

Regione
Molise



Provincia di
Campobasso



Comune di
San Martino
in Pensilis



Comune di
Larino



Comune di
Ururi



Committente:



RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA
DI 35 MW DENOMINATO "PIANI DELLA CISTERNA" SITUATO NEL COMUNE DI
SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)**

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI

N° Documento:

PESMP_18

ID PROGETTO:

PESMP

DISCIPLINA:

PD

TIPOLOGIA:

R

FORMATO:

Elaborato:

RELAZIONE DI CALCOLO LINEE ELETTRICHE

FOGLIO:

1 di 1

SCALA:

Nome file:

Progettazione:



EGM PROJECT S.R.L.
VIA VERRASTRO 15/A
85100- POTENZA (PZ)
P.IVA 02094310766
REA PZ-206983


Progettista:

Ing. Carmen Martone
Iscr. n.1872
Ordine Ingegneri Potenza
C.F. MRTCMN73D56H703E

Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F. NRDRFL71H04A509H

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato



	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE CALCOLO LINEE ELETTRICHE	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 1 di 24
---	--	--

Sommario

1. PREMESSA	2
1.1 Scopo del documento.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.1 Leggi	3
2.2 Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL	3
3. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	5
3.1 Iniziativa	8
3.2 Attenzione per l’ambiente	8
4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO	10
4.1 Aerogeneratori	10
4.2 Cavidotti.....	16
4.3 Modalità di connessione alla rete	16
5. CALCOLO LINEA ELETTRICA PER LA CONNESSIONE DELL’IMPIANTO	17
5.1 Dimensionamento dei cavidotti in MT	19
5.2 Scelte progettuali cavidotto MT	21
5.3 Risultati dimensionamento cavidotto MT	23
5.4 Scelte progettuali cavidotto AT	24

1. PREMESSA

1.1 Scopo del documento

La presente relazione costituisce l'Elaborato Progettuale A1 a supporto della documentazione indicata nell'Appendice A – “Principi generali per la progettazione, la costruzione, l'esercizio e la dismissione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili – Impianti eolici di grande Generazione” indicati nel Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (P.I.E.A.R.) della Regione Molise, necessaria all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica atta alla costruzione ed all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili ai sensi dell'art. 12 del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003, che nel caso in esame ha come oggetto la realizzazione del Parco Eolico “Piani della cisterna” situato nel comune di San Martino in Pensilis (CB).

Questa relazione ha lo scopo di fornire una descrizione di calcolo delle linee elettriche per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile eolica.

In linea con l'orientamento mondiale, la società RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L. intende realizzare nel comune di San Martino in Pensilis (CB), un parco eolico della potenza nominale di 35 MW.

Il parco in progetto sarà costituito da 5 aerogeneratori tripala ad asse orizzontale di marca Siemens Gamesa, modello SG170.7.0 MW, ciascuno dalla potenza di 7.0MW per una potenza complessiva pari a 35 MW.

Ai fini della connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), previa apposita richiesta inoltrata a TERNA S.p.A., la Proponente riceveva la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) identificata dal Codice Pratica n. 64725 e riportata nell'ALLEGATO A1 alla Comunicazione prot. n. P20230064725 ricevuta a mezzo PEC del 20/06/2023, la quale prevede che l'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV della RTN da inserire sulla linea RTN a 380 kV “Larino” (nel seguito “S.E. RTN”) da ubicarsi nel Comune di Larino (CB).

Il parco oggetto di realizzazione sarà costituito da 5 aerogeneratori e relative opere accessorie, ovvero la realizzazione della viabilità di accesso al parco, ove non esistente e/o non idonea al trasporto dei componenti delle torri, la posa del cavidotto interno di collegamento tra gli aerogeneratori, un ampliamento della sottostazione elettrica lato utente presente nel territorio di Ururi. Il progetto è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, in linea con la Strategia Energetica Nazionale (SEN).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la progettazione si è fatto riferimento alle normative tecniche e di legge riguardanti gli impianti.

2.1 Leggi

- ✓ DM 37/08 per quanto concerne la progettazione, la realizzazione, l'utilizzazione e la manutenzione degli impianti ed in particolare per quelli elettrici.
- ✓ DPR 547 del 27.04.1955 (ove applicabile) ed aggiornamenti successivi “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”.
- ✓ LEGGE n° 186 del 01.03.1968 “Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici”.
- ✓ LEGGE n° 791 del 18.10.1977 “Attuazione della direttiva CEE n° 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che dovrà possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”.
- ✓ DLgs. n° 81/08, DLgs n° 626/94 (ove applicabile) “Attuazione delle Direttive CEE n° 89/391, n° 89/654, n° 89/655, n°90/269, n° 90/270, n° 90/394, n° 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.
- ✓ D.P.R. n° 462 del 22/10/01 “Regolamento per la semplificazione del procedimento per la denuncia
- ✓ di installazioni di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici”.

2.2 Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL

- ✓ NORMA CEI-UNEL 35024 2020-05 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- ✓ NORMA CEI-UNEL 35011 fasc. 5757 “Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione”.
- ✓ NORMA CEI-UNEL 35026 2000 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa interrata”.
- ✓ NORMA CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”.
- ✓ •NORMA CEI 17-13/1 fasc. 5862, 5863, 5922, 6230, 3445, 5666, 4153 “Apparecchiature

assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)”.
di

- ✓ NORMA CEI 20-27 fasc. 5640 “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione”.
- ✓ NORMA CEI 20-27; V1 fasc. 6337 “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione”.
- ✓ NORMA CEI 20-40 fasc. 4831 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”.
- ✓ NORMA CEI EN 50086-2-1 e successive integrazioni e varianti “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche”.
- ✓ NORMA CEI 23-51 fasc. 2731 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- ✓ NORMA CEI 23-51; V1 fasc. 4306 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- ✓ NORMA CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione – Parte I: Prescrizioni generali e prove”.
- ✓ NORMA CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione – Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”.
- ✓ NORMA CEI 70-1; “Gradi di protezione degli involucri”.
- ✓ NORMA CEI 81-10/1 -10/2 – 10/3 e 10/4; “Protezione contro i fulmini – Parte 1 – Principi generali – Parte 2 – Valutazione del rischio – Parte 3 – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone e Parte 4 – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”.
- ✓ NORMA CEI 0-16 Edizione ultima: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica -Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della distribuzione;
- ✓ NORMA CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- ✓ NORMA CEI 11-25: Calcolo delle correnti di cortocircuito delle reti trifasi a corrente alternata;
- ✓ Guida CEI 64-12: Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- ✓ Guida CEI 11-37: Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1 kV.

3. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il sito oggetto dello studio ricade in provincia di Campobasso (CB), nel Comune di San Martino in Pensilis (CB).

Il parco eolico è composto da 5 aerogeneratori tutti rientranti nell’agro del Comune di San Martino in Pensilis (CB), mentre il cavidotto per il collegamento dell’impianto alla sottostazione, si estende anche nel territorio del comune di Ururi.

L'area di progetto su cui verrà realizzato il parco eolico è caratterizzata da orografia tipica delle zone collinari locali, priva di complicazioni eccessive e con un'altezza media compresa tra 46 e 161 metri sul livello del mare.

Attualmente il sito presenta un uso del suolo principalmente agricolo; la copertura vegetale arborea è scarsa, quindi l'area in esame è caratterizzata da una rugosità media, caratteristica favorevole allo sfruttamento del vento.

Le turbine saranno posizionate lungo la direzione prevalente del vento ossia NW.

Per effettuare una localizzazione univoca dei terreni sui quali insiste il parco eolico, di seguito si riportano le cartografie riguardanti:

- sovrapposizione del campo eolico su ortofoto (figura 1);
- sovrapposizione del campo eolico su catastale (figura 2);
- sovrapposizione del campo eolico su CTR (figura 3);
- sovrapposizione del campo eolico su IGM (figura 4).

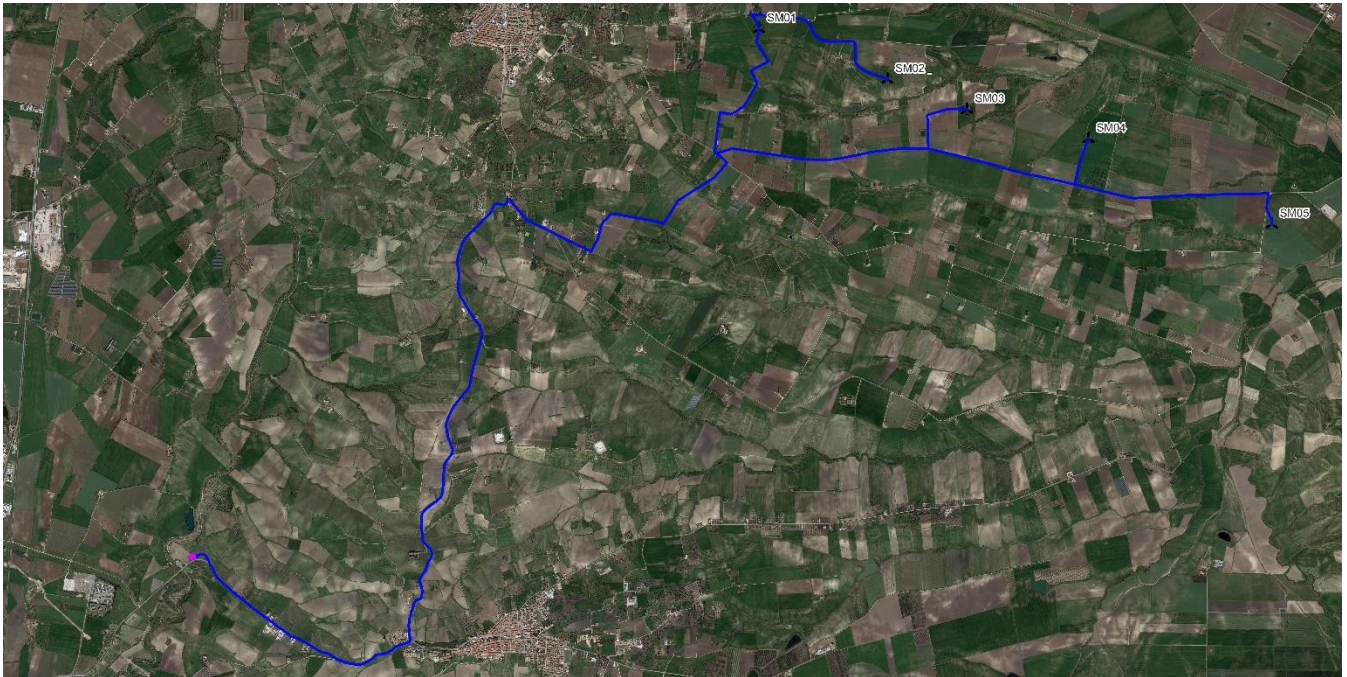


Figura 1 - Inquadramento area parco eolico su base ortofoto

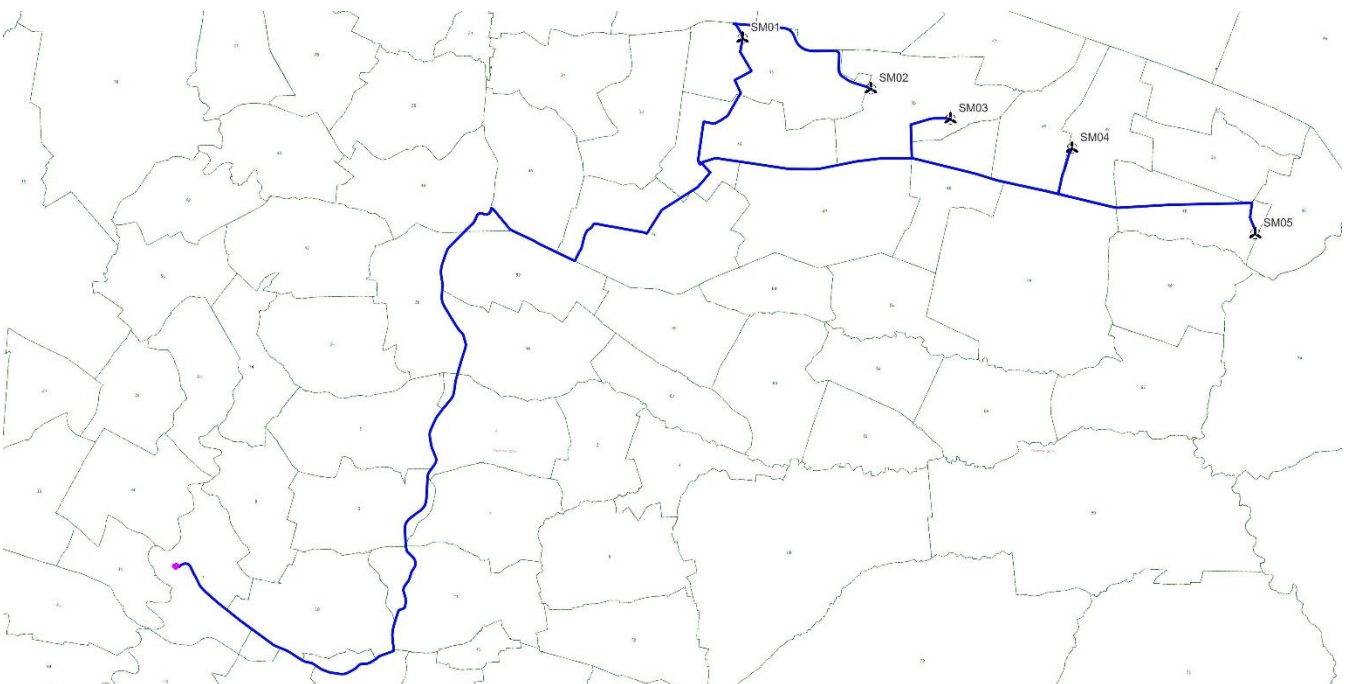


Figura 2 - Inquadramento area parco eolico su catastale

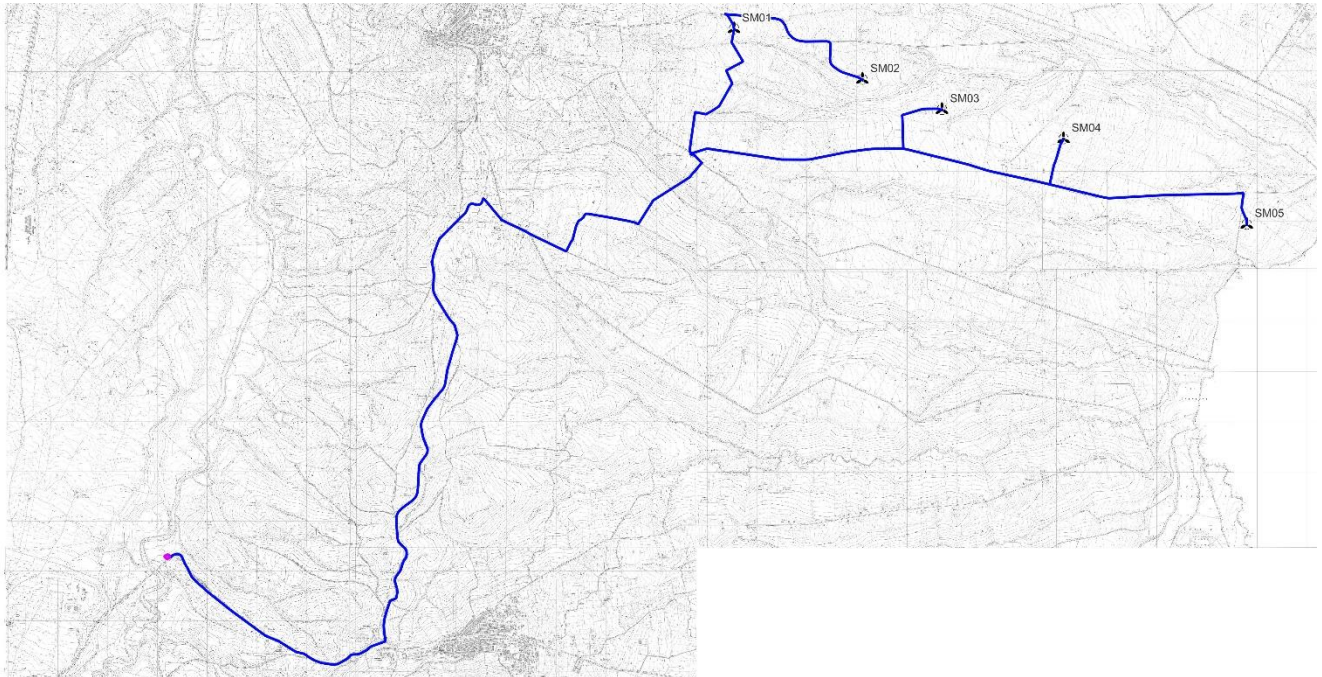


Figura 3 - Inquadramento area parco e sottostazione su CTR

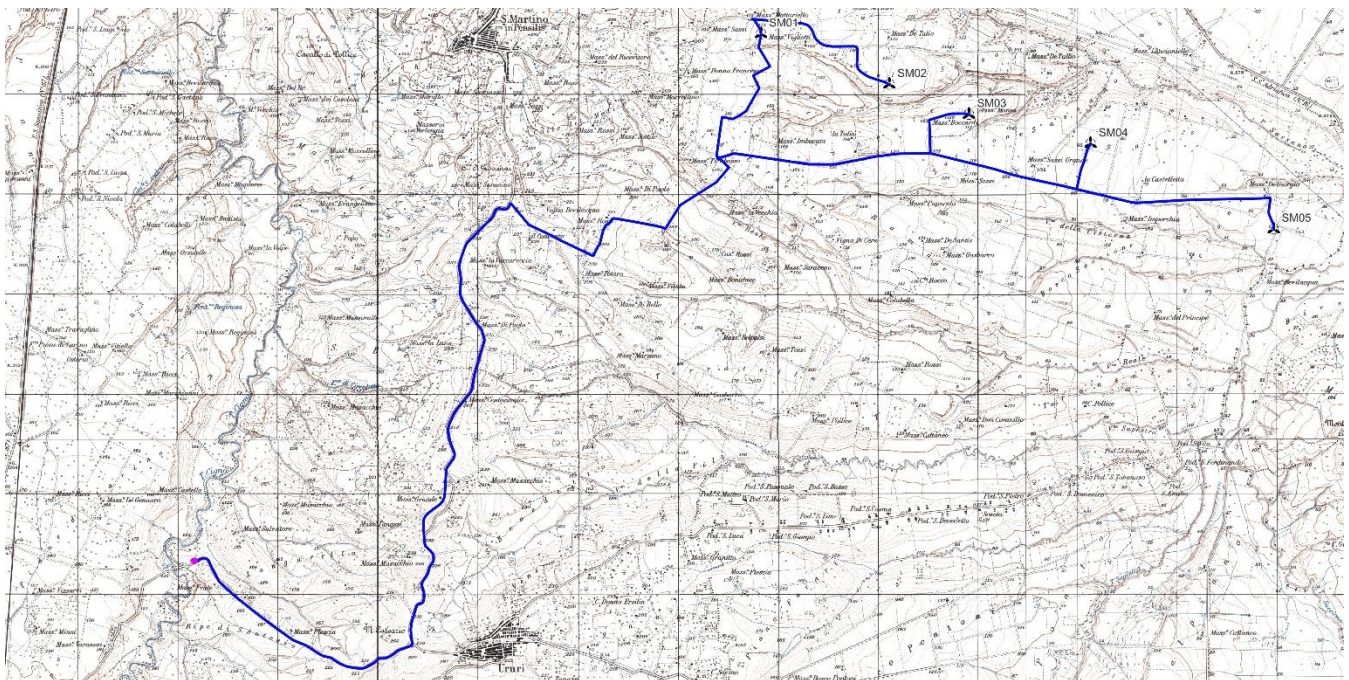


Figura 4 - Inquadramento area parco e sottostazione su IGM

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE CALCOLO LINEE ELETTRICHE</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 8 di 24</p>
---	---	--

Il parco eolico per la produzione di energia elettrica oggetto di studio avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata totale: 35 MW;
- potenza della singola turbina: 7 MW;
- n. 5 turbine;
- n. 1 “Cabina di Raccolta e Smistamento”;
- Ampliamento della “SSE lato utente di trasformazione”.

I fogli e le particelle interessati dall’installazione dei nuovi aerogeneratori sono sintetizzati nella Tabella seguente.

Aerogeneratore	Foglio	Particella
SM01	33	90
SM02	35	124
SM03	35	61
SM04	37	5
SM05	40	74

Tabella 1 - Fogli e particelle aerogeneratori

3.1 Iniziativa

Con la realizzazione dell’impianto si intende conseguire un significativo risparmio energetico, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal vento, tale tecnologia nasce dall’esigenza di coniugare:

- ✓ la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- ✓ nessun inquinamento acustico;
- ✓ un risparmio di combustibile fossile;
- ✓ una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l’ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

3.2 Attenzione per l’ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici

che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

L'Italia non possiede riserve significative di fonti fossili, ma da esse ricava circa il 90% dell'energia che consuma, con una rilevante dipendenza dall'estero. I costi della bolletta energetica, già alti, per l'aumento della domanda internazionale rischiano di diventare insostenibili per la nostra economia con le sanzioni previste in caso di mancato rispetto degli impegni di Kyoto, Copenaghen e Parigi.

La transizione verso un mix di fonti di energia e con un peso sempre maggiore di rinnovabili è, pertanto, strategica per un Paese come il nostro dove, tuttavia, le risorse idrauliche e geotermiche sono già sfruttate appieno.

Negli ultimi 10 anni grazie agli incentivi sulle fonti rinnovabili lo sviluppo delle energie verdi nel nostro paese ha subito un notevole incremento soprattutto nel fotovoltaico e nell'eolico, portando l'Italia tra i paesi più sviluppati dal punto di vista dell'innovazione energetica e ambientale.

La conclusione di detti incentivi ha frenato lo sviluppo soprattutto dell'eolico, creando notevoli problemi all'economia del settore.

4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO

4.1 Aerogeneratori

Le pale di un aerogeneratore sono fissate al mozzo e vi è un sistema di controllo che ne modifica costantemente l’orientamento rispetto alla direzione del vento, per offrire allo stesso sempre il medesimo profilo alare garantendo, indipendentemente dalla direzione del vento, un verso orario di rotazione.

L’aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico è la turbina da 7 MW della Siemes-Gamesa (SG 7-170 -MOD 7 MW) o similare.

Nella tabella che segue sono sintetizzate le principali caratteristiche dell’aerogeneratore previsto nel parco eolico.

Altezza al Mozzo	115 m
Diametro Rotore	170 m
Lunghezza singola Pala	85 m
Superficie del rotore	22,698 mq
Numero Pale	3
Velocità di Rotazione Max a regime del Rotore	9.22 rpm
Potenza Nominale Turbina	7000 kW
Cut-Out	25 m/s
Cut-in	3 m/s

Tabella 2 - Caratteristiche principali dell’aerogeneratore previsto nel parco eolico.

- **Rotore-Navicella**

Il rotore è una costruzione a tre pale, montata sopravento rispetto alla torre. L'uscita di potenza è controllata da pitch e regolazione della domanda di coppia. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza durante mantenendo i carichi e il livello di rumore.

La navicella è stata progettata per un accesso sicuro a tutti i punti di servizio durante il servizio programmato. Inoltre, la navicella è stata progettata per la presenza sicura dei tecnici dell'assistenza nella navicella durante le prove di servizio con la turbina eolica in piena attività.

Ciò consente un servizio di alta qualità della turbina eolica e fornisce ottimali condizioni di risoluzione dei problemi.

- **Lame**

Le lame sono generalmente costituite da infusione di fibra di vetro e componenti stampati pultrusi in carbonio. La struttura della lama utilizza gusci aerodinamici contenenti cappucci di longheroni incorporati, legati a due reti di taglio principali in balsa epossidica / fibra di vetro.

- **Mozzo del rotore**

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

- **Copertura della navicella**

Lo schermo meteorologico e l'alloggiamento attorno ai macchinari nella navicella sono realizzati con pannelli laminati rinforzati con fibra di vetro.

- **Torre**

La turbina eolica è montata di serie su una torre d'acciaio tubolare rastremata. Altre tecnologie di torri sono disponibili per altezze del mozzo più elevate. La torre ha salita interna e accesso diretto al sistema di imbardata e navicella. È dotata di pedane e illuminazione elettrica interna.

- **Controllore**

Il controller per turbine eoliche è un controller industriale basato su microprocessore. Il controllore è completo di quadro e dispositivi di protezione ed è autodiagnostico.

- **Convertitore**

Collegato direttamente al rotore, il convertitore di frequenza è un sistema di conversione 4Q back to back con 2 VSC in un collegamento CC comune.

Il Convertitore di Frequenza consente il funzionamento del generatore a velocità e tensione variabili, fornendo potenza a frequenza e tensione costanti al trasformatore MT.

- **SCADA**

L'aerogeneratore fornisce la connessione al sistema SGRE SCADA. Questo sistema offre il controllo remoto e una varietà di visualizzazioni di stato e report utili da un browser Web Internet standard.

Le viste di stato presentano informazioni tra cui dati elettrici e meccanici, stato operativo e di guasto, dati meteorologici e dati della stazione di rete.

- **Monitoraggio delle condizioni della turbina**

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE CALCOLO LINEE ELETTRICHE</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 12 di 24</p>
---	---	--

Oltre al sistema SCADA SGRE, la turbina eolica può essere dotata dell'esclusiva configurazione di monitoraggio delle condizioni SGRE. Questo sistema monitora il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta gli spettri di vibrazione effettivi con una serie di spettri di riferimento stabiliti. Revisione dei risultati, analisi dettagliata e la riprogrammazione può essere eseguita utilizzando un browser web standard.

- **Sistemi operativi**

La turbina eolica funziona automaticamente. Si avvia automaticamente quando la coppia aerodinamica raggiunge un certo valore.

Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller della turbina eolica fissa i riferimenti di passo e coppia per operare nel punto aerodinamico ottimale (massima produzione) tenendo conto della capacità del generatore.

Una volta superata la velocità del vento nominale, la richiesta di posizione del passo viene regolata per mantenere una produzione di energia stabile pari al valore nominale.

Se è abilitata la modalità declassamento per vento forte, la produzione di energia viene limitata una volta che la velocità del vento supera un valore di soglia definito dalla progettazione, fino a quando non viene raggiunta la velocità del vento di interruzione e la turbina eolica smette di produrre energia.

Se la velocità media del vento supera il limite operativo massimo, l'aerogeneratore viene spento per beccheggio delle pale.

Quando la velocità media del vento scende al di sotto della velocità media del vento di riavvio, i sistemi si ripristinano automaticamente.

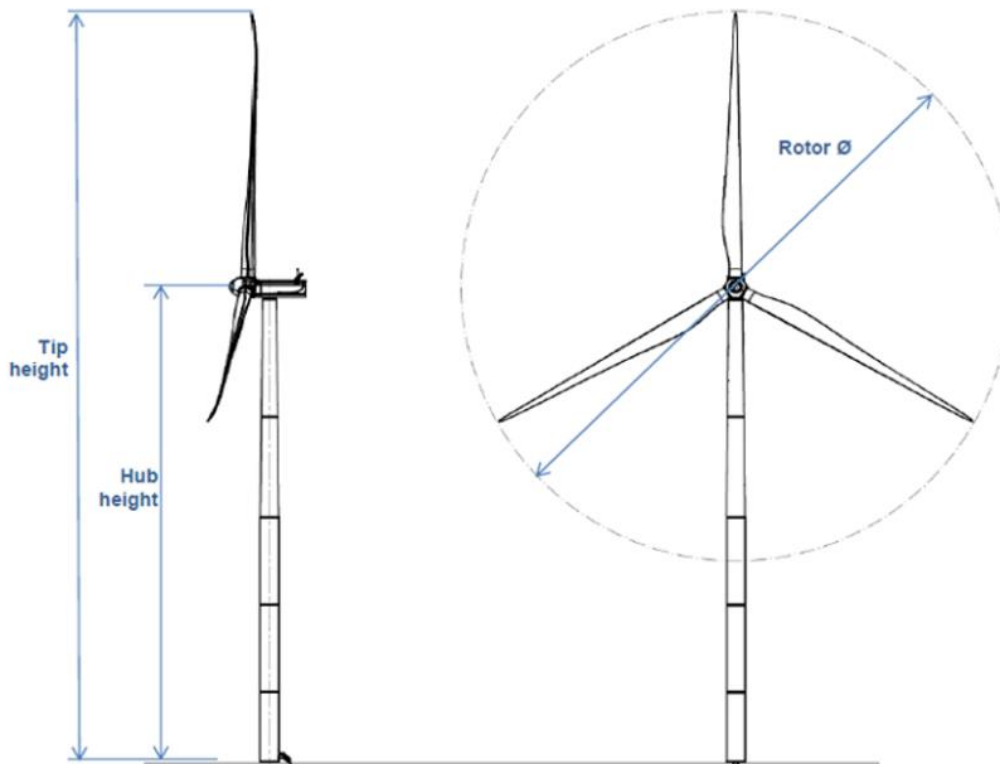


Figura 5 – Esempio Aerogeneratore

La navicella ospita i principali componenti del generatore eolico.

La navicella è ventilata e illuminata da luci elettriche. Un portello fornisce l'accesso alle pale e mozzo. Inoltre all'interno della navicella si trova anche una gru che può essere utilizzata per il sollevamento di strumenti e di altri materiali.

L'accesso dalla torre alla navicella avviene attraverso il fondo della navicella.

La turbina eolica è montata su una torre tubolare in acciaio, con un'altezza di circa 155 m, e ospita alla sua base il sistema di controllo.

È costituita da più sezioni tronco-coniche che verranno assemblate in sito. Al suo interno saranno inserite la scala di accesso alla navicella e il cavedio in cui saranno posizionati i cavi elettrici necessari al trasporto dell'energia elettrica prodotta.

L'accesso alla turbina avviene attraverso una porta alla base della torre che consentirà l'accesso al personale addetto alla manutenzione.

La torre, il generatore e la cabina di trasformazione andranno a scaricare su una struttura di fondazione in cemento armato di tipo diretto che verrà dimensionata sulla base degli studi geologici e dell'analisi

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE CALCOLO LINEE ELETTRICHE	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 14 di 24
---	--	---

dei carichi trasmessi dalla torre.

L'aerogeneratore ad asse orizzontale è costituito da una torre tubolare che porta alla sua sommità la navicella che supporta le pale e contenente i dispositivi di trasmissione dell'energia meccanica, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari.

La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata).

Opportuni cavi convogliano al suolo, in un quadro all'interno della torre, l'energia elettrica prodotta e trasmettono i segnali necessari per il controllo remoto del sistema aerogeneratore.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da un'unità di controllo basata su microprocessori. Le pale possono essere manovrate singolarmente per una regolazione ottimale della potenza prodotta, questo fa sì che anche a velocità del vento elevate, la produzione d'energia viene mantenuta alla potenza nominale.

La turbina è anche dotata di un sistema meccanico di frenatura che, all'occorrenza, può arrestarne la rotazione. In caso di ventosità pericolosa, per la tenuta meccanica delle pale, l'aerogeneratore dispone anche di un freno aerodinamico, un sistema in grado di ruotare le pale fino a 90° attorno al proprio asse che le posiziona in maniera tale da offrire la minima superficie possibile all'azione del vento.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione saranno eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette.

Le massime sollecitazioni sul terreno saranno calcolate con riferimento ai valori nominali delle azioni. Il piano di posa delle fondazioni sarà ad una profondità tale da non ricadere in zona ove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

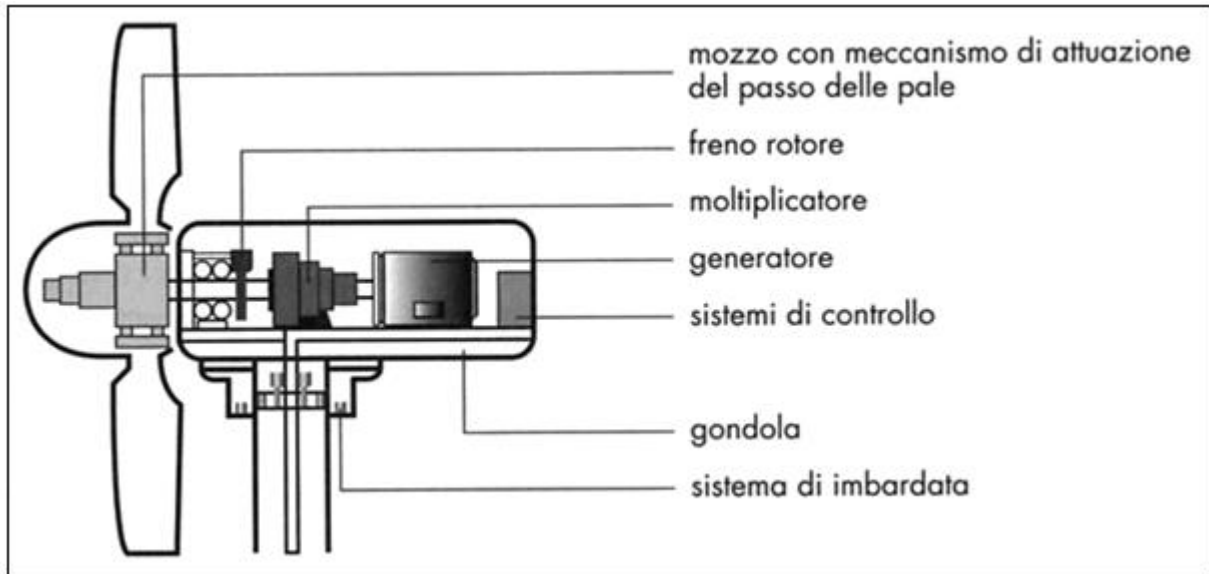


Figura 6 - Schema di principio di un aerogeneratore

4.2 Cavidotti

Gli aerogeneratori sono connessi tra loro tramite una linea MT a 30 kV; successivamente i cavidotti saranno raccolti e smistamenti in corrispondenza della “Cabina di raccolta e smistamento”. In uscita dalla cabina di raccolta e smistamento, è stato previsto un unico cavidotto interrato a 30 kV per connettere poi l’impianto alla stazione elettrica di trasformazione di competenza dell’utente.

All’interno della sottostazione di trasformazione lato utente è stato previsto, un ampliamento di questa, con l’introduzione di un nuovo locale di controllo e con la sostituzione del trasformatore esistente da 30/40 MVA con un trasformatore da 75 MVA, il cui compito sarà aumentare la tensione da 30kV a 150kV. In uscita dalla sottostazione elettrica lato utente l’impianto in oggetto si collegherà in antenna all’ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN denominata “Larino”, come da STMG, mediante un cavidotto AT esistente.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione.

L’impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50Hz. Si distinguono le seguenti parti:

- ✓ il sistema MT a 30 kV, esercito con neutro isolato;
- ✓ il sistema AT, esistente, a 150 kV, esercito con neutro connesso a terra.

4.3 Modalità di connessione alla rete

La STMG è definita dal Gestore sulla base di criteri finalizzati a garantire la continuità del servizio e la sicurezza di esercizio della rete su cui il nuovo impianto si va ad inserire, tenendo conto dei diversi aspetti tecnici ed economici associati alla realizzazione delle opere di allacciamento.

In particolare il Gestore analizza ogni iniziativa nel contesto di rete in cui si inserisce e si adopera per minimizzare eventuali problemi legati alla eccessiva concentrazione di iniziative nella stessa area, al fine di evitare limitazioni di esercizio degli impianti di generazione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del sistema elettrico.

La STMG contiene unicamente lo schema generale di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), nonché i tempi ed i costi medi standard di realizzazione degli impianti di rete per la connessione. L’Autorità per l’energia elettrica, il gas e rete idrica con la delibera ARG/elt99/08 (TICA) e s.m.i. stabilisce le condizioni per l’erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE CALCOLO LINEE ELETTRICHE</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 17 di 24</p>
---	---	---

di terzi per gli impianti di produzione di energia elettrica.

Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e la relativa connessione, dove per inserimento s'intende l'attività d'individuazione del punto nel quale l'impianto può essere collegato, e per connessione s'intende l'attività di determinazione dei circuiti e dell'impiantistica necessaria al collegamento.

L'impianto eolico di riferimento avrà una potenza di 35 MW.

La soluzione tecnica minima generale elaborata prevede che la centrale venga collegata a 150 kV in antenna all'ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN denominata "Larino" come da STMG.

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, il nuovo/i elettrodotto/i a 150 kV per il collegamento in antenna della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce/constituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo/i arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce/constituiscono impianto di rete per la connessione.

5. CALCOLO LINEA ELETTRICA PER LA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO

Le scelte progettuali di seguito descritte hanno inoltre tenuto conto delle esigenze operative del committente al fine di raggiungere gli obiettivi riguardanti:

1. la sicurezza;
2. la funzionalità;
3. l'affidabilità;
4. la durata;
5. l'economicità.

La connessione tra l'impianto e la rete elettrica avverrà con una linea interrata (entro cavidotti in PVC). Le caratteristiche della potenza immessa in rete dal generatore, sulla base del quale va effettuato il calcolo di verifica, sono le seguenti:

Tratta			Generazione	
Da	A	Lunghezza (km)	Pn (MW)	Vn (kV)
SM05	SM04	2.758	7	30
SM04	SM03	2.726	14	30
SM02	SM01	1.912	7	30
SM03	Cabina di raccolta e smistamento	2.885	21	30
SM01	Cabina di raccolta e smistamento	1.646	14	30
Cabina di raccolta e smistamento	SSE	10.728	35	30

5.1 Dimensionamento dei cavidotti in MT

Il dimensionamento dei cavidotti in MT a 30kV, sono stati eseguiti utilizzando la seguente relazioni matematiche le quali dovranno essere soddisfatte contemporaneamente:

$$I_b \leq I_z$$
$$\Delta V\% \leq 4\%$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego del cavo;
- I_z è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;

$\Delta V\%$ è la massima caduta di tensione calcolata tenendo conto della lunghezza del cavidotto oggetto di progettazione.

Per poter effettuare un dimensionamento idoneo al caso in esame, la quale tenga conto del tipo di posa, è stata utilizzata la seguente relazione matematica:

$$I_z = I_0 k_1 k_2 k_3 k_4$$

Dove:

- I_0 : rappresenta la portata nominale del cavo;
- k_1 : fattore di correzione per gruppi di circuiti installati sullo stesso piano in tubi interrati o interrati direttamente;
- k_2 : fattore di correzione per differenti valori di profondità di posa;
- k_3 : fattore di correzione per temperatura di esercizio diverse da 20°C;
- k_4 : fattore di correzione valori di resistività termica del terreno diverse da 1 Km/W.

Il calcolo della caduta di tensione percentuale è stato svolto attraverso l'utilizzo della seguente relazione:

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3}Il}{V_n} (r_l \cos\varphi + x_l \sin\varphi) \leq 4\%$$

Dove:

- r_l : rappresenta la resistenza per unità di lunghezza specifica di quel cavo alla temperatura di esercizio;
- x_l : rappresenta la reattanza per unità di lunghezza specifica del cavo alla frequenza di 50Hz;
- l : lunghezza del cavo;
- I : intensità di corrente;
- V_n : tensione nominale concatenata.

5.2 Scelte progettuali cavidotto MT

Il dimensionamento dei cavidotti è stato svolto, considerando il seguente cavo unipolare di potenza, con anima in rame rosso flessibile, isolato in XLPE di qualità G7 con guaina in AFUMEX per le connessioni tra gli aereogeneratori e la connessione tra la cabina di raccolta e smistamento e la cabina di trasformazione lato utente:

MEDIA TENSIONE - BASSISSIMA EMISIONE DI FUMI E GAS TOSSICI / MEDIUM VOLTAGE - VERY LOW EMISSION OF SMOKE AND TOXIC GASES

RG7H1M1 Afumex™
MV Power 105



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

Norma di riferimento
HD 620 CEI 20-13

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

Semiconduttivo interno

Elastomerico estruso

Isolante

Miscela speciale di gomma ad alto modulo

Semiconduttivo esterno

Elastomerico estruso pelabile a freddo

Schermatura

A filo di rame rosso

Guaina

AFUMEX, colore rosso

Marcatura

PRYSMIAN(**) AFUMEX MV power 105

<ensione> <sez.> CEI 20-22III Cat. C. <anno>

(**) sigla sito produttivo

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140 °C

Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300 °C: K=152

N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della CEI 20-13.

Accessori idonei

Terminali

ELTI (pag. 114), ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), STI RR (pag. 122), STI GT (pag. 124), STE GT (pag. 126), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140), RETRACFIT (pag. 142)

Standard

HD 620 CEI 20-13

Cable design

Core

Compact stranded bare copper conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded elastomeric compound

Insulation

Special high module rubber compound

Outer semi-conducting layer

Extruded cold strippable elastomeric compound

Screen

Bare copper wire

Sheath

AFUMEX; colour red

Marking

PRYSMIAN(**) AFUMEX MV power 105

<rated voltage> <cross-sect.> CEI 20-22III Cat. C. <year>

(**) production site label

Applications

Overload maximum temperature 140 °C

K coefficient for short-circuit temperatures at 300 °C: K=152

N.B. according to the HD 620 standard for insulation, and the CEI 20-13 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI (pag. 114), ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), STI RR (pag. 122), STI GT (pag. 124), STE GT (pag. 126), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140), RETRACFIT (pag. 142)

RG7H1M1 Afumex[®]
MV Power 105
Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Unipolare - conduttore di rame / Single core - copper conductor - RG7H1M1

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	approximate conductor diameter	diameter over insulation	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria		posa interrata	
	in piano	a trifoglio	in piano p=1 °C m/W	a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	open air installation flat	trefoil	underground installation flat p=1 °C m/W	trefoil p=2 °C m/W
(mm ²)	(A)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

25	6,0	17	23,3	780	360
35	7,0	17	23,4	850	300
50	8,1	18	24,0	980	380
70	9,8	19	25,3	1190	400
95	11,4	21	26,7	1470	430
120	12,9	22	28,4	1740	450
150	14,2	24	30,0	2030	470
185	15,8	25	32,0	2440	490
240	18,2	28	34,6	3040	530
300	20,5	31	37,4	3700	560
400	22,9	33	40,3	4560	600
500	26,2	37	43,7	5690	660
630	29,9	41	48,3	7210	720

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

25	203	175	172	166	132	128
35	248	212	206	199	158	152
50	297	253	244	235	185	179
70	373	310	299	288	225	218
95	455	385	358	345	268	260
120	525	445	406	392	304	294
150	595	506	454	440	339	329
185	680	581	512	496	381	370
240	802	688	591	574	438	428
300	916	790	664	647	491	481
400	1049	912	747	732	551	543
500	1203	1054	840	829	617	609
630	1370	1212	937	923	687	682

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,1	25	31,2	1380	450
70	9,8	25	31,7	1500	480
95	11,4	26	32,5	1810	500
120	12,9	27	33,4	2050	520
150	14,2	28	34,6	2340	540
185	15,8	29	35,8	2700	570
240	18,2	31	38,4	3320	600
300	20,5	34	41,4	4020	640
400	22,9	37	44,3	4910	680
500	26,2	40	47,9	6080	730
630	29,9	45	52,9	7690	790

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	291	256	240	232	186	180
70	365	319	295	285	226	219
95	445	388	353	342	269	261
120	518	450	403	390	304	295
150	584	508	450	436	339	330
185	669	582	507	493	380	371
240	788	688	586	571	437	428
300	898	789	658	643	490	481
400	1027	909	740	724	550	542
500	1177	1050	831	818	615	610
630	1337	1207	928	919	684	684

Figura 7 – Scheda tecnica cavi MT

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”</p> <p>RELAZIONE CALCOLO LINEE ELETTRICHE</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 23 di 24</p>
---	---	---

Per quanto riguarda il tipo di posa scelto, è stato considerato:

- Posa di tipo interrato;
- Cavi posati a trifoglio: $K1=0.86$;
- Profondità di posa pari a 1.2m: $K2=0.98$;
- Resistività termica del terreno pari a 1.2 Km/W: $K3= 0.93$;
- Temperatura di servizio pari a 30°C: $k4= 0.93$.

5.3 Risultati dimensionamento cavidotto MT

Nelle seguenti tabelle vengono riportate in sintesi i calcoli svolti per il dimensionamento dei cavidotti, in funzione dei tratti analizzati:

Tratta			Generazione		Sezione	Caduta di tensione
Da	A	Lunghezza (km)	Pn (MW)	Vn (kV)	(mmq)	(%)
SM05	SM04	2.758	7	30	95	0.7
SM04	SM03	2.726	14	30	95	1.38
SM02	SM01	1.912	7	30	95	0.48
SM03	Cabina di raccolta e smistamento	2.885	21	30	95	2.19
SM01	Cabina di raccolta e smistamento	1.646	14	30	95	0.83
Cabina di raccolta e smistamento	SSE	10.728	35	30	300	2.82

Tabella 3-Cavi MT previsti in progetto

5.4 Scelte progettuali cavidotto AT

In seguito alla trasformazione 150/30 kV che avverrà all'interno della Sottostazione Elettrica lato Utente di Ururi, per la quale sarà previsto un ampliamento, la connessione in antenna a 150 kV con la nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV della RTN da inserire sulla linea RTN a 380 kV “Larino” (nel seguito “S.E. RTN”) da ubicarsi nel Comune di Larino (CB), avverrà tramite un elettrodotto AT esistente per il quale saranno previste in fase esecutiva opere di adattamento.