

SOGGETTO PROPONENTE:



SMARTENERGYIT2111 S.R.L.
P.zza Cavour n.1. 20121 Milano (MI)

COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA (BA)
Località MASSERIA PELLICCIARI
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO
E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 35,09 MW
DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV_Pellicciari

PROGETTO DEFINITIVO

PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE di cui all'art.12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010
PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MITE ai sensi dell'art. 31, c.6 del DL 77/21
PROGETTAZIONE AGRIVOLTAICA ai sensi dell'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1
e delle LINEE GUIDA IMPIANTI AGRIVOLTAICI pubblicate dal MITE il 06/06/2022

Serie grafici e relazioni Connessione

Sottostazione Utente - Relazione campi
elettromagnetici

codice interno

rev

RCO 008

denominazione elaborato

2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.pdf

2L7CDF0

PROGETTAZIONE DELLE OPERE:

firma / timbro progettista

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida
Via Cannolaro, 33 - 89047 Roccella Ionica (RC)
Via Gandino, 21 - 00167 Roma (RM)

Strutture e supporto tecnico opere civili:



Studio La Monaca Srl
Via Cilicia, 35 - 00179 Roma (RM)

Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida
Via Cannolaro, 33 - 89047 Roccella Ionica (RC)

Progettazione elettrica



Energy Cliet Service Srl
Via F. Corridoni, 93
24124 Bergamo

firma / timbro committente

02						COD. DOCUMENTO C477_RCO_008 FOGLIO <input type="checkbox"/> DI <input type="checkbox"/>
01						
00	07/2022	prima emissione	AG	AG	AG	
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	



Sommario

1	PREMESSA.....	3
1.1	INTRODUZIONE	3
1.2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
1.3	SCHEMA DI CONNESSIONE	5
1.4	INQUADRAMENTO E PROPOSTA PER LA CONNESSIONE – NUOVA SE “GRAVINA 380” E CAVIDOTTO AT NONCHÉ SSE UTENTI CONDIVISA	6
1.5	RAZIONALIZZAZIONE DELLE OPERE DI RETE.....	8
1.5.1	<i>Accordo di condivisione stipulato e dimensionamento della ulteriore potenza gestibile e prevista.....</i>	8
1.6	DISTANZE DI PROGETTO PER LA DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA DELLE APPARECCHIATURE	9
2	OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE – STALLO CAVO AT NELLA STAZIONE “GRAVINA 380”	11
2.1	STALLO CAVO AT 150 kV CONSEGNA/ARRIVO PRODUTTORI	11
3	OPERE DI UTENZA CONDIVISE PER LA CONNESSIONE	12
3.1	CAVIDOTTO AT PER LA CONNESSIONE DELLA SE TERNA “GENZANO 380” ALLA NUOVA SSE DI UTENZA CONDIVISA.....	12
3.1.1	<i>Modalità di posa</i>	16
3.1.2	<i>Portata al limite termico</i>	17
3.2	SSE CONDIVISA UTENTI– NUOVA STAZIONE DI RICEZIONE CAVO AT E DI TRASFORMAZIONE AT/MT 150/30 kV.	21
3.2.1	<i>Generalità</i>	21
3.2.2	<i>Disposizione elettromeccanica infrastrutture AT condivise</i>	21
3.2.3	<i>Stallo ricezione cavo AT.....</i>	23
3.2.4	<i>Sbarre AT condivise</i>	25
3.2.5	<i>Configurazione dello stallo “Trasformazione AT/MT 150/30 kV Utente” all’interno delle aree nella titolarità di ciascun Produttore</i>	26
4	CAMPI ELETTROMAGNETICI	28
4.1	PREMESSA	28
4.2	INFRASTRUTTURE ELETTRICHE ESAMINATE	28
4.3	LIMITAZIONI ALLO STUDIO	30
4.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E RICHIAMI NORMATIVI	31
4.4.1	<i>Leggi e norme tecniche di riferimento</i>	31
4.4.2	<i>Terminologia</i>	32

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agromonia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica



IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



4.4.3	Legislazione italiana.....	32
4.4.4	Normativa Italiana CEI.....	34
4.4.5	Considerazioni.....	35
4.5	ALGORITMI DI CALCOLO.....	37
4.5.1	Principi di calcolo del campo elettrico.....	38
4.5.2	Principi di calcolo del campo magnetico.....	39
4.5.3	Valore della corrente utilizzata nel calcolo.....	39
4.5.4	Linee guida per il calcolo.....	40
4.5.5	Formule di calcolo indicate nella Norma CEI 106-11.....	40
4.5.5.1	Conduttori in piano.....	40
4.5.5.2	Conduttori disposti a triangolo.....	41
4.5.6	Calcolo delle DPA per le Cabine di trasformazione secondo D.M. 29 maggio 2008.....	41
4.6	SOFTWARE DI CALCOLO.....	42
5	VALUTAZIONE DEI CAMPI MAGNETICI GENERATI DAI COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....	43
5.1	STALLI LINEA IN CAVO AT A 150 KV NELLA SE "GRAVINA 380" E NELLA SSE UTENTI CONDIVISA.....	43
5.2	LINEA IN CAVO INTERRATO AT 150 KV CON DISPOSIZIONE DEI CONDUTTORI "A TRIFOGLIO".....	45
5.2.1	Premessa.....	45
5.2.2	Calcolo mediante software di calcolo in MATLAB.....	45
5.2.3	Calcolo mediante formula approssimata di cui alla CEI 106-11.....	46
5.2.4	Valore della DPA per il cavidotto AT interrato.....	46
5.3	SBARRE AT CONDIVISE NELLA SSE UTENTI.....	47
5.4	STALLI LINEA TRASFORMAZIONE AT/MT NELLA SSE UTENTI CONDIVISA.....	48
5.5	TRASFORMATORE AT/MT 150/30 kV – 40/50 MVA ONAN/ONAF.....	49
5.6	QUADRO MT 30 kV "PRODUZIONE" NELLA SSE.....	51
5.7	LINEE MT A 20 kV IN CAVO INTERRATO PER ALIMENTAZIONE AUSILIARI.....	52
5.8	CABINA DI CONSEGNA MT ALIMENTAZIONE AUSILIARI 20 kV.....	55
5.9	CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT 20/0,4 kV ALIMENTAZIONE AUSILIARI.....	55
6	CONCLUSIONI.....	58





1 Premessa

1.1 Introduzione

La società SMARTENERGYIT2111 S.R.L., con sede in Milano, Piazza Cavour n.1, codice fiscale e partita IVA11814050966 (di seguito Produttore) è in procinto di realizzare un **impianto fotovoltaico di potenza complessiva pari a circa 35,09 MWp con potenza in immissione in rete pari a 40 MW** da installarsi nel comune di Gravina in Puglia (BA), località "Pellicciari".

Sulla base delle informazioni ricevute con STMG codice pratica 201800477, prot. GRUPPO TERNA/P20190001482-08/01/2019, l'impianto si dovrà collegare alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) attraverso una connessione in antenna a 150 kV su una futura Stazione Elettrica (S.E.) 380/150 kV della RTN, denominata "Gravina 380", da inserire in entra - esce sulla linea a 380 kV "Genzano380-Matera".

In stretta adiacenza alla sopra citata nuova stazione 380/150 kV di proprietà di Terna SpA sarà realizzata una nuova Sottostazione di Utenza (SSE) per ricezione a 150 kV e per la trasformazione 150/30 kV comprendente l'impianto di utenza per la connessione; tale impianto si rende necessario per adattare l'energia elettrica in MT a 30 kV proveniente dal campo fotovoltaico al livello di tensione di 150 kV necessario per la connessione alla RTN.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle infrastrutture di rete, lo stallo di consegna produttore reso disponibile da Terna all'interno della nuova S.E. 380/150 kV verrà condiviso con altri produttori tra i quali è stato già sottoscritto un accordo quadro per la condivisione delle infrastrutture comuni necessarie per la connessione dei propri impianti alla RTN; diversi produttori, pertanto, realizzeranno una nuova SSE (Sotto Stazione Elettrica) per la trasformazione dell'energia proveniente dai propri impianti dal livello MT a 30 kV al livello AT a 150 kV necessario per la connessione alla RTN; essi pertanto condivideranno l'utilizzo di alcune infrastrutture elettriche a 150 kV, come meglio specificato di seguito.

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/eIV99/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV (che consta di un collegamento in cavo AT interrato) per il collegamento della Sottostazione di Utenza condivisa alla sopra citata nuova Stazione della RTN 380/150 Kv, ed anche le ulteriori infrastrutture in AT e MT a valle, costituiscono impianto di utenza per





la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella Stazione RTN 380/150 kV costituisce impianto di rete per la connessione.

La Stazione della RTN 380/150 kV sarà di proprietà di Terna S.p.A., nonché i relativi raccordi AT 380 kV, verranno ricompresi tra le opere pubbliche con diritto di connessione di terza della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

La soluzione adottata sarà conforme ai requisiti richiesti da Terna S.p.A. e dalla Normativa Tecnica del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

Si precisa che la realizzazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili e delle opere ed infrastrutture connesse è da intendersi di interesse pubblico, indifferibile ed urgente ai sensi di quanto affermato dall'art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003.

1.2 Scopo del documento

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere le opere da realizzarsi, con esplicito riferimento agli interventi e alle infrastrutture condivise realizzate dai Produttori per la connessione alla RTN dei propri impianti.

Il presente documento riguarda la valutazione di impatto elettromagnetico relativa alle infrastrutture elettriche in media e alta tensione necessarie per la realizzazione e il collegamento alla RTN della centrale agrovoltaica in oggetto e delle ulteriori centrali di produzione con le quali è stato e/o sarà sottoscritto apposito atto di condivisione opere, quindi con specifico riferimento alle opere necessarie e connesse alla connessione in AT a 150 kV delle stesse alla RTN.

Nel documento si valuterà l'intensità dei campi elettromagnetici e si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le fasce di rispetto delle infrastrutture sopra dette.

La stessa intende:

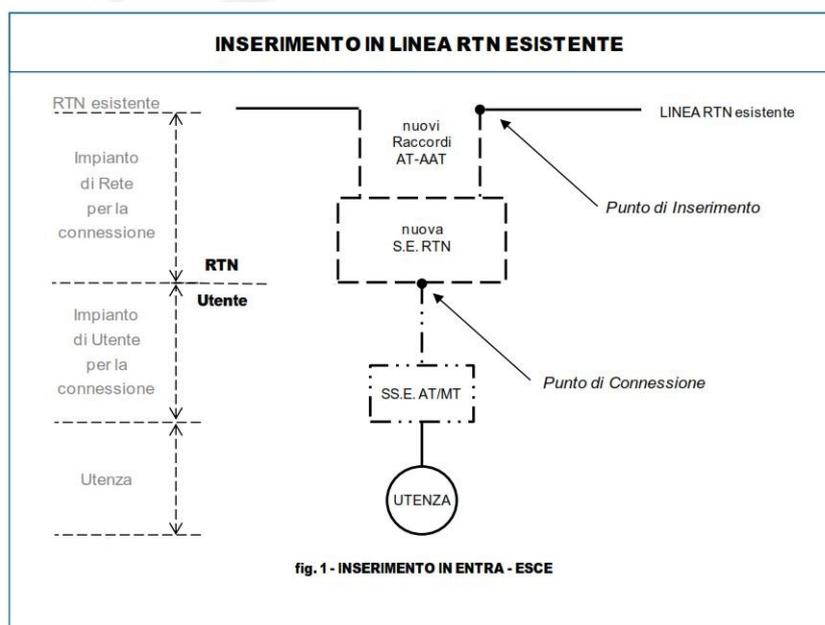
- verificare i campi elettromagnetici relativamente alle opere sopra dette nel rispetto dei limiti di esposizione di cui al DPCM 8 luglio 2003 e sue modifiche e integrazioni;
- valutare l'intensità dei campi elettromagnetici ed individuare, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le fasce di rispetto ad esse relative.





1.3 Schema di connessione

Lo schema di connessione dell'impianto agrovoltaico prevede il collegamento alla RTN a 150 kV mediante connessione in antenna a una nuova Stazione della RTN 380/150 kV di proprietà Terna da inserire in entra-esce su linea esistente a 380 kV "Genzano380-Matera", come da schema esemplificativo riportato di seguito.



Schema a blocchi esemplificativo per la connessione dell'impianto agrovoltaico in oggetto.





1.4 Inquadramento e proposta per la connessione – Nuova SE “Gravina 380” e cavidotto AT nonché SSE Utenti condivisa

La nuova Stazione della RTN 380/150 kV denominata “GRAVINA 380”, di proprietà di Terna S.p.A, verrà realizzata nel Comune di Gravina in Puglia, su terreno individuato al Catasto del medesimo Comune al foglio 111 particella 25; i nuovi raccordi a 380 kV necessari per la connessione in entrata della Stazione “Gravina 380” alla linea esistente a 380 kV "Genzano380-Matera", interesseranno i terreni meglio specificati negli elaborati di progetto specifici.

La Stazione di Utenza AT/MT condivisa, nonché il cavidotto AT interrato per la connessione della stessa allo stallo a 150 kV reso disponibile da Terna all’interno della nuova futura Stazione 380/150 kV denominata “Genzano 380”, verranno realizzate nel Comune di Gravina in Puglia, su terreno individuato al Catasto del medesimo Comune al foglio 111 particella 25.

Sulle aree necessarie per la realizzazione delle opere (*Raccordi aerei 380 kV, Nuova Stazione “Genzano 380”, Cavidotto AT interrato di Utenza, Nuova SSE AT/MT di Utenza, nonché i cavidotti MT interrati in arrivo dagli impianti verso la SSE come meglio evidenziate negli elaborati specifici*), in quanto di interesse pubblico, indifferibile ed urgente ai sensi di quanto affermato dall’art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall’art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003, risulteranno soggetti al vincolo preordinato all’esproprio.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nei Piani Particellari , come desunti dal catasto e allegati al presente progetto.

Le aree individuate risulteranno accessibili da apposita viabilità esistente.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 SOCIETA' DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



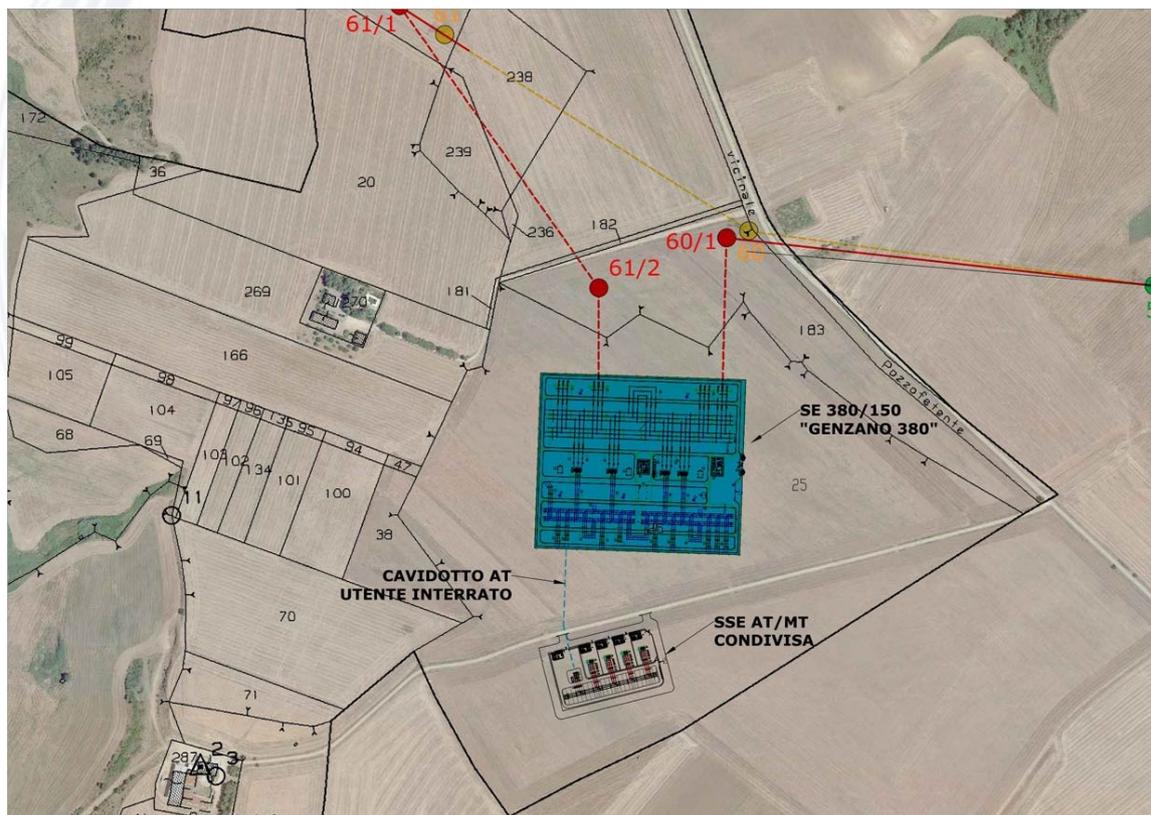
**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**

**DATI CATASTALI DELL'AREA DESTINATA ALLA NUOVA STAZIONE 380/150 "Gravina 380" di TERNA
E DELLA SSE DI UTENZA NONCHE' DEL CAVIDOTTO AT INTERRATO DI CONNESSIONE**

COMUNE CATASTALE	FOGLIO	PARTICELLA	DISPONIBILITA' PRODUTTORE
Gravina in Puglia	111	25	NO Aposizione del vincolo preordinato all'esproprio

COORDINATE DELL'AREA DESTINATA ALLA NUOVA SSE DI UTENZA

	GRADI DECIMALI	UTM ZONA 33T
Latitudine	40.780083° E	614750.82 m E
Longitudine	16.359903° N	4515234.21 m N



Planimetria generale delle opere da realizzare su ortofoto e su stralcio foglio di mappa 111 del Comune di Gravina in Puglia (BA)

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agromonia e studi culturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





1.5 Razionalizzazione delle opere di Rete

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete, è già stato sottoscritto con un altro produttore un "Accordo di condivisione stallo consegna e stazione utente a 150 kV". Le opere di connessione proposte, perciò, si riferiscono alla connessione di diversi impianti di produzione che utilizzeranno un singolo stallo reso disponibile da Terna per la connessione alla rete dei predetti impianti. La Stazione AT di Utenza a 150 kV prevede, oltre alle opere necessarie alla connessione alla RTN a 150 kV degli impianti dei produttori tra i quali è già stato sottoscritto un accordo di condivisione, anche le opere necessarie per la connessione di ulteriori produttori da identificarsi, al fine di massimizzare l'utilizzo della potenza massima resa disponibile sullo stallo consegna nella Stazione 380/150 kV Terna, all'interno della quale verrà reso disponibile uno *Stallo Produttore* al quale verranno connessi, oltre all'impianto di cui al presente progetto e come già specificato in precedenza, anche ulteriori impianti di produzione di soggetti terzi in forza di un accordo di "condivisione stallo" sottoscritto tra i produttori interessati.

1.5.1 Accordo di condivisione stipulato e dimensionamento della ulteriore potenza gestibile e prevista

Al momento della redazione del presente documento, è stato stipulato un accordo di condivisione con la Società MYSUN s.r.l., titolare della pratica 201800336 che prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico di potenza pari a 39,44 MW.

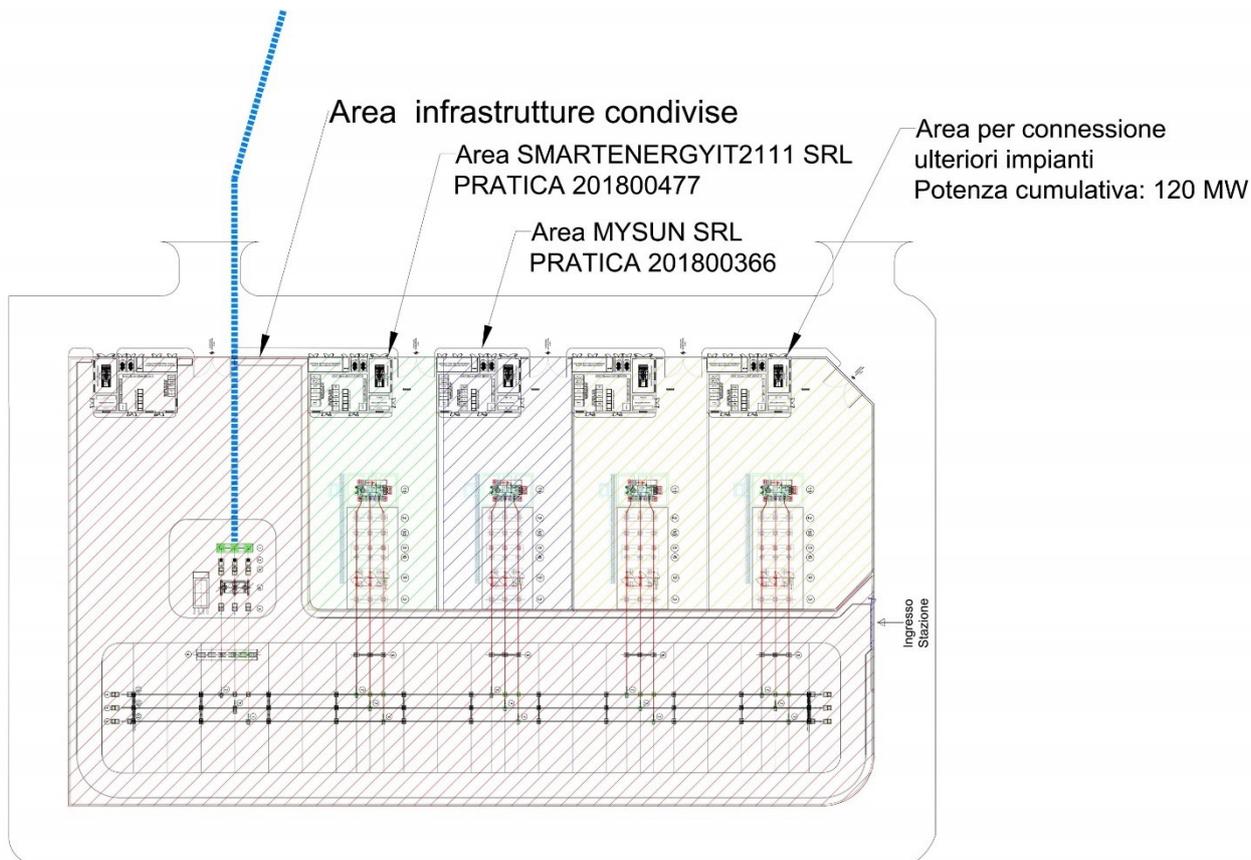
Considerato che per la richiesta di connessione del presente progetto è stata prevista una potenza di immissione in rete pari a 40 MW e considerato inoltre che la potenza massima gestibile da uno stallo di consegna a 150 kV è pari a circa 200 MW, le opere condivise sono dimensionate per accogliere la connessione di altri impianti per una ulteriore potenza connettabile pari a circa 120MW.

Per la potenza massima connettabile sullo stallo stallo di consegna al livello di 150 kV, prevista pari a massimi 200 MW, risulta una corrente massima di utilizzo pari a circa 770 A, inferiore alla corrente di utilizzo massima delle apparecchiature e del cavo AT condivisi così come previsti.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 SOCIETA' DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



1.6 Distanze di progetto per la disposizione elettromeccanica delle apparecchiature

Di seguito sono riportate le distanze minime di progetto consigliate, anche al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione. Ove sussistano problematiche relative allo spazio, si può prendere in esame la possibilità di ridurre alcune distanze, pur nel rispetto delle distanze di sicurezza e di quelle strettamente necessarie previste per le operazioni di manutenzione (CEI EN 50110).

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

PROGETTO DEFINITIVO

Sottostazione Utente - Relazione campi elettromagnetici

pag. 10 di 58

PRINCIPALI DISTANZE DI PROGETTO	Sez.132/150 kV (m)
Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori in sorpasso (se del caso)	2,20
Distanza tra le fasi per l'amarro linee	3
Larghezza degli stalli	11
Larghezza dello stallo dell'interruttore di parallelo (del tipo ad U senza sorpasso sbarre)	22
Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre	6
Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra)	4,50
Quota asse sbarre	7,5
Quota amarro linee (ad interruttori "sfalsati")	9
Sbalzo sbarre per i TV di sbarra (***)	3,30
Sbalzo senza TV di sbarra	2,00
Distanza tra l'asse del TV di sbarra ed il cordolo della strada	2,00
DISTANZE LONGITUDINALI TRA LE PRINCIPALI APPARECCHIATURE AT DI STALLO	Sez.132/150 kV (m)
Distanza tra le sbarre e l'interruttore	6,50
Distanza tra l'interruttore ed il TA (*)	7,50
Distanza tra il TA ed il sezionatore di linea (*)	3,50
Distanze tra il sezionatore di linea ed il TV (*)	3,00
Distanza tra il TV ed il traliccio/portale di amarro (**)	4,50
(*) : le distanze sono da intendersi tra le mezzerie della apparecchiature. (**) : il TV ed il traliccio possono anche essere allineati. (***) : distanza da intendersi tra l'asse dell'ultimo sostegno e l'asse del TV di sbarra.	

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





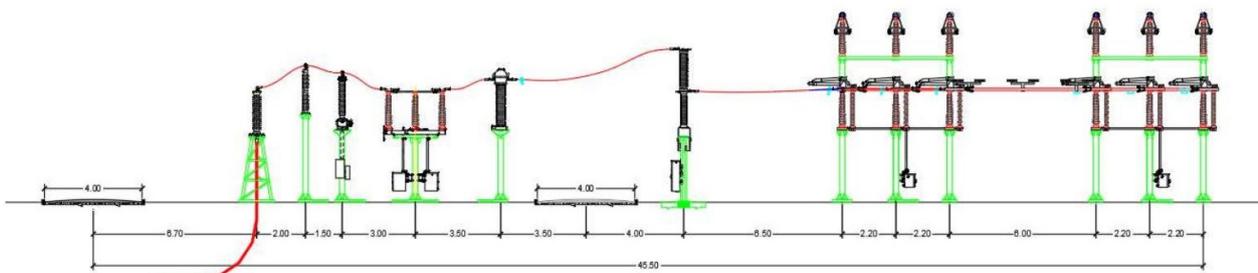
**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**

2 Opere di rete per la connessione – Stallo cavo AT nella Stazione “GRAVINA 380”

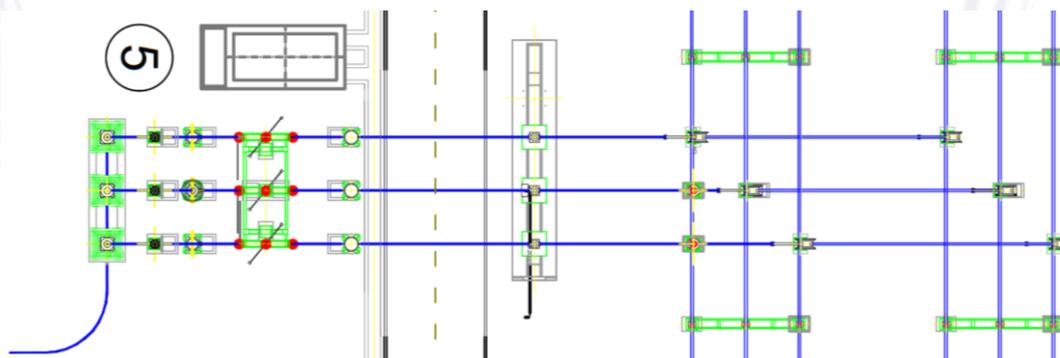
2.1 Stallo cavo AT 150 kV consegna/arrivo produttori

Nella nuova Stazione RTN di Gravina in Puglia verrà predisposto, nella sezione a 150 kV, uno stallo per la connessione della nuova SSE di Utenza condivisa e predisposto per la ricezione dell’energia prodotta dai vari impianti , quindi, per la connessione degli stessi alla RTN di Terna; lo stallo sarà del tipo “Linea in cavo”.

L’immagine sotto allegata (meglio visibile negli elaborati di progetto specifici) evidenzia la sezione del futuro stallo di arrivo nella Stazione Terna.



Sezione futuro stallo di arrivo cavo 150 kV Produttori nella nuova Stazione Elettrica RTN “Genzano 380” – Sezione a 150 kV



Pianta futuro stallo di arrivo cavo 150 kV Produttori nella nuova Stazione Elettrica RTN “Genzano 380” – Sezione a 150 kV

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agromonia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica

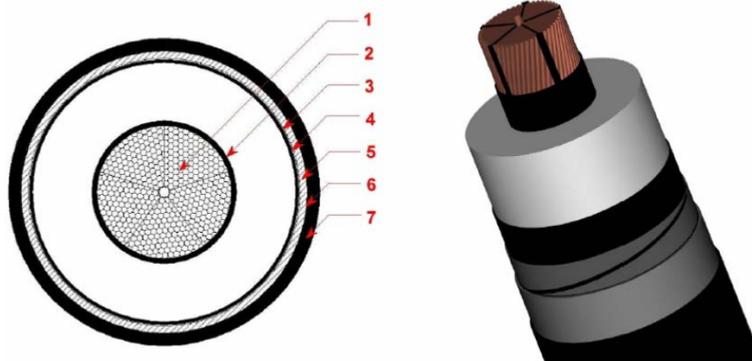




3 Opere di Utenza condivise per la connessione

3.1 Cavidotto AT per la connessione della SE Terna "Genzano 380" alla nuova SSE di utenza condivisa

La connessione tra la SSE di Utenza condivisa (Stallo arrivo Cavo AT) e lo stallo di consegna/arrivo produttori nella SE RTN "Genzano 380" avverrà per mezzo di un cavidotto in cavo AT direttamente interrato con cavi posati a trifoglio, avente lunghezza pari a circa 165 m, il cui conduttore è costituito da una corda rotonda compatta e tamponata composta da fili di alluminio, conforme alla Norma IEC 60840 per conduttori di Classe 2; l'isolamento sarà composto da uno strato di polietilene reticolato (XLPE) della sezione di 1600 mm², adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90° (tipo ARE4H1H5E), come da scheda tecnica successivamente allegata:

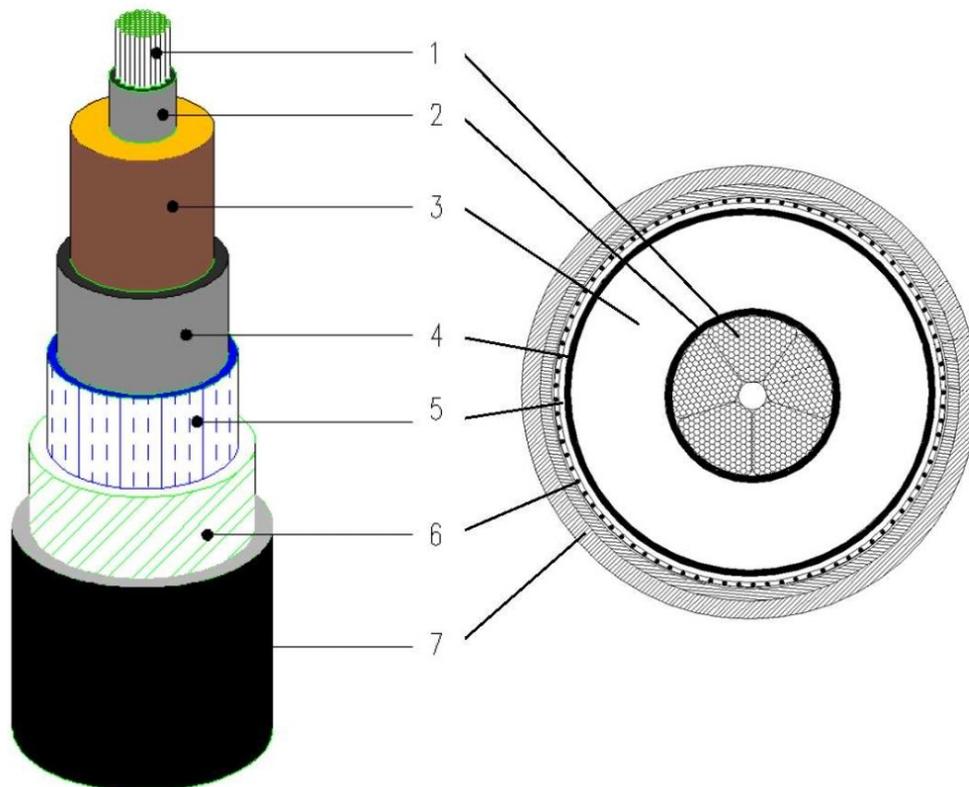


1	CONDUTTORE IN RAME O ALLUMINIO	5	BARRIERA CONTRO LA PENETRAZIONE DI ACQUA
2	SCHERMO SUL CONDUTTORE	6	GUAINA METALLICA
3	ISOLANTE	7	GUAINA ESTERNA
4	SCHERMO ISOLANTE		





CAVO ARE4H1H5E – 170 kV – 1 x 1600 mm²



1	Conduttore	Corda rotonda compatta (tamponata) a fili di alluminio
2	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
5	Tamponamento longitudinale	Nastro semiconduttivo rigonfiante
6	Schermo metallico	Nastro longitudinale di Al ricoperto
7	Guaina esterna	Polietilene (grafitato)
Diametro esterno ca. (mm)		108
Sezione conduttore (mm ²)		1600
Tensione massima (kV)		170
Portata nominale per posa in piano (A)		1000
Corrente termica di cortocircuito dello schermo (kA)		31.5 (per 0.5sec)

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**

Cross-section of conductor	Diameter of conductor	Insulation		Copper screen		Outer diameter of cable	Weight of cable	Max. pulling force	Min. bending radius
		Average thickness	Diameter over insulation	Cross-section	Diameter over screen				
mm ²	mm	mm	mm	mm ²	mm	kg / km	kN	m	
1 x 240 RM	17.8 ^{+0.10}	22.0	65.5	95	73.2	84.0	6150	7.2	1.90
1 x 300 RM	20.0 ^{+0.30}	21.0	65.9	95	73.6	84.4	6290	9.0	1.91
1 x 400 RM	22.9 ^{+0.30}	20.0	66.6	95	74.3	85.1	6500	12.0	1.93
1 x 500 RM	25.7 ^{+0.40}	19.0	67.5	95	75.2	86.0	6800	15.0	1.95
1 x 630 RM	29.3 ^{+0.50}	19.0	72.3	95	80.0	91.2	7640	18.9	2.07
1 x 800 RM	33.0 ^{+0.50}	19.0	76.0	95	83.7	95.1	8400	24.0	2.16
1 x 1000 RM	38.0 ^{+0.50}	19.0	81.0	95	88.7	100.5	9470	30.0	2.29
1 x 1200 RM	41.0 ^{+0.60}	19.0	84.1	95	92.0	104.0	10370	36.0	2.37
1 x 1200 RMS	43.6 ^{+0.80}	19.0	87.4	95	95.3	107.5	10800	36.0	2.45
1 x 1400 RMS	46.6 ^{+1.0}	19.0	91.0	95	98.9	111.5	11760	42.0	2.54
1 x 1600 RMS	50.0 ^{+1.0}	19.0	95.0	95	103.3	116.1	12820	48.0	2.65
1 x 1800 RMS	53.3 ^{+1.0}	19.0	98.3	95	106.7	119.6	13710	54.0	2.73
1 x 2000 RMS	55.4 ^{+1.2}	19.0	100.6	95	108.9	122.1	14410	60.0	2.79

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**

ELECTRICAL PARAMETERS

RM – round multiwire conductor

RMS – round multiwire segmented conductor (Milliken construction)

^{/1} – trefoil formation

^{/2} – phase distance at flat formation = 2 x cable diameter

^{/3} – phase distance at flat formation = 70 mm + cable diameter

^{/4} – SPB – Single Point Bonding; CB – Cross-bonding; Both-ends – Both-ends Bonding

Cross-section of conductor	Conductor resistance		Copper screen resistance		Field strength that conductor screen / insulation	Max. short circuit current		Capacitance	Inductance % ¹ % ² % ³	Ampacity			
	DC20 °C	AC90 °C	DC20 °C	AC80 °C		Conductor	Copper screen			µF / km	mH / km	In ground	In air
												SPB, CB ^{/4}	% ¹ / % ²
mm ²	Ω / km				kV / mm	kA / 1 sec				A			
1 x 240 RM	0.125	0.1606	0.215	0.266	7.31 / 2.29	22.68	19.29	0.11	0.500.680.67	445 / 420	583 / 504		
										416 / 416	541 / 499		
1 x 300 RM	0.100	0.1288	0.215	0.266	7.19 / 2.50	28.35	19.29	0.12	0.470.660.64	495 / 475	656 / 578		
										445 / 460	593 / 567		
1 x 400 RM	0.0778	0.1008	0.215	0.266	7.11 / 2.75	37.8	19.29	0.13	0.450.630.61	565 / 540	751 / 672		
										500 / 525	672 / 656		
1 x 500 RM	0.0605	0.0791	0.215	0.266	7.09 / 3.01	47.25	19.29	0.15	0.430.610.59	645 / 620	877 / 782		
										555 / 595	761 / 756		
1 x 630 RM	0.0469	0.0620	0.215	0.266	6.75 / 3.13	59.54	19.29	0.17	0.410.600.57	740 / 710	1024 / 908		
										610 / 670	861 / 872		
1 x 800 RM	0.0367	0.0496	0.215	0.266	6.55 / 3.20	75.6	19.29	0.18	0.400.580.55	845 / 805	1187 / 1045		
										665 / 745	956 / 987		
1 x 1000 RM	0.0291	0.0405	0.215	0.266	6.32 / 3.29	94.5	19.29	0.20	0.380.570.53	950 / 900	1360 / 1192		
										720 / 820	1055 / 1108		
1 x 1200 RM	0.0247	0.0355	0.215	0.266	6.21 / 3.34	113.4	19.29	0.21	0.370.560.52	1025 / 970	1491 / 1297		
										755 / 870	1124 / 1197		
1 x 1200 RMS	0.0247	0.0324	0.215	0.266	6.10 / 3.39	113.4	19.29	0.22	0.370.550.51	1025 / 970	1491 / 1297		
										755 / 870	1124 / 1197		
1 x 1400 RMS	0.0212	0.0281	0.215	0.266	6.0 / 3.44	132.3	19.29	0.23	0.360.550.51	1100 / 1040	1622 / 1402		
										785 / 915	1181 / 1281		
1 x 1600 RMS	0.0186	0.0248	0.215	0.266	5.90 / 3.49	151.2	19.29	0.24	0.360.540.50	1165 / 1095	1733 / 1491		
										815 / 955	1229 / 1349		
1 x 1800 RMS	0.0165	0.0224	0.215	0.266	5.82 / 3.53	170.1	19.29	0.25	0.350.530.49	1220 / 1145	1832 / 1570		
										835 / 985	1271 / 1407		
1 x 2000 RMS	0.0149	0.0204	0.215	0.266	5.78 / 3.55	189.0	19.29	0.26	0.340.530.48	1275 / 1190	1932 / 1649		
										855 / 1015	1313 / 1465		

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

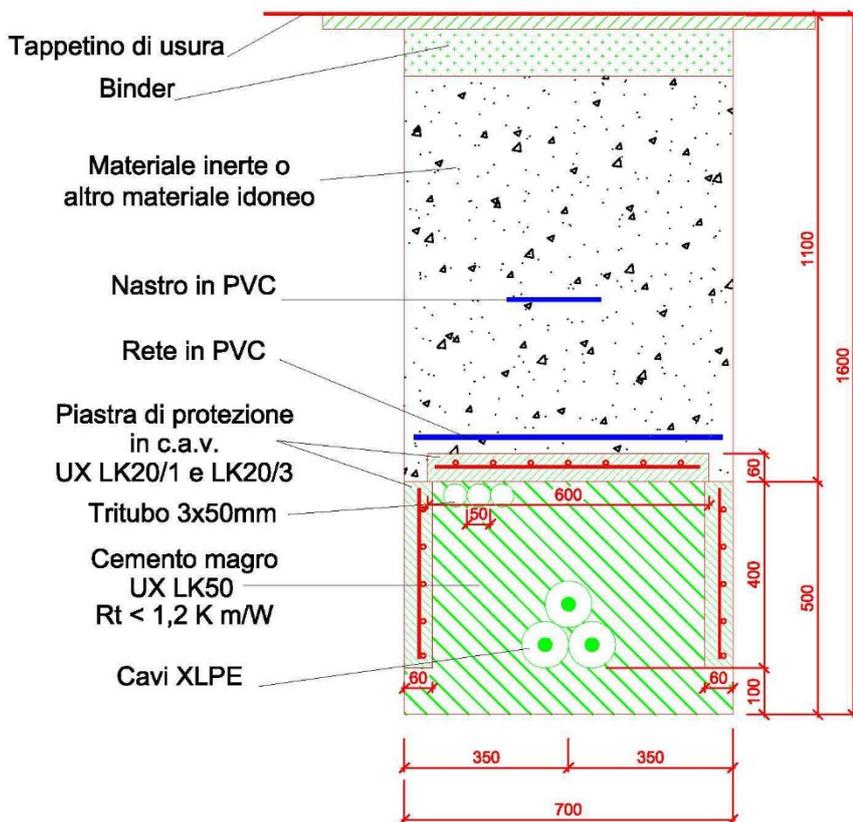
Progettazione elettrica





**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**

3.1.1 Modalità di posa



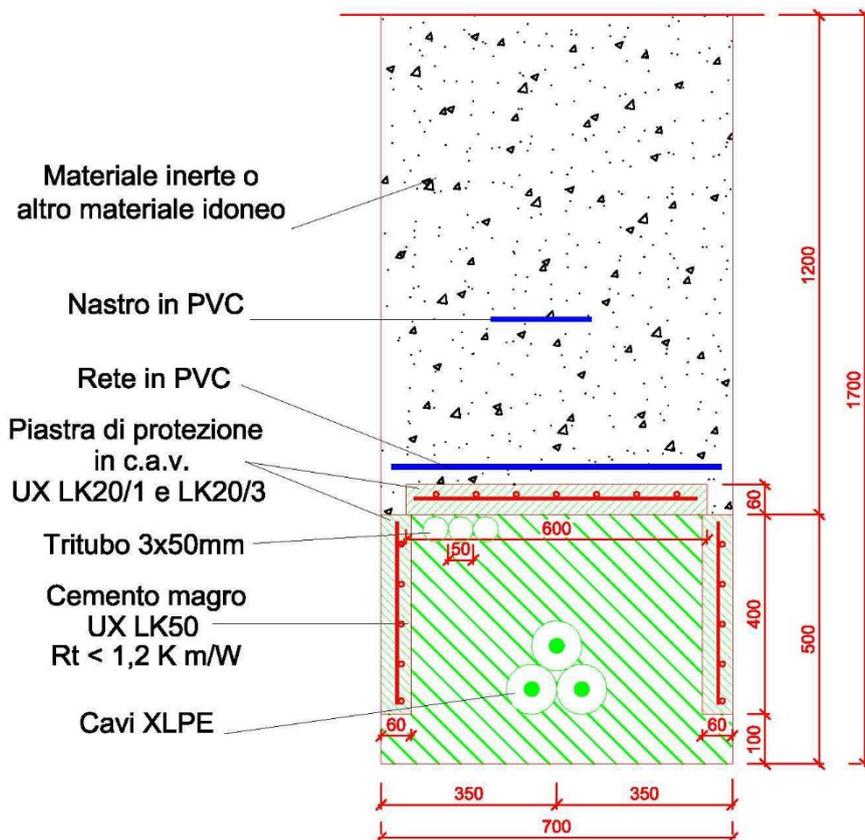
Posa su strade urbane e extraurbane

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



Posa su terreno agricolo

3.1.2 Portata al limite termico

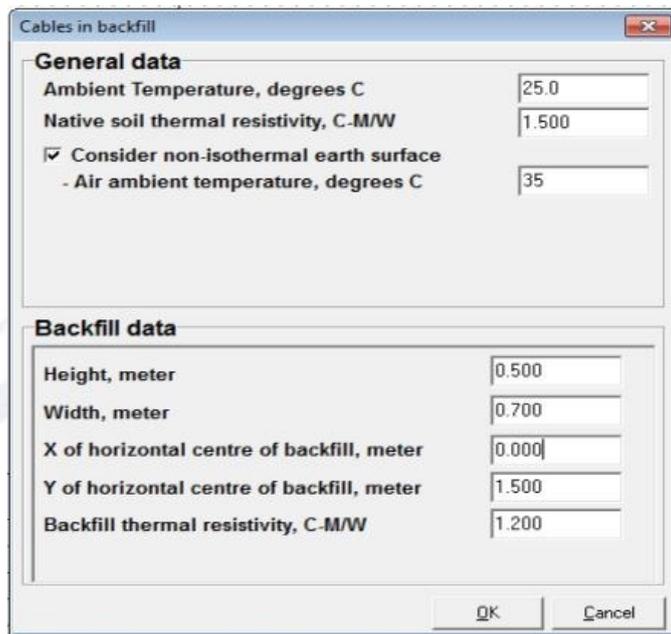
Mediante software CYMCAP, è stato modellizzato il cavo AT previsto ed è stata condotta apposita simulazione per le modalità di posa previste così come sopra evidenziate (resistività massima del cemento magro pari a 1,2 Km/W, resistività del terreno pari a 1,5 Km/W, temperatura ambiente pari a 25°C con temperatura superfici terreno pari a 35°C) con schermi posti a terra a entrambe le estremità.

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida	



**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



Il software ha dato come risultato di calcolo una portata del cavo nelle condizioni al limite termico pari a 856 A, superiori alla corrente massima di utilizzo prevista per complessivi 200 MW pari a circa 770 A dell'insieme degli impianti connessi alla RTN mediante le opere condivise di cui al presente progetto.

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

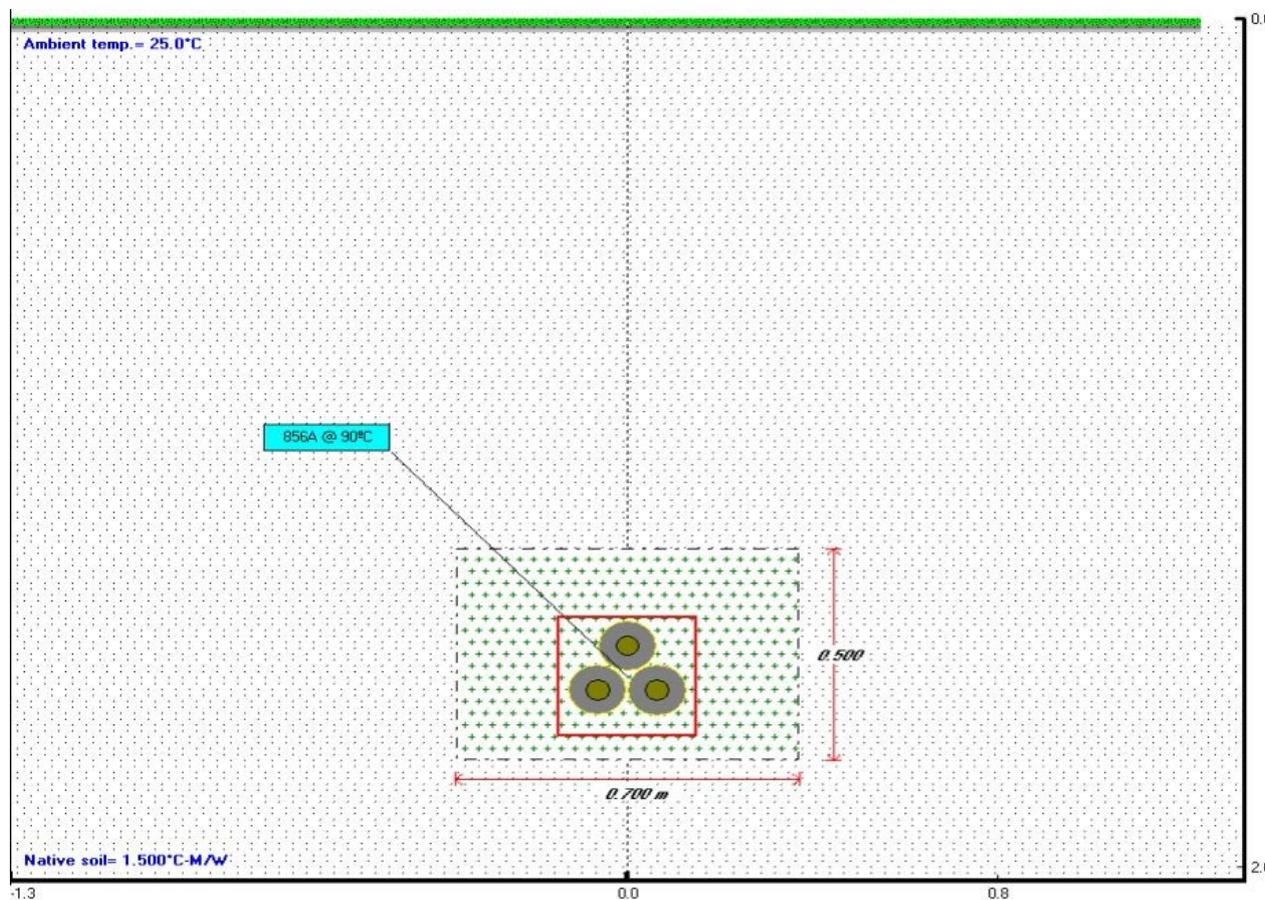
Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



Portata al limite termico del cavidotto AT condiviso

Alla massima corrente di utilizzo prevista, pari a 770A, risulta una massima temperatura di funzionamento del cavo pari a 79°C.

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

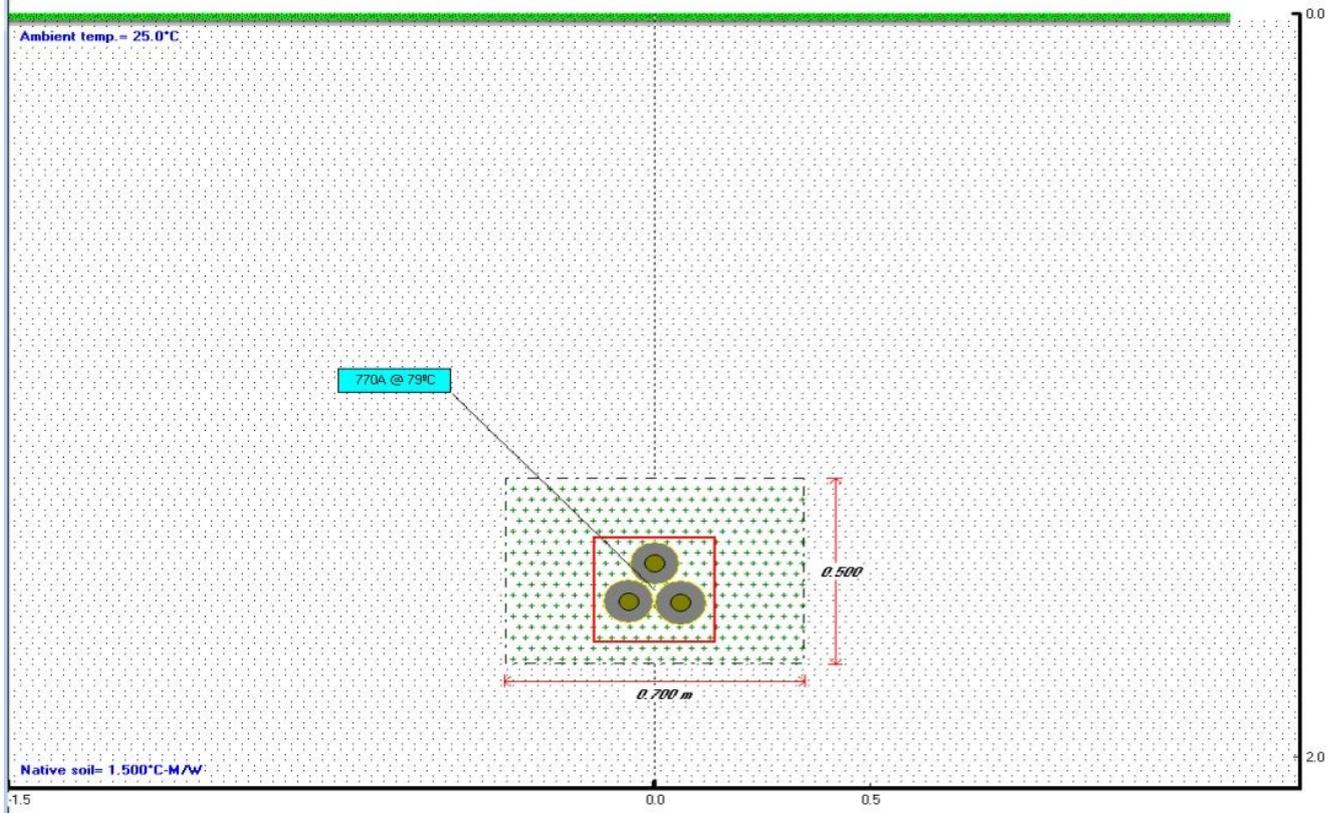
Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





3.2 SSE Condivisa Utenti– Nuova Stazione di Ricezione cavo AT e di Trasformazione AT/MT 150/30 kV.

3.2.1 Generalità

La nuova SSE consta principalmente di:

- Un'area condivisa che ospita:
 - N.1 Stallo 150 kV isolato in aria per arrivo cavo AT;
 - N.1 Edificio Servizi e comandi, all'interno del quale saranno presenti:
 - le apparecchiature di consegna e ricezione MT 20kV alimentazione ausiliari
 - Trasformatori MT/BT,
 - Gruppo elettrogeno di emergenza,
 - Gruppo accumulatori emergenza 110Vcc,
 - Quadri e apparecchiature BT di alimentazione e controllo;
 - N.1 Sistema isolato in aria di sbarre semplice a 150 kV, per alimentazione e connessione degli stalli trasformazione AT/MT dei vari produttori che hanno siglato opportuno Accordo di Condivisione;
- N.4 Aree nella esclusiva titolarità, ognuna, di un singolo produttore e all'interno di ciascuna delle quali sono presenti:
 - N.1 Stallo trasformazione AT/MT isolato in aria;
 - N.1 Edificio Servizi e comandi, all'interno del quale saranno presenti:
 - le apparecchiature di protezione e arrivo cavi MT da impianto di produzione,
 - le apparecchiature di consegna e ricezione MT 20kV per alimentazione ausiliari,
 - la trasformazione MT/BT,
 - n.1 Gruppo elettrogeno di emergenza,
 - Gruppo accumulatori emergenza 110Vcc,
 - Quadri e apparecchiature BT di alimentazione e controllo;

3.2.2 Disposizione elettromeccanica infrastrutture AT condivise

La nuova stazione, nell'area condivisa, sarà composta da uno stallo arrivo cavo AT e da una sezione a 150 kV a singola sbarra alla quale si affrancano i vari stalli trasformazione dei vari utenti.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi culturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 SOCIETA' DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**

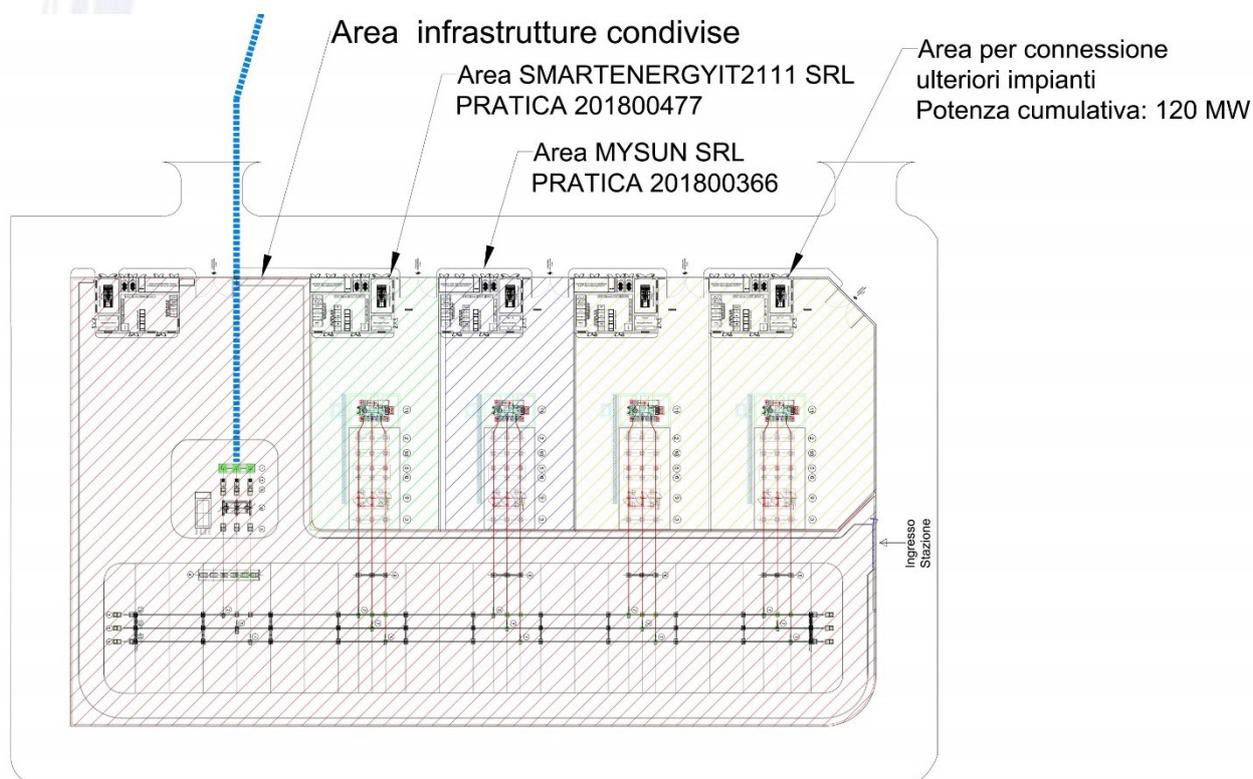
Se dovesse rendersi necessario, a cura degli ulteriori proponenti, sarà possibile ampliare la SSE con ulteriori stalli trasformazione e/o partenza in cavo AT.

L'opera sarà del tipo con isolamento in aria e sarà costituita da:

- n° 1 stallo linea arrivo cavo, isolamento 170 kV;
- n° 1 sistema a singola sbarra con sezionatori di terra sbarre ad entrambe le estremità e TVC di sbarra su un lato;
- n° 4 stalli linea per collegamento "Stalli trasformazione AT/MT utente";
- n° 5 stalli disponibili per eventuali ampliamenti a cura di ulteriori proponenti con cui Terna indicherà la condivisione delle opere.

Ogni "montante linea" (o "stallo linea") per gli utenti sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali e colonnini di supporto.

Le altre apparecchiature necessarie saranno installate a cura di ogni produttore nel perimetro delle proprie aree.



Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





3.2.3 Stallo ricezione cavo AT

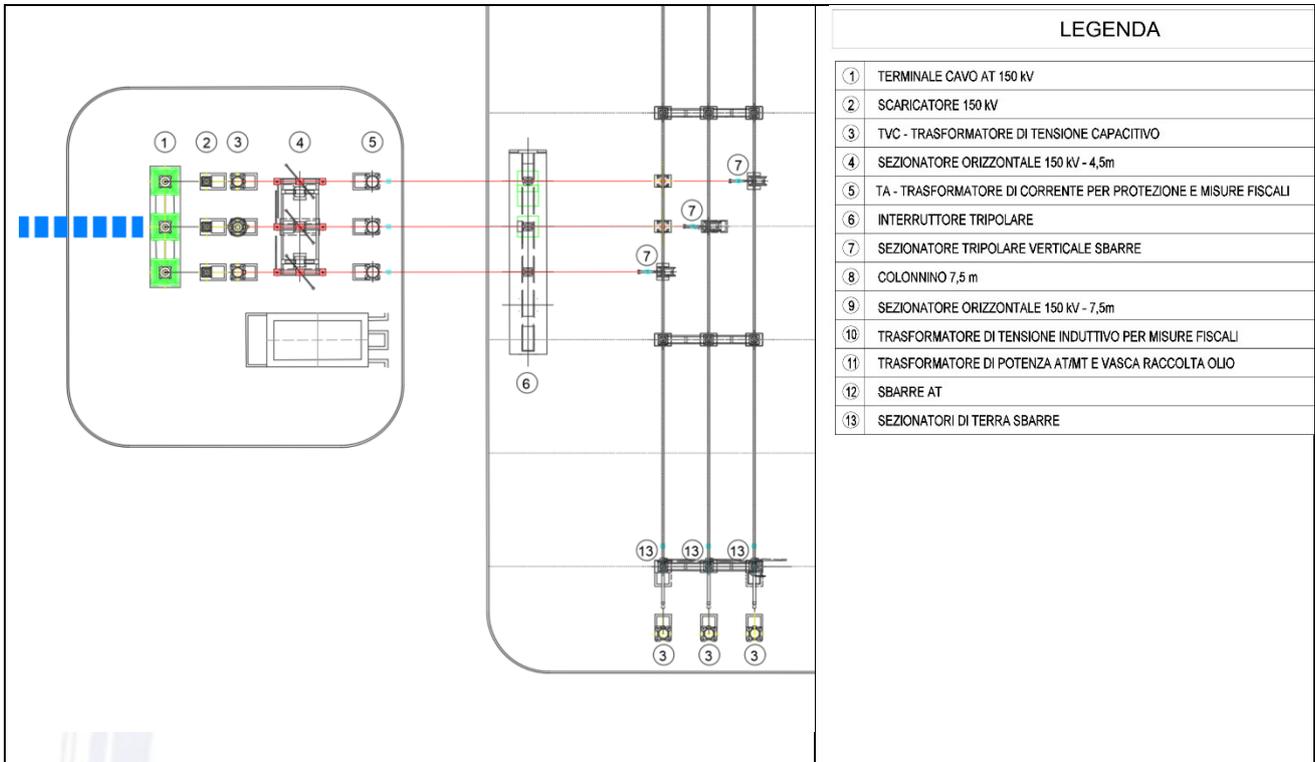
Lo stallo di ricezione Cavo AT consta principalmente di:

- N.1 terna di terminali Cavo AT;
- N.1 terna di scaricatori;
- n. 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi, con rapporto $150.000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$ V, 40/0.2 - 75/0,5 – 100/3P;
- n. 1 sezionatore di linea tripolare rotativo, orizzontale a tre colonne/fase con terna di lame di messa a terra, completo di comando a motore per le lame principali e manuale per le lame di terra, 170 kV – 2000 A - 40 kA;
- n. 1 terna di trasformatori di corrente a 3 nuclei, unipolari isolati in gas SF6 con rapporto 400/5A, 30/0.2 - 50/0.5, 30/5P30;
- n. 1 interruttore tripolare per esterno in SF6, 1250 A, 40 kA equipaggiato con un comando a molla motorizzato;
- n.1 sezionatore verticale di sbarra, installato in corrispondenza delle sbarre condivise e in partenza verso il rispettivo stallo di Trasformazione AT/MT;

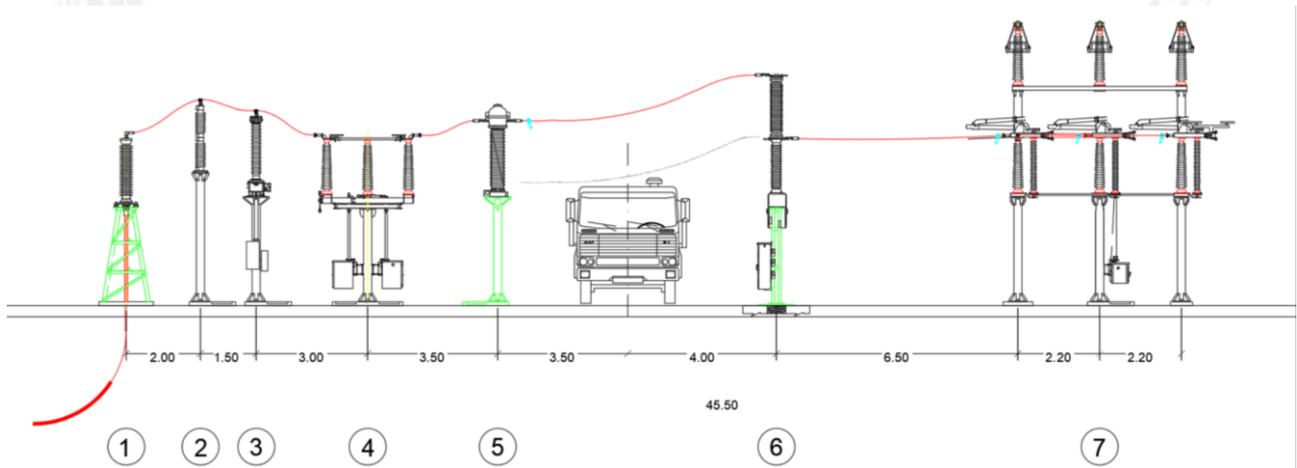
Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi culturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 SOCIETA' DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



Pianta stallo ricezione cavo AT e porzione di sbarra AT condivisa



Sezione stallo arrivo cavo AT

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

3.2.4 Sbarre AT condivise

Il sistema di sbarre è realizzato di norma con profilo tubolare in lega di alluminio.

Il sistema di sbarre condiviso è di tipo "a semplice sbarra" e sarà composto da:

- n.1 sistema di sbarra semplice, 10 stalli, con tensione di isolamento 170 kV e corrente nominale 1.250A;
- n.1 terna di TV capacitivi di sbarra, con rapporto $150.000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$ V, 40/0.2 - 75/0,5 - 100/3P;
- n.1 sezionatore tripolare orizzontale di terra sbarre;

Il sistema di sbarre, realizzato mediante conduttori in tubo in lega di alluminio, deve essere conforme alla Specifica Tecnica Terna INSCCS01 e rispondere alle seguenti caratteristiche:

Tensione	Diametro (est/int)	Lunghezza campate	Sbalzo all'estremità
220 kV	150/140 mm	14 m	3 m
150-132 kV	100/86 mm	11 m	2 m

I collegamenti al di sotto delle sbarre sono di norma realizzati in profilo tubolare, mentre i collegamenti tra le apparecchiature sono realizzati in corda. Le giunzioni lungo il sistema di sbarre dovranno consentire le normali espansioni e contrazioni dei tubi, previste con il variare della temperatura; i morsetti destinati allo scopo non dovranno trasmettere, durante le oscillazioni dei tubi, alcun momento sugli isolatori portanti del sistema di sbarre. Nella tabella a seguire sono elencati i diametri normalmente usati per le sbarre ed i collegamenti delle stazioni elettriche.

COLLEGAMENTI SOTTO LE SBARRE (in tubo)	
DIAMETRO INTERNO	DIAMETRO ESTERNO
86 mm	100 mm

Per i collegamenti fra le apparecchiature devono essere impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm, conformi alle Tabelle LC5 del Progetto Unificato Terna, e tubi in lega di alluminio 100/80 mm – 100/86 mm.





3.2.5 Configurazione dello stallo “Trasformazione AT/MT 150/30 kV Utente” all’interno delle aree nella titolarità di ciascun Produttore

Gli stalli di Trasformazione di Utenza AT/MT, aventi tutti medesima composizione, constano di:

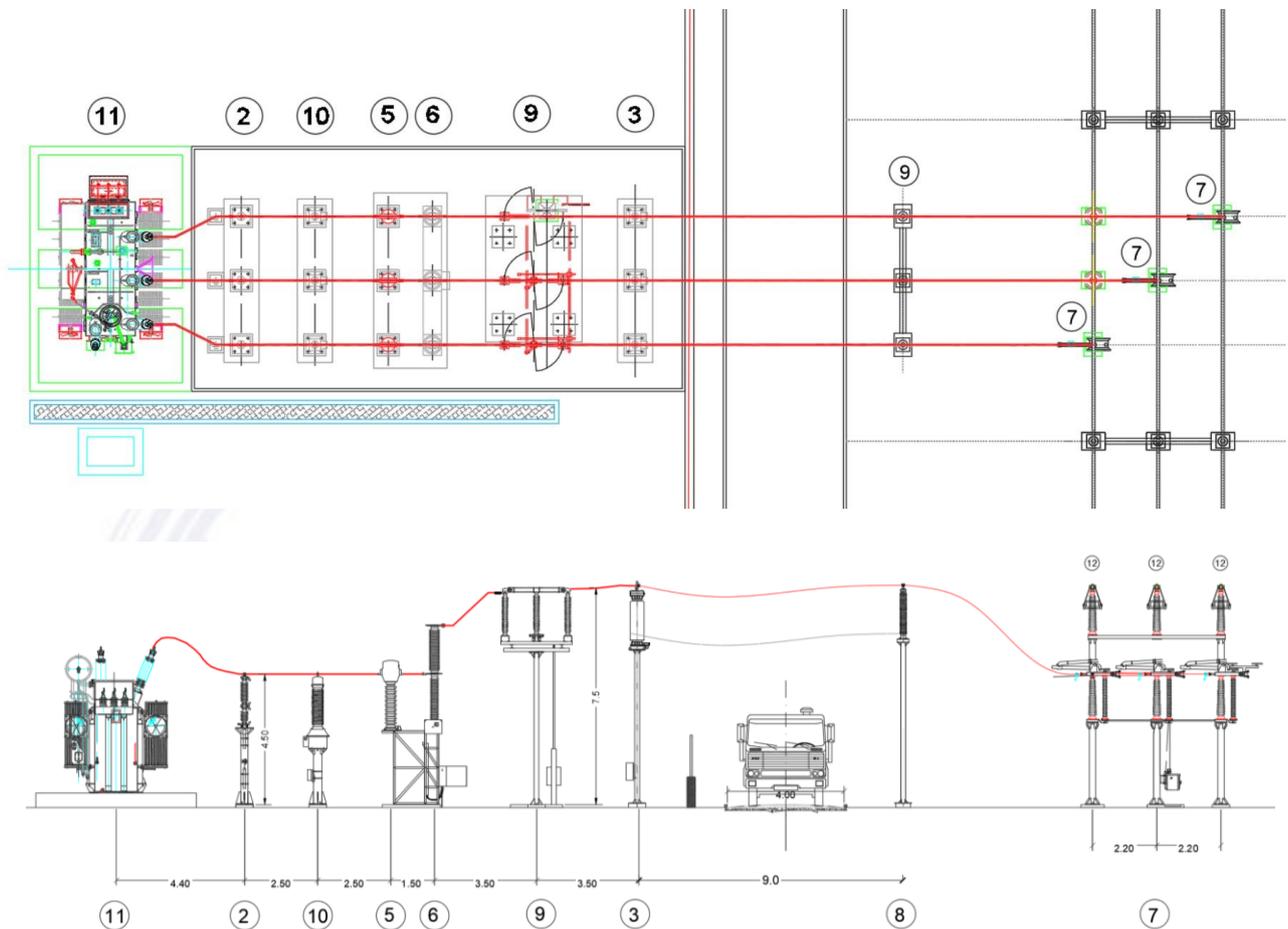
- n.1 sezionatore verticale di sbarra, installato in corrispondenza delle sbarre condivise e in partenza verso il rispettivo stallo di Trasformazione AT/MT, corrente nominale 1.250 A, Corrente nominale di breve durata 40 kA, Tensione nominale 170 kV;
- n.1 terna di colonnini di supporto, h=7,5m;
- n. 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi, con rapporto 150.000:√3/100:√3 V, 40/0.2 - 75/0,5 – 100/3P;
- n. 1 sezionatore di linea tripolare rotativo, orizzontale a tre colonne/fase con terna di lame di messa a terra, completo di comando a motore per le lame principali e manuale per le lame di terra, 170 kV – 1.250 A - 40 kA;
- n. 1 interruttore tripolare per esterno in SF6, 1250 A, 40 kA equipaggiato con un comando a molla motorizzato;
- n. 1 terna di trasformatori di corrente a 3 nuclei, unipolari isolati in gas SF6 con rapporto 400/5A, 30/0.2 - 50/0.5, 30/5P30;
- n. 1 terna di trasformatori di tensione (TV) induttivi, con rapporto 150.000:√3/100:√3 V per misure fiscali.
- n.1 terna di scaricatori di tensione 170 kV;
- n.1 Trasformatore AT/MT in olio (con potenze da definirsi in base alle potenze in gioco su ogni stallo, che per lo stallo SMARTENERGYIT211 SRL sarà comunque pari a 40 MVA ONAN / 50 MVA OFAF) con variatore sottocarico motorizzato, gruppo vettoriale YNd. Il centro stella lato AT sarà accessibile per poter essere francamente collegato a terra, mentre sul lato MT gli avvolgimenti saranno collegati a triangolo.

La connessione al sistema di sbarre condiviso avverrà mediante n.2 corde di alluminio da 36 mm.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi culturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



LEGENDA

①	TERMINALE CAVO AT 150 kV
②	SCARICATORE 150 kV
③	TVC - TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO
④	SEZIONATORE ORIZZONTALE 150 kV - 4,5m
⑤	TA - TRASFORMATORE DI CORRENTE PER PROTEZIONE E MISURE FISCALI
⑥	INTERRUTTORE TRIPOLARE
⑦	SEZIONATORE TRIPOLARE VERTICALE SBARRE
⑧	COLONNINO 7,5 m
⑨	SEZIONATORE ORIZZONTALE 150 kV - 7,5m
⑩	TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO PER MISURE FISCALI
⑪	TRASFORMATORE DI POTENZA AT/MT E VASCA RACCOLTA OLIO
⑫	SBARRE AT
⑬	SEZIONATORI DI TERRA SBARRE

Pianta e sezione di uno stallo di trasformazione AT/MT di Utenza

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agromonia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





4 Campi Elettromagnetici

4.1 Premessa

A ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, anche se non acceso, è associato un campo elettrico che è proporzionale alla tensione della sorgente cui è collegato.

I campi elettrici sono creati da differenze di potenziale elettrico, o tensioni: più alta è la tensione, più intenso è il campo elettrico risultante. Un campo elettrico esiste anche se non circola corrente.

L'intensità dei campi elettrici è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono uno schermo per questi campi.

I campi magnetici si creano quando invece circola una corrente elettrica: più alta è la corrente, più intenso è il campo magnetico. I campi magnetici sono prodotti perciò dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. Essi governano il moto delle cariche elettriche. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in tesla (T), millitesla (mT) o microtesla (μT).

Se circola una corrente, l'intensità del campo magnetico varia con il consumo di potenza e quindi dall'intensità di corrente in gioco, mentre l'intensità del campo elettrico rimane costante.

I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza. Essi non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune, e li attraversano facilmente.

Ai fini dell'esposizione umana alle radiazioni non ionizzanti, considerando le caratteristiche fisiche delle grandezze elettriche in gioco (tensioni fino a 150.000 V e frequenze di 50 Hz) i campi elettrici e magnetici sono da valutarsi separatamente perché disaccoppiati.

4.2 Infrastrutture elettriche esaminate

All'interno del perimetro della nuova SE "Gravina 387" sarà realizzato uno stallo di consegna produttori condiviso del tipo "partenza linea in cavo AT".

Da detto stallo partirà una nuova linea AT in cavo interrato con posa dei cavi con conduttori in AL da 1600 mm² in configurazione "a trifoglio", come meglio descritto in precedenza.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 SOCIETÀ DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35	Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida
		 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



La predetta nuova linea AT in cavo interrato sarà connessa a uno stallo “arrivo cavo AT condiviso” presente nella nuova costruenda SSE Utenti condivisa la quale, come meglio definito in precedenza, alimenterà un nuovo sistema di sbarra semplice con isolamento in aria al quale verranno connessi i vari nuovi stalli trasformazione utente, ciascuno afferente a uno o più impianti di produzione,

All'interno del perimetro della “SSE Utenti condivisa” sarà inoltre presente un “Edificio comandi e servizi”, il quale comprende le opere di alimentazione dei servizi ausiliari in MT e le apparecchiature di trasformazione MT/BT per l'alimentazione degli stessi, sia in assetto normale che di emergenza.

Gli impianti analizzati, pertanto, sono costituiti da:

- Stallo linea in cavo nella SE “Gravina 380”, per la connessione alla RTN del cavo AT proveniente dalla SSE Condivisa Produttori, costituente Impianto di rete per la connessione, di proprietà di Terna S.p.A.
- Linea AT in cavo interrato con posa dei cavi con conduttori in AL da 1600 mm² in configurazione “a trifoglio”, come meglio descritto in precedenza, per la connessione della SSE Condivisa allo Stallo linea consegna produttore in cavo AT nella “SE Gravina 380”;
- Stallo “Arrivo cavo AT” nella SSE condivisa;
- Sistema di sbarre semplice AT 150 kV condiviso tra i vari produttori, a cui sono connessi i vari stalli trasformazione AT/MT nell'esclusiva titolarità di ciascun produttore;
- Stalli Trasformatore AT/MT, installati all'interno di ciascuna area di esclusiva proprietà di ciascun produttore;
- Trasformatore AT/MT da 40 MVA ONAN;
- Quadro MT 30 kV “Produzione”, installato all'interno del Locale Quadri e Comandi nella SSE;
- Cavidotti in cavo MT a 20 kV interrato per la connessione delle Cabine MT/BT ausiliari alla RTN e-distribuzione. Per l'alimentazione dei servizi ausiliari della SSE è stata prevista la realizzazione di cabine di consegna che, mediante linea MT in cavo interrato, verrà inserita in entra-esce sulla linea MT aerea esistente e transitante in stretta adiacenza alla costruenda SSE Utente. Per l'inserimento della nuova cabina MT di consegna, verrà quindi dismesso un tronco di linea aerea e realizzato un tratto di linea in cavo interrato. Dalla Cabina di consegna ausiliari a 20 kV, perciò, mediante dei cavidotti interrati a 20 kV verranno connesse le Cabine MT/BT 20/0,4 kV necessarie per l'alimentazione dei servizi ausiliari dell'impianto.
- Cabina di Consegna MT ausiliari a 20 kV;

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



- Cabine MT/BT ausiliari, comprensive dei Trasformatori MT/BT 20/0,4 kV dedicate all'alimentazione dei servizi ausiliari di S.S.E.;

Lo studio relativo alle opere nella titolarità di Terna S.p.A. è stato condotto a parte e i relativi risultati sono desumibili dai relativi documenti specifici.

La S.S.E. sarà del tipo con isolamento in aria e la distanza tra le parti attive, nonché delle correnti nominali di dimensionamento, saranno conformi agli standard Terna; le correnti di regime previste debbono essere:

- Per le sbarre e parallelo sbarre: 2000 A
- Per gli stalli linea: 1250 A

Le principali distanze progettuali in aria da adottare negli impianti sono indicate dalla seguente tabella:

Principali distanze di progetto	Sezione 132-150 kV (m)
Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori	2,20
Distanza tra le fasi per l'amarro linee	3
Larghezza degli stalli	11
Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre	6
Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra)	4,50
Quota asse sbarre	7,5
Quota amarro linee (ad Interruttori "sfalsati") valori minimi	9

4.3 Limitazioni allo studio

Il presente studio si basa prevalentemente sulle indicazioni di cui alle rispettive normative di riferimento, nonché sulle informazioni e sui dati diretti ed indiretti raccolti dalla Società e dai progettisti, sulle informazioni cartografiche, sui dati reperiti presso le pubbliche autorità regionali e provinciali, su fonti bibliografiche.

L'attenzione è stata concentrata sugli impianti in bassa, media e alta tensione in considerazione del fatto che le componenti di impianto in corrente continua (sistema BT a 110 V cc per l'alimentazione dei dispositivi di protezione) non forniscono alcun contributo agli ELF.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
<p>Arch. Andrea Giuffrida</p>	<p>SOCIETÀ DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35</p> <p>Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida</p>	<p>energy cliet IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI</p>



4.4 Documenti di riferimento e richiami normativi

4.4.1 Leggi e norme tecniche di riferimento

- Legge n.36 del 22 febbraio 2001 Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- D.P.C.M. 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti”;
- DM del MATTM del 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- DL 9 aprile 2008 n° 81 “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”;
- Decreto Legislativo 159 del 1 agosto 2016, Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)
- Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo”;
- Norma CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV”;
- Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- Norma CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”;





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

4.4.2 Terminologia

- Sorgenti di campi ELF: ci si riferisce ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza compresi nell'intervallo tra 0Hz e 3kHz. In particolare ci si riferisce alle linee elettriche per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica e agli impianti per la trasformazione di tale energia nonché tutte quelle applicazioni alimentate a corrente elettrica di uso medico, industriale, civile e domestico.
- Campo elettrico (E): dipende principalmente dalla tensione a cui funziona la sorgente. La sua intensità viene espressa in volt per metro (V/m).
- Campo magnetico (H): dipende principalmente dalla corrente che circola nella sorgente. La sua intensità si esprime in ampere per metro (A/m)
- Induzione magnetica (B): è legata al campo magnetico H dalla permeabilità magnetica (μ) del mezzo attraverso il quale tali grandezze si propagano, si misura in tesla (T).

4.4.3 Legislazione italiana

In materia di prevenzione dai rischi di esposizione delle lavoratrici, dei lavoratori e della popolazione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici il riferimento legislativo è costituito dalla legge quadro n. 36 del 22 febbraio 2001. La legge 36, all'art. 4 comma 2, rimanda ad un successivo decreto attuativo la definizione dei limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico. Di fondamentale importanza risulta l'art. 3 della legge che riporta le definizioni:

- **elettrodotto:** è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- **esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici:** è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- **esposizione della popolazione:** è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- **limite di esposizione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti,





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;

- **valore di attenzione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

Obiettivi di qualità sono:

- i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8;
- i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva miticizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Il DPCM 8 luglio 2003 attua quanto previsto dalla legge quadro riguardo alla "fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (**50 Hz**) generati dagli elettrodotti". Agli articoli 3 e 4 esso stabilisce i seguenti limiti:

- **Limite di esposizione:** **100 μ T** per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico.
- **Valore di attenzione:** nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, **10 μ T** per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio dell'elettrodotto;
- **Obiettivo di qualità:** nella progettazione, di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore ... (omissis)...., ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, e'





fissato l'obiettivo di qualità di **3 μ T** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

In base all'art. 5 le tecniche di misurazione da adottare sono quelle indicate dalla norma CEI 211-6 prima edizione e successivi aggiornamenti. Inoltre, il sistema agenziale APAT-ARPA dovrà determinare le procedure di misura e valutazione, con l'approvazione del Ministero dell'ambiente, per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità. Per la verifica delle disposizioni di cui agli articoli 3 e 4, oltre alle misurazioni e determinazioni di cui sopra, il sistema agenziale APAT-ARPA può avvalersi di metodologie di calcolo basate su dati tecnici e storici dell'elettrodotto. Dal campo di applicazione del DPCM è espressamente esclusa, invece, l'applicazione dei limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità di cui sopra ai lavoratori esposti ai campi per ragioni professionali (art. 1 comma 2). Inoltre, in base all'art. 1 comma 3 per tutte le sezioni di impianto non incluse nella definizione di "elettrodotto" o che sono esercite con frequenze diverse dai 50 Hz, fino a 100 kHz, si applicano i limiti della **raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999**, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999.

4.4.4 Normativa Italiana CEI

La costruzione ed esercizio della centrale elettrica, così come riportato negli elaborati tecnici di progetto, sarà eseguita secondo le norme di legge e le norme tecniche del CEI nonché, per la parte di connessione alla rete, secondo le disposizioni normative di Terna e di Enel Distribuzione SpA. La valutazione dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale è invece argomento della Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", dalla quale sono state tratte tutte le ipotesi di calcolo. In particolare:

- tutti i conduttori costituenti la linea (sia i conduttori attivi sia i conduttori di guardia) sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro; in base a queste ipotesi, si trascura la componente longitudinale dell'induzione magnetica; nella realtà, i conduttori delle linee aeree suddetti si dispongono secondo una catenaria, ma la componente longitudinale non supera in genere il 10% delle altre componenti del campo, per cui l'errore





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

che si commette, nel calcolo della risultante, è certamente inferiore, in percentuale, a questo valore;

- i conduttori sono considerati di forma cilindrica, con diametro costante. Nel caso di conduttori aerei disposti a fascio, si suppone che la distanza tra i singoli conduttori a uguale potenziale sia piccola rispetto alla distanza tra i conduttori a diverso potenziale; si suppone inoltre che i conduttori appartenenti ad un fascio siano uguali tra di loro e che, in una sezione normale del fascio, i loro centri giacciono su una circonferenza (circonferenza circoscritta al fascio); in base a queste ipotesi, si sostituisce al fascio di sub-conduttori un conduttore unico di opportuno diametro equivalente;
- il suolo è considerato piano, privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico, perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- si trascura l'influenza sulla distribuzione del campo dei tralicci stessi, di piloni di sostegno, degli edifici, della vegetazione e di qualunque altro oggetto che si trovi nell'area interessata, ovvero si calcola il campo imperturbato.

Le ipotesi suddette permettono di ridurre il calcolo del campo ad un problema piano, essendo, in questo caso, la distribuzione stessa uguale su qualunque sezione normale all'asse longitudinale della linea. A parità di altri fattori, l'accuratezza dei dati forniti è ovviamente tanto maggiore quanto più le condizioni reali sono aderenti a quelle sopra elencate.

La guida **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo" costituisce l'applicazione delle formule fornite dalla guida CEI 211-4 ai diversi tipi di elettrodotti, quindi anche interrati. A sufficiente distanza dalla terna di conduttori, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione la forma di un cilindro avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori. La sezione trasversale di tale cilindro è una circonferenza. Prendendo in considerazione il valore di $3 \mu\text{T}$, si può calcolare il raggio della corrispondente circonferenza, che costituisce la fascia di rispetto.

4.4.5 Considerazioni

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





SMARTENERGY

**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di una ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge 36\2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico. L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti; ha definito il valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine; ha definito, infine, l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 8.7.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida		



Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 8.7.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. Infatti il DM del MATTM del 29.05.2008, che definisce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti, riprende l'art. 6 di tale D.P.C.M..

4.5 Algoritmi di calcolo

I campi ELF sono quelli a frequenza inferiore a 300 Hz. La frequenza industriale di 50 Hz e' quella tipica della produzione, distribuzione e impiego dell'energia elettrica in Italia e in Europa.

In questo caso si tratta più propriamente di campi elettrici e campi magnetici, poiché essi si manifestano come agenti fisici separati.

I campi ELF possono essere stimati attraverso l'utilizzo di programmi di calcolo la cui applicazione richiede la conoscenza di alcuni dati della linea elettrica.

In particolare serve conoscere:

- le caratteristiche geometriche della linea (diametro dei conduttori e loro reciproca posizione nello spazio, altezza da terra);
- le sue caratteristiche elettriche (tensione, intensità di corrente e disposizione delle fasi);
- la posizione (distanza e altezza) del punto dove devono essere valutati i campi rispetto ai conduttori della linea.

Gli algoritmi di calcolo del campo elettrico e del campo magnetico generati da una linea composta da un certo numero di conduttori attivi, si rifanno direttamente alle indicazioni della norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" pubblicato dal Comitato Elettrotecnico Italiano nel Luglio 1996.

Il modello consente di calcolare i campi ELF in qualsiasi sezione trasversale della linea, considerando l'altezza reale dei conduttori nella sezione in esame.

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 SOCIETA' DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



4.5.1 Principi di calcolo del campo elettrico

Per il calcolo del campo elettrico si ricorre al principio delle immagini in base al quale il terreno, considerato come piano equipotenziale a potenziale nullo, può essere simulato con una configurazione di cariche immagini. Ovvero per ogni conduttore reale attivo andrà considerato un analogo conduttore immagine la cui posizione è speculare, rispetto al piano di terra, a quella del conduttore reale e la cui carica è opposta rispetto a quella del medesimo conduttore reale.

In particolare il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \vec{u}_r$$

dove:

λ = densità lineare di carica sul conduttore

ϵ_0 = permittività del vuoto

d = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo

\vec{u}_r = versore unitario con direzione radiale al conduttore

Sviluppando la relazione precedente per un insieme di N conduttori cilindrici, rettilinei, orizzontali e paralleli fra loro, e dette (xi, yi) le coordinate del conduttore i-esimo, le componenti x e y totali del campo elettrico prodotto nel punto dello spazio (x, y) dall'intera configurazione di conduttori possono essere espresse attraverso le seguenti relazioni:

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_i \lambda_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y + y_i)^2} \right]$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_i \lambda_i \left[\frac{y - y_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \frac{y + y_i}{(x - x_i)^2 + (y + y_i)^2} \right]$$

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida	



4.5.2 Principi di calcolo del campo magnetico

L'algoritmo di calcolo dell'induzione magnetica generata da una linea ha come punto di partenza la legge di Biot-Savart che consente di calcolare in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica B prodotta da un conduttore rettilineo per corso da una corrente I attraverso la:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d} \vec{u}_I \times \vec{u}_r$$

dove:

- d è la distanza tra il conduttore e il punto di calcolo;
- i versori u_i e u_r indicano, rispettivamente, il versore della corrente e della relativa normale;
- x indica il prodotto vettoriale;

Sviluppando la relazione precedente per un insieme di N conduttori rettilinei, orizzontali e paralleli fra loro, e come precedenza dette (x_i, y_i) le coordinate del conduttore i-esimo, le componenti x e y totali dell'induzione magnetica generata nel punto dello spazio (x, y) dall'intera configurazione di conduttori possono essere espresse attraverso le seguenti relazioni:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

4.5.3 Valore della corrente utilizzata nel calcolo

Il DM 29.05.2008 impone di utilizzare per il calcolo il valore della portata in regime permanente, così come definita nella norma CEI 11-60 per le linee aeree, e nella norma CEI 11-17 per le linee in cavo. Per queste ultime, ai fini del calcolo, non si sono considerate le correzioni dovute alle condizioni di posa, in via cautelativa.

E' da notare inoltre che le correnti di utilizzo dei componenti dell'impianto esaminati sono largamente inferiori al valore di corrente utilizzato nella simulazione dei campi elettromagnetici generati, totalmente a favore della sicurezza.





4.5.4 Linee guida per il calcolo

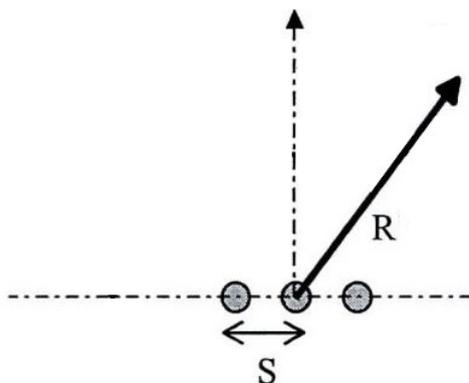
Nel caso di linee elettriche e non, il DM del 29.05.2008 richiama il modello di calcolo normalizzato previsto dalla CEI 106-11, che si rifà a quanto riportato dalla Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”.

Tale norma considera la linea infinitamente lunga e consente di calcolare i campi elettromagnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa, come riportato nel paragrafo “2.3: Normativa Italiana CEI”.

4.5.5 Formule di calcolo indicate nella Norma CEI 106-11

4.5.5.1 Conduttori in piano

Nel caso di conduttori paralleli, posati a una distanza S [m] e percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate I [A], si andranno a riportare le formule di calcolo approssimate dettate dalla CEI 106-11.



Rappresentazione grafica del sistema elettrico in esame valido per i conduttori disposti in piano

Per determinare il campo magnetico B risultante a una data distanza R dal centro geometrico del sistema di conduttori viene utilizzata la seguente formulazione:

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T]$$

Dalla suddetta equazione, si ricava la distanza R' (distanza dal centro geometrico dei conduttori che coincide con il conduttore centrale) corrispondente ad un valore di B pari a 3 μT:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} [m]$$



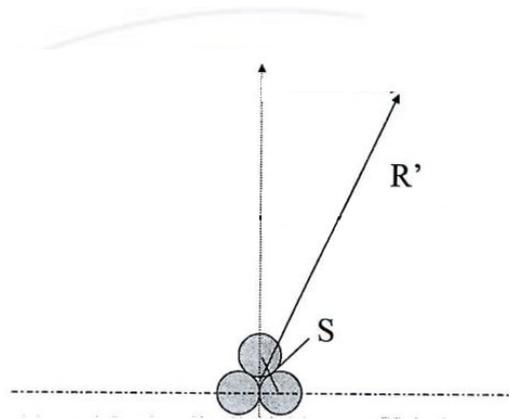


SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

4.5.5.2 Conduttori disposti a triangolo

Si considera una terna di conduttori disposti ai vertici di un triangolo equilatero con distanza tra i conduttori pari a S [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].



Rappresentazione grafica del sistema elettrico in esame valido per i conduttori disposti ai vertici di un triangolo

L'induzione magnetica B [μT] in punto distante R [m] dal baricentro dal tre conduttori, con $R \gg S$, è data dalla seguente equazione approssimata:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T]$$

Dalla suddetta equazione, si ricava la distanza R' (distanza dal centro geometrico dei conduttori che coincide con il conduttore centrale) corrispondente ad un valore di B pari a $3 \mu T$:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} [m]$$

Nel caso di linee reali con disposizione geometrica dei conduttori assimilabile alla disposizione a triangolo, come parametro S si assume la media delle distanze tra i tre conduttori.

4.5.6 Calcolo delle DPA per le Cabine di trasformazione secondo D.M. 29 maggio 2008

Nel caso di cabine elettriche di trasformazione secondaria, ai sensi del paragrafo 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina secondaria, va calcolata simulando una





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (paragrafo 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

4.6 Software di Calcolo

Nel caso di linee elettriche e non, il DM del 29.05.2008 richiama il modello di calcolo normalizzato previsto dalla CEI 106-11, che si rifà a quanto riportato dalla Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".

Tale norma considera la linea infinitamente lunga e consente di calcolare i campi elettromagnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa, come riportato nel paragrafo "Normativa Italiana CEI".

Il software di calcolo utilizzato è stato sviluppato in ambiente MATLAB, e si basa sull'algoritmo definito dalla CEI 211-4 e nel par. 3.2 "Principi di calcolo del campo magnetico": esso riceve in ingresso le caratteristiche geometriche del sistema elettrico e il valore delle corrente da utilizzare, quindi elabora le componenti verticali e orizzontali del campo magnetico prodotto dai singoli conduttori, tenendo conto dei loro sfasamenti, combina le varie componenti e fornisce come output principale il valore efficace del campo magnetico risultante.

I risultati del calcolo forniti sono in linea con quelli derivanti dall'utilizzo delle formule approssimate dettate dalla CEI 106-11.

Verranno inoltre riportati dei risultati disponibili in letteratura ottenuti mediante il software di calcolo "EMF TOOLS" sviluppato dal CESI.





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

5 Valutazione dei campi magnetici generati dai componenti dell'impianto

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, esse sono in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001.

Il tracciato e la collocazione delle infrastrutture elettriche è stato eseguito tenendo conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3 μ T.

La disposizione delle infrastrutture sarà quella indicata nelle tavole allegate al progetto.

5.1 Stalli linea in cavo AT a 150 kV nella SE "Gravina 380" e nella SSE Utenti condivisa

In questo caso la distanza tra i conduttori è pari a 2.2 m e l'altezza minima da terra è pari a 4.5 m.

I collegamenti sono realizzati in tubo rigido e/o corda di alluminio e il valore della corrente termica nominale è pari a 1.250A.

Applicando la formula approssimata riportata nella Norma CEI 106-11 relativa a conduttori posati in piano, si ottiene la distanza R' oltre la quale si ha un valore di induzione magnetica inferiore a 3 μ T:

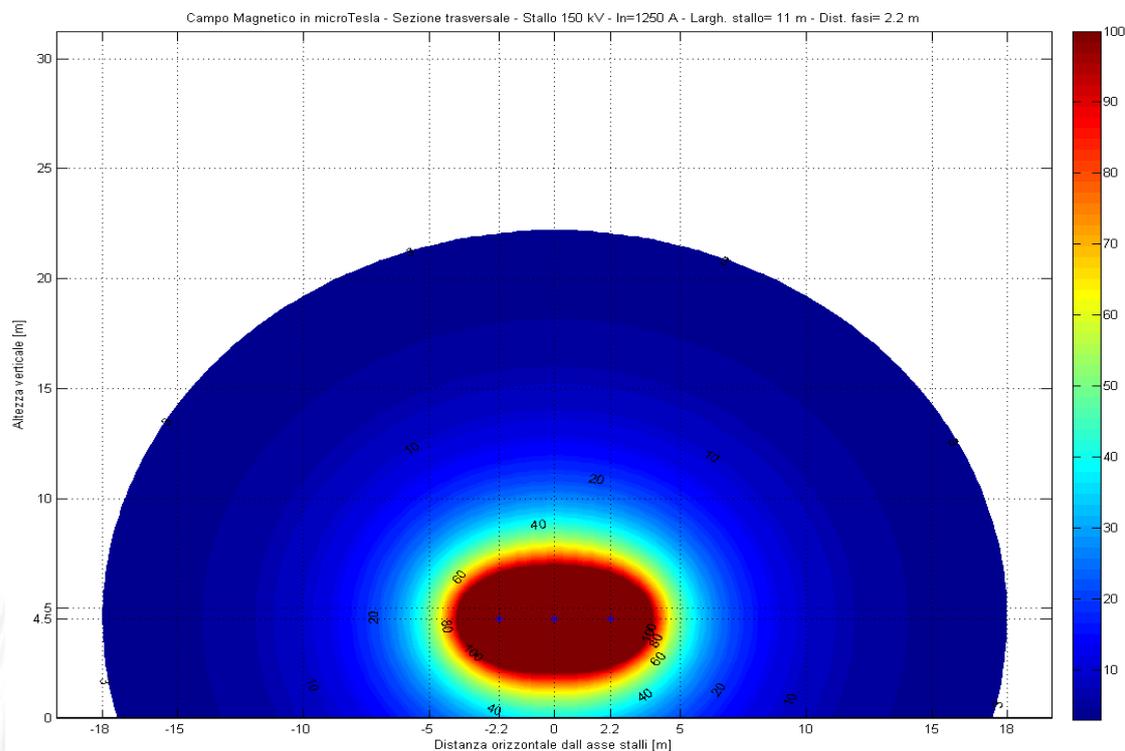
$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{2,2 \cdot 1.250} = 17,83 \text{ m}$$

I risultati del calcolo dell'induzione magnetica hanno mostrato che la massima distanza rispetto all'asse dello stallo per la quale si ottiene il valore obiettivo di qualità pari a 3 μ T, considerando la corrente termica delle sbarre pari a 1.250 A, è di 18 m, come si evince dall'esame della figura seguente.





**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



Curve di equilivello per il campo magnetico degli stallo Linea e Consegna Produttore AT a 150 kV, In= 1.250 A

In base al recente decreto del 29.05.2008, l'ampiezza della fascia di rispetto è pari quindi cautelativamente a 36 m a cavallo dell'asse dello stallo, ovvero 18 m per parte.

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

5.2 Linea in cavo interrato AT 150 kV con disposizione dei conduttori "a trifoglio"

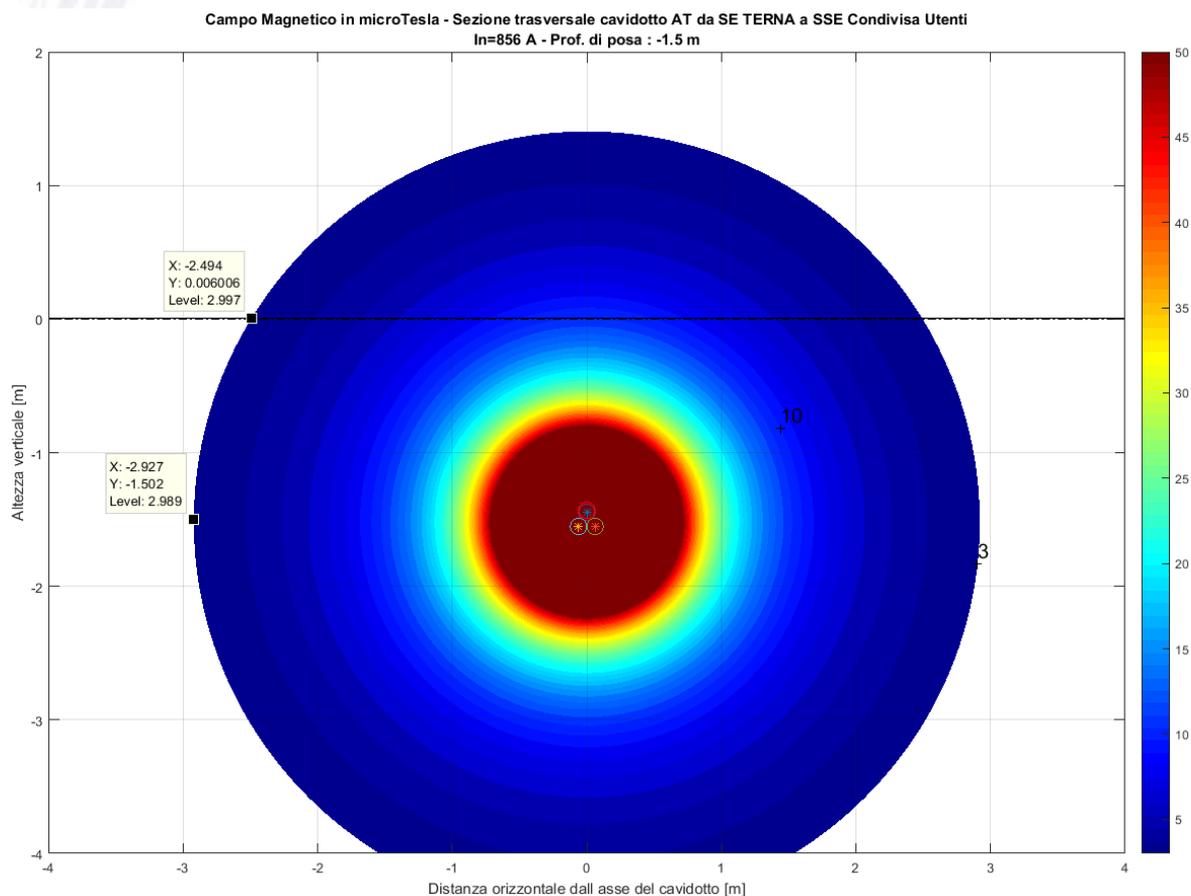
5.2.1 Premessa

In questo caso la distanza tra i conduttori è pari al diametro massimo esterno dei cavi e la profondità di posa del baricentro del fascio di cavi, posati a trifoglio, è assunta pari a -1,5m.

Il valore della corrente termica nominale è pari a 856 A, come prima dimostrato.

5.2.2 Calcolo mediante software di calcolo in MATLAB

Viene di seguito riportato il risultato di calcolo ottenuto mediante il software sviluppato in MATLAB utilizzando la formulazione di Biot-Savart. **L'obiettivo di qualità di 3 μ T si ottiene a 2,93m dall'asse del cavidotto. A livello del suolo, si ha il rispetto dei limiti imposti già a 2,5 m dall'asse del cavidotto.**



Risultati di calcolo ottenuti con software Matlab mediante il quale si è applicata la legge di Biot-Savart.

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi culturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

5.2.3 Calcolo mediante formula approssimata di cui alla CEI 106-11

Applicando la formula approssimata di cui alla CEI 106-11 si ottiene:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{0,1221 \cdot 856} = 2,93 [m]$$

Il calcolo per determinare l'induzione magnetica B a 2,93 m dall'asse del cavidotto fornisce come risultato il raggiungimento dell'obiettivo di qualità di 3μ :

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T]$$

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{0,1221 \cdot 856}{2,93^2} = 2,99 [\mu T]$$

Per calcolare la distanza a livello del terreno oltre la quale l'obiettivo di induzione magnetica è inferiore a $3 \mu T$, va calcolato il valore del cateto del triangolo rettangolo avente come ipotenusa il raggio della circonferenza pari a 2,93m e come cateto la profondità di posa di 1,5 m; si ottiene perciò:

$$D_{quota\ terreno} = \sqrt{2,93^2 - 1,5^2} = 2,52 [m]$$

Arrotondando al mezzo metro superiore, **al livello del terreno si ottiene una DPA di 3m dall'asse del cavidotto.**

5.2.4 Valore della DPA per il cavidotto AT interrato

Da quanto ottenuto mediante il software scritto in linguaggio Matlab e quanto risultante dalle indicazioni della CEI 106-11, si ottiene:

DPA a 3 m dall'asse del cavidotto a livello del terreno

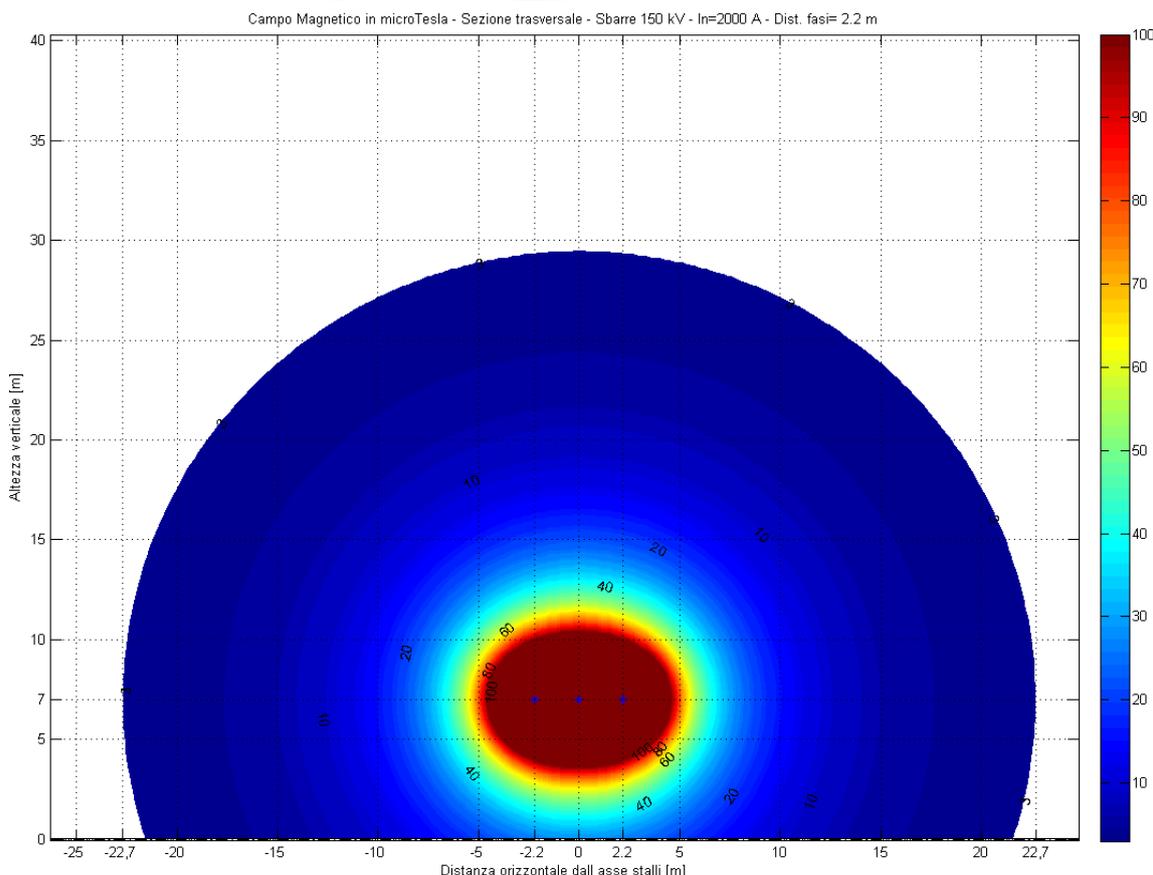




5.3 Sbarre AT condivise nella SSE Utenti

In questo caso la distanza tra i conduttori è pari a 2.2 m e l'altezza da terra è pari a 7 m.

I collegamenti sono realizzati in tubo rigido Ø 100/90 e il valore della corrente termica nominale è pari a 2.000 A.



*Curve di equilivello per il campo magnetico delle sbarre AT a 150kV della S.S.E.
Corrente nominale 2.000A*

I risultati del calcolo dell'induzione magnetica hanno mostrato che la massima distanza rispetto all'asse dello stallo per la quale si ottiene il valore obiettivo di qualità pari a 3 µT è di 22.7 m.

Applicando la formula approssimata riportata nella Norma CEI 106-11 relativa a conduttori posati in piano, si ottiene la distanza R' oltre la quale si ha un valore di induzione magnetica inferiore a 3 µT:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{2,2 \cdot 2.000} = 22,55 \text{ m}$$

<p>Progettazione civile e inserimento ambientale</p>	<p>Agronomia e studi colturali</p>	<p>Progettazione elettrica</p>
 <p>Arch. Andrea Giuffrida</p>		<p>Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida</p>
		



SMARTENERGY

SMARTENERGYIT2111
S.R.L.

In base al decreto del 29.05.2008, **l'ampiezza della fascia di rispetto è pari quindi cautelativamente a 46 m a cavallo dell'asse delle sbarre, ovvero 23 m per parte.**

5.4 Stalli linea Trasformazione AT/MT nella SSE Utenti condivisa

In questo caso la distanza tra i conduttori è pari a 2.2 m e l'altezza minima da terra è pari a 4.5 m.

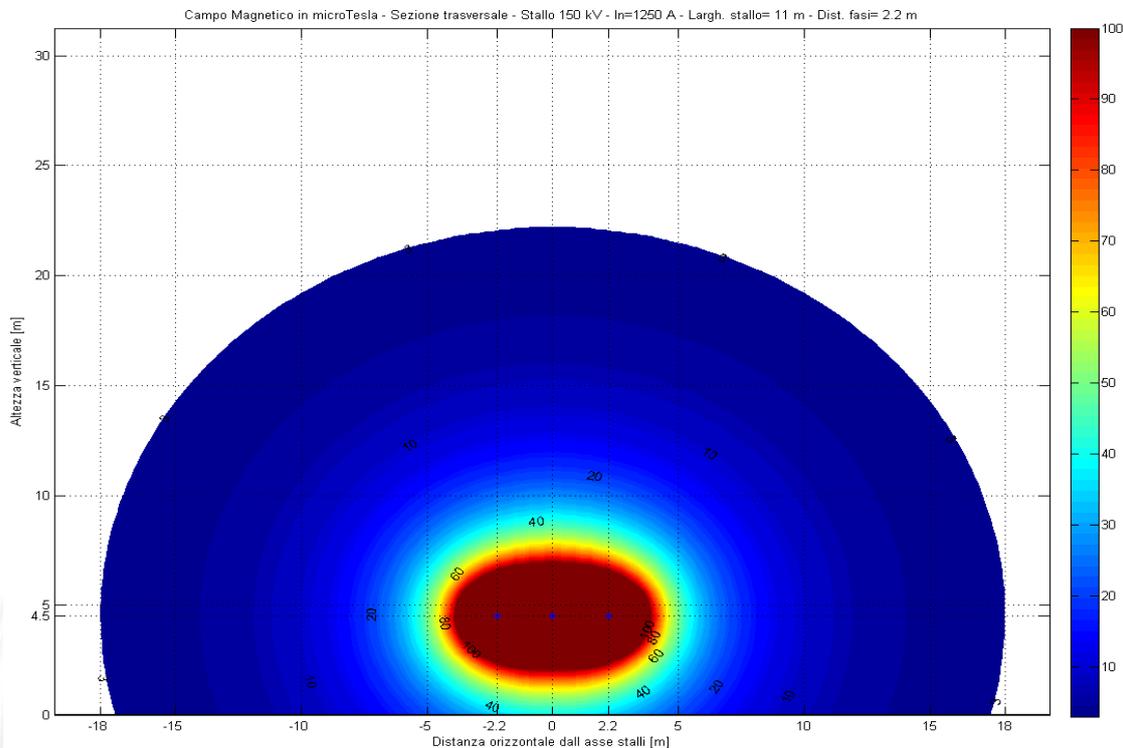
I collegamenti sono realizzati in tubo rigido e/o corda di alluminio e il valore della corrente termica nominale è pari a 1.250A.

Applicando la formula approssimata riportata nella Norma CEI 106-11 relativa a conduttori posati in piano, si ottiene la distanza R' oltre la quale si ha un valore di induzione magnetica inferiore a 3 µT:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{2,2 \cdot 1.250} = 17,83 \text{ m}$$

I risultati del calcolo dell'induzione magnetica hanno mostrato che la massima distanza rispetto all'asse dello stallo per la quale si ottiene il valore obiettivo di qualità pari a 3 µT, considerando la corrente termica delle sbarre pari a 1.250 A, è di 18 m, come si evince dall'esame della figura seguente.





Curve di equilivello per il campo magnetico degli stalli Linea e Consegna Produttore AT a 150 kV, In= 1.250 A

In base al decreto del 29.05.2008, l'ampiezza della fascia di rispetto è pari quindi cautelativamente a 36 m a cavallo dell'asse dello stallo, ovvero 18 m per parte.

5.5 Trasformatore AT/MT 150/30 kV – 40/50 MVA ONAN/ONAF

Si riporta di seguito l'induzione magnetica prodotta da un ipotetico trasformatore AT/MT in resina epossidica della potenza di 50 MVA ONAN e tensione di corto circuito 10%.

Generalmente i trasformatori in olio a parità di potenza danno luogo ad un'induzione inferiore, in quanto il modestissimo flusso magnetico disperso del trasformatore, dati gli elevati rendimenti di macchina, si richiude nel cassone.

La stima del campo magnetico attorno ad un trasformatore in resina si può effettuare mediante la seguente formulazione:

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

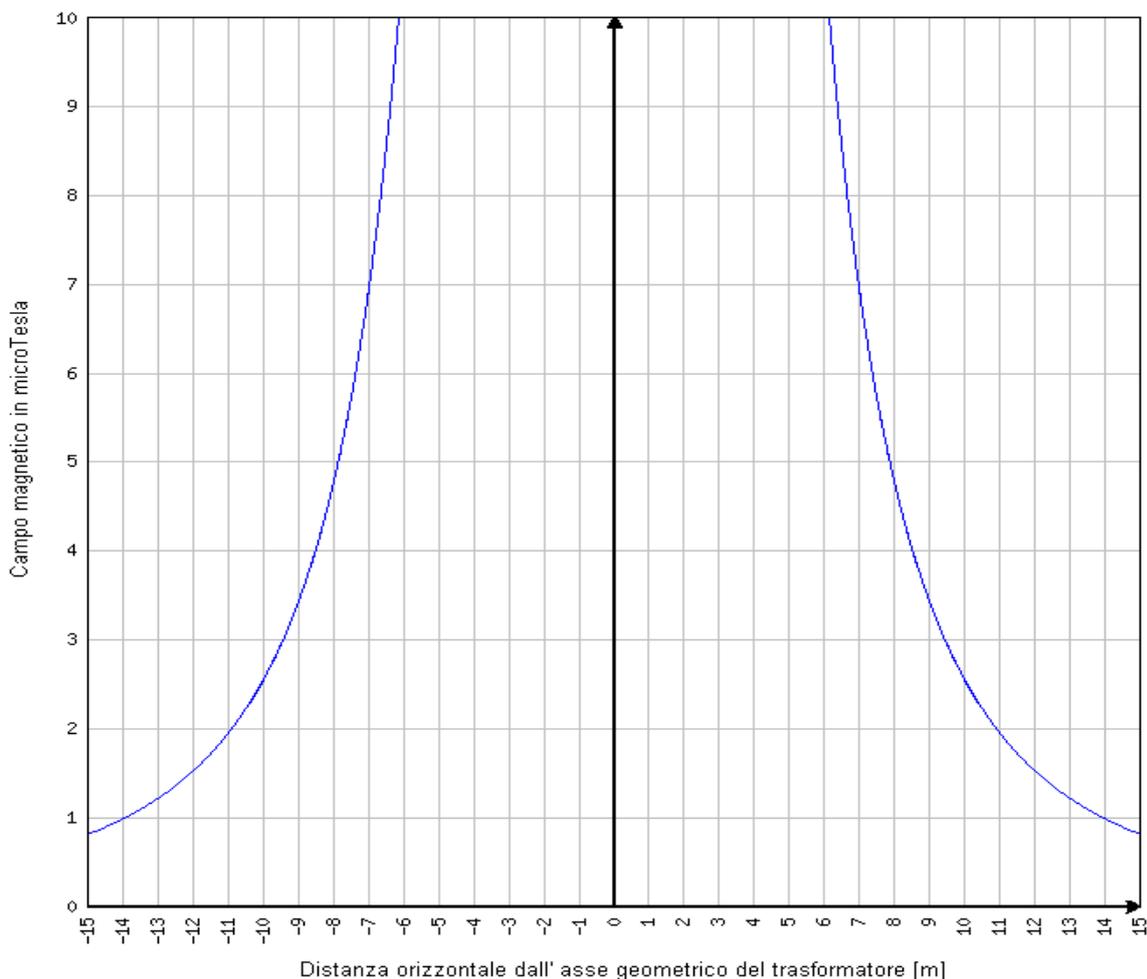
<p>Progettazione civile e inserimento ambientale</p>	<p>Agronomia e studi colturali</p>	<p>Progettazione elettrica</p>
 <p>Arch. Andrea Giuffrida</p>		<p>Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida</p>
		



$$B = \frac{0,72 \cdot V_{cc}\% \cdot \sqrt{P_N}}{d^{2,8}} [\mu T]$$

Potenza trasformatore	Distanza dal trasformatore		
	5 m	9,43 m	10 m
50 MVA	17,77 μT	3 μT	2,55 μT

che graficata in funzione della distanza:



Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

Progettazione civile e inserimento ambientale



Arch. Andrea Giuffrida



Agronomia e studi colturali

Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida

Progettazione elettrica





In via cautelativa, considerando il caso di un ipotetico trasformatore in resina in luogo del trasformatore in olio effettivamente utilizzato, si osserva che l'obiettivo di qualità pari a 3 µT si ottiene per una distanza pari a 9,43 m dall'asse geometrico del trasformatore.

In base al decreto del 29.05.2008, **l'ampiezza della fascia di rispetto è pari quindi cautelativamente a 19 m a cavallo dell'asse geometrico del trasformatore, ovvero 9,5 m dagli assi geometrici dello stesso.**

5.6 Quadro MT 30 kV "Produzione" nella SSE

All'interno del Locale Quadri e Comani della SSE sono presenti i quadri MT ai quali confluiscono le varie linee provenienti dalla Cabina di Raccolta e smistamento sita nel perimetro dell'impianto agrovoltaico; tale quadro è pertanto interessato dalla totalità dell'energia prodotta e da questo convogliata verso il trasformatore AT/MT per la successiva consegna alla RTN.

Il quadro è interessato da una corrente massima pari a 721 A, ovvero dalla corrente massima producibile sul livello MT a 30 kV.

La distanza tra le sbarre nel Quadro MT è pari a 35mm, come da scheda tecnica della cella tipica MT 36 kV prevista.

Ai fini del rispetto del valore obiettivo di qualità pari a 3 µT, la simulazione ha dato come risultato una distanza pari a 5,5m dalle sbarre di MT, ovvero una distanza pari a 5,5 metri dalle pareti esterne dell'edificio.

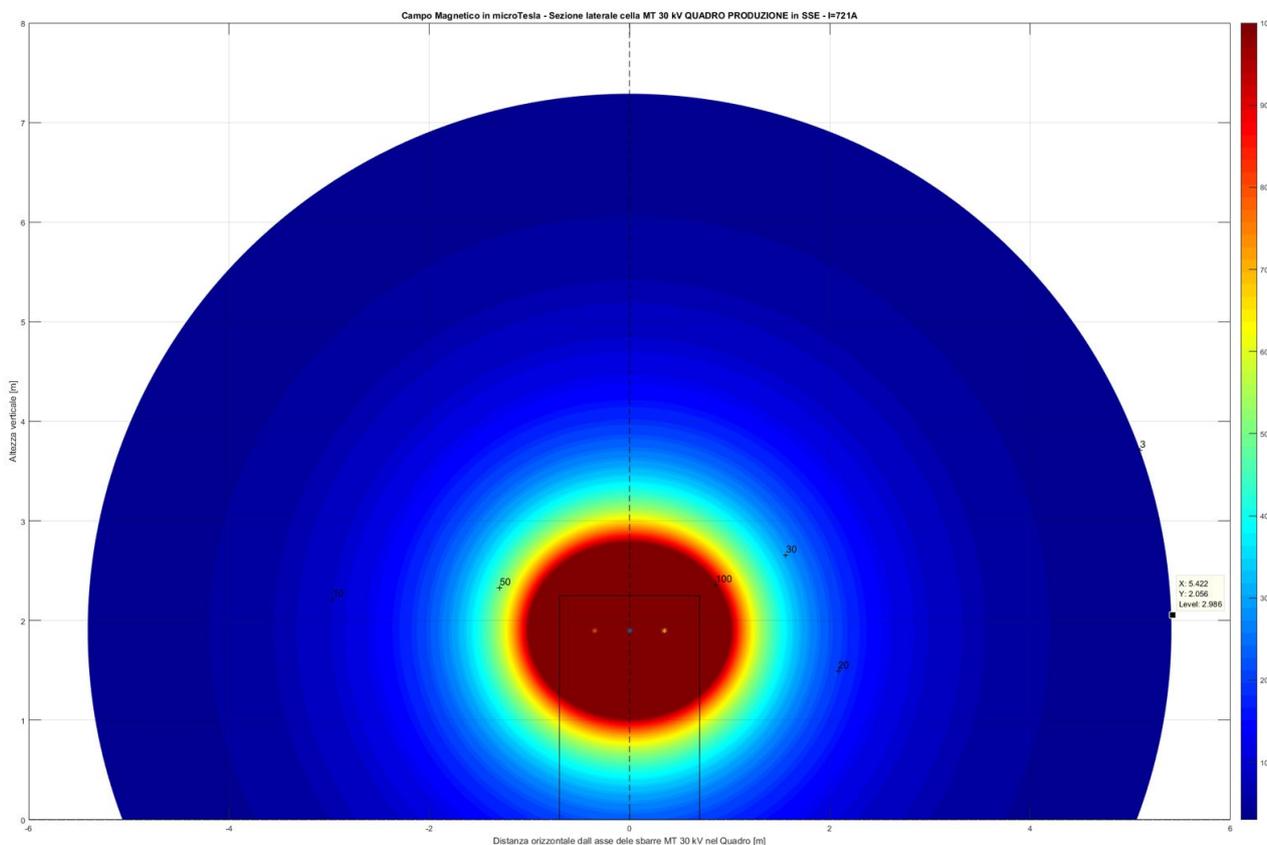
Applicando la formula approssimata riportata nella Norma CEI 106-11 relativa a conduttori posati in piano, si ottiene la distanza R' oltre la quale si ha un valore di induzione magnetica inferiore a 3 µT:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{0,35 \cdot 721} = 5,41 \text{ m}$$

Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi culturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 SOCIETÀ DI INGEGNERIA ROMA-VIA DILIGIA 35	 IMPIANTI FOTOVOLTAICI, EOLICI E TECNOLOGICI



**SMARTENERGYIT2111
S.R.L.**



In base al decreto del 29.05.2008, l'ampiezza della fascia di rispetto è pari quindi cautelativamente a 5,5 m dalle pareti esterne dell'edificio.

5.7 Linee MT a 20 kV in cavo interrato per alimentazione ausiliari

Le linee MT a 20 kV in cavo interrato, necessarie per la connessione da linea aerea MT alle nuove cabine di consegna per alimentazione ausiliari, sono costituite da terne trifase formate da cavi unipolari avvolti ad elica visibile, sistemate in apposito alloggiamento sotterraneo o direttamente interrate; per essi vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

I campi elettrici prodotti sono trascurabili grazie allo schermo dei cavi posto a terra ad entrambe le estremità e in corrispondenza di alcuni giunti, e grazie all'effetto schermante del terreno stesso.

Nome file: 2L7CDF0_ImpiantiDiUtenza_02.docx

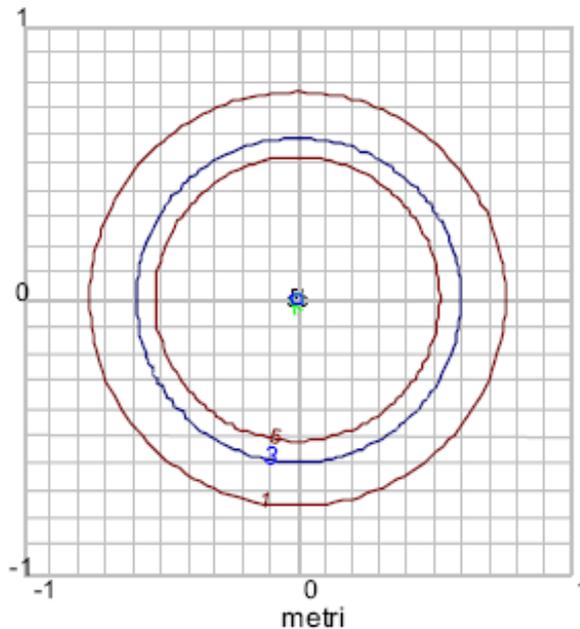
Progettazione civile e inserimento ambientale	Agronomia e studi colturali	Progettazione elettrica
 Arch. Andrea Giuffrida	 Dott. Agr. Gianfranco Giuffrida	



Per quanto riguarda la generazione di campi magnetici, si trova che la disposizione a trifoglio dei cavi unipolari consente di avere campi magnetici assai ridotti, grazie alla possibilità di avvicinare i cavi. Infatti i campi magnetici, interagendo tra loro, si attenuano a vicenda. Si ricorda che il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza esistente tra gli assi dei conduttori delle tre fasi. Per assurdo, infatti, se i tre conduttori coincidessero nello spazio, il campo magnetico esterno risulterebbe nullo per qualsiasi valore della corrente circolante nei conduttori.

I cavi MT avranno una sezione pari a massimi 185 mm², posati nel terreno ad una profondità minima di 1 m, disposti a trifoglio spiralato in modo da garantire la trasposizione delle fasi ed annullare gli effetti delle mutue induttanze.

Come illustrato nella norma CEI 106-11, la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3 µT, anche nelle condizioni limite di conduttori di sezione maggiore e relativa "portata nominale", venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.



*Curve di equilivello per il campo magnetico di una linea MT sotterranea 3x(1x 185) interrata in cavo elicordato
(dalla Norma CEI 106-11)*

La stessa CEI 106-11 riporta, al paragrafo 7.1.1, la seguente dicitura: **“Le linee in cavo sotterraneo sia di media che di bassa tensione sono posate ad una profondità di circa 80 cm per cui già a**

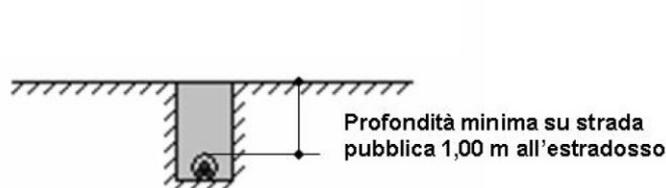




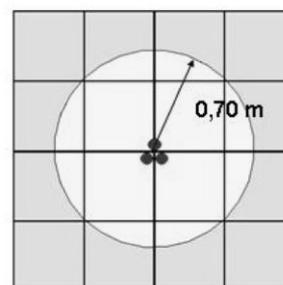
livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 µT. Ciò significa che per questa tipologia di impianti non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque”.

Ancora la CEI 106-11, al paragrafo 7.1.3, riporta: **“Alla luce di quanto evidenziato e tenendo conto che le considerazioni ed i calcoli sono stati condotti per le correnti ai limiti di portata nominale dei conduttori di sezione maggiore per le diverse tipologie di impianto, per tutti i cavi cordati di media e di bassa tensione, le normali distanze di rispetto prescritte dalla normativa tecnica in vigore (DM 16.01.1991) garantiscono anche il conseguimento dell'obiettivo di qualità prescritto dal DPCM 8.7.2003.”**

Inoltre si cita quanto riportato al documento ENEL “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”, il quale illustra i risultati di calcolo effettuati tramite il software “EMF TOOLS”.



Fascia di rispetto (B > 3 microT)
Non rappresentabile in quanto di dimensione molto ridotta



Fascia di rispetto (B > 3 microT) per cavo interrato MT ad elica visibile (passo d'elica 3 m) – sez. 185 mm² – In 324 A

Fascia di rispetto per un cavo MT 3x1x185 mm² ad elica visibile

Risulta evidente che la fascia di rispetto, pari a circa 70 cm, è inferiore alla minima profondità di posa del cavo pari a 1 m; ne consegue, pertanto, **che i campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti a media tensione interrati sono inferiori ai limiti fissati dalle leggi vigenti già a livello del terreno in corrispondenza del caavidotto.**

Si fa notare in proposito che anche il recente decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, in quanto le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze





previste dal Decreto Interministeriale n.449/88 e al decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991; pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nelle norme richiamate.

5.8 Cabina di consegna MT alimentazione ausiliari 20 kV

Per Cabine Secondarie di sola consegna MT la Dpa da considerare è quella della linea MT entrante/uscente. Noto che la consegna avviene in cavo elicordato, per il quale la DPA è pari a 70 cm, per la Cabina di Consegna **si assume cautelativamente una DPA pari a 1 m dalle pareti esterne.**

Tale valore viene confermato se si considera la corrente nominale massima assorbita lato MT dal trasformatore MT/BT da 630 kVA, pari a circa 18 A. Nel caso in esame, essendo previsti trasformatori aventi potenza massima pari a 400 kVA, le correnti in gioco e quindi l'effettiva DPA sarà inferiore al valore di seguito determinato.

Considerando che tale corrente fluisce nel sistema di sbarre dei quadri MT, disposte a una distanza di 30 cm, utilizzando la formulazione semplificata della CEI 106-11 si ottiene:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{0,3 \cdot 18} = 0,79 \text{ m}$$

Per la Cabina di Consegna MT, quindi, **si assume cautelativamente una DPA pari a 1 m dalle pareti esterne della stessa.**

5.9 Cabine di trasformazione MT/BT 20/0,4 kV alimentazione ausiliari

All'interno degli edifici "Comandi e ausiliari" della SSE verranno installate le protezioni generali di Media Tensione secondo CEI 0-16 e gli interruttori di protezione delle linee MT che alimentano i trasformatori MT/BT con potenza unitaria pari a massimi 400 kVA, uno di riserva all'altro, installati per l'alimentazione degli ausiliari di stazione.





Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

1. Cabine Primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.
2. Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 4 m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) espressa in m (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

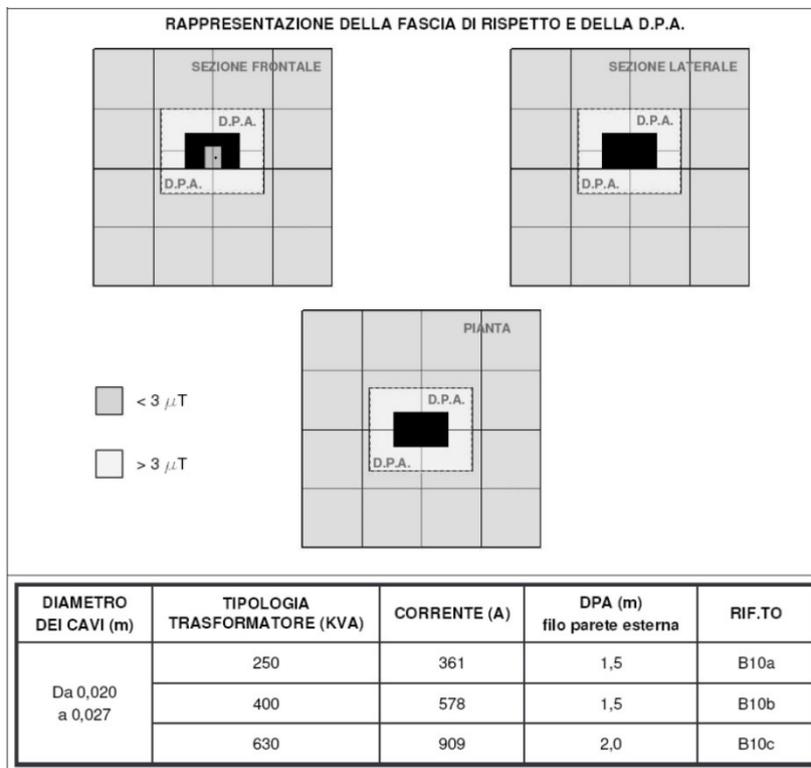
Nel caso in esame, con trasformatori aventi potenza nominale pari a $S_n = 400$ kVA e con tensione nominale secondaria $V_n = 400$ V, vale quanto segue:

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_n} = \frac{400}{\sqrt{3} * 400} = 578A$$

La linea trifase in uscita dal trasformatore BT viene realizzata mediante n.2 cavi per fase tipo FG16R16 con diametro del conduttore pari a 185 mm², aventi portata complessiva pari a 660A e diametro esterno massimo x pari a 25 mm. Pertanto si ottiene:

$$Dpa = 0,40942 * (25 * 10^{-3})^{0,5241} * \sqrt{578} \cong 1,43m$$





*Dpa per le Cabine MT/BT con trasformatore di potenza 400 kVA
è pari a 1,5m dalle pareti esterne della Cabina stessa*

Per i locali di trasformazione MT/BT, quindi, **si assume una DPA pari a 1,5 m dalle pareti esterne degli stessi.**

In tal caso, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto, la DPA vale 1,5 m dalle pareti esterne dalle Cabine.





6 Conclusioni

E' stata determinata la fascia di rispetto per i singoli componenti dell'impianto, così come richiesto dal DM del MATTM del 29.05.2008,

All'interno delle aree di prima approssimazione (DPA) precedentemente calcolate, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza superiore alle 4 ore.

Poiché all'interno delle fasce di rispetto sopra definite non esistono recettori sensibili, cioè luoghi nei quali è prevista la presenza di persone al di sopra delle 4 ore, si può concludere che non sussistono pericoli per la salute umana.

In base alle considerazioni dei paragrafi precedenti, le opere elettriche di progetto, grazie anche alle soluzioni costruttive scelte ed alla scelta di ubicazione delle stesse, rispetteranno i limiti posti dalla L. 36/2001 e dal DPCM 8 luglio 2003.

