



Regione Campania  
 Provincia di Avellino  
 Comuni di Ariano Irpino e Savignano Irpino



Impianto di produzione di energia elettrica da fonte Eolica e relative opere di  
 connessione potenza complessiva  
 pari a 80,60 MW  
 Impianto Eolico "Ariano Irpino e Savignano Irpino"

Titolo:

RELAZIONE TECNICO IMPIANTISTICA

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 0 2 5 0 2	D	R	0 1 9 2	0 0

Proponente:



WPD MEZZANA SRL  
 Corso d'Italia, 83  
 00198 Roma

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)  
 Tel. +39 0825 891313  
 www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz



SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI  
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	11.01.2021	EMISSIONE	A. FIORENTINO	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI .....	5
3.1. CAVI SEZIONE MT .....	5
3.1.1. CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO .....	5
3.1.2. PROGETTAZIONE .....	5
3.1.3. CARATTERISTICHE DELLA RETE CAVI MT .....	6
3.1.3.1. GENERALITÀ .....	6
3.1.3.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL SISTEMA MT .....	6
3.1.3.3. CAVO 30 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI .....	7
3.1.3.4. PRESTAZIONI GARANTITE DEL CAVIDOTTO MT .....	7
3.2. CAVI SEZIONE AT .....	8
3.2.1. PREMESSA .....	8
3.2.1.1. CAVO 150 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI .....	8
3.3. MISURE DI PROTEZIONE E COLLEGAMENTO ALLA RETE .....	9
3.3.1. CORRENTI DI CORTO CIRCUITO DELL' IMPIANTO NEL PUNTO DI CONNESSIONE .....	9

## 1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di fornire indicazioni sul dimensionamento degli impianti finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio dell'impianto eolico da realizzarsi nei Comuni di Ariano Irpino e Savignano Irpino (AV), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 KV in antenna su una futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV "Benevento 3 – Troia 380", ubicata nel Comune di Ariano Irpino (AV).

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica delle strutture saranno condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative:

- CEI 0-13 "Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature"
- CEI 0-16 "Regole tecniche di connessione (RTC) per utenti attivi ed utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- CEI EN 61215-1-1 - CEI: 82-55 Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-1: Prescrizioni particolari per le prove di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino
- CEI EN 61829 - CEI: 82-16 Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino - Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- CEI EN 50618 - CEI: 20-91 Cavi elettrici per impianti fotovoltaici CEI EN 60904-2 - CEI: 82-2 Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN 61730-1/A11 - CEI: 82-27; Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici
- CEI EN 60904-8 - CEI: 82-19 Dispositivi fotovoltaici
- CEI EN 50539-11 - CEI: 37-16 Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Limitatori di sovratensioni di bassa tensione per applicazioni specifiche inclusa la c.c. Parte 11: Prescrizioni e prove per SPD per applicazioni negli impianti fotovoltaici
- CEI 81-28 - CEI:81-28 Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici
- CEI EN 50530/A1 - CEI: 82-35; V1 Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica
- CEI EN 62446 - CEI:82-38 Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Prescrizioni minime per la documentazione del sistema, le prove di accettazione e prescrizioni per la verifica ispettiva
- CEI EN 61853-1 - CEI:82-43 Misura delle prestazioni e dell'energia nominale erogata da moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Misura delle prestazioni e della potenza nominale erogata da moduli fotovoltaici (FV) in funzione dell'irraggiamento e della temperatura
- CEI EN 62109-2 - CEI: 82-44 Sicurezza dei convertitori di potenza utilizzati negli impianti Fotovoltaici
- CEI 82-25; Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione e relative Varianti
- CEI EN 50530 - CEI:82-35 Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica
- CEI EN 62109-1 - CEI: 82-37 Sicurezza degli apparati di conversione di potenza utilizzati in impianti fotovoltaici di potenza Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 50524 - CEI: 82-34 Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici
- CEI EN 61215 - CEI: 82-8 Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni Terrestri

- *CEI EN 62093 - CEI: 82-24 Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali*
- *CEI EN 61277 - CEI: 82-17 Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica Generalità e guida*
- *CEI EN 61724 - CEI: 82-15 Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati*
- *CEI EN 61727 - CEI: 82-9 Sistemi fotovoltaici (FV) Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete*
- *CEI 82-25 Guida realizzazione sistemi e fotovoltaici*

### 3. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

#### 3.1. CAVI SEZIONE MT

##### 3.1.1. CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Il progetto prevede l'installazione di turbine con potenza da 6,20MW e un rotore tripala con un sistema di orientamento attivo, nello specifico:

- n° 13 aerogeneratori SIEMENS – GAMESA SG 6.0-170 – 6,2 MW, tipo tripala diametro 170 m altezza misurata al mozzo 135 m, altezza massima 220 m;

per una potenza complessiva dell'impianto pari a 80,60 MW.

Il tracciato del cavidotto, sia interno che esterno, è quello riportato nelle tavole di progetto allegate.

Il cavidotto esterno sarà costituito da un cavo tipo ARG7H1(AR)E (x) con posa direttamente interrata.

##### 3.1.2. PROGETTAZIONE

Il Progetto elettrico esecutivo per costruzione delle opere oggetto della fornitura che dovrà essere in conformità con tutte le Norme CEI, le Raccomandazioni IEC e le Leggi italiane riguardanti l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche in cavo e le costruzioni.

Il sistema di misura da utilizzare è il Sistema Metrico (S.I.). Le attività di progettazione dovranno essere eseguite in accordo alle Norme e alle Leggi prescritte nel presente documento.

Si elencano di seguito i documenti principali di ingegneria attesi per il cavidotto:

- Dimensionamento dei cavi di potenza MT
- Calcoli delle correnti di circolazione e tensioni indotte negli schermi dei cavi MT
- Calcolo del campo elettromagnetico del cavidotto
- Calcolo di attenuazione per la rete in fibra ottica di parco
- Calcolo di dimensionamento della rete di terra di parco
- Tipici di installazione delle reti MT, fibra ottica, BT, rete di terra
- Soluzione dedicata per l'installazione del cavo nei tratti a forte pendenza
- Relazione tecnica materiali
- Programmazione temporale delle attività finale (stesura del progetto, approvvigionamento dei materiali e dei componenti, costruzione, trasporto, installazione, collaudo e messa in servizio)
- Caratteristiche tecniche e costruttive, comprensive di data sheets e disegni dei cavi MT e FO, del tubo di protezione, di tutti gli accessori dei cavi
- Certificati e/o relazioni tecniche sulle prove, sulle verifiche e sui collaudi eseguiti
- Lista dei sub appaltatori
- Elenco dei documenti consegnati

### 3.1.3. CARATTERISTICHE DELLA RETE CAVI MT

#### 3.1.3.1. GENERALITÀ

Il tracciato delle linee interrato è riportato nelle tavole del progetto allegato.

I valori di lunghezza riportati in tabella sono approssimati, da verificare durante la progettazione esecutiva a cura dell'Appaltatore.

SOTTOCAMPO	TRATTO CAVIDOTTO		LUNGHEZZA (m)	TIPOLOGIA	SEZIONE	CADUTA DI TENSIONE (%)
	da	a				
<b>LINEA 1</b> (WTG 01, WTG 02, WTG 03, STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA)	WTG 01	WTG 02	615	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	3,76
	WTG 02	WTG 03	715	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x150	
	WTG 03	STAZIONE ELETTRICA UTENZA	18.900	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x630	
<b>LINEA 2</b> (WTG 05, WTG 04, WTG 06, WTG 08, STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA)	WTG 05	WTG 04	1.020	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	5,192
	WTG 04	WTG 06	2.460	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x240	
	WTG 06	WTG 08	5.750	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x400	
	WTG 08	STAZIONE ELETTRICA UTENZA	10.250	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x630	
<b>LINEA 3</b> (WTG 10, WTG 07, WTG 09, WTG 11, STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA)	WTG 10	WTG 07	3.670	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x150	5,252
	WTG 07	WTG 09	6.670	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x400	
	WTG 09	WTG 11	5.410	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x400	
	WTG 11	STAZIONE ELETTRICA UTENZA	7.700	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x630	
<b>LINEA 4</b> (WTG 13, WTG 12, STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA)	WTG 13	WTG 12	920	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	1,048
	WTG 12	STAZIONE ELETTRICA UTENZA	6.670	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x150	

La lunghezza dei cavi dovrà tenere conto degli sfridi per l'esecuzione delle terminazioni e dei giunti e della ricchezza a scorta per l'eventuale esecuzione di giunti di riparazione.

Il percorso del cavo di potenza e della FO all'interno della fondazione in cls di ogni turbina impegna circa 30 metri. Altresì è necessario prevedere una scorta di cavo minimo utile di 20 metri in corrispondenza del concio di fondazione (in corrispondenza del punto di ancoraggio del tubolare metallico). Prima dell'ingresso dei cavo di MT e di FO all'interno dei conduits della fondazione è presente un pozzetto di smistamento e scorta cavo, pertanto nella verifica delle pezzature è necessario tener conto della scorta cavo.

#### 3.1.3.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL SISTEMA MT

Tensione nominale di esercizio (U)	30 Kv	
Tensione massima (Um)	36 Kv	
Frequenza nominale del sistema	50 Hz	
stato del neutro	isolato	
Massima corrente di corto circuito trifase		(1)
Massima corrente di guasto a terra monofase e durata		(1)

Note:

- (1) da determinare durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici.

### 3.1.3.3.CAVO 30 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI

Tensione di esercizio (Ue) 30 kV

Tipo di cavo MT unipolare tipo Air bag:

Sigla di identificazione	ARG7H1(AR)E (x)	
Conduttori	Alluminio	
Isolamento	Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)	
Schermo	filo di rame	
Guaina esterna	Air Bag	
Potenza da trasmettere	Vedi tabella precedente, per ogni tratta	
Sezione conduttore	da determinare a cura dell'appaltatore durante la progettazione	
Messa a terra delle guaina	da determinare a cura dell'appaltatore durante la progettazione	
Tipo di posa	Direttamente interrato	(2)
Protezione meccanica		(2)
Profondità di posa	Vedere tipici di posa	

Note:

- (2) diametro del tubo non inferiore a 1,4 volte il diametro circoscritto del fascio di cavi (CEI 11-17), qualora ci fosse tratto intubato

### 3.1.3.4.PRESTAZIONI GARANTITE DEL CAVIDOTTO MT

In fase esecutiva di dimensionamento dei cavi, bisognerà soddisfare i seguenti criteri:

- Portata come necessaria ai collegamenti (tenendo conto dei coefficienti di derating di cui alla IEC 60502-2 per la profondità di installazione, la non indipendenza termica dei collegamenti etc.) ;
- Tenuta al cortocircuito;
- Perdite entro i limiti prescritti;
- Caduta di tensione entro i limiti prescritti.

#### (a) Perdite totali

Per la somma delle perdite dell'intero cavidotto, dovrà essere rispettata la disequaglianza:

**perdite totali  $\leq 2\%$  potenza installata torri (80,60 MW)**

Le perdite di ciascuna tratta dovranno essere calcolate:

- alla potenza nominale di ciascuna tratta di cui alla tabella di riferimento
- alla tensione nominale
- riportando i valori di resistenza dei cavi a 90 °C
- a fattore di potenza 0,95

#### (b) Caduta di tensione complessiva

Per l'intero cavidotto, dovrà essere rispettata la disequaglianza:

**caduta di tensione totale  $\leq 2\%$  tensione nominale (30 KV)**

Le cadute di ciascuna tratta dovranno essere calcolate:

- alla potenza nominale di ciascuna tratta di cui alla tabella di riferimento
- alla tensione nominale
- riportando i valori di resistenza dei cavi a 90 °C
- a fattore di potenza 0,95

### 3.2. CAVI SEZIONE AT

#### 3.2.1. PREMESSA

L' elettrodotto di collegamento tra la stazione utente a quella della RTN sarà realizzato in cavo interrato con una lunghezza di circa 2,05 km, costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati in conduttore di alluminio, isolante in XLPE ARE4H1H5E 87/150kV 3X1x1600, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

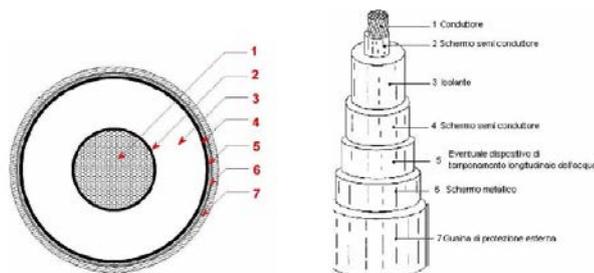
##### 3.2.1.1. CAVO 150 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI

Le caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Frequenza nominale 50 hz
- Tensione nominale 150 kV
- Corrente nominale 1000 A
- Potenza nominale 260 MVA
- Sezione nominale del conduttore 1600 mmq
- Isolante XLPE

Ciascun cavo d'energia a 150 kV è costituito da:

1. conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mmq tamponato in corda rotonda compatta di fili di alluminio di sezione circolare
2. schermo semiconduttivo sul conduttore
3. isolamento in politene reticolato (XLPE)
4. schermo semiconduttivo sull'isolamento
5. nastri in materiale igro-espandente
6. guaina in alluminio longitudinalmente saldata
7. rivestimento in politene con grafitatura esterna.



Caratteristiche del Conduttore di Energia

Il collegamento è costituito dai seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 6 terminali cavi/aria per esterno;

Il cavo sarà interrato ed installato in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche per trasmissione dati, protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. Gli attraversamenti delle opere interferenti sono stati eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

### 3.3. MISURE DI PROTEZIONE E COLLEGAMENTO ALLA RETE

#### 3.3.1. CORRENTI DI CORTO CIRCUITO DELL' IMPIANTO NEL PUNTO DI CONNESSIONE

Il valore del contributo alla corrente di guasto dovuta al sistema di generazione in progetto, in caso di cortocircuito trifase franco in prossimità del punto di consegna, è da attribuirsi unicamente al ponte di conversione cc/ac a IGBT.

Tenuto conto della risposta tipica di questa tipologia di macchine a corto circuiti esterni nonché della limitazione offerta dall'impedenza equivalente serie del trasformatore, oltre al fatto che il generatore fotovoltaico ha una corrente di cortocircuito pari a qualche per cento (5%) in più della corrente massima di funzionamento, il contributo al guasto in rete da assegnare all'impianto è, di fatto, trascurabile (paragonabile infatti alla corrente nominale di funzionamento immessa in rete).

