

REGIONE PUGLIA
CITTA' METROPOLITANA DI BARI
COMUNE DI RUVO DI PUGLIA

IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 8 WTG DA 7.2 MW,
SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DELL'ENERGIA
ELETTRICA E OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE

R43

RELAZIONE TECNICA

Proponente

RDP

RDP srl
CORSO MONFORTE 2
20122 Milano (MI)
P.IVA 13058670962
rdp.srl.pec@legalmail.it
Legale Rappresentante: Ing. Danilo Lerda

Progetto

STM Engineering

STIM ENGINEERING S.r.l.
VIA GARRUBA, 3 - 70121 BARI
Tel. 080.5210232 - Fax 080.5234353
www.stimeng.it - segreteria@stimeng.it

ing. Massimo CANDEO
Ordine Ing. Bari n° 3755
Via Cancellotto, 3
70125 Bari
m.candeo@pec.it
stimdue@stimeng.it
tel. +39 328 9569922

ing. Gabriele CONVERSANO
Ordine ing. Bari n° 8884
via Garruba, 3
70122 Bari
g.conversano@stimeng.it
gabrieleconversano@pec.it
tel. +39 328 6739206

Collaborazione:
ing. Antonio Campanale
ing. Flavia Blasi

**Progetto
elettrico**

ing. Gianluca Pantile
Ordine Ing. Brindisi n° 803
Via del Lavoro, 15/D
72100 Brindisi (BR)
Tel. cell. 3471939994
PEC: pantile.gianluca@ingpec.eu

gennaio 24	0	PRIMA EMISSIONE	ing. A.Campanale, F.Blasi, G.Conversano	ing. M. Candeo
Data	Rev.	DESCRIZIONE	Elaborato e controllato da:	Approvato da:

REVISIONI

SOMMARIO

INTRODUZIONE	3
OPERE DA REALIZZARE	4
INQUADRAMENTO E CRITERI DI SCELTA DEL SITO	4
DESCRIZIONE DELLE OPERE A REALIZZARSI	5
OPERE EDILI	5
VIABILITA'	6
PIAZZOLE	7
FONDAZIONE AEROGENERATORE	9
CAVIDOTTI	10
IMPIANTO DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO (BESS)	12
CABINE DI SEZIONAMENTO	13
AEROGENERATORE	14
NAVICELLA	14
BASAMENTO NAVICELLA	14
MOLTIPLICATORE DI GIRI	15
SISTEMA DI IMBARDATA	15
SISTEMA FRENANTE	15
GENERATORE	15
TRASFORMATORE	16
ROTORE - MOZZO	16
REGOLAZIONE DEL PASSO	16
PALE 16	
TORRE 17	
CONTROLLO E REGOLAZIONE	17
MONITORAGGIO	17
PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	17
SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE	18
LAYOUT E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	18
POSIZIONAMENTO DEGLI AEROGENERATORI E DISPONIBILITA' DEL SITO	18
INDIVIDUAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO	19
CRITERI DI DEFINIZIONE DEL LAYOUT	19
INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON LE INFRASTRUTTURE A RETE E IL RETICOLO IDROGRAFICO	20
CARATTERISTICHE ANEMOMETRICHE DEL SITO E SCELTA DELL'AEROGENERATORE	24
ASPETTI LEGATI ALLA SICUREZZA	24
<i>GITTATA DEGLI ELEMENTI ROTANTI</i>	24
<i>IMPATTI CUMULATI</i>	24
<i>ELETTROMAGNETISMO</i>	25

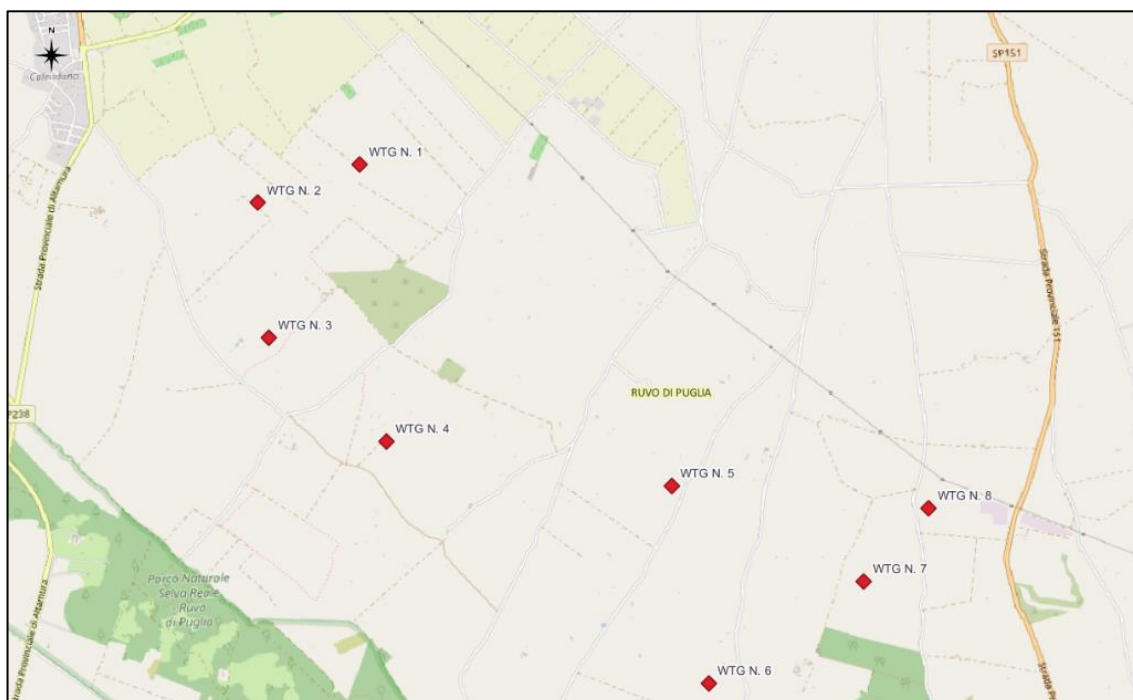
INTRODUZIONE

La presente Relazione Tecnico-Descrittiva ha ad oggetto la proposta progettuale, avanzata della società RDP srl, con sede in C.so Monforte 2, Milano, con potenza complessiva di 57,6 MW ubicato nel comune di Ruvo di Puglia (BA).

L'impianto proposto, destinato alla produzione industriale di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, sarà realizzato mediante:

- l'installazione di n. **8 aerogeneratori** tripala (WTG) ad asse orizzontale, **ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW**, per una potenza elettrica complessiva pari a **57,6 MW**, installati su torre tubolare, per una altezza totale di **200 m**, delle opere elettriche accessorie. Ciascun aerogeneratore sarà dotato di una turbina tripala, in configurazione "up-wind";
- l'installazione di un sistema di accumulo elettrochimico dell'energia elettrica prodotta con una potenza di 50 MW;
- installazione di una stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV;
- l'installazione, in conformità alle disposizioni tecniche contenute nel preventivo di connessione emesso da TERNA SpA, codice pratica 202303409, gestore della RTN e delle normative di settore, di cavidotti interrati MT 30 kV di interconnessione tra gli aerogeneratori (cavidotto interno di parco) e di vettoriamento esterno per la connessione elettrica alla RTN.

Di seguito si riporta un inquadramento a scala ampia dell'area di intervento su base open street maps.



Inquadramento a scala ampia dell'area di intervento su base open street maps

OPERE DA REALIZZARE

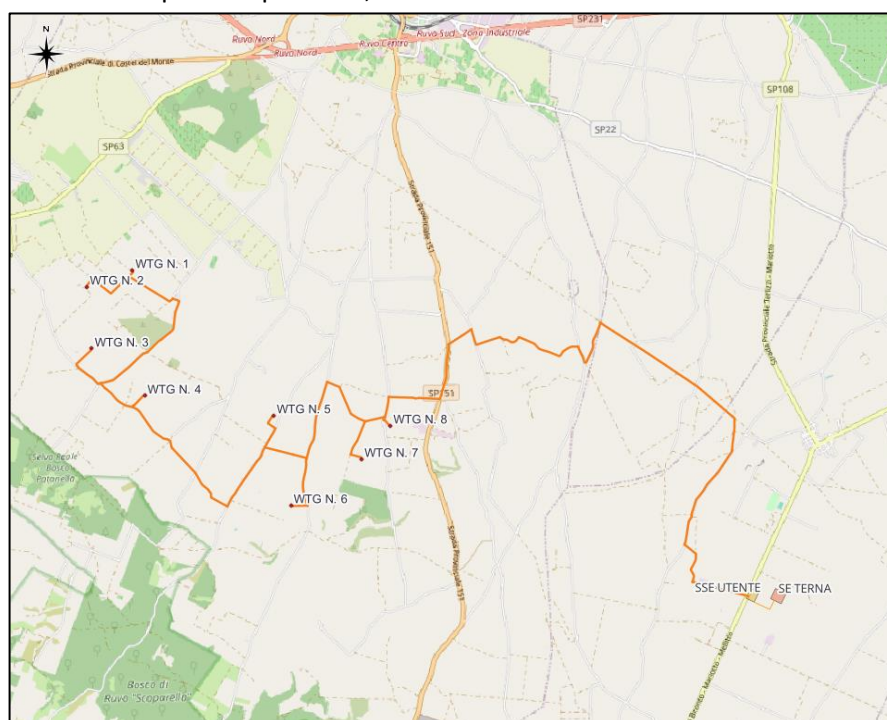
Le Opere da realizzare per il funzionamento del parco eolico sono le seguenti:

- Realizzazione delle piazzole temporanee e definitive;
- Realizzazione di viabilità definitiva e temporanea;
- Realizzazione delle fondazioni per gli aerogeneratori;
- Realizzazione dei cavidotti interrati di vettoriamento e di n° 2 cabine di sezionamento;
- Montaggio degli Aerogeneratori;
- Costruzione della Sotto Stazione Utente per trattamento energia (raccolta/innalzamento MT/AT) e per la consegna dell'energia al Gestore della Rete Elettrica;
- Costruzione del sistema di accumulo elettrochimico dell'Energia;
- Realizzazione delle Opere edili accessorie per la Sotto Stazione;
- Montaggio degli allestimenti elettro meccanici della Sotto Stazione Utente.

Come risulta evidente sono in parte di tipo EDILE ed in parte di tipo ELETTROMECCANICO.

INQUADRAMENTO E CRITERI DI SCELTA DEL SITO

Il progetto per la realizzazione di un impianto eolico è sito in Agro del Comune di Ruvo di Puglia (BA) ed è costituito da 8 aerogeneratori tripala (WTG) ad asse orizzontale, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW, per una potenza elettrica complessiva pari a 57,6 MW.



Inquadramento a scala ampia dell'area di intervento con limiti comunali

Come si evince dallo stralcio cartografico seguente, il sito di impianto è facilmente raggiungibile tramite la SP231 e SP151.

Di seguito è riportato un inquadramento su ortofoto del layout dell'impianto, in cui sono mostrate le posizioni degli aerogeneratori e il percorso del cavidotto di connessione fino alla rete elettrica nazionale.



Inquadramento Ortofoto area di intervento

DESCRIZIONE DELLE OPERE A REALIZZARSI

OPERE EDILI

Si premette che tutti i dettagli della realizzazione delle opere edili sono descritti nelle relazioni riguardanti le Opere Edili (**R03 - Calcoli preliminari delle strutture**) e le numerose **Tavole collegate**.

La realizzazione dell'intervento proposto comprenderà i seguenti interventi:

- apertura e predisposizione cantiere;
- interventi sulla viabilità esistente, al fine di rendere possibile il transito dei mezzi speciali per il trasporto degli elementi degli aerogeneratori;
- realizzazione delle piste d'accesso alle piazzole, che dalla viabilità interpodereale esistente consentano il transito dei mezzi di cantiere, per il raggiungimento dell'area d'installazione di ciascun aerogeneratore;
- realizzazione delle piazzole per l'installazione degli aerogeneratori;

- scavi a sezione larga per la realizzazione della fondazione di macchina e scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti;
- realizzazione delle fondazioni di macchina;
- installazione degli aerogeneratori;
- installazione cabina di sezionamento/parallelo;
- messa in opera dei cavidotti interrati;
- realizzazione della connessione elettrica d'impianto alla rete di trasmissione gestita da TERNA, realizzazione del sistema di accumulo.

VIABILITA'

La realizzazione di un impianto eolico implica delle procedure di trasporto, montaggio ed installazione/messa in opera tali da rendere il tutto "eccezionale".

In particolare il trasporto degli aerogeneratori richiede mezzi speciali e viabilità con requisiti molto particolari con un livello di tolleranza decisamente basso.

Devono possedere pendenze ed inclinazioni laterali trascurabili con manto stradale piano (alcuni autocarri hanno una luce libera da terra di soli 10cm).

I raggi intermedi di curvatura della viabilità devono permettere la svolta ai mezzi speciali dedicati al trasporto delle pale (nel caso degli aerogeneratori impiegati per il presente progetto circa 70m di raggio in mezzzeria della strada).

Gli interventi di allargamento della viabilità esistente e di realizzazione della pista avranno caratteristiche adeguate per consentire la corretta movimentazione ed il montaggio delle componenti dell'aerogeneratore.

La VIABILITÀ è suddivisa in:

- VIABILITÀ DA ADEGUARE;
- VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE.

Dette VIABILITÀ sono necessarie per il passaggio dei mezzi di trasporto dei componenti degli aerogeneratori ed alla collocazione sotterranea del cavidotto ed al raggiungimento degli aerogeneratori ad opere concluse.

Saranno realizzate con manto stradale generalmente realizzato con MACADAM: sistema di pavimentazione stradale costituito da pietrisco materiale legante misto di cava che, unitamente a sabbia e acqua, è spianato da un rullo compressore.

Tutti gli strati dovranno essere opportunamente compattati per evitare problemi al transito di autocarri con carichi pesanti.

La VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE sarà realizzata su una fondazione stradale in materiale legante misto di cava, previo lo scavo o la scarifica e sovrapponendo uno strato successivo di materiale misto granulare stabilizzato e successivo compattamento con pendenza verso i margini di circa il 2%.

Le VIABILITÀ generalmente:

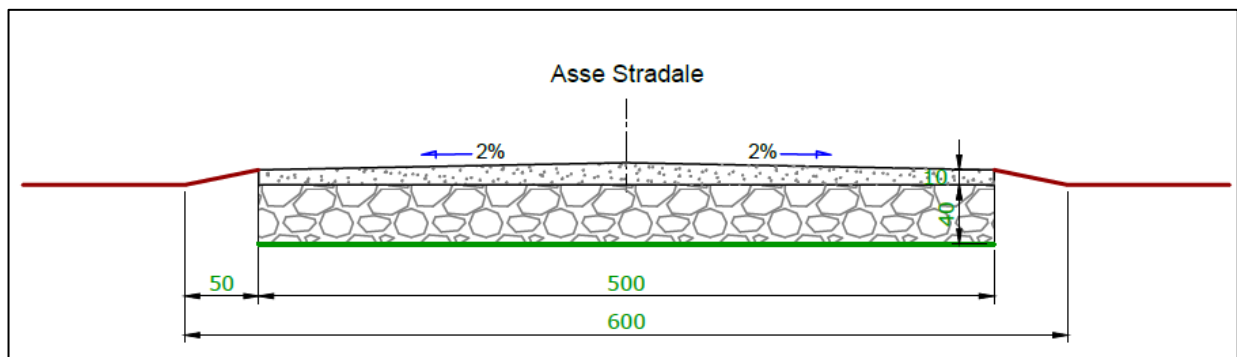
- avrà ingombro pari a 5 m, raggio interno di curvatura minimo di circa 70 mt, e dovrà permettere il passaggio di veicoli con carico massimo per asse di 12,5 t ed un peso totale di circa 100 t.
- avranno pendenze e inclinazioni laterali trascurabili: il manto stradale dovrà essere piano visto che alcuni autocarri hanno una luce libera da terra di soli 10 cm.

Le fasi di realizzazione delle piste vedranno:

- la rimozione dello strato di terreno vegetale;
- la predisposizione delle trincee e delle tubazioni necessari al passaggio dei cavi MT, dei cavi per la protezione di terra e delle fibre ottiche per il controllo degli aerogeneratori;
- il riempimento delle trincee;
- scavo e/o apporto di rilevato, ove necessario;
- la realizzazione dello strato di fondazione;
- la realizzazione dei fossi di guardia e predisposizione delle opere idrauliche per il drenaggio della strada e dei terreni circostanti;
- la realizzazione dello strato di finitura.

Si tratterà di una serie di interventi locali e puntuali, che concordemente con le prescrizioni degli Enti competenti, indurranno un generale miglioramento ed adeguamento della viabilità esistente agli standard attuali, con generali benefici per tutti gli utenti delle strade interessate.

Per i particolari si rimanda alla **specifica tavola di progetto – T25 - Sezioni stradali tipiche**.



Sezione stradale tipo

Si precisa che se sarà necessario demolire dei muretti a secco in fase di cantiere, gli stessi verranno ripristinati al termine delle operazioni, avendo cura di riutilizzare lo stesso materiale.

PIAZZOLE

Intorno a ciascuna delle torri sarà realizzata una PIAZZOLA DI CANTIERE O DI MONTAGGIO per il posizionamento delle gru durante la fase di installazione degli aerogeneratori.

Le piazzole da realizzarsi in corrispondenza di ciascun aerogeneratore, necessarie all'installazione della turbina ed alla movimentazione dei mezzi, saranno realizzate mediante semplice scotico superficiale dello strato di

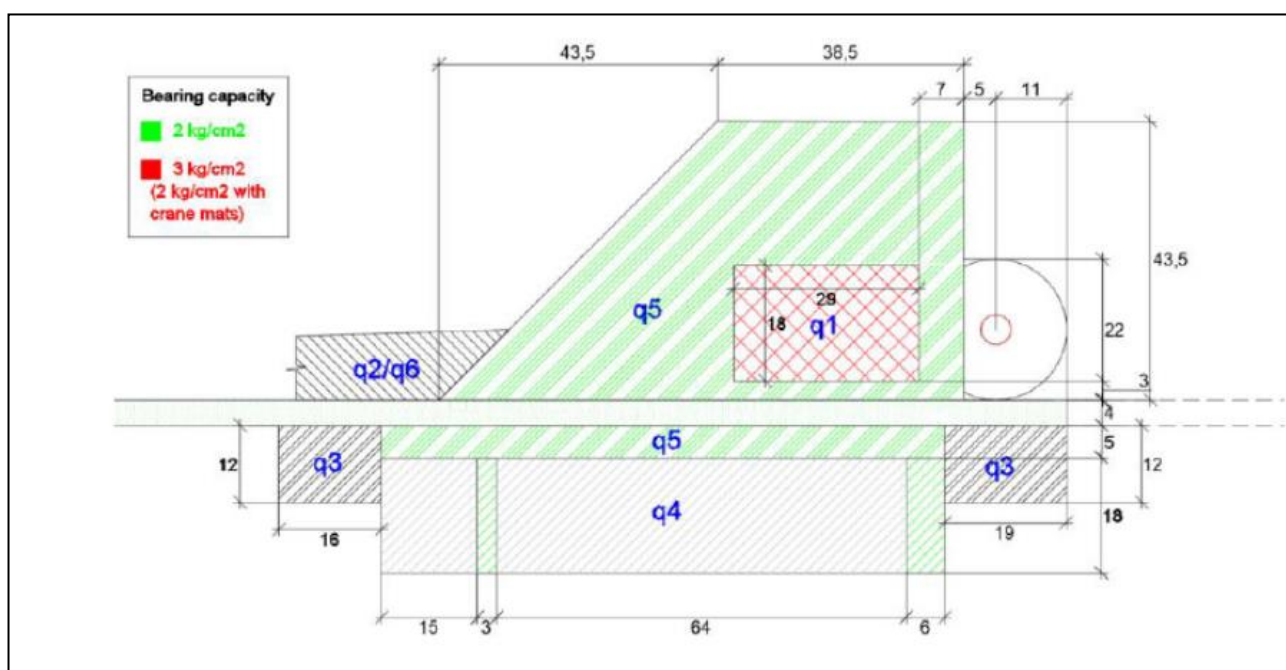
terreno vegetale e successiva realizzazione del necessario strato di finitura, che risulterà perfettamente livellato, con una pendenza massima del 2%.

Le piazzole a realizzarsi sono suddivise in:

- PIAZZOLE DI CANTIERE O DI MONTAGGIO da realizzarsi per consentire lo stoccaggio delle componenti degli aerogeneratori ed il posizionamento delle gru per il montaggio.
- PIAZZOLE DEFINITIVE che sono quelle che rimarranno a fine delle attività di costruzione alla base degli aerogeneratori per le operazioni di manutenzione, e saranno finita a ghiaietto.

Le Piazzole di Montaggio alla fine delle operazioni di erezione degli aerogeneratori saranno smontate e si ridurranno come ingombro a quello delle Piazzole definitive.

La superficie ripristinata sarà riportata allo stato attuale dei luoghi mediante stesura di terreno vegetale e reimpianto delle specie arboree.



Tipico Piazzole di Cantiere o Montaggio e Piazzola Definitiva

Si precisa che le otto piazzole di montaggio degli aerogeneratori hanno, in alcuni casi, forme e dimensioni leggermente diverse a seconda delle esigenze del sito.

Si riporta di seguito una tabella con indicazione delle superfici occupate per la realizzazione delle piazzole e viabilità a servizio di ciascun aerogeneratore.

WTG + viabilità	Volume scavo mc	Volume rilevato mc	Volume netto mc	Sup. mq	Spessore Terreno Vegetale m	Terreno Vegetale mc	Calcare fratturato mc	Materiale apporto mc
	A	B	C = B - A	D	E	F = D * E	G = A - F	I = D * H
1	6 443.8	6 490.5	- 46.7	9 564	0.5	4 782	1 662	3 826
2	5 897.8	6 544.5	- 646.7	10 500	0.5	5 250	648	4 200
3	5 874.1	4 893.1	981.0	4 854	0.5	2 427	3 447	1 942
4	4 557.1	3 679.3	877.8	4 179	0.5	2 090	2 468	1 672
5	3 304.3	3 783.7	- 479.4	3 751	0.5	1 876	1 429	1 500
6	5 476.0	4 163.4	1 312.6	4 228	0.5	2 114	3 362	1 691
7	8 487.7	9 662.5	- 1 174.8	8 879	0.5	4 440	4 048	3 552
8	1 993.9	2 615.7	- 621.9	3 778	0.5	1 889	105	1 511
AREA DI CANTIERE	1985	2779	794	3970	0.5	1985	-	1 588
SSE + BESS	7044.5	12000	4955.5	14089	0.5	7044.5	-	5 636
TOTALI	51 064.2	56 611.6	5 951.5	67 792.0		33 896.0	17 168.2	27 116.8

Dalla tabella precedente è possibile notare che non sono presenti le piazzole temporanee di stoccaggio pale delle WTG 01 e 05. In particolare, per la WTG 05 si è deciso di non prevedere la piazzola di stoccaggio pale in quanto, come mostrato nello stralcio seguente, è presente un'area allagabile. Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione specialistica allegata al presente progetto.



Inquadramento su ortofoto della WTG 05 e l'area allagabile individuata

FONDAZIONE AEROGENERATORE

La messa in opera della fondazione sarà effettuata mediante:

- realizzazione di scavo di sbancamento relativo alle dimensioni del plinto;
- realizzazione sottofondazione con conglomerato cementizio "magro";

- posa in opera dell'armatura di fondazione in accordo al progetto esecutivo di fondazione;
- realizzazione casseforme per fondazione;
- getto e vibratura conglomerato cementizio.

In relazione alle stratigrafie ed al modello geotecnico assunti per gli aerogeneratori si adotterà un'unica tipologia di fondazione per il parco in esame e precisamente: fondazione di tipo diretto (superficiale) per tutti gli aerogeneratori. La struttura di fondazione sarà costituita da una Piastra circolare in c.a. del diametro $D=24,00$ ml, con altezza e diametro variabili rispettivamente da mt 0,90 a mt 2,65 e da mt 24,00 a mt 6,00, fino alla circonferenza del diametro di mt 6,00 a partire dalla quale l'altezza (spessore fondazione) resta costante fino al centro e pari a mt 3,60.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla lettura delle **specifiche tavole di progetto e della relazione relativa ai calcoli preliminari strutturali**.

CAVIDOTTI

L'impianto avrà una potenza elettrica complessiva pari a 57,6 MW quale risultante dalla somma delle potenze elettriche dei n. 8 aerogeneratori (WTG) ad asse orizzontale verosimilmente modello VESTAS V172 ciascuno della potenza di 7,2 MW.

Le valutazioni che seguono sono state dunque condotte sulla base del dato di potenza del singolo aerogeneratore pari a 7,2 MW.

L'impianto eolico è stato organizzato secondo la seguente architettura:

- un GRUPPO DI GENERAZIONE 1 di potenza pari a 28,8 MW, associato ad una Cabina di Sezionamento 1 (CS1) alla quale risultano collegati, separatamente:

o l'aerogeneratore WTG01 quale collettore del cluster WTG02 - WTG01;

o l'aerogeneratore WTG03;

o l'aerogeneratore WTG04;

- un GRUPPO DI GENERAZIONE 2 di potenza pari a 28,8 MW, associato ad una Cabina di Sezionamento 2 (CS2) alla quale risultano collegati, separatamente:

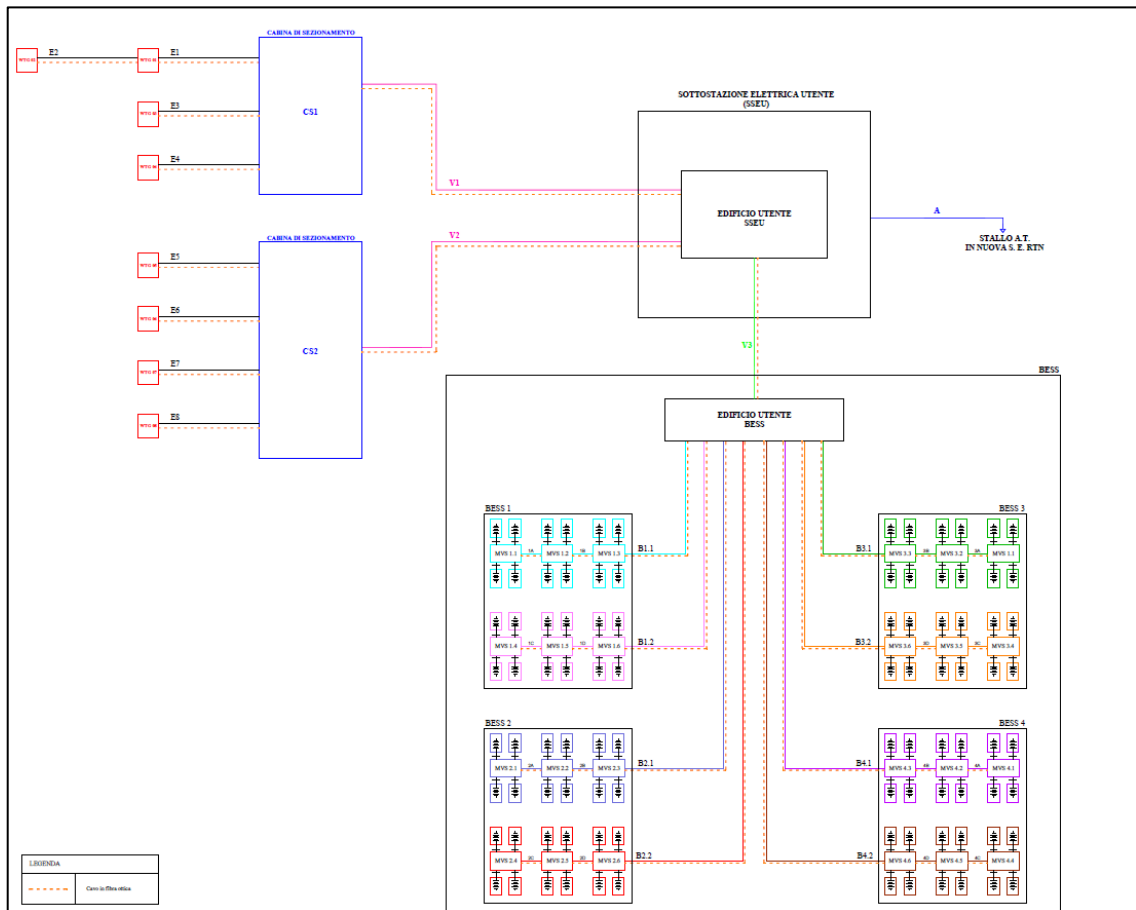
o l'aerogeneratore WTG05;

o l'aerogeneratore WTG06;

o l'aerogeneratore WTG07;

o l'aerogeneratore WTG08.

Le CS sono collegate separatamente alla SSEU tramite due elettrodotti di vettoriamento a 30 kV.



Schema a blocchi collegamenti elettrici

Tratto		Lu	MW	S
da	a	mt		[mm ²]
2	1	1063	7.20	95
1	CS1	3606	14.40	300
3	CS1	1517	7.20	150
4	CS1	255	7.20	95
CS1	SSE (1)	18585	9.60	630
CS1	SSE (2)	18585	9.60	630
5	CS2	3779	7.20	185
6	CS2	3715	7.20	185
7	CS2	1087	7.20	95
8	CS2	190	7.20	95
CS2	SSE (1)	11848	14.40	630
CS2	SSE (2)	11848	14.40	630
SSE	TERNA	433	57.60	95

Tabella di riepilogo lunghezze e sezioni cavidotti MT e AT

Per approfondimenti si rimanda alla relazione di progetto di riferimento ed elaborati grafici di progetto.

IMPIANTO DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO (BESS)

Il BESS ha una potenza di 50 MW ed è costituito da n. 96 Cabine Storage del tipo container di marca SUNGROW, modello ST5015kWh PowerTitan 2.0 Liquid Cooled Energy Storage System con batterie LFP da 5015 kWh di capacità nominale e sistemi di raffreddamento a liquido e di soppressione degli incendi (FSS). Ciascuna delle n. 96 Cabine Storage erogherà una potenza di 520,833 kW.

Ciascuna delle n. 96 Cabine è equipaggiata con il relativo parco batterie ed il relativo inverter che fornisce una tensione in uscita in c.a. di 690 V. Esse sono distribuite in n. 4 BESS Unit (BESS 1, 2, 3, 4) ciascuna da n. 24 Cabine Storage suddivise in n. 3 Energy Station ciascuna da n. 8 Cabine. A ciascuna Energy Station da n. 8 Cabine Storage risulta associata una cabina di trasformazione (MV-Skid) di marca SUNGROW, modello MVS5000-LV PowerTitan 2.0 MVS Liquid Cooling Energy Storage System equipaggiata con una trasformatore da 5140 kVA, controller di sistema ed altri dispositivi ausiliari, in grado di operare la trasformazione B.T./M.T. desiderata, ossia 0,69/30 kV.

Distribuzione elettrica

In relazione all'architettura elettrica del BESS, come evincesi dall'Elaborato T30 "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE IMPIANTO EOLICO E BESS", sono state progettate le seguenti opere di distribuzione elettrica in M.T.:

- Elettrodotto 1.A di collegamento tra MVS1.1 e MVS1.2 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 4,166 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;
- Elettrodotto 1.B di collegamento tra MVS1.2 e MVS1.3 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 8,33 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;
- Elettrodotto B1 di collegamento tra MVS1.3 e Quadri M.T. in Edificio Utente del BESS, mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 12,50 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x185 mm² per una tratta di circa 63 metri;
- Elettrodotto 2.A di collegamento tra MVS2.1 e MVS2.2 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 4,166 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;
- Elettrodotto 2.B di collegamento tra MVS2.2 e MVS2.3 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 8,33 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;
- Elettrodotto B2 di collegamento tra MVS2.3 e Quadri M.T. in Edificio Utente del BESS, mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 12,50 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x185 mm² per una tratta di circa 40 metri;
- Elettrodotto 3.A di collegamento tra MVS3.1 e MVS3.2 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 4,166 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;
- Elettrodotto 3.B di collegamento tra MVS3.2 e MVS3.3 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 8,33 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;
- Elettrodotto B3 di collegamento tra MVS3.3 e Quadri M.T. in Edificio Utente del BESS, mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 12,50 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x185 mm² per una tratta di circa 63 metri;
- Elettrodotto 4.A di collegamento tra MVS4.1 e MVS4.2 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 4,166 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;

- Elettrodotto 4.B di collegamento tra MVS4.2 e MVS4.3 mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 8,33 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm² per una tratta di circa 20 metri;
- Elettrodotto B4 di collegamento tra MVS4.3 e Quadri M.T. in Edificio Utente del BESS, mediante elettrodotto interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 12,50 MW, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x185 mm² per una tratta di circa 40 metri;

Elettrodotto V3 relativo alla Tratta BESS – SSEU, di 40 metri, per il collegamento dai Quadri M.T in Edificio Utente del BESS ai Quadri M.T. in Edificio Utente della SSEU, interrato con tensione di esercizio 30 kV e potenza in transito pari a 50,00 MW, in cavo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – 3x(3x1x630) mm².

CABINE DI SEZIONAMENTO

Saranno installate n° 2 cabine di sezionamento, come da schema a blocchi appena mostrato, nelle posizioni indicate negli elaborati grafici allegati (ed in particolare nel piano particellare grafico).

Le cabine saranno del tipo prefabbricato in conglomerato cementizio vibrato tipo rck 350 armato con rete elettrosaldata e tondi di adeguata sezione in acciaio B450C, ed avranno dimensioni massime di 2,52m x 6,75 m per un'altezza di 2,71 metri. Le cabine saranno installate su platea in cls armato e saranno rialzate dal piano campagna di almeno 25 cm.

Il prefabbricato delle cabine è realizzato con strutture modulari in grado di garantire il passaggio dei cavi, lo spessore delle pareti verticali è proporzionato al carico della cabina sovrastante così come il fondo, le pareti verticali sono provviste di fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi e di connettori in acciaio interno-esterno per il collegamento della massa a terra.



Tipico cabina elettrica prefabbricata

AEROGENERATORE

Sul mercato esistono differenti tipologie di aerogeneratori, quelli costituenti l'impianto eolico in questione hanno tutti lo stesso numero di pale, la stessa altezza, il medesimo senso di rotazione.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto:

- avrà una Potenza Nominale pari a **7,2 MW**;
- sarà costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di **200mt** rispetto al suolo;
- con rotore di diametro massimo pari a **172 m**.

Ad oggi sarà impiegato l'aerogeneratore modello Vestas V172 – 7,2 MW, che presenta una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a 114 mt dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a 172 m (raggio rotore pari a 86 m), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 200 mt slt.

L'impianto eolico sarà costituito da **8** aerogeneratori da **7,2 MW** cad., per una potenza elettrica complessiva pari a **57,6 MW**.

La tensione in uscita ai morsetti dell'alternatore verrà innalzata in media tensione (30.000 V) tramite un trasformatore in resina MT/BT per poi essere convogliare l'energia prodotta verso il punto di interfaccia con la rete (Sottostazione Elettrica Utente MT/AT).

Il tipo di aerogeneratore scelto si configura come una turbina ad asse orizzontale, composto da una torre tubolare in acciaio, una navicella in vetroresina ed un rotore munito di tre pale.

Il movimento della turbina è regolato da un sistema di controllo del passo indipendente per ciascuna pala e da un sistema attivo di imbardata della navicella.

In tal modo il rotore può operare ad una velocità variabile, massimizzando la producibilità e minimizzando i carichi e le emissioni sonore.

NAVICELLA

La navicella in fibra di vetro è caratterizzata da un'apertura nel pavimento che permette l'accesso alla stessa dalla torre.

Il tetto è dotato di un lucernario che può essere aperto per accedere ai sensori montati sopra la navicella stessa. Inoltre, se necessario, sarà possibile inserire, al di sopra della navicella, le luci di segnalazione per gli enti aeronautici.

BASAMENTO NAVICELLA

Il telaio della navicella è stato progettato usando dei criteri di semplicità meccanica ma con una robustezza tale da supportare gli elementi della navicella e trasmettere i carichi alla torre.

Questi carichi sono trasmessi attraverso il sistema di imbardata.

Il basamento della navicella è suddiviso in due parti una anteriore in ghisa e l'altra posteriore in una struttura a trave.

La parte in ghisa è utilizzata come fondazione del moltiplicatore di giri e del generatore.

La parte inferiore è connessa al cuscinetto di imbardata.

MOLTIPLICATORE DI GIRI

Il moltiplicatore di giri, fissato al basamento della navicella, trasmette la rotazione dal rotore al generatore.

L'unità è la combinazione di uno stadio planetario e due stadi paralleli elicoidali paralleli.

Il moltiplicatore di giri ha un sistema di lubrificazione principale mediante un filtraggio associato ad un'alta velocità di trasmissione.

Inoltre, è presente un secondario sistema di filtraggio elettrico il quale permette la pulizia dell'olio, riducendo in tal modo il numero di guasti, insieme ad un terzo sistema di raffreddamento.

SISTEMA DI IMBARDATA

Il sistema di imbardata abilita la rotazione della navicella attorno agli assi della torre.

Si tratta di un sistema attivo che opera in accordo con le informazioni ricevute dagli anemometri e dai sensori installati nella parte superiore della navicella.

I cuscinetti di imbardata sono utilizzati per ottenere un'adeguata torsione al fine di controllare la rotazione dell'imbardata.

Il sistema di imbardata automatico si disattiva quando la velocità del vento scende sotto i 3 m/s.

SISTEMA FRENANTE

Il freno aerodinamico, attivato dal controllo del passo delle pale permette di frenare le pale fino alla posizione estrema (messa in bandiera).

Inoltre, quando la turbina è già decelerata dal freno aerodinamico, il sistema idraulico fornisce una pressione al freno a disco che agisce direttamente sull'albero lento.

Il freno di stazionamento può essere attivato anche manualmente mediante un bottone di emergenza posizionato all'interno della turbina.

GENERATORE

Il generatore è un trifase di tipo asincrono con un'elevata efficienza ed il cui raffreddamento avviene mediante uno scambiatore di calore aria-aria.

Il sistema di controllo permette di operare a velocità variabili usando il controllo sulla frequenza del rotore.

Le caratteristiche del generatore sono le seguenti:

- comportamento sincrono nei confronti della rete;

- operatività ottimale a qualsiasi velocità del vento, massimizzando la producibilità e minimizzando i carichi e le emissioni sonore;
- controllo di potenza attiva e reattiva;
- graduale connessione e disconnessione dalla rete elettrica.

TRASFORMATORE

Il trasformatore è posizionato in un compartimento separato mediante un pannello metallico, nella parte posteriore della navicella, in modo da creare un isolamento termico ed elettrico.

Esso è del tipo trifase a secco in resina e trasforma l'energia elettrica prodotta dal Generatore a 30Kv.

Essendo a secco sono minimizzati i rischi di incendio ma in ogni caso il trasformatore include tutte le misure di protezione necessarie.

ROTORE - MOZZO

Il mozzo è realizzato in ghisa ed usato per trasmettere la potenza al generatore attraverso la trasmissione.

Esso è collegato alla radice esterna delle tre pale ed all'albero principale mediante imbullonatura.

Il mozzo ha un'apertura frontale che permette l'accesso all'interno per le eventuali ispezioni e la manutenzione del sistema di controllo del passo della pala.

L'altezza dal piano campagna del mozzo nel caso dell'aerogeneratore in questione è di 114 mt.

REGOLAZIONE DEL PASSO

Il meccanismo di regolazione del passo è localizzato nel mozzo ed il cambiamento del passo della pala è determinato da cilindri idraulici, i quali permettono la rotazione della pala tra 5° e 95°.

Ogni pala possiede il proprio cilindro idraulico di azionamento.

Sulla base delle condizioni di vento, le pale sono continuamente posizionate con un angolo di calettamento ottimale.

La regolazione del passo funziona in accordo con i seguenti parametri:

- quando la velocità del vento è minore di quella nominale, l'angolo di inclinazione è impostato in modo da massimizzare la potenza elettrica per ciascun valore di velocità del vento;
- quando la velocità del vento è superiore di quella nominale, l'angolo di inclinazione è impostato in modo da riportare i valori di potenza a quella nominale.

PALE

Le pale sono realizzate in fibre di vetro e di carbonio rinforzate con resina epossidica.

Ciascuna pala consiste in due gusci disposti attorno ad una trave portante.

Le pale sono realizzate in modo tale da minimizzare il rumore ed i riflessi di luce; il profilo delle stesse è disegnato per svolgere due funzioni di base: strutturale ed aerodinamica.

Ogni pala possiede un sistema di protezione contro i fulmini consistente in ricevitori posizionati sulla punta della pala e conduttori di filo di rame all'interno della pala stessa.

TORRE

La torre è realizzata in acciaio tubolare suddivisa in sezioni di forma tronco-conica.

Qualora fosse necessario all'interno potrebbe essere installato anche un ascensore che condurrebbe alla navicella in sommità.

CONTROLLO E REGOLAZIONE

La turbina è controllata e monitorata da idoneo sistema hardware e da apposito software del Costruttore.

Il sistema di controllo si basa su quattro parti principali (base, navicella, mozzo e converter) le quali sono connesse da idoneo network.

Le principali caratteristiche del sistema di controllo della turbina sono le seguenti:

- monitoraggio continuo e supervisione dei componenti delle turbine;
- sincronizzazione del generatore alla rete durante la sequenza di collegamento per limitare il flusso di corrente;
- funzionamento della turbina durante le varie situazioni di guasto;
- imbardata automatica della navicella;
- controllo delle emissioni acustiche;
- monitoraggio delle condizioni ambientali;
- monitoraggio della rete.

MONITORAGGIO

I parametri della turbina e della produzione di energia sono controllati da differenti sensori di misura: ci sono dei sensori che catturano i segnali esterni alla turbina come ad esempio la temperatura esterna o la direzione del vento; altri sensori registrano i parametri di funzionamento delle turbine come temperatura, livelli di pressione, vibrazioni e posizione delle pale.

Tutte le informazioni sono registrate ed analizzate in tempo reale e convogliate nelle funzioni di monitoraggio del sistema di controllo.

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

L'aerogeneratore in oggetto è dotato di sistema di protezione contro i fulmini, il quale protegge la turbina dalla punta della pala fino alla fondazione.

Il sistema permette che la corrente generata dai fulmini non interferisca con i componenti vitali all'interno della pala, della navicella e della torre, senza causare danni.

Il sistema di protezione contro i fulmini è progettato in accordo con la IEC 62305, IEC 61400-24 e IEC 61024 – “Lightning Protection of Wind Turbine Generators” Livello 1.

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE

Requisiti generali

Tutte le apparecchiature ed i componenti nella Cabina di consegna saranno conformi alle relative Specifiche Tecniche di TERNA S.p.A.. Le opere in argomento sono progettate e saranno costruite e collaudate in osservanza alla regola dell'arte dettata, in particolare, dalle più aggiornate:

- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

I requisiti funzionali generali per la realizzazione della Cabina di consegna utente saranno:

- vita utile non inferiore a 40 anni. Le scelte di progetto, di esercizio e di manutenzione ordinaria saranno fatte tenendo conto di questo requisito;
- elevate garanzie di sicurezza nel dimensionamento strutturale;
- elevato standard di prevenzione dei rischi d'incendio, ottenuta mediante un'attenta scelta dei materiali.

Per ogni dettaglio relativo all'impianto elettrico ed ai servizi ausiliari di Cabina si rimanda alla documentazione specialistica prodotta allegata al presente progetto.

LAYOUT E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

POSIZIONAMENTO DEGLI AEROGENERATORI E DISPONIBILITA' DEL SITO

Gli impianti per la produzione di Energia da Fonte Rinnovabile, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi sono opere di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti, ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs 387/03.

Per questo motivo la Società proponente ha richiesto DICHIARAZIONE DI PUBBLICA UTILITÀ DEI LAVORI E DELLE OPERE, ed ha altresì richiesto l'apposizione del VINCOLO PREORDINATO ALL'ESPROPRIO, ed ha prodotto relativo piano particellare e cartografie catastali.

Nella tabella sottostante si riporta l'inquadramento catastale dei punti macchina di progetto e le coordinate nel sistema di riferimento WGS 84 UTM 33N, per ogni punto macchina.

WTG	COMUNE	Fg.	Part.	WGS 84	WGS 84
				UTM 33N	UTM 33N
				Cord E	Cord N
WTG 01	RUVO DI PUGLIA	55	685	620573	4548214
WTG 02	RUVO DI PUGLIA	55	144	619864	4547948
WTG 03	RUVO DI PUGLIA	73	58	619940	4546988
WTG 04	RUVO DI PUGLIA	79	6	620769	4546255
WTG 05	RUVO DI PUGLIA	85	128	622784	4545939
WTG 06	RUVO DI PUGLIA	92	347	623054	4544544
WTG 07	RUVO DI PUGLIA	86	189	624161	4545265
WTG 08	RUVO DI PUGLIA	87	7	624604	4545787

Layout di progetto – Posizione aerogeneratori

Tutte le informazioni riguardanti le aree di realizzazione sono riportate nel **Piano Particellare di esproprio**.

INDIVIDUAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

L'area oggetto di intervento è stata individuata sulla base di considerazioni di:

- ventosità, utili a garantire di realizzare l'impianto in una zona avente adeguata producibilità eolica;
- fattibile inserimento delle realizzazioni secondo i criteri di seguito elencati.

CRITERI DI DEFINIZIONE DEL LAYOUT

Avendo individuato l'area di intervento, il layout è stato definito tenendo conto dei seguenti criteri:

- **Analisi vincolistica:** si è accuratamente evitato di posizionare gli aerogeneratori e le opere connesse in corrispondenza di aree vincolate;
- **Minimizzazione delle opere di movimento terra:** sono state scelte posizioni di installazione caratterizzate da una orografia sostanzialmente pianeggiante, in virtù della quale non saranno necessari in alcuna maniera lavori di sbancamento o modifica del profilo orografico, ma una semplice rimozione dello strato superficiale di terreno vegetale per poter procedere alla realizzazione delle piste e piazzole di impianto.
- **Distanze:** è stata considerata un'adeguata distanza dai ricettori, un'adeguata distanza tra gli aerogeneratori pari ad almeno 5 diametri lungo la direzione principale del vento e pari ad almeno 3 diametri nella direzione ortogonale, in accordo con *"Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"*;

Oltre che ai criteri puramente tecnici, la progettazione dell'intervento ha tenuto conto delle distanze minime di salvaguardia del benessere della popolazione del luogo e degli elementi paesaggisticamente, ambientalmente e storicamente rilevanti.

I piani territoriali di tutela, i piani paesaggistici, i piani urbanistici, nonché le normative finalizzate alla salvaguardia del benessere umano ed al corretto inserimento di tali tipologie di opere nel contesto territoriale prescrivono distanze minime da rispettare, distanze che ovviamente sono state tenute in conto durante la progettazione dell'impianto.

In particolare sono state mantenute:

- distanze di almeno 200 metri dalle strade di accesso alle proprietà private;
 - distanze di almeno 220 metri dalle strade provinciali;
 - distanze di almeno 300 metri dagli edifici;
 - distanze di almeno 480 metri dagli edifici ad uso abitativo.
- **Minimizzazione dell'apertura di nuove strade e rispetto della proprietà:** il layout è stato progettato in modo da ridurre al minimo indispensabile l'apertura di nuove strade, anche per non suddividere inutilmente le proprietà terriere. Peraltro le strade sono state posizionate, in tutti i casi in cui ciò è stato possibile, in corrispondenza dei confini catastali, in modo che la presenza delle stesse contribuisca ad una migliore fruibilità del territorio anche da parte degli agricoltori;
 - **Rispetto della attuale vocazione agricola del territorio:** tutti gli aerogeneratori e le relative opere di impianto sono ubicate in terreni seminativi non destinati a colture di pregio;
 - **Minimizzazione della occupazione di suolo** dell'impianto nella sua configurazione definitiva: tutte le opere di impianto sono state progettate per minimizzare l'occupazione definitiva di suolo, che in effetti sarà di circa 5 ha.
 - Utilizzo preferenziale della viabilità esistente per il percorso del cavidotto interrato in MT.

INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON LE INFRASTRUTTURE A RETE E IL RETICOLO IDROGRAFICO

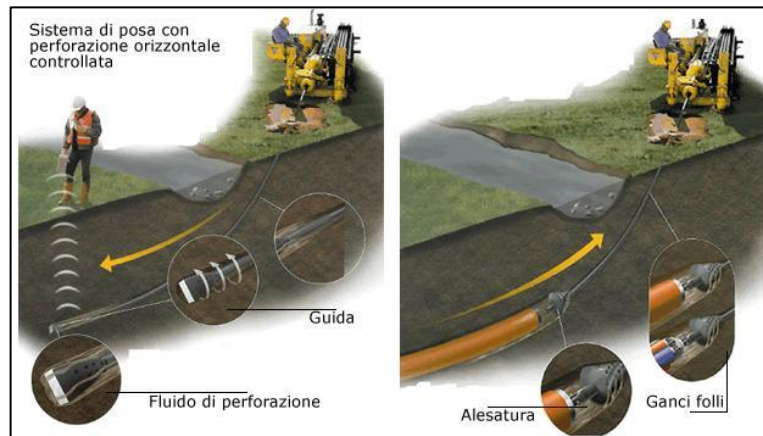
Le interferenze dei cavidotti interrati con le altre opere a rete sono graficamente individuate in maniera puntuale nell'elaborato "*T17 - Individuazione interferenze su CTR*" di progetto definitivo, cui si rimanda. In particolare, come riportato nella documentazione progettuale, si riscontrano le seguenti tipologie di interferenze:

- (i) con il reticolo idrografico in punti in cui non sono presenti opere idrauliche;
- (ii) con il reticolo idrografico in punti in cui sono presenti opere idrauliche;
- (iii) con condotte dell'acquedotto;
- (iv) con aree allagabili.

Tutte queste interferenze (i) (ii) e (iii) saranno risolte mediante TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA, avendo cura di mantenere un franco di sicurezza:

- Di almeno 2 metri nel caso (i), (ii) e (iii).

Nell'elaborato *Interferenze del cavidotto* sono riportate viste di dettaglio in pianta e in sezione della risoluzione di ciascuna interferenza. Di seguito si riporta una sintetica descrizione della tecnologia TOC.



Posa in opera tubazione per alloggio cavi

Il sottopasso dei cavi avverrà introducendo gli stessi in una tubazione messa in opera a rivestimento del foro effettuato mediante la perforazione orizzontale controllata. La posa del cavidotto sarà realizzata mediante l'utilizzo di tubi della tipologia normata. Le tipologie dei tubi da impiegare sono definite in relazione alla resistenza all'urto ex CEI 23-46.

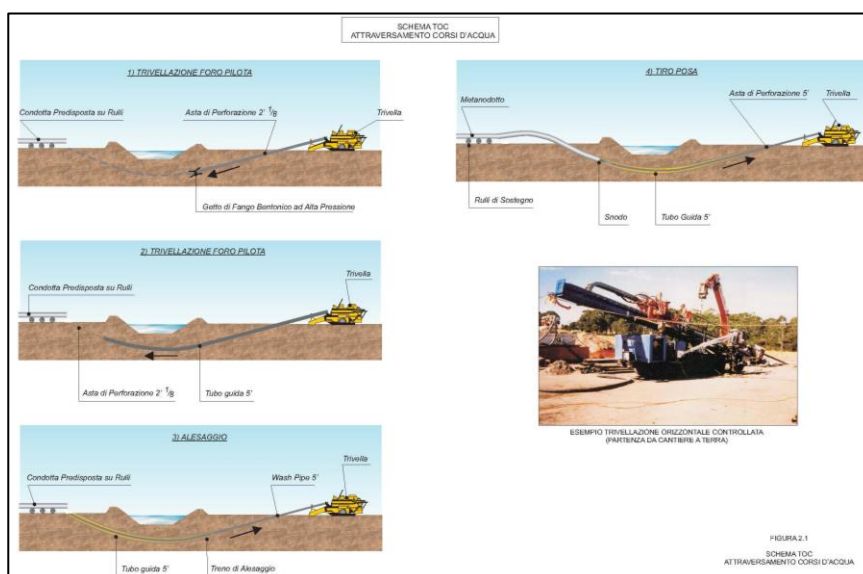
La messa in opera dei cavidotti con tecnologia *TOC* garantisce che:

- il deflusso delle acque non sia in alcun modo alterato. La struttura esistente dedicata alla canalizzazione delle acque al di sotto della viabilità asfaltata esistente non subisce alcun tipo d'intervento, conservando l'attuale sicurezza idraulica.
- l'alveo ed il letto del canale non siano in alcun modo interessati dalle opere in progetto in quanto l'attraversamento è del tipo sottopassante le canalizzazioni esistenti. In tal modo è garantita la funzionalità idraulica del canale anche durante le operazioni di cantiere.

Da un punto di vista realizzativo la *TOC* viene eseguita in tre fasi:

- a. perforazione pilota: normalmente di piccolo diametro (100-150 mm) si realizza mediante una batteria di perforazione che viene manovrata attraverso apposito sistema di guida; la perforazione pilota può seguire percorsi piano-altimetrici preassegnati che possono contenere anche tratti curvilinei;
- b. alesatura: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile viene montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota (alesatore), avente un diametro maggiore a quello del foro pilota, e il tutto viene tirato a ritroso verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro l'alesatore allarga il foro pilota. Questo processo può essere ripetuto più volte fino al raggiungimento del diametro richiesto. La sequenza dei passaggi di alesatura segue precisi criteri che dipendono dal tipo di terreno da attraversare e dalle sue caratteristiche geo-litologiche;
- c. tiro (pullback) della tubazione o del cavo del foro (detto anche "varo"): completata l'ultima fase di alesatura, la tubazione da installare viene assemblata fuori terra e collegata, con un'opportuna testa di tiro, alla batteria di aste di perforazione, con interposizione di un giunto girevole reggispira (detto girevole o swivel) la cui funzione è quella di trasmettere alla tubazione in fase di varo le trazioni ma non

le coppie e quindi le rotazioni. Raggiunto il punto di entrata la posa della tubazione si può considerare terminata.



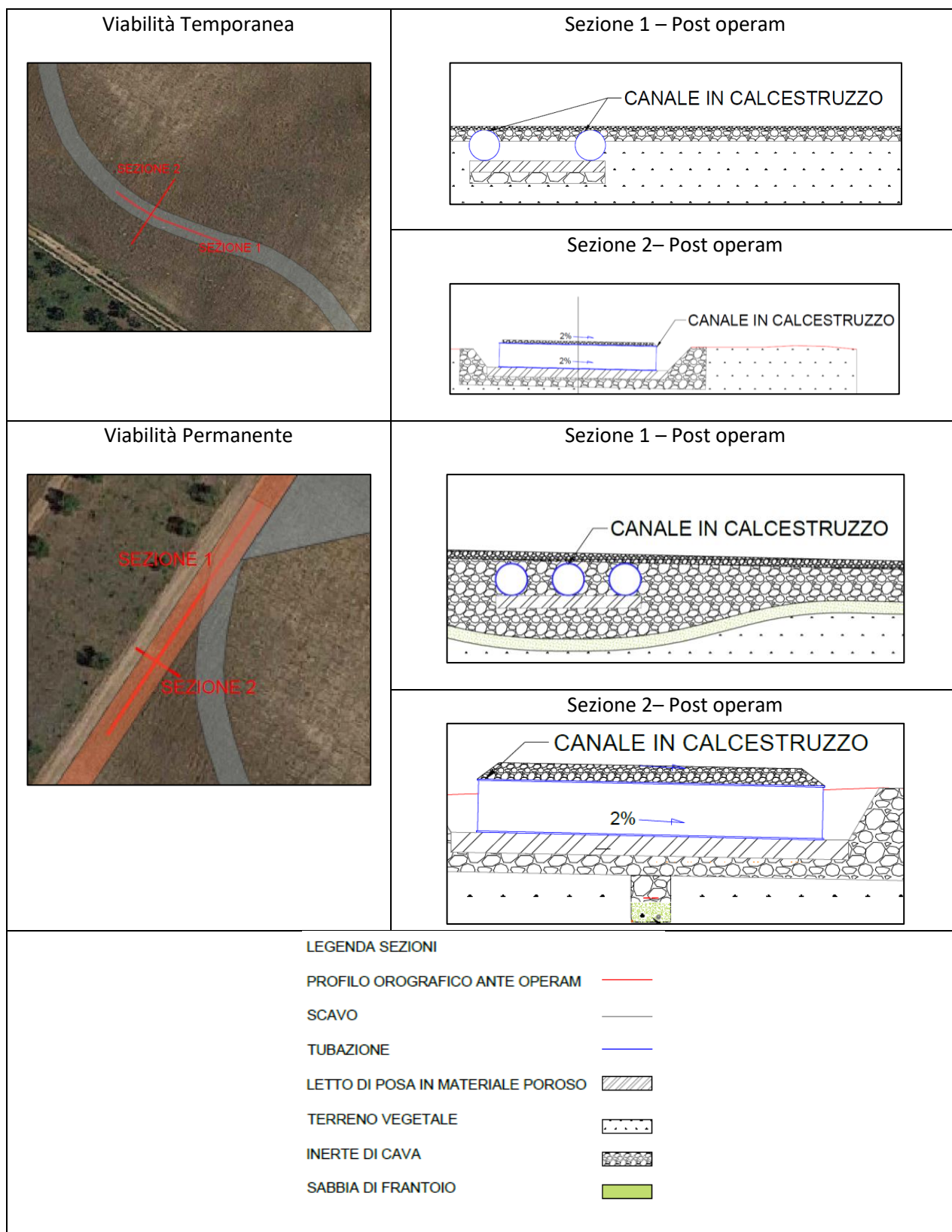
Rappresentazione schematica del processo di realizzazione di una TOC

Si segnala che, in prossimità della WTG 05, sia la strada permanente sia quella temporanea di cantiere intersecano reticoli idrografici, e le relative aree allagabili individuate sul DTM Puglia. Di seguito si riporta un inquadramento dove si mostra l'intersezione tra le aree allagabili (in blu) con le opere temporanee (in grigio) e quelle permanenti (in arancione).



Inquadramento su ortofoto delle intersezioni delle opere temporanee (in grigio) e permanenti (in arancione) con le aree allagabili

L'interferenza sarà risolta mediante l'utilizzo di tubazioni sotterranee con diametro di 80cm, dimensionate in base alla portata del bacino. Di seguito si riportano i tipici della soluzione proposta.



Per ulteriori dettagli si rimanda alla tavola "Individuazione interferenze su CTR".

CARATTERISTICHE ANEMOMETRICHE DEL SITO E SCELTA DELL'AEROGENERATORE

È stata effettuata una analisi della producibilità stimata per l'impianto proposto in funzione delle caratteristiche anemologiche del sito, del layout proposto e delle caratteristiche (curva di potenza) degli aerogeneratori.

Table 3. Results, P50 and P90.

Results	
Layout	1 (114 m HH)
Installed Capacity [MW]	57.6
Gross Production [GWh/y]	161
Wake losses [%]	2.9
Total Losses incl. wake losses [%]	10.6
Net Production (P50) [GWh/y]	144
Uncertainty (20 years) [%]	20
P90 (20 years) [GWh/y]	107

Come da tabella precedente si stima una produzione (P50) di 144 GWh/y, pari a 2.500 ore equivalenti/anno.

Si rimanda alla relazione dedicata per tutti i dettagli.

ASPETTI LEGATI ALLA SICUREZZA

GITTATA DEGLI ELEMENTI ROTANTI

Nell'elaborato **R41 "Relazione della gittata massima degli elementi rotanti"** sono illustrate le valutazioni che hanno permesso di dimostrare che la massima gittata degli elementi rotanti dell'aerogeneratore è inferiore alla distanza di ciascun aerogeneratore da strade ed edifici e che, pertanto, non ci sono problemi di sicurezza legati a questo aspetto.

Si specifica comunque che l'evento di proiezione di un frammento di pala è altamente improbabile in virtù delle attuali tecnologie costruttive degli aerogeneratori e dei sistemi di sicurezza di cui sono dotati che, in caso di rilevamento guasti, fermano immediatamente la rotazione delle pale.

IMPATTI CUMULATI

In virtù dell'assenza di altri impianti eolici e della scarsa presenza di fotovoltaici nelle rispettive AVI:

- **gli impatti cumulati, nel caso in oggetto, sono riconducibili a quelli del solo impianto di progetto;**
- **gli impatti cumulati attribuibili all'inserimento dell'impianto in progetto nel contesto territoriale paesaggistico, non sono tali da far considerare il sito scelto non idoneo alla realizzazione dell'impianto.**

ELETTROMAGNETISMO

Sono state prodotte opportune relazioni **sull'Impatto Elettromagnetico** cui si rimanda per i dettagli (R 26 - RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELLE OPERE M.T. e R27 - RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELLE OPERE DI CONNESSIONE).

Le analisi ivi contenute hanno permesso di concludere che le opere di impianto rispettano tutti i limiti di legge applicabili in materia di inquinamento elettromagnetico.

EVOLUZIONE DELL'OMBRA

Nella relazione dedicata ("*R40 - Studio Evoluzione Ombra*") è stata analizzata l'evoluzione dell'ombra prodotta da ciascun aerogeneratore sia in periodo invernale che estivo.

I risultati del calcolo sono mostrati, per ciascuna WTG, negli stralci cartografici su ortofoto mostrati nella relazione specialistica allegata al presente progetto, con un commento esplicativo per ciascuno stralcio cartografico.

Dall'analisi delle immagini si conclude che il fenomeno di shadow flickering si potrebbe verificare esclusivamente su 9 ricettori individuati: **per un numero di ore apprezzabile, sia pure estremamente contenuto.**

Al fine di valutare i risultati del calcolo, si tenga in fatti presente:

- che la stima è stata effettuata nell'ipotesi che il rotore sia sempre ortogonale alla direzione di provenienza dei raggi solari
- trascurando il fatto che in giornate nuvolose il fenomeno non è apprezzabile.

Si può quindi escludere che le opere in progetto apportino un significativo disturbo da shadow flickering sia alla viabilità che agli edifici individuati come ricettori.