

INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCHI EOLICI "Volturara - Motta Montecorvino"

ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI



Edison Rinnovabili Spa
Foro Buonaparte, 31 - 20121 Milano



Progettazione Coordinamento	VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING Via delli Carri, 48 - 71121 Foggia - Tel. 0881.756251 - Fax 1784412324 mail: info@studiorego.org website: www.studiorego.org	Studi Ambientali e Paesaggistici	Arch. Antonio Demaio Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com	
Studio Geologico-Idrologico	dott. geol. Di Carlo Matteo Viale Virgilio, 30, 71036 Lucera (FG) Ordine dei Geologi di Puglia n.75 Tel./Fax 0881. Cell. 335.5340316 E-Mail: dicarломatteo@hotmail.com		Arch. Denora Marianna Via Savona, 3 70022 Altamura (BA) Tel./Fax 080.9162455 Cell. 3315600322 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it	
Studi Naturalistico e Forestali	Dott. Forestale Luigi Lupo Via Mario Pagano 47 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it		Studio di ingegneria Dott.sa Ing. Antonella Laura Giordano Viale degli Aviatori, 73 - 71121 Foggia (FG) Tel./Fax 0881.070126 Cell. 335.5340316 E-Mail: lauragiordano@gmail.com	
Progettazione elettrica	STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net		Dott. Francesco Rossi Tel. 340.8085188 E-Mail: dasiuscoop@gmail.com	

Opera	B	Progetto di Integrale Ricostruzione di n. 1 impianto eolico composto da 8 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 52,8 MW nei Comuni di Volturara Appula - Motta Montecorvino ed opere di connessione nel comune di Volturara alle località "Coppa S.Pietro - Toppo Crocella" con smantellamento di n. 19 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 11,4 MW.
-------	----------	---

Oggetto	Nome Elaborato: VIA_02_86VTAD7-UNIF_Relazione di calcolo delle linee MT	Folder: VIA_02_Elaborati elettrici di rete
	Descrizione Elaborato: Relazione di calcolo delle linee MT	

00	Ottobre 2023	Emissione per progetto definitivo	VEGA	Arch. A. Demaio	Edison Rinnovabili Spa
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:	B) Integrale Ricostruzione Volturara - Motta Montecorvino				
Formato:	Codice progetto AU 86VTAD7				

PROPONENTE:

EDISON RINNOVABILI S.P.A.
Sede Legale: 20121 Milano, Foro Buonaparte, 31
PEC: rinnovabili@pec.edison.it
P.IVA: 12921540154

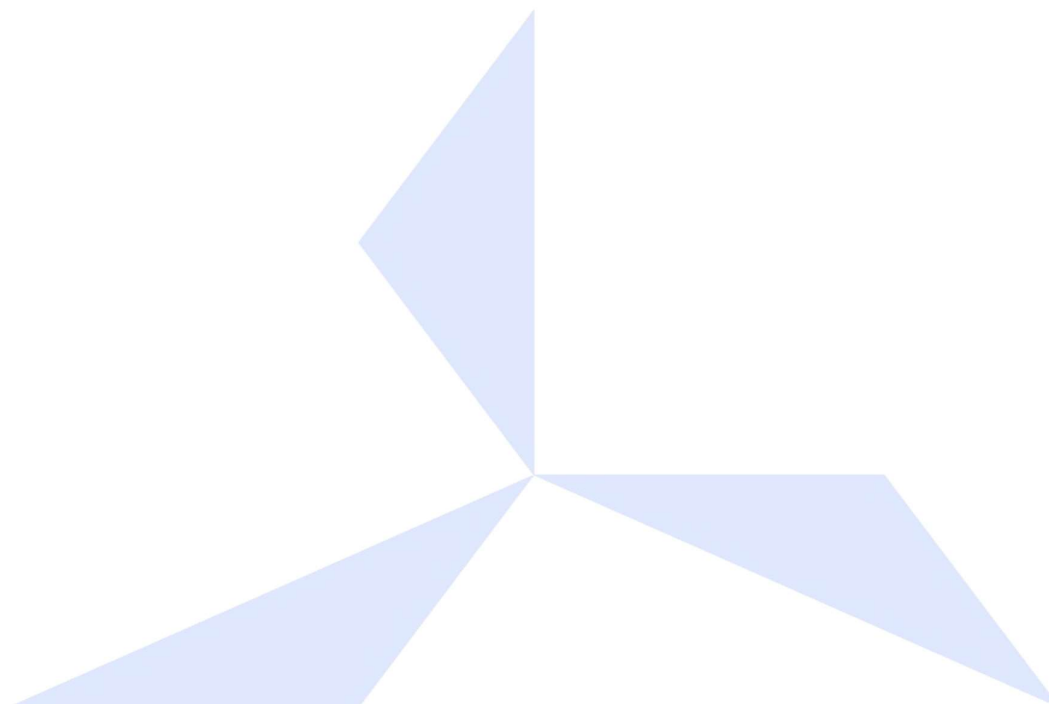
PROGETTO DI INTEGRALE RICOSTRUZIONE DI N.1 IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 8 AEROGENERATORI DA 6,6 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 52,8 MW NEI COMUNI DI MOTTA MONTECORVINO (FG), VOLTURARA APPULA (FG) ED OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI VOLTURARA APPULA CON SMANTELLAMENTO DI N.19 AEROGENERATORI DI POTENZA IN ESERCIZIO PARI A 11,4 MW

RELAZIONE TECNICA

CALCOLO DELLE LINEE MT (Cadute di tensione, perdite di linea)

SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	6
a.	<i>Cavi in MT</i>	6
b.	<i>Cadute di tensione e perdite di linea</i>	7



1. PREMESSA

La società Edison Rinnovabili S.p.a, con sede in Foro Buonaparte n.31 – Milano (MI), intende attuare un intervento di Repowering con riduzione numerica degli aerogeneratori (Wind Turbine Generator ovvero WTG, di seguito) relativamente agli impianti eolici al momento in esercizio, realizzati a partire dal 1999 nei comuni di Volturino, Volturara e Motta Montecorvino con specifiche e conseguenziali concessioni edilizie ante 387/2003. Seppur gli impianti in esercizio appartengano ad un unico ambito territoriale che si estende dal comune di Volturino fino al comune di Volturara con interessamento del comune di Motta ed Alberona per le sole opere di connessione, ai fini di una consolidata prassi e semplificata gestione dell'iter autorizzativo la società Edison rinnovabili S.P.A ritiene di attivare per ogni progetto una procedura di Autorizzazione Unica (AU) presso la Regione Puglia ed una procedura di VIA ai sensi dell'art. 23 del Dlgs 152/2006, suddividendo l'ambito territoriale in due interventi di Integrale Ricostruzione denominati:

1) IR A_PNXF3G0-IR_Edison_VolturinoVolturara

2) IR B_86VTAD7-IR_Edison_VolturaraMotta.

La presente relazione fa riferimento alla proposta di un Integrale Ricostruzione dell'intervento "IR A" denominato "Volturara-Motta" (IR B_86VTAD7-IR_Edison_VolturaraMotta) e in particolare, riguarda il calcolo delle cadute di tensione e delle perdite di potenza per:

1. Elettrodotti di collegamento in entra-esce tra aerogeneratori.
2. Elettrodotti dorsali di collegamento tra il parco eolico e la Sottostazione Utente di Trasformazione 30/150 kV.

DESCRIZIONE IMPIANTO EOLICO

Il parco esistente denominato Parco eolico Volturara Motta è stato autorizzato sulla base della normativa vigente all'epoca, mediante le seguenti concessioni edilizie, Volturara Appula: C.E. nr. 8 del 28/05/1999, prima variante con C.E. nr. 24 del 02/10/1999 e seconda variante con C.E. nr. 12 del 09/11/2000.

Concessione Motta Montecorvino: C.E. nr. 8 del 14/10/1999 della potenza complessiva di 11,4 MW.

L'Integrale Ricostruzione prevista nell'area subappenninica dei Comuni di Volturara Appula e Motta Montecorvino interviene sulla ricostruzione di 19 aerogeneratori dislocati per la maggior parte nel Comune di Volturara Appula (15 turbine) e solo in minima parte nel limitrofo Comune di Motta Montecorvino (4 turbine) tutte Enercon E40 (altezza mozzo 46 mt, diametro 44 mt, altezza complessiva 68 mt, potenza 0,6 MW). L'idea di rinnovamento, con l'obiettivo di ridurre l'impatto visuale e paesaggistico, reca gli stessi parametri del progetto di Integrale Ricostruzione di Volturino e Volturara Appula.

Il progetto prevede n. 8 nuove WTG della potenza fino a 6,6 MW/WTG per un totale di 52,8 MW in sostituzione alle n. 19 macchine esistenti in esercizio; il modello ipotizzato al momento a titolo

esemplificativo è del tipo SG155 fino a 6,6 MW con altezza al mozzo di 102.5 mt e diametro da 155 mt con un tip pari a 180 e una velocità di rotazione del rotore pari a ca. 11.6 RPM. Il modello finale sarà scelto dalla proponente a seguito di un processo di selezione dal punto di vista tecnico ed economico nel rispetto di quanto sarà progettato e autorizzato.

Il punto di consegna, posizionato a breve distanza, nel vicino comune di Volturara Appula, rimane quello impegnato attualmente dall'impianto in esercizio, procedendo ad effettuare interventi di natura elettrica e civile che si rendono necessari per l'incremento della potenza elettrica nominale e che fossero richiesti dal gestore di rete (Terna SpA) per eventuale adeguamento al nuovo Codice di Rete. Questa scelta consente di reimpiegare, ove possibile, buona parte delle infrastrutture che già attualmente esistono e sono a servizio del parco eolico in esercizio.

Oltre agli aerogeneratori l'impianto si compone anche delle opere connesse e infrastrutture indispensabili alla sua costruzione ed esercizio consistenti fondamentalmente in:

1. un cavidotto interrato MT a 30 kV interno al parco eolico;
2. un cavidotto esterno interrato per il collegamento diretto alla Sottostazione Elettrica Produttore (SSE) 30/150 kV di Volturara (FG) mediante le infrastrutture esistenti.

Gli aerogeneratori sono ubicati alle località "Piano dei Galli – Passo del Lupo" nei comuni di Volturara Appula (FG) e Motta Montecorvino (FG), mentre la Stazione Elettrica è localizzata nel Comune di Volturara Appula (FG).

Nella seguente **Fig. 1** è proposto un inquadramento del parco eolico di cui trattasi sopra.

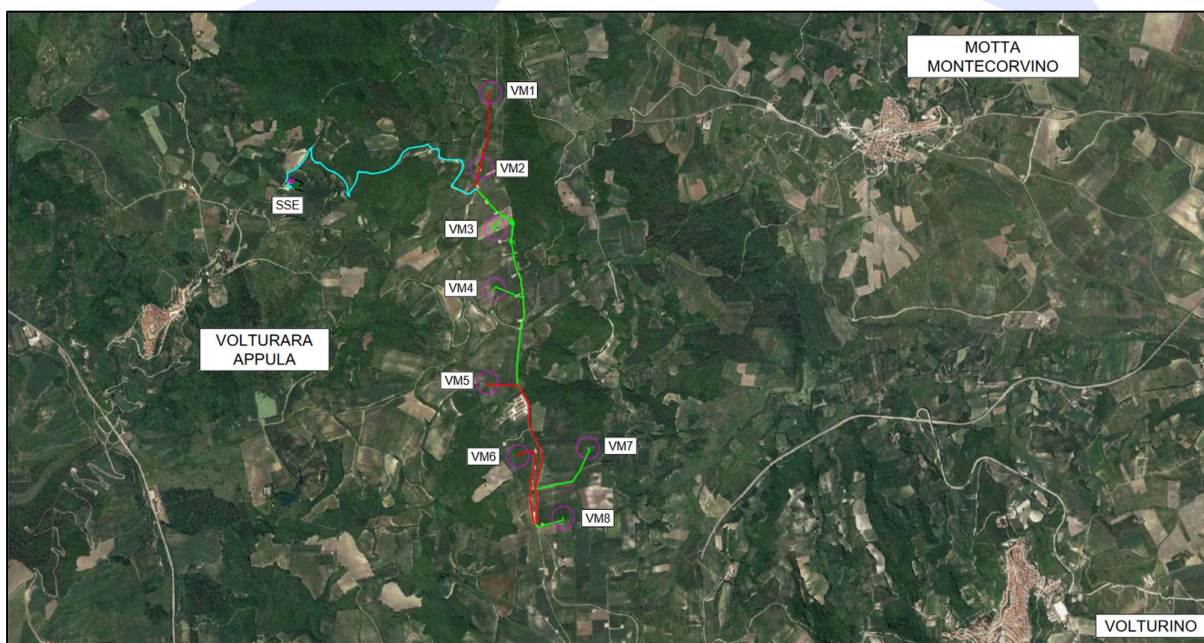


Fig. 1 – Inquadramento su ortofoto del parco eolico.

L'impianto è suddiviso in tre elettrodi di collegamento dalla SSE Utente:

- La linea 1 è costituita dai 3 aerogeneratori VM06, VM08, VM07;
- la Linea 2 è costituita dai 3 aerogeneratori VM05, VM04, VM03.
- La Linea 3 è costituita dai 2 aerogeneratori VM01, VM02.

Gli elettrodotti dorsali per la connessione alla Sottostazione Utente di Trasformazione 30/150 kV, sono, rispettivamente:

1. **La Linea 1** è costituita dalla Tratta VM06-VM08 di formazione $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ per una lunghezza di 935 m; Tratta VM08-VM07 di formazione $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ per una lunghezza pari a 1075 m; Tratta VM07-SSE di formazione $2 \times (3 \times 1 \times 300) \text{ mm}^2$ per una lunghezza pari a 5435 m;
2. **La Linea 2** è costituita dalla Tratta VM05-VM04 di formazione $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ per una lunghezza di 1145 m; Tratta VM04-VM03 di formazione $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ per una lunghezza pari a 1030 m; Tratta VM03-SSE di formazione $2 \times (3 \times 1 \times 300) \text{ mm}^2$ per una lunghezza pari a 2880 m;
3. **La Linea 3** è costituita dalla Tratta VM01-VM02 di formazione $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ per una lunghezza di 620 m; Tratta VM02-SSE di formazione $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ per una lunghezza pari a 2660 m;

I cavi sono di tipo airbag ARG7H1(AR)E adatti alla posa direttamente interrata.

Per comprendere meglio le varie sezioni di impianto e le dorsali entranti nella Sotto Stazione Elettrica, si guardi la **fig. 2**, riportata qui di seguito.

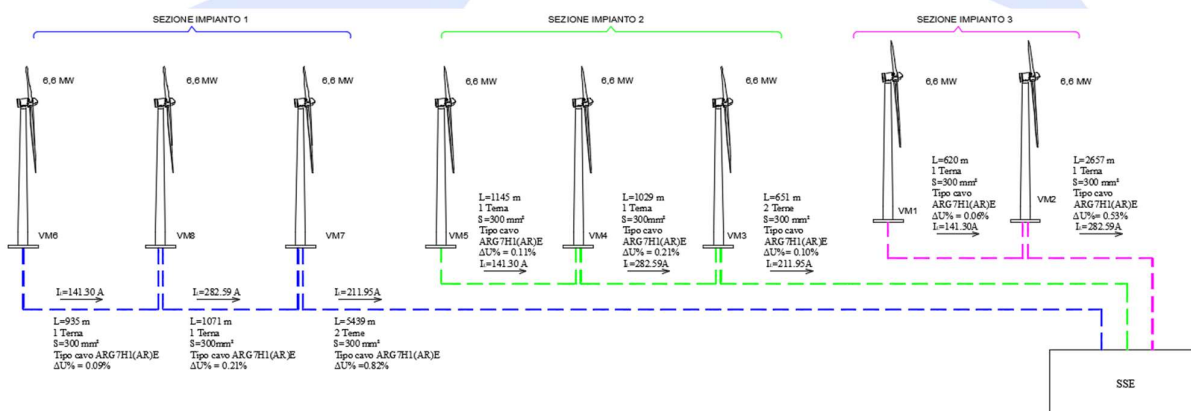


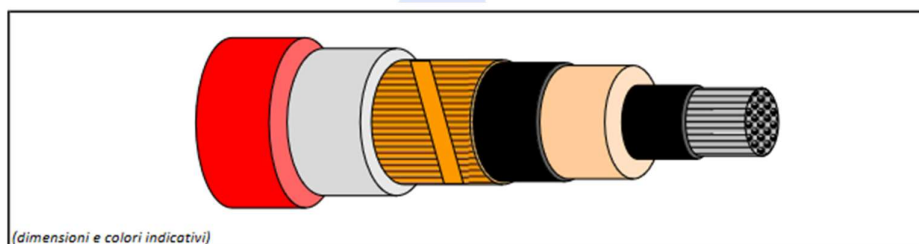
Fig.2 - Grafo a deformata della distribuzione elettrica MT 30kV

2.DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il dimensionamento dei conduttori è stato eseguito tenendo presente la corrente di impiego I_b ed imponendo una caduta di tensione totale massima inferiore al 4%, che comunque potrà essere compensata dal regolatore di tensione sottocarico del trasformatore AT/MT.

a. Cavi in MT

Per il dimensionamento delle sezioni dei conduttori principali si sono considerati i cavi di tipo airbag ARG7H1(AR)E adatti alla posa direttamente interrata. Nella Fig.3 è riportato un estratto della scheda tecnica dove vengono raffigurati tutti gli strati che costituiscono i cavi.



1. Costruzione

- 1.- **CONDUTTORE:** CORDA A FILI DI ALLUMINIO: in accordo alla norma CEI EN 60228, classe 2
- 2.- **STRATO SEMICONDUCTORE:** MESCOLA ESTRUSA
- 3.- **ISOLANTE:** HEPR, qualità G7
- 4.- **STRATO SEMICONDUCTORE (PELABILE A FREDDO):** MESCOLA ESTRUSA
- 5.- **SCHERMO METALLICO:** FILI DI RAME + NASTRO EQUALIZZATORE DI RAME
- 6.- **STRATO AIR BAG:** polimero espanso
- 7.- **GUAINA ESTERNA:** PE, qualità Ez, colore rosso

Fig.3 – cavo MT 18/30kV di tipo airbag ARG7H1(AR)E

Le caratteristiche elettriche dei cavi vengono indicate nella tabella seguente:

Dati Tecnici									rev. 0					
									STMV 3229					
									17/11/2021					
Generalità			Dati Costruttivi				Pezatura		Dati Elettrici					
CAVO TIPO	SEZIONE NOMINALE	TENSIONE NOMINALE	SPessore ISOLANTE NOMINALE	SPessore AIR BAG NOMINALE	SPessore GUAINA ESTERNA NOMINALE	DIAMETRO ESTERNO CIRCA (*)	MASSA DEL CAVO CIRCA	PEZZATURA NOMINALE	RESISTENZA ELETTRICA DEL CONDUTTORE IN CORRENTE CONTINUA A 20 °C MASSIMA	RESISTENZA ELETTRICA DELLO SCHERMO METALLICO IN CORRENTE CONTINUA A 20 °C MASSIMA	REATTANZA A 50 Hz (CAVI A TRIFOGLIO) CIRCA	CAPACITÀ CIRCA	PORTATA DI CORRENTE IN ARIA A 30 °C	PORTATA DI CORRENTE IN SUOLO A 20 °C. RESISTIVITÀ TERMICA 1,0 °C.m/W, PROFONDITÀ DI POSA 1 m
	mm ²		mm	mm	mm	mm	kg/km	m	ohm/km	ohm/km	ohm/km	microF/km	A	A
ARG7H1(AR)E	1x150	18/30 kV	6,2	2,0	2,1	39,3	1500	1000	0,206	3,0	0,124	0,246	388	327
ARG7H1(AR)E	1x185	18/30 kV	6,0	2,0	2,1	40,8	1650	1000	0,164	3,0	0,119	0,275	447	372
ARG7H1(AR)E	1x240	18/30 kV	6,0	2,0	2,2	43,4	1910	1000	0,125	3,0	0,114	0,305	529	432
ARG7H1(AR)E	1x300	18/30 kV	6,1	2,0	2,3	46,8	2220	1000	0,100	3,0	0,110	0,338	610	490
ARG7H1(AR)E	1x400	18/30 kV	6,2	2,0	2,4	50,0	2650	1000	0,0778	3,0	0,106	0,368	711	562
ARG7H1(AR)E	1x500	18/30 kV	6,3	2,0	2,5	53,5	3120	1000	0,0605	3,0	0,103	0,400	828	643
ARG7H1(AR)E	1x630	18/30 kV	6,4	2,0	2,6	58,0	3780	1000	0,0469	3,0	0,101	0,440	960	732

Per il calcolo delle linee interne al parco e delle dorsali di collegamento alla SSE Produttore, sono stati eseguiti considerando la tensione pari a 30kV, la tipologia e la profondità di posa, la distanza ed il numero di terne, ed i dati di conducibilità del suolo. Nella tabella che si allega alla presente relazione sono riportati i dati che sono stati presi in considerazione ed i valori risultanti dal calcolo.

b. Cadute di tensione e perdite di linea

Il dimensionamento delle sezioni dei conduttori principali è stato effettuato in base al criterio della portata di corrente, procedendo poi al calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile, considerando condizioni di posa sfavorevoli ed utilizzando le formule sotto riportate per il calcolo:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100$$

$$P_{\text{loss}} = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

dove:

<i>I</i>	Massima corrente di servizio della linea [A]
<i>L</i>	lunghezza della linea [km]
<i>r</i>	resistenza specifica del conduttore della linea [Ω/km]
<i>x</i>	reattanza specifica della linea [Ω/km]
<i>cos φ</i>	fattore di potenza del carico assunto pari a 1
<i>U</i>	tensione concatenata nominale della linea
<i>ΔU</i>	caduta di tensione concatenata della linea
<i>ΔU%</i>	caduta di tensione concatenata percentuale della linea.
<i>P_{loss}</i>	perdita della linea (W)

Queste verifiche sono state condotte su ciascun tratto delle diverse linee della distribuzione MT del parco eolico.

In Allegato si riporta la tabella di calcolo delle linee elettriche

San Severo, Ottobre 2023

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

Ing. MEZZINA Antonio



EDISON RINNOVABILI SPA									
Progetto definitivo per il rifacimento di un impianto eolico denominato "IR Di Volturara-Motta", composto da 8 aerogeneratori di potenza uninominale pari a 6,6 MW, per la potenza totale di 52,8 MW, ubicato nel Comune di "Volturara Appula" (FG) e nel Comune di Motta Montecorvino (FG).									
CALCOLI DI VERIFICA DELLE LINEE MT DEL PARCO EOLICO									

CARATTERISTICHE GENERALI					CARATTERISTICHE DELLA POSA				
TENSIONE ESERCIZIO		U_{cab}	[V]	30000	tipologia di posa		a trifoglio		
F.d.P.		$\cos\phi_{cab}$		0,9	profondità di posa	[m]	1,2		
					distanza minima tra le terne	[cm]	25		
					conducibilità termica del suolo	[m°K/W]	1		
					fattore di carico		0,7		
					posa in cavidotto con riempimento		in aria		

SOTTOCAMPO	DATI DELLA LINEA						PARAMETRI ELETTRICI DEL CARICO			CARATTERISTICHE DEL CAVO			CADUTA DI TENSIONE		VERIFICA PORTATA	PERDITE
	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI RAGGRUPPATI	NUMERO TERNE	Potenza WTG	Potenza max nel tratto	CORRENTE Linea (max)	RESISTENZ A SPECIFICA	REATTANZ A SPECIFICA	PORTATA	ΔU	$\Delta U\%$		P_{Loss}
		[m]	[m]	[mm²]			P_{wtg}		I_L	r	x	I_z	[V]	[%]	$I_z > I_L$	[kW]
							kW		[A]	[Ω/km]	[Ω/km]	[A]				
VM6-VM8 -VM7	VM6 - VM8	890	935	300	2	1	6600	6600	141,30	0,1282	0,0175	344,74	28,1	0,09%	OK	7,18
	VM8-VM7	1020	1071	300	2	1	6600	13200	282,59	0,1282	0,0175	344,74	64,4	0,21%	OK	32,90
	VM7-SSE	5180	5439	300	5	2	6600	19800	211,95	0,1282	0,0175	290,51	245,3	0,82%	OK	93,98
CADUTA DI TENSIONE E PERDITE TOTALI NELLA LINEA DA SSE AL SOTTOCAMPO (VM6-VM8 -VM7)													337,8	1,13%		134,0
VM5-VM4 -VM3	VM5 - VM4	1090	1145	300	3	1	6600	6600	141,30	0,1282	0,0175	317,62	34,4	0,11%	OK	8,79
	VM4-VM3	980	1029	300	3	1	6600	13200	282,59	0,1282	0,0175	317,62	61,9	0,21%	OK	31,61
	VM3-SSE	620	651	300	5	2	6600	19800	211,95	0,1282	0,0175	290,51	29,4	0,10%	OK	11,25
CADUTA DI TENSIONE E PERDITE TOTALI NELLA LINEA DA SSE AL SOTTOCAMPO (VM5-VM4 -VM3)													125,7	0,42%		51,6
VM1-VM2	VM1 - VM2	590	620	300	5	1	6600	6600	141,30	0,1282	0,0175	290,51	18,6	0,06%	OK	4,76
	VM2-SSE	2530	2657	300	5	1	6600	13200	282,59	0,1282	0,0175	290,51	159,8	0,53%	OK	81,60
CADUTA DI TENSIONE E PERDITE TOTALI NELLA LINEA DA SSE AL SOTTOCAMPO (VM1-VM2)													178,4	0,59%		86,4
RIEPILOGO PARAMETRI IMPIANTO																

CADUTA TENSIONE MASSIMA IMPIANTO (V)	337,8
CADUTA TENSIONE % IMPIANTO	1,13%
PERDITE TOTALI IMPIANTO (kW)	272,0
PERDITE % IMPIANTO	0,52%

S. Severo , Ottobre 2023

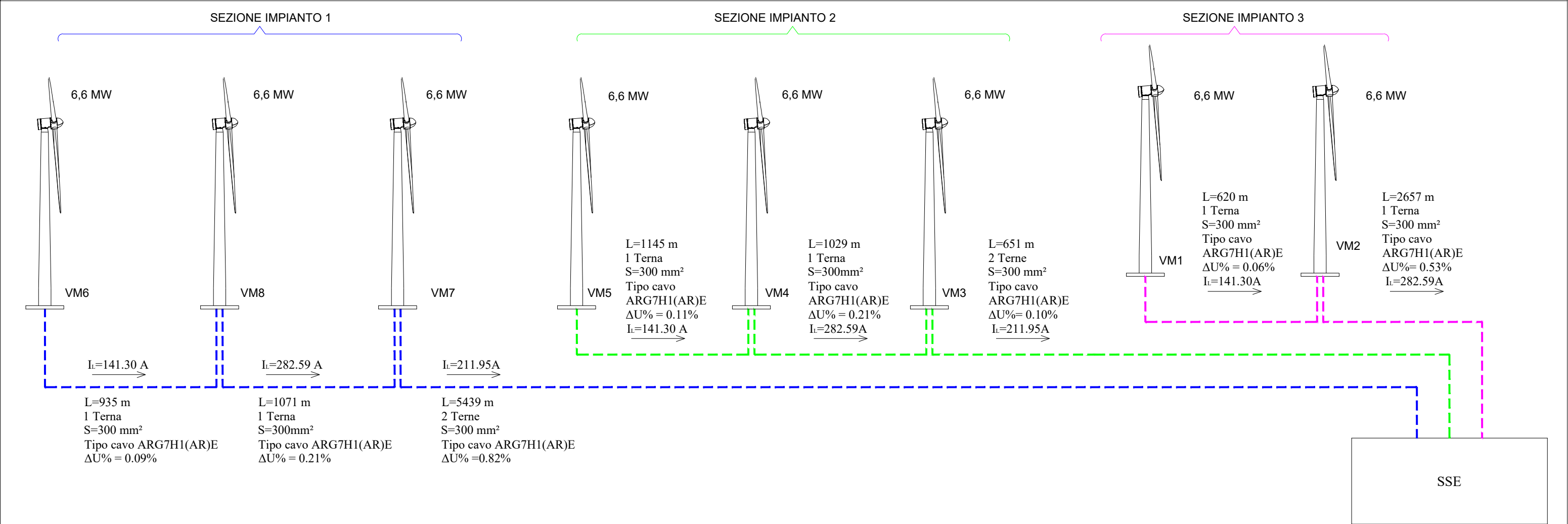
STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

Ing. MEZZINA Antonio



PROGETTO DI INTEGRALE RICOSTRUZIONE DI N.1 IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 8 AEROGENERATORI DA 6,6 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 52.8 MW NEL COMUNE DI VOLTURA APPULA (FG)

SCHEMA A DEFORMATA DELLA DISTRIBUZIONE MT



SOTTOCAMPO	DATI DELLA LINEA						PARAMETRI ELETTRICI DEL CARICO			CARATTERISTICHE DEL CAVO			CADUTA DI TENSIONE		VERIFICA PORTATA	PERDITE
	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI RAGGRUPPATI	NUMERO TERNE	Potenza WTG	Potenza max nel tratto	CORRENTE Linea (max)	RESISTENZ A SPECIFICA	REATTANZ A SPECIFICA	PORTATA	ΔU	ΔU%		
							P _{wtg}		I _L	r	x	I _z				
			[m]	[m]	[mm²]			kW		[A]	[Ω/km]	[Ω/km]	[A]	[V]	[%]	I _z > I _L
VM6-VM8 -VM7	VM6 - VM8	890	935	300	2	1	6600	6600	141,30	0,1282	0,0175	344,74	28,1	0,09%	OK	7,18
	VM8-VM7	1020	1071	300	2	1	6600	13200	282,59	0,1282	0,0175	344,74	64,4	0,21%	OK	32,90
	VM7-SSE	5180	5439	300	5	2	6600	19800	211,95	0,1282	0,0175	290,51	245,3	0,82%	OK	93,98
CADUTA DI TENSIONE E PERDITE TOTALI NELLA LINEA DA SSE AL SOTTOCAMPO (VM6-VM8 -VM7)													337,8	1,13%		134,0
VM5-VM4 -VM3	VM5 - VM4	1090	1145	300	3	1	6600	6600	141,30	0,1282	0,0175	317,62	34,4	0,11%	OK	8,79
	VM4-VM3	980	1029	300	3	1	6600	13200	282,59	0,1282	0,0175	317,62	61,9	0,21%	OK	31,61
	VM3-SSE	620	651	300	5	2	6600	19800	211,95	0,1282	0,0175	290,51	29,4	0,10%	OK	11,25
CADUTA DI TENSIONE E PERDITI TOTALE NELLA LINEA DA SSE AL SOTTOCAMPO (VM5-VM4 -VM3)													125,7	0,42%		51,6
VM1-VM2	VM1 - VM2	590	620	300	5	1	6600	6600	141,30	0,1282	0,0175	290,51	18,6	0,06%	OK	4,76
	VM2-SSE	2530	2657	300	5	1	6600	13200	282,59	0,1282	0,0175	290,51	159,8	0,53%	OK	81,60
CADUTA DI TENSIONE E PERDITI TOTALE NELLA LINEA DA SSE AL SOTTOCAMPO (VM1-VM2)													178,4	0,59%		86,4
RIEPILOGO PARAMETRI IMPIANTO																
CADUTA TENSIONE MASSIMA IMPIANTO (V)													337,8			
CADUTA TENSIONE % IMPIANTO													1,13%			
PERDITE TOTALI IMPIANTO (kW)													272,0			
PERDITE % IMPIANTO													0,52%			

SCHEMA FIBRA OTTICA IMPIANTO EOLICO "VOLTURARA APPULA" - EDISON RINNOVABILI S.P.A.

