



think energy

WPD TRIOLO S.r.l.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO NEL TERRITORIO COMUNALE DI SAN SEVERO (FG)

PROGETTO DEFINITIVO

prima emissione: febbraio 2020

REV.	DATA	DESCRIZIONE:

PROGETTAZIONE



via Volga c/o Fiera del Levante Pad.129 - BARI (BA)  
ing. Sebanino GIOTTA - ing. Fabio PACCAPELO  
ing. Francesca SACCAROLA - ing. Giuseppe NOBILE



via Beatrice Acquaviva D'Aragona n.5 - CAVALLINO (LE)  
ing. Daniele CALO'

ARCHITETTURA E PAESAGGIO



VIRUSDESIGN®  
arch. Vincenzo RUSSO  
via Puglie n.8 - Cerignola (FG)



GEOLOGIA

geol. Giuseppe CALO'

ACUSTICA

ing. Sabrina SCARAMUZZI

ARCHEOLOGIA

Nostòi S.r.l.

STUDIO PEDO-AGRONOMICO

dr. agr. Pierangelo RUSSO

ASPETTI NATURALISTICI, FAUNISTICI E PEDOLOGIA

dott. Rocco LABADESSA

COMUNICAZIONE

Flame Soc. Coop. a.r.l.



Nostoi S.R.L.  
Via San Marco, 1511  
30015 CHIOGGIA (VE)  
C.F.P. e Iscra. n. 03 653 560 276  
REA VE 327005



PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI

R.9 RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE ELETTRICHE



# **RELAZIONE TECNICA GENERALE E CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO**

## **INDICE**

### **SEZIONE I – INFORMAZIONI GENERALI**

- 1.0 - Premessa
- 1.1 - Acronimi, abbreviazioni ed equivalenze
- 1.2 - Oggetto e limiti dell'incarico
- 1.3 - Descrizione sintetica degli interventi
- 1.4 - Dati essenziali
- 1.5 - Norme di riferimento
- 1.6 - Caratteristiche prestazionali e criteri generali di progettazione

### **SEZIONE II – MACRO-COMPONENTI DI IMPIANTO**

- 2.1 – Generalità
- 2.2 – Caratteristiche essenziali del parco eolico e dell'impianto per il collegamento alla rete
- 2.3 – Caratteristiche delle apparecchiature AT ad isolamento in aria (AIS)
- 2.4 – Apparecchiature MT
- 2.5 – Sistema di protezione, comando e supervisione
- 2.6 – Misure e loro sistemi di trasmissione – RTU
- 2.7 – SA, SG e alimentazione in corrente continua
- 2.8 – UPDM e altre dotazioni

### **SEZIONE III– CALCOLI PRELIMINARI DI ANALISI E DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA**

- 3.1 - Generalità
- 3.2 – Analisi dei flussi di carico
- 3.3 - Dimensionamento dei conduttori previa verifica termica
- 3.4 – Fibra ottica

### **ALLEGATI**

- Sinottici di Load Flow
- Risultati analisi termica dei cavi MT

## **1.0 Premessa**

Il presente lavoro ha per oggetto la progettazione della stazione elettrica AT/MT e dei cavidotti di connessione alla RTN a servizio del parco eolico, da installare in agro del territorio di San Severo, in ipotesi di realizzazione da parte della WPD Triolo s.r.l.

La relazione ha lo scopo di fornire, relativamente alle opere in oggetto, le informazioni di carattere sia tecnico che generale.

## **1.1 Acronimi, abbreviazioni ed equivalenze**

Sono di seguito riportati i principali acronimi e le principali abbreviazioni ed equivalenze utilizzate nel seguito del progetto.

AD – Azienda distributrice (di energia elettrica o acqua/gas ecc.)

AT/MT/BT – Alta/Media/Bassa tensione

dc o cc/ac o ca – Corrente continua /alternata

SE/SG/SA – Servizi essenziali/generali/ausiliari

TD – Trasmissione dati

FM – Forza motrice

FO – Fibra ottica

MT/AT/BT – Media/Alta/Bassa Tensione

CEI – Comitato Elettrotecnico Italiano

UNI – Ente Nazionale Unificazione Italiano

AEEG – Autorità Energia Elettrica e Gas

VVF – Vigili del fuoco

CPI – Certificato di prevenzione incendi

STE = SSE = SE – Stazione elettrica di trasformazione/sottostazione elettrica

CAP – Cemento armato precompresso

CA o c.a. – Cemento armato

RTN – Rete di trasporto nazionale

CTR – Carta tecnica regionale

SLM – Sul livello del mare

SC/SP – Strada comunale/provinciale

IDT – Impianto di terra

WTG = Turbina – Aerogeneratore eolico

Parco eolico = P.E. = impianto eolico

WPD Triolo = WPD = produttore = società produttrice = utente

TERNA = Gestore = Gestore/proprietario di/della rete

Standard = Unificazione = documentazione di unificazione = specifica

Altre sigle o acronimi eventualmente utilizzati saranno definiti nel corpo del testo.

## **1.2 Oggetto e limiti dell'incarico**

L'ideazione di un impianto eolico di grossa taglia richiede il coinvolgimento di numerose figure professionali, ciascuna specializzata in uno specifico settore, opportunamente coordinate.

Tra di esse avviene un interscambio di dati indispensabile affinché ciascuno possa disporre degli strumenti per produrre quanto di propria competenza. All'interno di questa squadra la scrivente è stata incaricata di occuparsi delle stazione elettrica di trasformazione AT/MT, dei cavidotti MT e della rete in FO di connessione tra le turbine e la SE.

I limiti di batteria indicati dalla committenza sono:

- dal lato generazione i morsetti dei quadri elettrici di media tensione e le splice box delle WTG;
- dal lato connessione il punto di consegna alla RTN di proprietà di Terna s.p.a.

La progettazione è stata eseguita sulla base della documentazione e delle informazioni fornite dalla committente.

Alcuni dati strettamente necessari all'analisi e al dimensionamento del sistema sono stati desunti dalla letteratura tecnica, oppure da specifiche di materiali di primarie marche rinvenibili sul mercato o installate in impianti simili. Di conseguenza è necessario che - in fase di traduzione esecutiva del presente progetto - siano effettuate: tutte le verifiche finali, i dimensionamenti specifici e le scelte di dettaglio possibili solo a valle della definizione delle reali apparecchiature da approvvigionare.

### **1.3 Descrizione sintetica oggetto degli interventi**

L'impianto eolico è composto da 6 sottocampi, della potenza unitaria pari a: 30 MW (Sottocampi 1, 2, 3, 5 e 6) e 24 MW (Sottocampo 4). Le sezioni di impianto sono collegate alla stazione elettrica di utente per mezzo di linee in cavo che, a causa dei vincoli imposti dalle caratteristiche del territorio, sono di lunghezza rilevante e di percorso articolato. In arrivo alla stazione di trasformazione i conduttori si attestano alle sbarre di tre distinti quadri MT, ciascuno dei quali è collegato ad un trasformatore MT/AT.

Quanto sinteticamente descritto è rappresentato in forma schematica sull'unifilare di parco e sullo schema delle connessioni in fibra ottica cui si rimanda.

La connessione con la rete di Terna avviene per mezzo di un quadro di alta tensione, di tipo ad isolamento in aria (AIS), collegato in aereo alla sezione a 150 kV della SSE RTN 380/150 kV di San Severo.

La tensione nominale del sistema è di 30 kV; la consegna avviene a 150 kV.

### **1.4 Dati essenziali**

DATI RELATIVI ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI

Altezza sul livello del mare	<1000m;
Temperatura ambiente	-5 +40°C;
Temperatura media	25°C;
Umidità relativa	90%;
Inquinamento	medio/basso;
Tipo di atmosfera	non aggressiva;

DATI ELETTRICI GENERALI DEL SISTEMA

Sistema	trifase;
Frequenza	50 Hz;
Numero di fasi	3;
Tensione nominale	30 e 150 kV;
Tipo di messa a terra del neutro lato MT	isolato

## 1.5 Norme di riferimento

Si riporta di seguito un elenco delle principali leggi, norme e documenti tecnici di riferimento.

### GENERALI

- Legge n. 46 del 05/03/1990: Norme per la sicurezza degli impianti, integrata dal DM 37/2008;
- DPR n. 447 del 06/12/1991: Regolamento per le norme di sicurezza degli impianti
- Legge 10/91 per il contenimento dei consumi energetici e relativo regolamento di attuazione DPR 412/93 integrato da 551/99, 192/05 e 311/06

### IMPIANTI ELETTRICI

- Norme CEI CT 11
- Norme CEI CT 20
- Norme CEI CT 64
- Norme CEI CT 81
- TERNA : Codice di Rete
- Guida Tecniche TERNA
- Norme UNI

Sono da considerare anche tutte le eventuali guide, norme e standard attualmente in vigore e non espressamente menzionate.

## 1.6 Caratteristiche prestazionali e criteri generali di progettazione

Diverse sono le "stelle polari" che indicano la rotta nella progettazione degli impianti elettrici in generale e del parco eolico nella fattispecie.

Non ammettono deroghe né gli aspetti connessi alla sicurezza né la minimizzazione degli impatti ambientali. Nel perimetro da essi tracciato il faro conduttore deve essere quello della ottimizzazione tecnico-economica dell'opera nel suo complesso.

Al fine di massimizzare l'investimento particolare cura va prestata agli aspetti connessi alla continuità di esercizio, alla funzionalità ed economicità di gestione degli impianti nonché alla riduzione al minimo delle perdite.

Come per tutti gli importanti investimenti del settore la remunerazione dell'opera è legata alla sua produzione di energia; disservizi, perdite ed elevati costi di gestione ne riducono la capacità di produrre reddito.

Allo stato le scelte riportate in sede di progettazione sono tese al perseguimento dell'obiettivo.

## **SEZIONE II: MACRO-COMPONENTI DI IMPIANTO**

### **2.1 Generalità**

L'impianto elettrico per il collegamento dell'impianto eolico alla stazione di trasformazione di utente e per la connessione dello stesso alla RTN, è composto fondamentalmente dai macrosistemi:

- Impianto di parco, ovvero: sistema cavi MT e fibre per il collegamento elettrico e dati delle turbine, rispettivamente alla stazione di trasformazione ed allo SCADA di controllo del generatore complessivo. Il sistema è sinteticamente descritto nel paragrafo 2.2 che segue;
- Stazione di trasformazione MT/AT contenente: apparecchiature AT, MT e sistemi di alimentazione in c.a. e c.c., di misura, di comando, controllo e comunicazione.

I dispositivi di stazione rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e delle comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno. Le caratteristiche delle apparecchiature del macrocomponente SE di utente sono brevemente riportate nel corpo dei paragrafi 2.3 e successivi, che sono stati organizzati per argomenti.

Si ricorda infine quanto già anticipato in precedenza circa il collegamento alla RTN, che avviene – come comunicato dal Gestore della Rete in seno alla STMG – nell'ampliamento della sezione a 150 kV da realizzarsi all'interno della esistente SSE 380/150 kV di San Severo di proprietà di Terna s.p.a..

### **2.2 Caratteristiche essenziali del parco eolico e dell'impianto per il collegamento alla rete**

Il parco eolico è composto da turbine di potenza unitaria pari a 6MW. La generazione avviene in BT a 690V. All'interno di ciascuna WTG è installato un trasformatore BT/MT per l'innalzamento della tensione alla nominale MT di sistema che è pari a 30 kV.

Le turbine sono collegate tra loro per formare sei distinti sottocampi, ovvero:

- Sottocampo 1: WTG 23, 24, 11, 12 e 9 - potenza 30 MW;
- Sottocampo 2: WTG 22, 18, 14, 13 e 15 - potenza 30 MW;
- Sottocampo 3: WTG 2, 5, 6, 7 e 10 - potenza 30 MW;
- Sottocampo 4: WTG 1, 3, 4 e 8 - potenza 24 MW;
- Sottocampo 5: WTG 26, 29, 28, 27 e 25 - potenza 30 MW;
- Sottocampo 6: WTG 19, 20, 21, 17 e 16 - potenza 30 MW.

Le coppie di sottocampi 1-2, 3-4 e 5-6 afferiscono ciascuna ad un distinto quadro di media tensione, ognuno dei quali è a sua volta collegato con un diverso trasformatore MT/AT. Il quadri MT sono installati nell'edificio comandi della SE di trasformazione AT/MT, mentre i trasformatori occupano i piazzali esterni.

Lo schema unifilare di parco e quello generale di stazione cui si rimanda rappresentano, in maniera essenziale, i collegamenti da realizzare per conferire in rete l'energia generata.

I cavi considerati per gli elettrodotti di collegamento alla SE sono del tipo autoprotetto meccanicamente. La posa prevista è direttamente interrata. Saranno utilizzati conduttori in alluminio di varie sezioni – indicate sullo schema unifilare di parco - in funzione delle caratteristiche dal carico da trasportare.

Nella sezione III che segue sono riportati i principali calcoli di dimensionamento preliminare, ed in particolare le analisi dei flussi di carico del sistema (load Flow), ed i dimensionamenti previa verifica termica dei cavi ai sensi di CEI 20-21.

Le comunicazioni tra le WTG e la SE sono rese possibili in virtù dell'impiego previsto di fibra ottica monomodale. Detta fibra va posata in tubo nella medesima sezione di scavo dei cavi di energia. Percorso dei cavidotti e sezioni di scavo sono rappresentati in seno alle planimetrie di parco.

La connessione alla rete di trasmissione nazionale avviene collegando la stazione di trasformazione MT/AT di utente alla SSE RTN di San Severo di proprietà di Terna s.p.a.. Il collegamento tra le stazioni è previsto in aereo, previo impiego di conduttore All-Acc 585mmq tipo LC2. Qualora la connessione indicata non sia realizzabile – sia per motivi tecnico-logistici, sia per ragioni di carattere autorizzativo/ambientale – è sempre possibile effettuare la connessione tramite cavo interrato AT a 150 kV di sezione pari a 1600mmq.

Il percorso dell'elettrodotto AT di interconnessione, e le relative modalità costruttive, sono rappresentate sugli elaborati grafici cui si rimanda.

## **2.3 Caratteristiche delle apparecchiature AT ad isolamento in aria (AIS)**

L'impianto eolico deve essere connesso alla RTN 150 kV di Terna cui conferire tutta l'energia prodotta. Per far sì che ciò avvenga è necessario innanzitutto elevare la tensione, partendo dal livello di distribuzione interna al parco che è pari a 30 kV. Sono chiamati a svolgere tale compito tre trasformatori MT/AT da 63<sup>1</sup> MVA, raffreddamento ONAN e gruppo YNd11. Essi in virtù di una esplicita richiesta del Codice di Rete Terna è necessario che siano ad isolamento pieno del centro verso terra, e che siano dotati di VSC (regolazione richiesta 150+/-12%). In recepimento delle direttive europee attualmente vigenti, è imperativo che la macchina elettrica abbia PEI almeno pari ad 1.

Tra i trasformatori e il punto di consegna sono inserite sia le apparecchiature di protezione e sezionamento, sia quelle di misura lato AT.

Per la sezione 150 kV è opportuno che il livello di isolamento esterno sia pari a quello adottato da Enel/Terna nelle proprie installazioni, ovvero 750 kV (min 650 kV) picco a impulso atmosferico e di 325 kV a f.i. con distanze minime di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 150 cm. Le distanze

---

<sup>1</sup> I trasformatori indicati possono raggiungere una potenza pari a circa 78MVA con la semplice aggiunta a bordo macchina di sistemi di ventilazione forzata. Tale scelta sarà effettuata in fase esecutiva.

implementate, come rappresentato sulle planimetrie e sezioni elettromeccaniche di stazione, sono sempre superiori al minimo normativo. Le apparecchiature AT sono collegate tra loro tramite corda in lega di alluminio da 36 mm di diametro, oppure tramite sbarre cave  $\varnothing$  100/86 mm. Si riporta di seguito un elenco indicativo delle principali caratteristiche che devono avere le apparecchiature AT. Le stesse campeggiano anche sugli schemi unifilari. I valori (grandezze nominali) si intendono come raccomandati e sono analoghi a quelli che Terna richiede per le proprie forniture.

#### INTERRUTTORI A TENSIONE NOMINALE 150 kV CON TA INTEGRATI

- Poli (n°) 3
- Tensione massima (kV) 170
- Corrente nominale (A) 1250
- Frequenza nominale (Hz) 50
- Tensione nominale di tenuta ad i. a. verso massa (kV) 750
- Tensione nominale di tenuta a f. i. verso massa (kV) 325
- Corrente nominale di corto circuito (kA) 31.5 per 1 s
- Apertura tripolare
- Rapporto di trasformazione TA (A/A) 400-800/5-5-5-5
- Numero di nuclei TA (n°) 4
- Corrente massima permanente TA (p.u.) 1,2
- Prestazioni e classi di precisione TA:
  - I e II nucleo (VA) 10/0,2 UTF, 10/0,2
  - III e IV nucleo (VA) 20/5P20
- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m<sup>3</sup>) da 14 a 56

#### TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVO PER MISURE UTF A 150 kV

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV) 170
- Numero di nuclei 1
- Rapporto di trasformazione (150000:1,73)/(100:1,73)
- Frequenza nominale (Hz) 50
- Prestazione nominale (VA/classe) 20/0,2 UTF
- Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325
- Tensione di tenuta a i.a. (kV) 750
- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m<sup>3</sup>) Da 14 a 56

#### TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVO PER PROTEZIONI E MISURE UTENTE A 150 kV

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV) 170
- Numero di nuclei 4
- Rapporto di trasformazione (150000:1,73)/(100:1,73)/(100:1,73)/(100:1,73)
- Frequenza nominale (Hz) 50
- I e II nucleo prestazioni nominali (VA/classe) 20/0,2
- II e III nucleo prestazioni nominali (VA/classe) 30/3P
- Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325
- Tensione di tenuta a i.a. (kV) 750



- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m<sup>3</sup>) Da 14 a 56

#### SCARICATORI PER TENSIONE NOMINALE A 150 kV

- Tensione di servizio continuo (kV) 108
- Frequenza (Hz) 50
- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m<sup>3</sup>) Da 14 a 56
- Massima tensione temporanea per 1s (kV) 158
- Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (corrente nominale 8/20 μs) (kV) 396
- Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV) 455
- Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV) 318
- Corrente nominale di scarica (kA) 10
- Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA) 100
- Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata 3
- Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA) 40

#### SEZIONATORI ORIZZONTALI A 150 kV CON E SENZA LAME DI MESSA A TERRA

- Poli (n°) 3
- Tensione massima (kV) 170
- Corrente nominale (A) 1250
- Frequenza nominale (Hz) 50
- Corrente nominale di breve durata:  
valore efficace (kA) 40-31.5  
valore di cresta (kA) 100-80
- Durata ammissibile della corrente di breve durata (s) 1
- Tensione di prova ad impulso atmosferico:  
verso massa (kV) 650  
sul sezionamento (kV) 750
- Tensione di prova a frequenza di esercizio:  
verso massa (kV) 275  
sul sezionamento (kV) 315
- Isolamento in materiale composito
- Terminali AT a codolo ø 40

Come rappresentato sugli elaborati grafici, all'interno della stazione è previsto un sistema di sbarre di utente, destinato a raccogliere tutti i montanti trasformatore. Per la connessione è previsto l'impiego di un palo gatto (o di un portale di ammarro) e relativi armamenti, in grado di sostenere il tiro dei conduttori aerei.

Si rimanda alla fase esecutiva per la definizione definitiva delle caratteristiche di ogni singolo componente.

## 2.4 Apparecchiature MT

Le apparecchiature di media tensione da installare nella stazione di

trasformazione sono: tre quadri di arrivo linee dal parco eolico e trasformatori MT/BT (preferibilmente ridondati ovvero in numero di due) per l'alimentazione dei servizi ausiliari e generali di SE.

I quadri di media tensione sono illustrato, in via generale, sullo schema unifilare di SE sul quale sono anche riportate le loro principali caratteristiche tecniche.

Per quanto riguarda i trasformatori dei SA sono state considerate macchine da 160 kVA. Qualora siano in olio vanno realizzati alcuni accorgimenti relativi alla possibile dispersione dell'olio nel vano in cui il TR sarà alloggiato.

## **2.5 Sistema di protezione e comando**

Compito del sistema è quello di garantire la protezione dell'impianto contro tutti i possibili guasti interni ed il distacco dello stesso dalla rete per guasti o anomalie su di essa. Il sistema è inoltre chiamato a garantire la massima affidabilità di esercizio per la sicurezza delle persone e dell'impianto.

Il sistema di supervisione e raccolta dati dell'impianto di sottostazione (esclusa la gestione delle turbine che spetta al fornitore delle macchine) - che supporta ed integra il sistema locale - deve essere tale da consentire la gestione dell'impianto da remoto ed è composto delle apparecchiature hardware e software del sistema SCADA (PC, monitor, stampante, mouse, tastiera ecc), da software necessari alla comunicazione ed alla gestione dei dati ed, infine, da apparecchiature di trasmissione TLC (switch, concentratori, modem, etc).

Una connessione ad internet permette l'invio di segnalazioni d'allarme su numeri reperibili e il collegamento al sistema di supervisione da postazioni remote. Al sistema di supervisione vengono portati, tra gli altri, i segnali provenienti dalle unità funzionali di media tensione, relativi a:

- stato degli interruttori e dei sezionatori;
- intervento su guasto delle protezioni;
- comandi per l'apertura e chiusura da remoto;

e da altri sistemi quali: quadri BT, rivelazione incendi, soccorritori ecc. che potranno essere interfacciati al sistema per una più efficace gestione dell'impianto. Per far sì che ciò sia possibile è necessario che i singoli componenti siano idonei e predisposti allo scopo.

## **2.6 Misure e loro sistemi di trasmissione - RTU**

### **MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA**

La realizzazione complessiva del sistema di misura dell'energia deve essere conforme alle prescrizioni del documento Terna INSPX3 "*Specifiche Tecniche Funzionale e Realizzativa delle Apparecchiature di Misura*", cui si rimanda ed è fondamentalmente costituito da:

- Trasformatore di misura di corrente (TA);
- Trasformatore di misura di tensione (TV);
- Apparecchiatura di misura (ADM) principale;
- Apparecchiature di misura addizionali;

- Dispositivo di comunicazione.

Rispetto alla specifica citata l'inserzione da realizzare è quella di Tipo A<sup>2</sup> con tre TA in inserzione serie e tre TV in inserzione tra fase e terra.

Per quanto riguarda TA e TV è strettamente necessario che siano rispettate le prescrizioni riguardo alle specifiche funzionali (classi di precisione, caratteristiche, prestazioni nominali e requisiti antifrode) e realizzative (messa a terra, caratteristiche di morsettiere e cassette secondarie, modalità di installazione ecc.).

Tutti i componenti presenti nella catena di misura (TA, TV, contatori ecc.) è strettamente necessario che siano di classe 0,2 nonché dotati di certificazione UTF. I contatori devono essere alloggiati in un armadio dedicato da collocare nel vano riservato. Esso è stato dotato di accesso diretto dall'esterno per consentire eventuali controlli senza la necessità di ingresso nell'area di stazione. Il contatore deve essere corredato da dispositivi di comunicazione, che consentano la lettura da remoto ed il collegamento con il SAPR del Gestore di Rete.

### **TELETRASMISSIONE DELLE MISURE - RTU**

In ottemperanza ai dettami delle Guide Tecniche ed a quanto solitamente si conviene in sede di incontro con Terna, il Gestore deve acquisire dagli impianti di produzione le informazioni che possono esserle utili al fine del corretto funzionamento della rete, ovvero: Telemisure: e Telesegnali.

Tali informazioni vanno trasmesse alle sedi del Dispacciamento, che saranno indicate dalla stessa Terna, tramite collegamenti CDN e FR.

A tale fine è da prevedere una Unità Remota (RTU) a CPU ridondata, da installare nel locale quadri BT dell'edificio utente, avente il compito di gestire la comunicazione con TERNA, acquisire i dati locali di I/O.

Le schede che solitamente la compongono, associate ad un doppio alimentatore, costituiscono un cestello rack 19". La determinazione di P,Q,V avviene inserendo a bordo un trasduttore di misura che effettua il calcolo prendendo in ingresso i TA e TV. E' eventualmente possibile l'impiego di sistemi alternativi, quali gateway rudondata, già accettati da Terna.

L'unità comunica con postazioni remote attraverso i protocolli standard, studiati appositamente per le applicazioni nel settore elettrico, IEC870-5-104, IEC870-5-101 ed IEC61850.

## **2.7 SA, SG e alimentazione in corrente continua**

L'alimentazione dei servizi generali (illuminazione, anti intrusione, rivelazione fumi ecc.) e dei servizi ausiliari di stazione (SA delle apparecchiature AT, MT e dei vari sistemi in alternata) proviene da uno o più quadri di bassa tensione, alimentati dai trasformatori dei servizi ausiliari, da installare nel locale BT. Essi sono costituiti da due sezioni una in corrente alternata e l'altra in corrente continua. Quest'ultima proviene dal raddrizzatore di seguito brevemente descritto.

E' indispensabile installare un sistema di alimentazione a 110Vcc che

---

<sup>2</sup> Lo schema generale è rappresentato sulla figura 1 della Specifica Terna INSPX3.

alimenta:

- motori degli interruttori delle unità funzionali di MT;
- sistemi di azionamento interruttori e sezionatori di AT;
- bobine di apertura e chiusura interruttori AT ed MT;
- dispositivi di protezione;
- dispositivi di segnalazione;

e tutto quanto altro necessario.

E' prevista a progetto l'installazione di almeno un Gruppo elettrogeno diesel di potenza pari al massimo a 20 kVA. La commutazione rete gruppo deve avvenire in automatico e deve essere segnalata opportunamente, in uno con gli allarmi provenienti dallo stesso GE, al sistema di supervisione e controllo.

## **2.8 UPDM e altre dotazioni**

Terna può prescrivere l'installazione di apparecchiatura UPDM. La stessa deve essere conforme ai dettami degli allegati specifici del C.d.R. e deve essere in grado di interfacciarsi con lo scada dell'impianto eolico al fine di rendere possibile la cosiddetta "Regolazione Lenta". Alla luce della potenza complessiva del generatore, superiore a 50MW, è da prevedere anche la dotazione di oscillografobografo.

E' possibile inoltre che sia necessaria l'installazione di altra apparecchiature, non espressamente menzionata in seno alla presente, indispensabile al rispetto delle prescrizioni del codice di rete Terna, tra i quali spicca in particolare l'A17.

Si ricorda infine che la SE è soggetta al rilascio del CPI da parte del Comando dei Vigili del Fuoco competenti per territorio. Ciò in quanto sono installate in SE macchine contenenti più di 1 mc di olio ritenuto fluido infiammabile.

## **SEZIONE III: CALCOLI PRELIMINARI DI ANALISI E DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA**

### **3.1 Generalità**

Nella presente sezione sono riportate le analisi dei flussi di carico, ed i calcoli preliminari di dimensionamento dei conduttori MT. Sia le prime che i secondi costituiscono l'embrione da sviluppare opportunamente in fase esecutiva, onde assicurare all'impianto - oltre alla corretta funzionalità tecnica - la piena rispondenza alle prescrizioni dell'allegato A17 del Codice di Rete nonché l'ottimizzazione tecnico economica e la minimizzazione delle perdite del sistema.

### **3.2 Analisi dei flussi di carico**

In condizioni di funzionamento normale un sistema elettrico opera in condizioni di regime; il load flow (o power flow o flusso di carico/potenza) ha lo scopo di calcolare le caratteristiche di tale stato. In altri termini l'analisi in oggetto determina: tensioni, correnti, potenze attive e reattive e  $\cos\varphi$  di un dato sistema elettrico di potenza.

In generale gli studi di load flow possono essere utilizzati per determinare:

- carichi su circuiti e componenti del sistema;
- tensioni a regime alle sbarre/nodi;
- flussi di potenza attiva/reattiva scambiati;
- perdite del sistema.

In questa sede, ovvero di dimensionamento preliminare del sistema elettrico di connessione del parco, l'analisi dei flussi di potenza è stata effettuata per perseguire un duplice scopo:

- a) analizzare le condizioni di funzionamento più gravose;
- b) verificare alcune scelte progettuali ed alcuni dimensionamenti effettuati utilizzando metodi specifici.

Sono esempi di quanto appena affermato il calcolo della portata dei cavi in regime permanente e la scelta dei trasformatori MT/AT considerati.

In allegato si riportano i sinottici di load flow, contenenti i valori di tutte le grandezze calcolate.

### **3.3 Dimensionamento dei conduttori previa verifica termica**

Scopo della verifica termica dei cavi è quello di determinare le sezioni dei conduttori idonei a trasportare le correnti generate dagli aerogeneratori, in funzione della tipologia di collegamento tra le torri e la sottostazione, della geometria delle sezioni di scavo, delle caratteristiche del terreno e del numero di conduttori contemporaneamente presenti, in maniera tale che non si verificano sovratemperature tali da impedire al sistema di funzionare.

Il calcolo è stato condotto in ottemperanza della norma CEI 20-21. Nello sviluppo dei conti sono state considerate le correnti calcolate tramite load flow. Si è quindi ricavato il  $\Delta\theta$  del cavo considerando l'influenza delle perdite

generate dalle correnti in transito in funzione delle condizioni di posa. Si è verificato che il delta sia sempre inferiore al valore massimo tollerabile dal manufatto come indicato dal suo costruttore.

Il sistema cavi e relative sezioni di conduttore indicate è suscettibile di ottimizzazione previa analisi tecnico-economica delle perdite, da effettuarsi in fase esecutiva.

Anche in questo caso si riportano in allegato le sintesi grafiche contenenti i valori di tutte le grandezze calcolate.

### **3.4 Fibra ottica**

La fibra ottica va posata nello stesso scavo ospitante le condutture elettriche, in un tubo in PE del diametro di 40/50 mm. Sulla schema dei collegamenti in fibra ottica sono rappresentati i loop che si considera di realizzare. Come si può notare detti loop ricalcano i collegamenti elettrici delle torri e, come nel caso delle sezioni dei cavi MT, è eventualmente ottimizzabile.

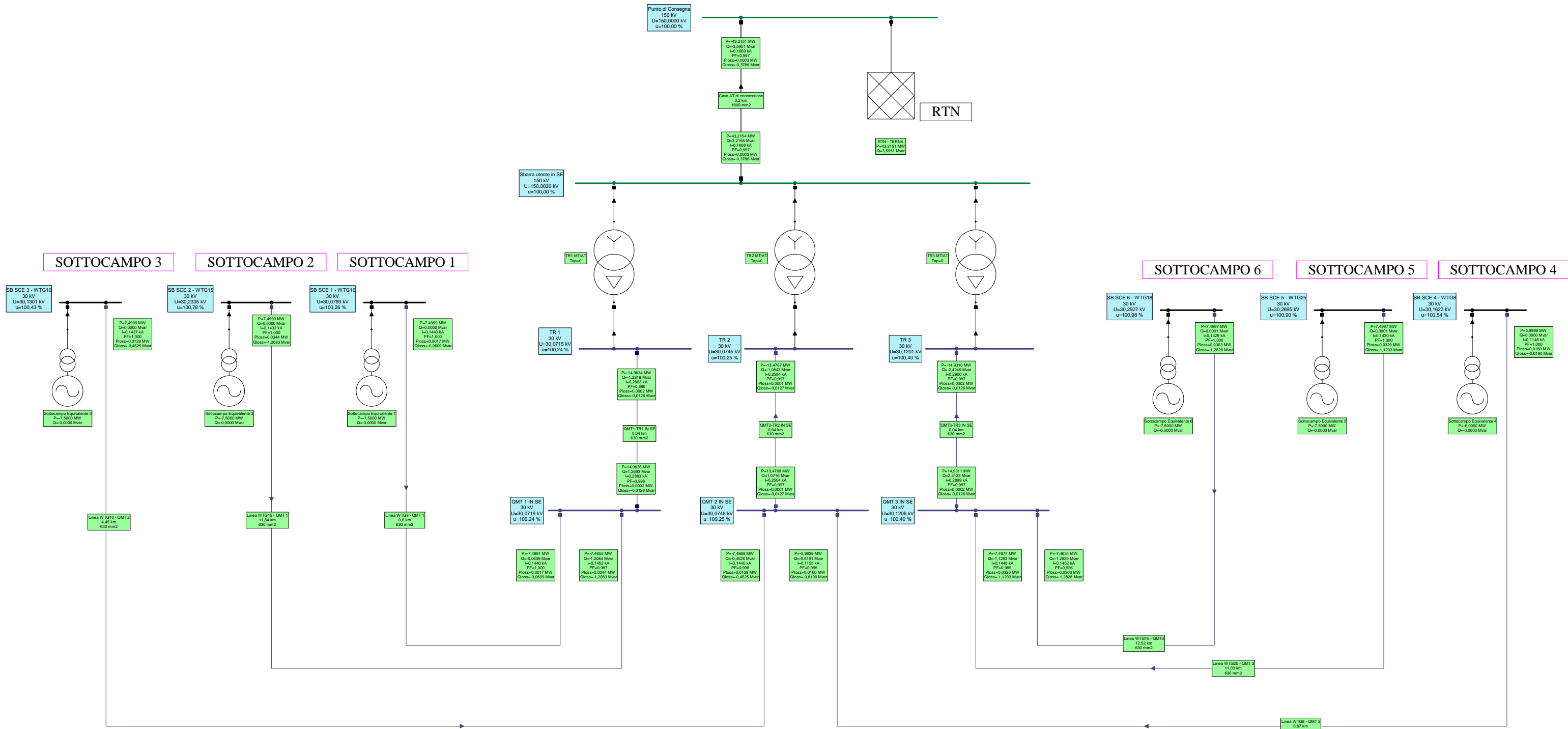
Sono stati considerati cavi singlemode 9/125 $\mu$ m a 24 e 26 fibre, possibilmente multi tubetto, con guaina protettiva antiroditore. La scelta è inevitabile vista l'estensione del parco che si allunga su un territorio molto ampio. Si raccomanda, in fase esecutiva, la verifica puntuale dell'attenuazione.

Bari, dicembre 2019

Il tecnico

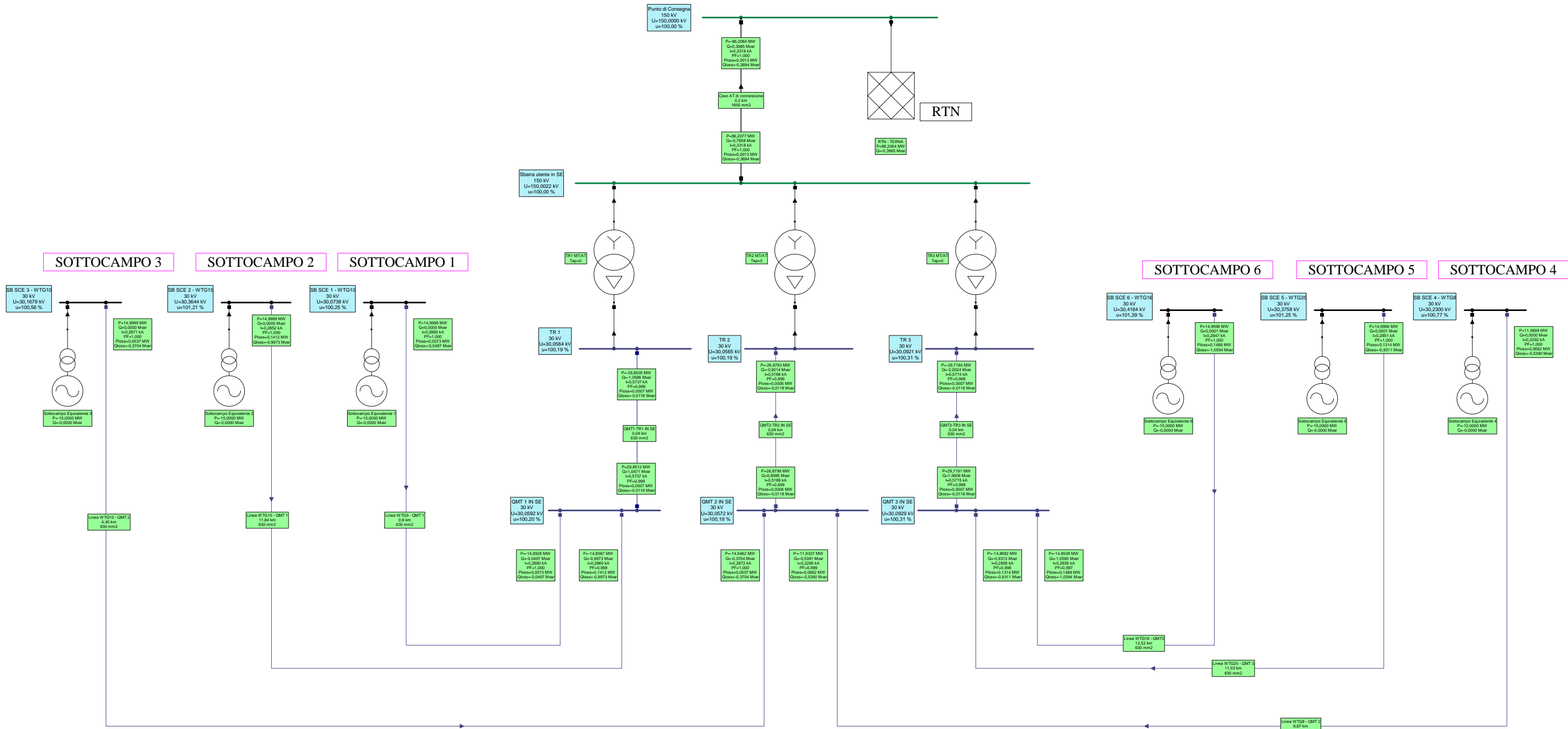
## **ALLEGATI**

- Sinottici di Load Flow
- Risultati analisi termica dei cavi MT

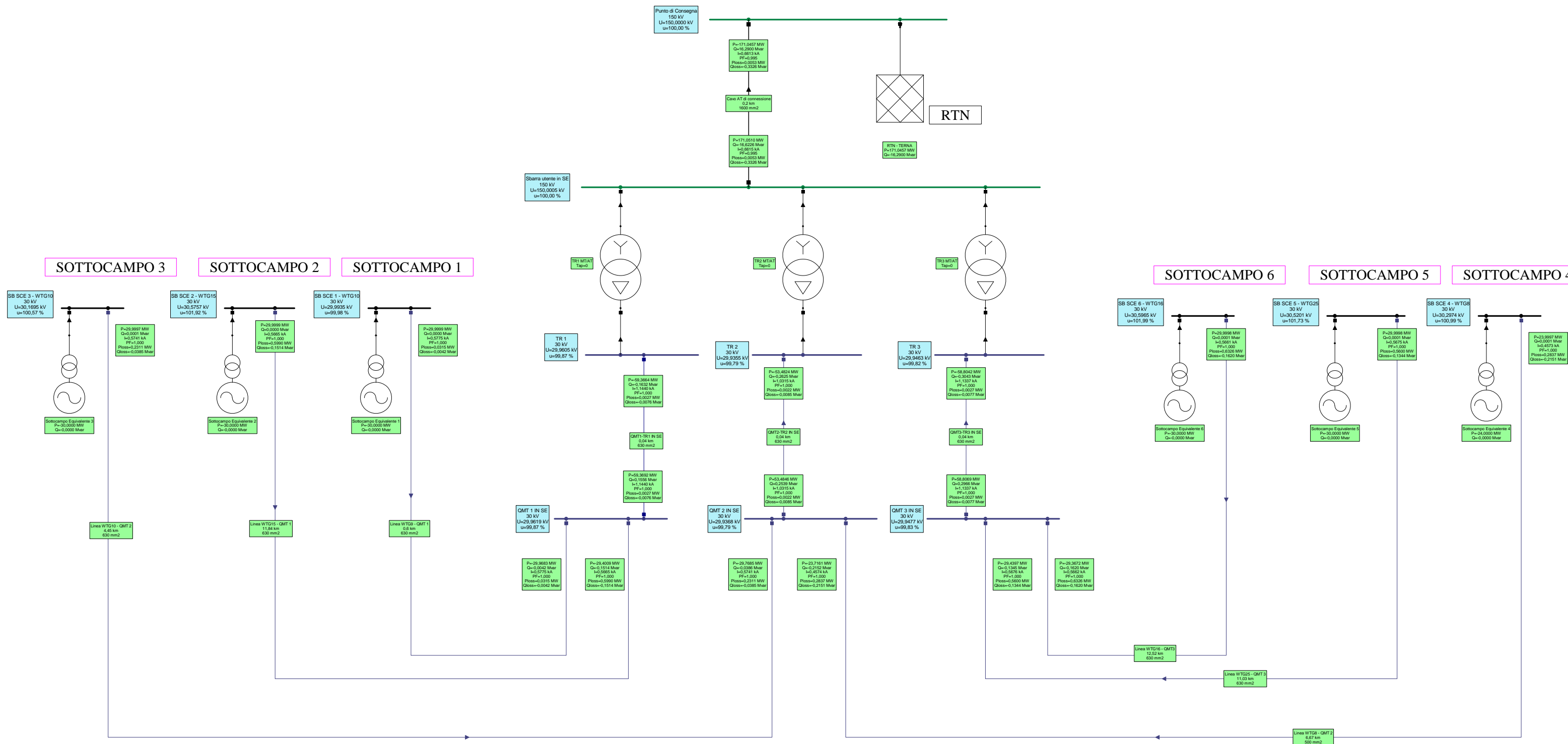


EOLICO SAN SEVERO - LF - IPOTESI CON 1 SE AT 150kV - P 25%





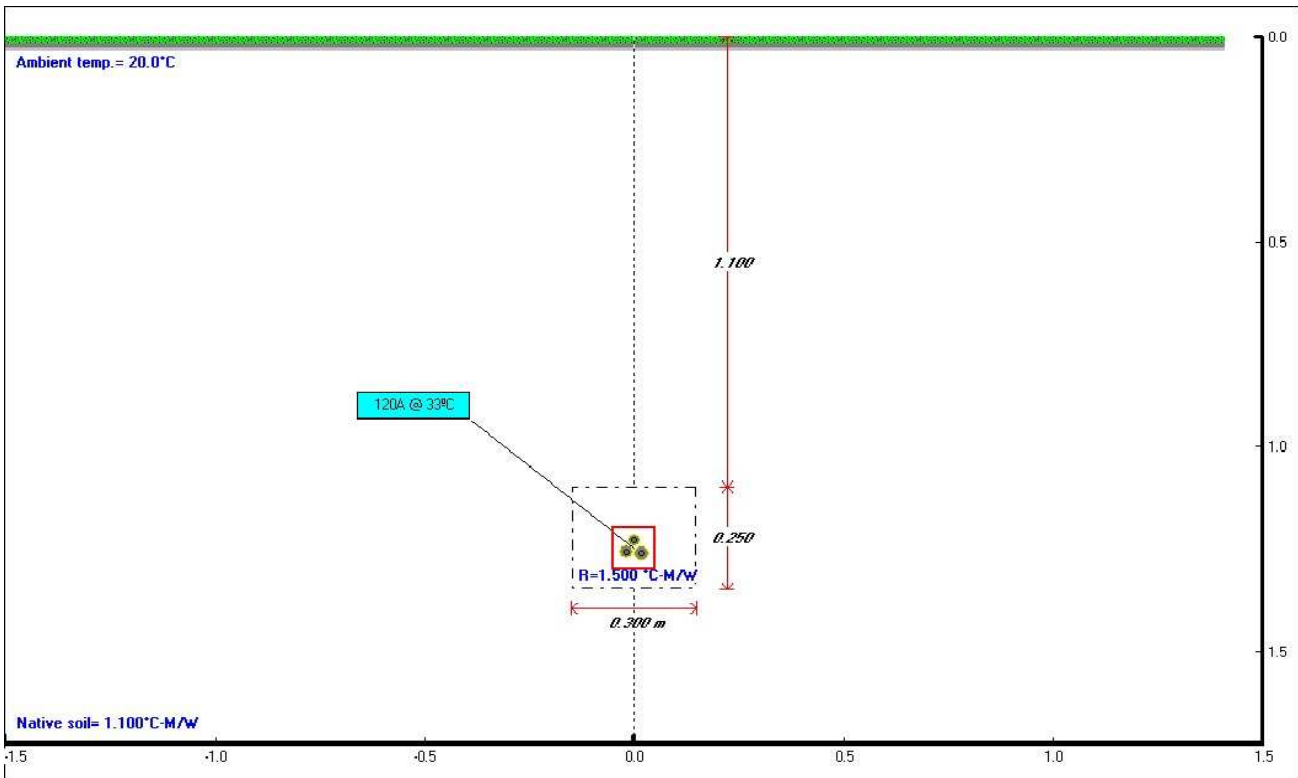
EOLICO SAN SEVERO - LF - IPOTESI CON 1 SE AT 150kV - P 50%



EOLICO SAN SEVERO - LF - IPOTESI CON 1 SE AT 150kV - P 100%

**Study:** FPC\_SSV\_ELC  
**Execution:** 6 MW - 95 mmq - Air BAG - Interrati  
**Date:** 27/12/2019  
**Frequency:** 50 Hz  
**Conductor Resistances:** Calculated

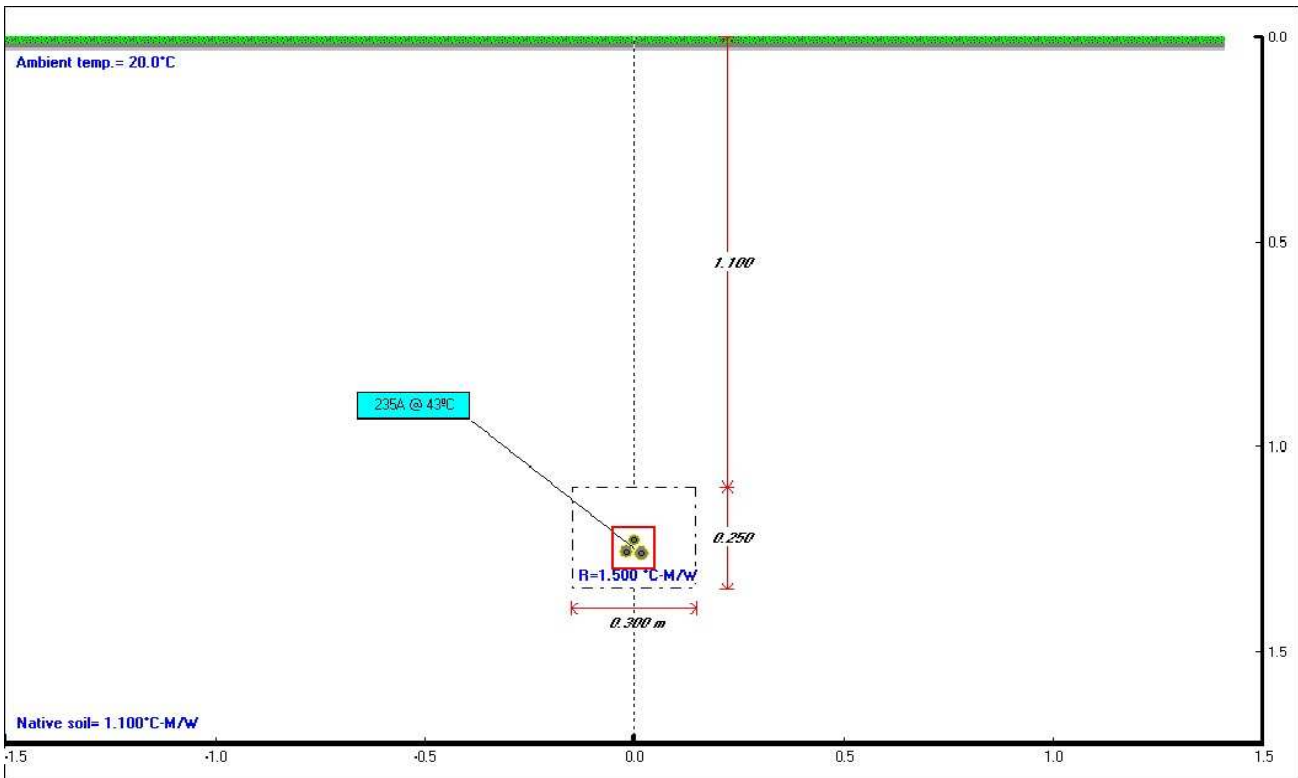
Installation Type: Backfill		
Parameter	Unit	Value
Ambient Soil Temperature at Installation Depth	°C	20
Thermal Resistivity of Native Soil	°C.m/W	1,1
Thermal Resistivity of Backfill	°C.m/W	1,5
Backfill Width	m	0,3
Backfill Height	m	0,25
Backfill X Center	m	0
Backfill Y Center	m	1,225
Non-Isothermal Earth surface modeling	Enabled/Disabled	Enabled
Ambient Air Temperature	°C	45



Summary Results							
Solution converged							
Cable\Cable type no	Circuit	Phase	Location		Load Factor [p.u.]	Temperature [°C]	Ampacity [A]
			X[m]	Y[m]			
1 \ 1	1	A	-0,019	1,261	0,7	33,2	120
2 \ 1	1	B	0,019	1,261	0,7	33,2	120
3 \ 1	1	C	0	1,228	0,7	33,2	120

**Study:** FPC\_SSV\_ELC  
**Execution:** 12 MW - 185 mmq - Air BAG - Interrati  
**Date:** 27/12/2019  
**Frequency:** 50 Hz  
**Conductor Resistances:** Calculated

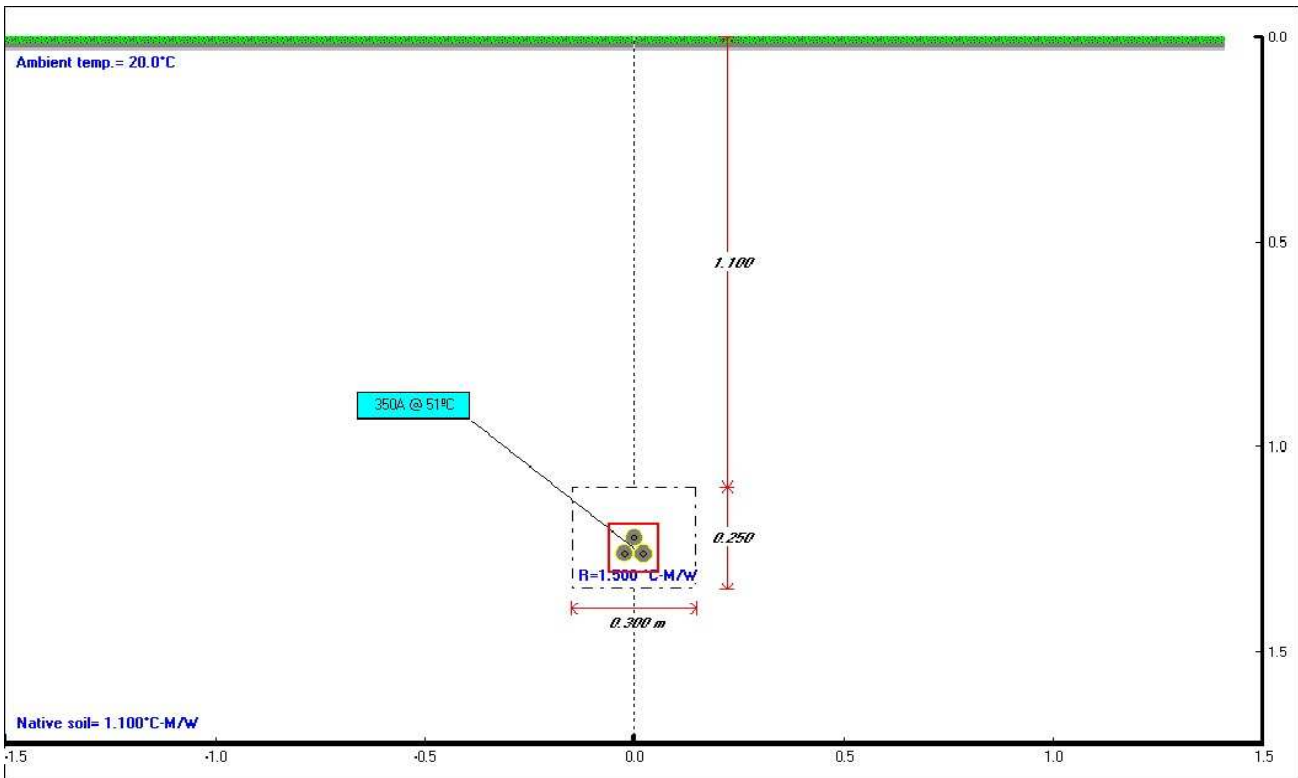
Installation Type: Backfill		
Parameter	Unit	Value
Ambient Soil Temperature at Installation Depth	°C	20
Thermal Resistivity of Native Soil	°C.m/W	1,1
Thermal Resistivity of Backfill	°C.m/W	1,5
Backfill Width	m	0,3
Backfill Height	m	0,25
Backfill X Center	m	0
Backfill Y Center	m	1,225
Non-Isothermal Earth surface modeling	Enabled/Disabled	Enabled
Ambient Air Temperature	°C	45



Summary Results							
Solution converged							
Cable\Cable type no	Circuit	Phase	Location		Load Factor [p.u.]	Temperature [°C]	Ampacity [A]
			X[m]	Y[m]			
1 \ 1	1	A	-0,019	1,261	0,7	43,4	235
2 \ 1	1	B	0,019	1,261	0,7	43,4	235
3 \ 1	1	C	0	1,228	0,7	43,4	235

**Study:** FPC\_SSV\_ELC  
**Execution:** 18 MW - 300 mmq - Air BAG - Interrati  
**Date:** 27/12/2019  
**Frequency:** 50 Hz  
**Conductor Resistances:** Calculated

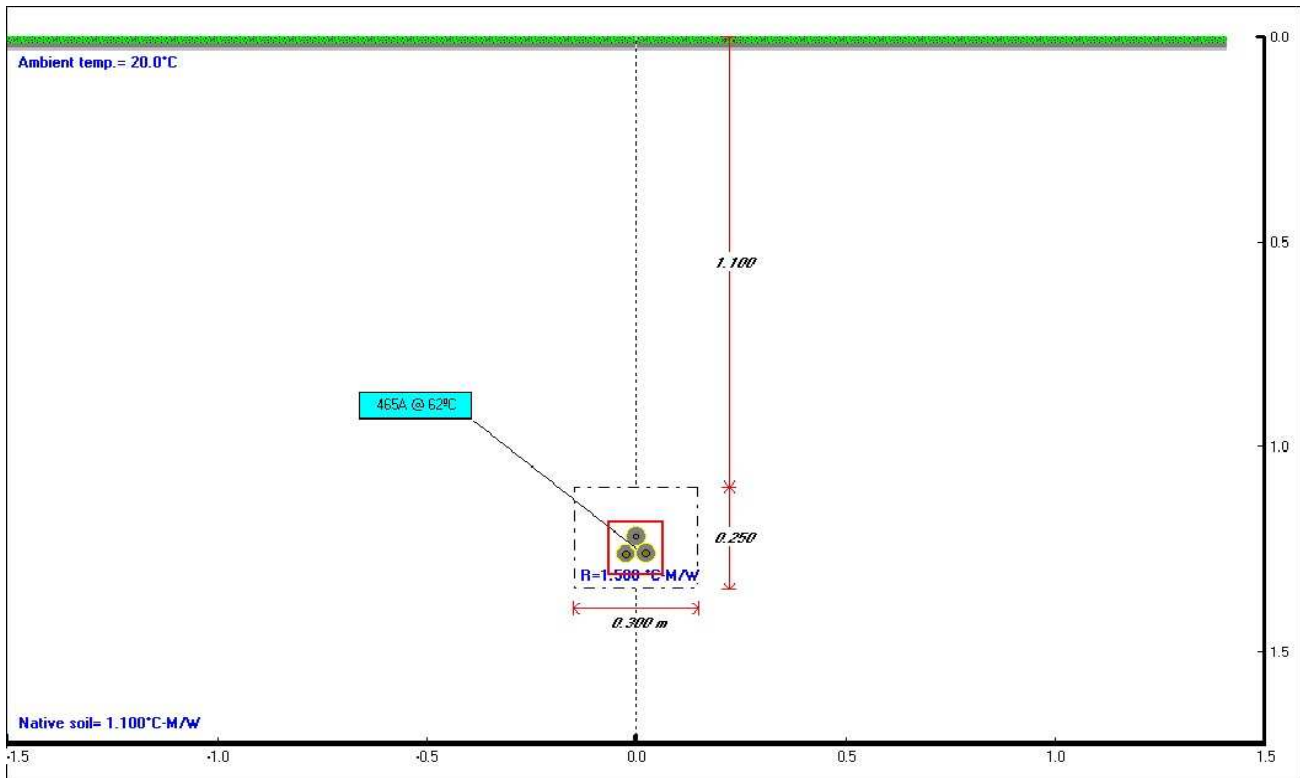
Installation Type: Backfill		
Parameter	Unit	Value
Ambient Soil Temperature at Installation Depth	°C	20
Thermal Resistivity of Native Soil	°C.m/W	1,1
Thermal Resistivity of Backfill	°C.m/W	1,5
Backfill Width	m	0,3
Backfill Height	m	0,25
Backfill X Center	m	0
Backfill Y Center	m	1,225
Non-Isothermal Earth surface modeling	Enabled/Disabled	Enabled
Ambient Air Temperature	°C	45



Summary Results							
Solution converged							
Cable\Cable type no	Circuit	Phase	Location		Load Factor [p.u.]	Temperature [°C]	Ampacity [A]
			X[m]	Y[m]			
1 \ 1	1	A	-0,024	1,264	0,7	50,9	350
2 \ 1	1	B	0,024	1,264	0,7	50,9	350
3 \ 1	1	C	0	1,223	0,7	50,8	350

**Study:** FPC\_SSV\_ELC  
**Execution:** 24 MW - 400 mmq - Air BAG - Interrati  
**Date:** 27/12/2019  
**Frequency:** 50 Hz  
**Conductor Resistances:** Calculated

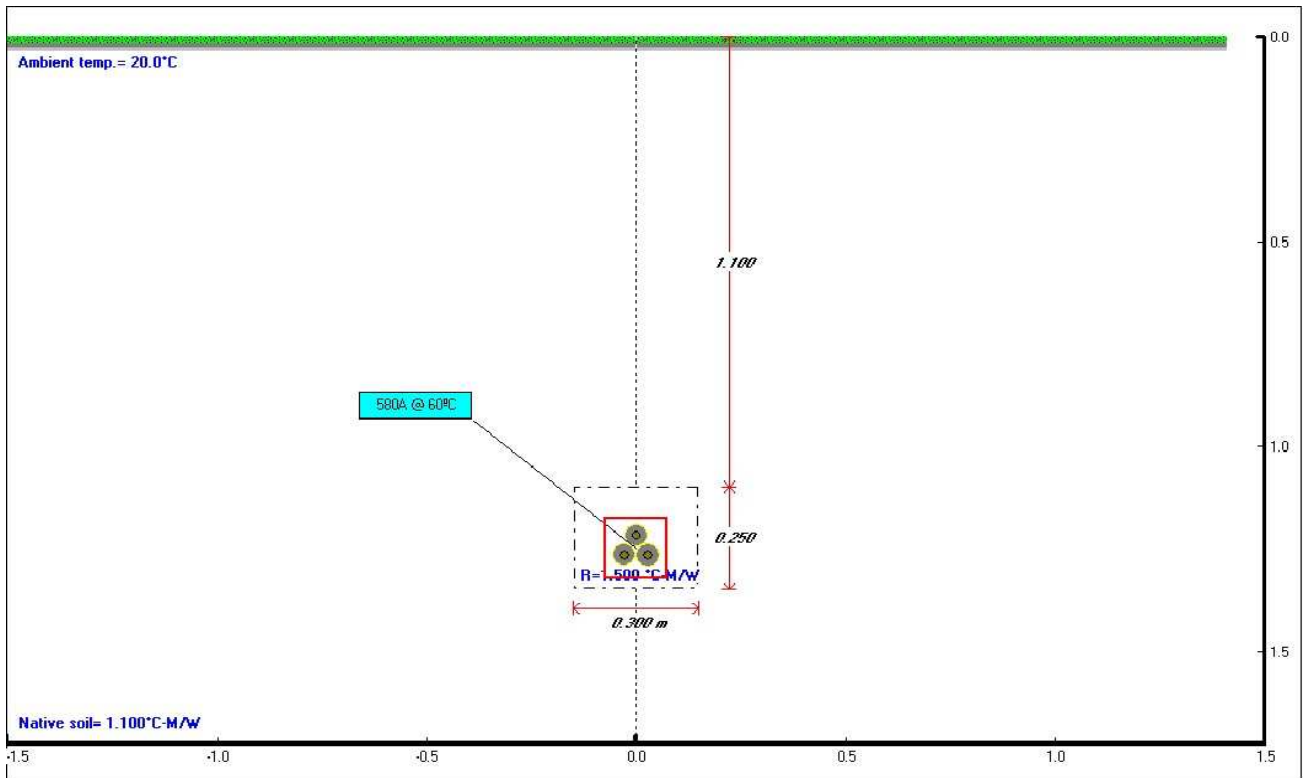
Installation Type: Backfill		
Parameter	Unit	Value
Ambient Soil Temperature at Installation Depth	°C	20
Thermal Resistivity of Native Soil	°C.m/W	1,1
Thermal Resistivity of Backfill	°C.m/W	1,5
Backfill Width	m	0,3
Backfill Height	m	0,25
Backfill X Center	m	0
Backfill Y Center	m	1,225
Non-Isothermal Earth surface modeling	Enabled/Disabled	Enabled
Ambient Air Temperature	°C	45



Summary Results							
Solution converged							
Cable\Cable type no	Circuit	Phase	Location		Load Factor [p.u.]	Temperature [°C]	Ampacity [A]
			X[m]	Y[m]			
1 \ 1	1	A	-0,025	1,265	0,7	61,6	465
2 \ 1	1	B	0,025	1,265	0,7	61,6	465
3 \ 1	1	C	0	1,221	0,7	61,4	465

**Study:** FPC\_SSV\_ELC  
**Execution:** 30 MW - 630 mmq - Air BAG - Interrati  
**Date:** 28/09/2019  
**Frequency:** 50 Hz  
**Conductor Resistances:** Calculated

Installation Type: Backfill		
Parameter	Unit	Value
Ambient Soil Temperature at Installation Depth	°C	20
Thermal Resistivity of Native Soil	°C.m/W	1,1
Thermal Resistivity of Backfill	°C.m/W	1,5
Backfill Width	m	0,3
Backfill Height	m	0,25
Backfill X Center	m	0
Backfill Y Center	m	1,225
Non-Isothermal Earth surface modeling	Enabled/Disabled	Enabled
Ambient Air Temperature	°C	45



Summary Results							
Solution converged							
Cable\Cable type no	Circuit	Phase	Location		Load Factor [p.u.]	Temperature [°C]	Ampacity [A]
			X[m]	Y[m]			
1 \ 1	1	A	-0,03	1,267	0,7	60	580
2 \ 1	1	B	0,03	1,267	0,7	60	580
3 \ 1	1	C	0	1,216	0,7	59,9	580