrizione del programma di realizzazione del parco eolico in oggetto, dal conseguimento della cantierabilità alla messa in esercizio; ponendo particolare attenzione alle attività che comportano maggiori ripercussioni a livello ambientale.

4.1 Fase di costruzione

Con l'avvio del cantiere si procederà dapprima con l'apertura della viabilità di cantiere ed alla costituzione dei piazzali per le postazioni di macchina.
L'adeguamento dei passaggi agricoli e della viabilità minore produrrà le condizioni per l'effettiva esecuzione delle operazioni in condizioni di sicurezza.

La scelta del sito dove ubicare i piazzali è stata fatta cercando di ottenere il migliore compromesso tra l'esigenza degli spazi occorrenti per l'installazione delle macchine e la ricerca della minimizzazione dei movimenti terra, che soddisfa entrambi gli obiettivi di minimo impatto ambientale e di riduzione dei costi.

Lo scavo delle fondazioni degli aerogeneratori, che interesseranno strati profondi di terreno darà infatti luogo alla generazione di materiale di risulta che, in parte potrà esser utilizzato in loco per la risistemazione agricola, in parte minore, previa eventuale frantumazione meccanica, potrà diventare -se le caratteristiche geomeccaniche lo consentiranno- materiale arido di sufficiente qualità per la costruzione della massicciata portante di strade e piazzali.

Il getto delle fondazioni in calcestruzzo armato è l'attività di maggiore impatto durante l'intera fase di costruzione, poiché ingenera un sensibile aumento del traffico da parte di mezzi pesanti soprattutto lungo la viabilità che collega il sito all'impianto di betonaggio.

La costruzione del cavidotto comporta un impatto minimo per via della scelta del tracciato (in fregio alla viabilità già realizzata), per il tipo di mezzo impiegato (un escavatore con benna stretta) e per la minima quantità di terreno da portare a discarica, potendo essere in parte riutilizzato per il rinterro dello scavo a posa dei cavi avvenuta.

Il materiale proveniente dalle eccedenze dei lavori di posa del cavidotto e quello proveniente dalla realizzazione darà luogo alla generazione di materiale di risulta che sarà utilizzato in conformità al Piano Preliminare di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo.

La posa del cavidotto interrato avverrà per tratte di circa 100 metri, precedute e seguite dall'opportuna segnaletica di cantiere e da semafori temporanei qualora fosse necessario organizzare una percorrenza a senso unico alternato. I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali e alla quota del piano campagna, saranno posati negli scavi alla profondità definita negli elaborati di progetto o secondo indicazioni impartite in loco dalla D.L.

Si passerà quindi al completamento definitivo della viabilità e dei piazzali di servizio, per ottenere la configurazione plano-altimetrica necessaria al montaggio delle torri e per realizzare la struttura portante in materiale inerte.

La fase di installazione degli aerogeneratori prende avvio con il trasporto sul sito dei pezzi da assemblare: la torre, suddivisa in tronchi tubolari (a forma di cono tronco) di lunghezza e diametro variabile, la parte posteriore della navicella, il generatore, e le tre pale.

Il trasporto verrà effettuato in stretto coordinamento con la sequenza di montaggio delle singole macchine, che prevede nell'ordine: il montaggio del tronco di base della torre sulla fondazione; il montaggio dei tronchi successivi, il sollevamento della navicella e del generatore sulla torre, l'assemblaggio aereo mediante gru delle tre pale sul mozzo; ed il montaggio, infine, del rotore alla navicella.

Queste operazioni saranno effettuate da una autogrù di piccola portata come supporto, e da una di grande portata, per le operazioni impegnative in quota.

4.2 Tempi di esecuzione dei lavori

Tutti i lavori saranno eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni della Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite dalle Norme e dalle Leggi vigenti. I tempi di realizzazione dell'impianto eolico sono stimati in 65 settimane, secondo il cronoprogramma consultabile all'elaborato del progetto definitivo. La programmazione ha tenuto conto sia delle problematiche organizzative del cantiere quanto delle problematiche relative alla fornitura degli aerogeneratori.

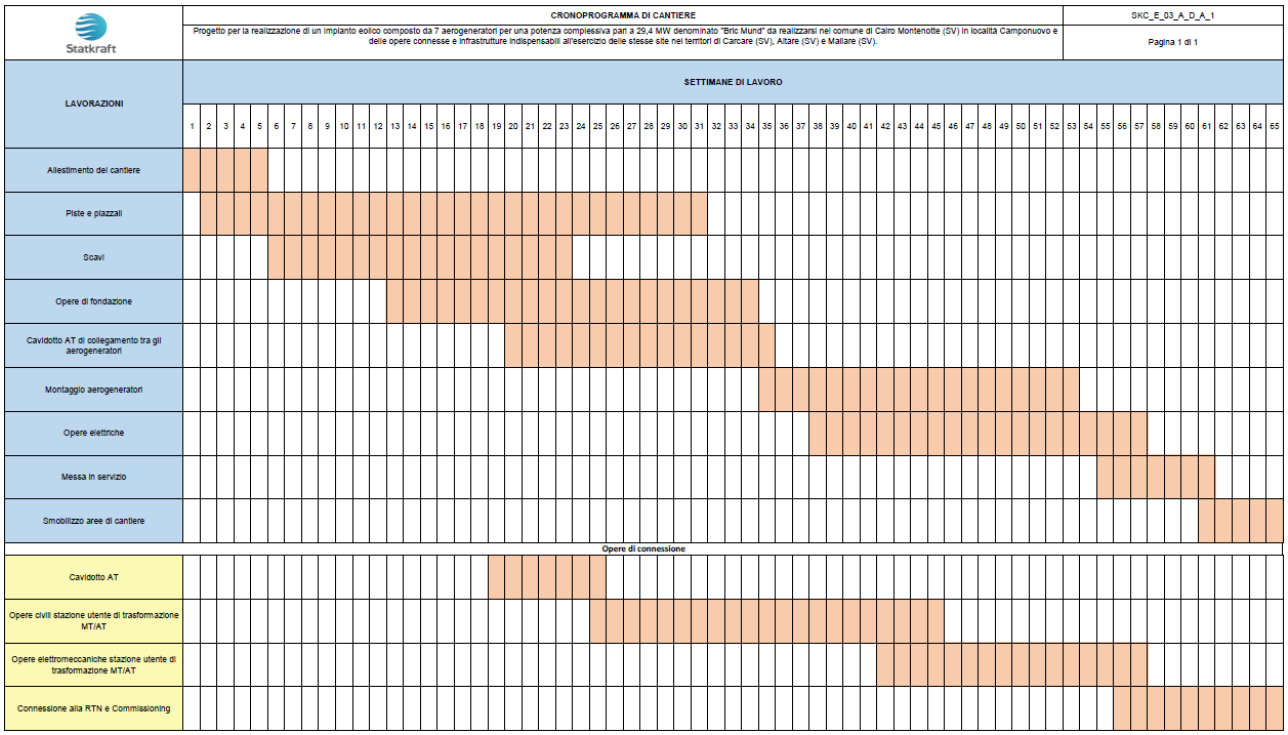


Figura 35 - Cronoprogramma di cantiere

4.3 Test & commissioning

Prima della messa in esercizio dell'impianto occorrerà procedere al suo collaudo. Tutte le componenti elettriche dell'impianto sono sottoposte a controlli nei luoghi di produzione, atti a verificarne la conformità con la normativa e con le specifiche tecniche. Prima dell'installazione esse vengono ulteriormente ispezionate per verificarne l'integrità per procedere, quindi, al collaudo vero a proprio che consiste nei seguenti controlli fondamentali eseguiti dall'installatore certificato:

- Verifica della continuità elettrica e delle connessioni;
- Verifica dell'impianto di terra e della corretta messa a terra di tutte le componenti;
- Verifica dell'isolamento dei circuiti elettrici;
- Accertamento del corretto funzionamento dell'impianto sotto tutte le condizioni verificabili;
- Verifica della potenza prodotta.

Avvenuta l'energizzazione del punto di connessione si potrà procedere ai test per la messa in esercizio dell'impianto necessari per l'autorizzazione dello stesso.

4.4 Fase di esercizio

L'esercizio di un impianto eolico si caratterizza per l'assenza di qualsiasi utilizzo di combustibile e per la totale mancanza di emissioni chimiche di qualsiasi natura.
Il suo funzionamento richiede semplicemente il collegamento alla rete di alta tensione per immettere l'energia prodotta e per mantenere il sistema operativo in assenza di vento. Attraverso il sistema di telecontrollo, le funzioni vitali di ciascuna macchina e dell'intero impianto sono tenute costantemente monitorate e opportunamente regolate per garantire la massima efficienza in condizioni di sicurezza.

Normali esigenze di manutenzione richiedono infine che la viabilità a servizio dell'impianto sia tenuta in un buono stato di conservazione in modo da permettere il transito degli automezzi. Inoltre, durante questa fase del progetto si opererà la manutenzione tanto degli aerogeneratori quanto della sottostazione di trasformazione e delle linee elettriche.
La occupazione definitiva dei terreni si limiterà alla base delle torri, ai tracciati stradali, ai piazzali di esercizio.

4.5 Fase di dismissione e ripristino

Per l'impianto eolico in esame si stima una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali si procederà al suo completo smantellamento con conseguente ripristino del sito nelle condizioni *ante-operam*.

Lo smantellamento dell'impianto alla fine della sua vita utile avverrà nel rispetto delle norme di sicurezza presenti e future e prevede, innanzitutto, la disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica. Per ulteriori approfondimenti circa le attività di dismissione e ripristino si rinvia all'elaborato dello studio di impatto ambientale denominato "*SKC_R_04_A_S_S_1_Piano di dismissione smantellamento e ripristino"*.

Di seguito si riportano sinteticamente le fasi operative da eseguire per lo smantellamento dell'impianto:

I. Rimozione delle opere fuori terra del parco eolico:
- Scollegamento delle connessioni elettriche;
- Rimozione del rotore;
- Rimozione della navicella;
- Smontaggio della torre;
- Rimozione delle strutture civili di piste e piazzali;
- Rimozione di piste e piazzali (ad eccezione di quelli per i quali è concordato il mantenimento)

II. Rimozione delle opere interrate del parco eolico:
- Demolizione della parte superiore delle fondazioni degli aerogeneratori;
- Rimozione dei cavi interrati;
- Rimozione delle strutture civili del cavidotto.

III. Dismissione della Cabina di raccolta e sezionamento:
- Rimozione di quadri e altre attrezzature elettriche;
- Rimozione delle cabine prefabbricate;
- Rimozione del sistema di illuminazione;
- Rimozione del piazzale;
- Rimozione della recinzione perimetrale.

IV. Ripristino ambientale di tutte le aree coinvolte da trasformazioni.

I costi stimati per le attività di dismissione e ripristino ammontano a circa 1.714.268,60 €. Per maggiori informazioni di rimanda all'elaborato *SKC_E_01_A_S_S_1_Computo metrico opere di dismissione e ripristino*.

5 ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

La realizzazione del parco eolico favorisce la riqualificazione dell'area interessata dall'impianto attraverso il ripristino e risistemazione delle strade di accesso, inclusa la parziale riasfaltatura delle strade lungo le quali saranno posate le dorsali interrate. In termini di ricadute sociale, la presenza del parco eolico potrebbe indurre alla sensibilizzazione nei riguardi dello sfruttamento delle energie da fonti rinnovabili.

La realizzazione dell'impianto eolico e delle relative opere di connessione ha un certo e significativo impatto positivo sull'occupazione sia a livello sovra-regionale e regionale (attività di progettazione e consulenza svolte da studi professionali e società specializzate) che locale (maestranze, indotto).

Le esigenze di funzionamento e manutenzione dell'impianto eolico contribuiscono alla creazione di posti di lavoro locali ad elevata specializzazione, quali tecnici specializzati, manutentori di macchine, revisori e collaudatori; il personale manutentivo sarà impiegato regolarmente per tutta la durata di vita utile dell'impianto.

L'impianto eolico avrà, inoltre ricadute economiche locali positive, considerando le spese che la Società proponente sosterrà durante l'esercizio e quelle relative all'acquisto dei diritti sui terreni in cui sarà realizzato l'impianto eolico.

In termini di ricadute occupazionali, le figure professionali coinvolte nelle fasi seguenti all'approvazione del progetto saranno:

- Progettisti e tecnici specialisti in varie discipline (ingegneri, geologi, topografi, agronomi forestali etc.) per la fase di progettazione esecutiva e la direzione e supervisione dei lavori;
- Operai specializzati metalmeccanici, operai edili, elettricisti, trasportatori e manovratori di gru e altri mezzi d'opera direttamente impiegati dall'appaltatore per l'approntamento del cantiere e la realizzazione dell'impianto e delle opere accessorie;
- Lavoratori e maestranze coinvolti nella fornitura di beni e servizi funzionali all'esecuzione dell'opera.

L'occupazione indiretta si suddivide in parte tra i fornitori dei materiali principali necessari alla costruzione del parco e in parte tra i prestatori di servizi. In relazione alla fornitura di materiali, particolare rilievo hanno le barre di acciaio per le armature, il calcestruzzo, i cavi ed il materiale di cava per piste e rilevati. Seguono i materiali legati alle opere civili minori accessorie, alle opere di ingegneria naturalistica e alle lavorazioni per i ripristini ambientali. I fornitori di tali materiali saranno individuati in siti quanto più possibili limitrofi al cantiere, per ridurre i costi e i tempi di trasporto e l'impatto ambientale correlato.

Si aggiungono, naturalmente, le componenti delle turbine, i trasformatori e tutti gli altri componenti per AT, anche se non necessariamente realizzati o acquistati localmente.

6 QUADRO ECONOMICO DELL'OPERA

Di seguito si riporta il quadro economico derivato dalla stima dei costi previsti per la realizzazione delle opere in progetto, in conformità al Decreto Interministeriale n. 1 del 4 gennaio 2018 e al Decreto Attuativo n. 47 del 02 febbraio 2018 del Ministero dell'Ambiente.

CATEGORIE DI SPESA	IMPONIBILE	ALIQUOTA IVA	VALORE IVA INCLUSA
A - COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	37.478.475,30 €	10%	41.226.322,83 €
A.2) Oneri di sicurezza	659.847,70 €	10%	725.832,47 €
A.3) Opere di mitigazione	150.000,00 €	22%	183.000,00 €
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	300.000,00 €	22%	366.000,00 €
A.5) Opere connesse (piano di dismissione dell'opera)	1.733.727,64 €	22%	2.115.147,72 €
TOTALE A	40.322.050,64 €		44.616.303,02 €
B - SPESE GENERALI			
B.1) Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	600.000,00 €	22%	732.000,00 €
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	210.000,00 €	22%	256.200,00 €
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	120.000,00 €	22%	146.400,00 €
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (incluse le spese per le attività di monitoraggio ambientale)	95.000,00 €	22%	115.900,00 €
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	41.000,00 €	22%	50.020,00 €
B.6) Imprevisti	250.000,00 €	22%	305.000,00 €
B.7) Spese varie	241.928,67 €	22%	295.152,98 €
TOTALE B	1.557.928,67 €		1.900.672,98 €
C - SPESE VARIE			
C.1) imposte e contributi dovuti per legge (imposte di concessione ecc.)	30.000,00 €		30.000,00 €
VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA – TOTALE (A+B+C)	41.909.979,31 €		46.546.976,00 €

Figura 36 - Quadro economico dell'opera

7 APPENDICE A - DESCRIZIONE TECNICA AEROGENERATORE

L'aerogeneratore scelto come modello di riferimento in fase di progettazione definitiva è un modello del tipo Vestas V150-4.2; si potrà scegliere qualora in fase esecutiva non fosse reperibile tale modello, un altro aerogeneratore avente caratteristiche analoghe o superiori secondo le disponibilità del mercato.

Terminali di rete	
Modello	Vestas V50-4.2 o similare/equivalente
Potenza nominale di base	4.2 MW
Frequenza	50 Hz o 60 HZ
Cut-in wind speed	3 m/s
Cut-out wind speed	24 m/s
Restart wind speed	22 m/s

Trattasi di macchine ad asse orizzontale in cui il sostegno (torre tubolare con altezza al mozzo fino a 105 m) porta alla sua sommità la *navicella o gondola* costituita da un basamento e da un involucro esterno.

All'interno della navicella si trovano:

- L'albero di trasmissione lento (o albero principale);
- Il moltiplicatore di giri;
- L'albero veloce;
- Il generatore elettrico;
- I dispositivi ausiliari.

All'esterno della navicella, all'estremità dell'albero lento è montato il **rotore,** di diametro pari fino a 162 m, costituito da un mozzo in acciaio, su cui sono montate le tre pale in vetroresina. La navicella è in grado di ruotare allo scopo di mantenere l'asse della macchina sempre parallelo alla direzione del vento (imbardata). Di seguito si riportano le specifiche delle componenti degli aerogeneratori utilizzati. In fase di progettazione esecutiva tali caratteristiche potranno variare in funzione delle indicazioni del fornitore, in funzione delle caratteristiche sito-specifiche.

Componenti

Rotore-Navicella

Il rotore è una delle parti più importanti di una turbina eolica, poiché questo è responsabile della conversione dell'energia cinetica del vento in energia meccanica e quindi in energia elettrica. Il rotore del presente aerogeneratore è costituito da tre pale ed è montato sopravento rispetto alla torre. La potenza erogata è controllata mediante la regolazione del passo e della richiesta di coppia; la velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzarne la potenza erogata mantenendo al contempo stabili carichi e il livello del rumore.

Tabella 7 - Specifiche tecniche del rotore

Rotore	
Tipo	3 Pale, asse orizzontale
Posizione	sopravvento
Diametro	Fino a 150 m
Area spazzata	Fino a 14527 m^2
Regolazione della potenza	Regolazione del passo e della coppia con velocità variabile
Inclinazione del rotore	6°

La navicella è una cabina in cui sono ubicati tutti i componenti di un aerogeneratore. La navicella è posizionata sulla cima della torre. Il rivestimento esterno della navicella è costituito da pannelli laminati rinforzati in fibra di vetro. La navicella è stata progettata per garantire un accesso sicuro in tutti i punti di manutenzione durante gli interventi programmati che dovranno effettuare i tecnici. Inoltre, la navicella è stata progettata per garantire una presenza sicura dei tecnici all'interno della navicella durante i test effettuati mentre l'aerogeneratore è in pieno funzionamento.

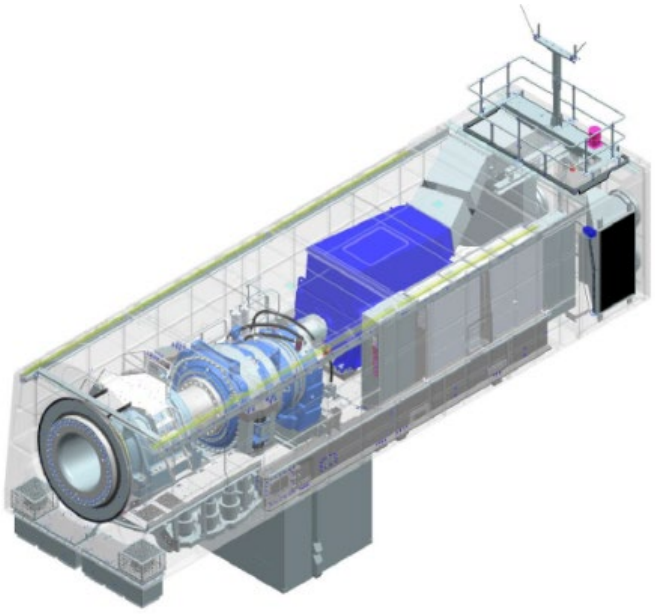


Figura 37 - Navicella

Tabella 8 - Specifiche tecniche della copertura della navicella

Copertura Navicella	
Tipo	Totalmente chiuso
Lucentezza superficiale	Semi-lucido, < 30/ISO2813
Colore	Grigio chiaro, RAL 7035 o Bianco

Pale

Le pale Vestas V150-4.20 sono costituite da componenti in fibra di vetro e carbonio pultruso. La struttura delle pale utilizza gusci aerodinamici contenenti copri longheroni incorporati, legati a due anime principali in fibra di vetro epossidica, balsa e schiuma.

Tabella 9 - Specifiche tecniche della pala della turbina

Pale	
Tipo	Autoportante
Lunghezza	73,66 m
Corda massima	4.2 m

Materiali	G (fibra di vetro) - CRP (plastica rinforzata con carbonio)
Lucentezza superficiale	Semi-lucido < 30/ISO2813
Colore superficiale	Grigio chiaro, RAL 7035 o bianco



Figura 38 - Tipico Pala

Mozzo del rotore

Il mozzo del rotore è fuso in ghisa sferoidale ed è montato sull'albero lento della trasmissione con un collegamento a flangia. Il mozzo è sufficientemente grande da lasciare spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti.

Organi di trasmissione

Includono un albero che ruota a basso numero di giri posto sul lato del rotore (chiamato anche albero lento o principale), un albero ad alto numero di giri posto sul lato del generatore e un moltiplicatore di giri. A questi si aggiungono i cuscinetti di supporto, un freno e le parti rotanti del generatore.

Generatore

Il generatore è un generatore trifase a magneti permanenti collegato alla rete attraverso un convertitore a scala reale.

Tabella 10 - Specifiche tecniche del generatore

Generatore	
Tipo	Generatore sincrono a magneti permanenti

Freno meccanico

Il freno meccanico è montato sull'albero veloce.

Tabella 11 - Specifiche tecniche del sistema frenante della turbina

Freno meccanico	
Tipo	Freno a disco idraulico
Posizioni	moltiplicatore posteriore

Torre

La torre è quell'elemento dell'aerogeneratore che pone in quota il rotore e la navicella. La torre può raggiungere notevoli altezze, e nel caso del presente progetto raggiunge al mozzo complessivamente fino a 105 m di altezza. Maggiori altezze, infatti, consentono di giungere in zone in cui le condizioni di ventosità per intensità e costanza, sono migliori in termini di efficienza e rendimento.

La presente turbina eolica è costituita da cinque sezioni coniche rastremate in acciaio rese sodali tra loro mediante giunti flangiati. La torre è dotata di un sistema di risalita interna e di accesso diretto al sistema di imbardata e alla navicella, inoltre è equipaggiata con piattaforme e sistemi di illuminazione interni. Si riportano di seguito le specifiche tecniche, dimensioni peso e tipologia, delle sezioni costituenti la torre.

Tabella 12 - Specifiche tecniche della torre della turbina

Torre	
Tipo	Tubolare acciaio/ibrido
Altezza al mozzo	Fino a 105 m
Protezione dalla corrosione	Dipinto

Lucentezza superficiale	Semi-lucido < 30/ISO-2813
Colore	Grigio chiaro, RAL 7035 o Bianco

Sistema di controllo

Il funzionamento di un aerogeneratore è regolato da un sistema di controllo che ne gestisce le diverse operazioni di lavoro e aziona il dispositivo di sicurezza per l'arresto in caso di malfunzionamento e di sovraccarico dovuto ad eccessiva velocità del vento.

Il controllo delle turbine eoliche è un controllo industriale, un sistema a microprocessore che costantemente acquisisce dati dai sensori, sia riguardanti i vari componenti, sia relativi alla direzione ed alla velocità del vento.

Le principali funzioni svolte dal controllo sono:

1. Inseguimento della direzione del vento tramite la rotazione della navicella (imbardata);
2. Monitoraggio della rete elettrica di connessione e delle condizioni operative della macchina;
3. Gestione dei parametri di funzionamento del sistema e dei relativi allarmi;
4. Gestione di avvio e arresto normali
5. Controllo dell'angolo pala;
6. Comando degli eventuali arresti di emergenza.

La turbina è collegata al sistema SCADA permette di effettuare un controllo in remoto, per il controllo dei dati elettrici e meccanici, stato di funzionamento e di guasto, dati meteorologici e dati della stazione di rete.

7.1 Requisiti progettuali ed operativi

Gli aerogeneratori sono progettati secondo apposite normative internazionali, che ne definiscono i requisiti minimi di operatività e di sicurezza; vengono certificati da enti specialisti autorizzati, tramite certificazione generale della macchina, secondo la normativa internazionale IEC 64100.

Le turbine sono inoltre conformi alla Direttiva Macchine 2006/42 CE.

La vita operativa prevista è di circa 30 anni. Il progetto prevede una temperatura ambiente compresa tra -25 °C e +45 °C. Per valori di temperatura al di fuori di tale campo la macchina si arresta automaticamente.

L’umidità può raggiungere il valore del 100% per un 10% del tempo. Il livello di protezione dalla corrosione rientra nella classe 3 per esterni e da 1 a 2 per interni (DS/R 454).

Palermo 09/10/2025 Ing. Girolamo Gorgone