

Comune
di
San Severo



Regione
Puglia



Provincia
di
Foggia



Proponente:



Sede Legale:
San Severo (FG) via F. Turati n.32

P.IVA 04300750710

Tel./Fax: 0882.603948

pec: progenenergy-solar-plant3@pecaruba.it



Titolo del Progetto:

PROGETTO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA NOMINALE DI 13,019 MWp DENOMINATO "CLEMENTE" INTEGRATO CON PIANTE DI MELOGRANO

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Cod. Pratica:

3SYBM15

Cod. interno:

DOC.19

Elaborato:

VALUTAZIONE IMPATTO ELETTRICITÀ ELETTRICITÀ

SCALA:

n.d.

FOGLIO:

1 di 28

FORMATO:

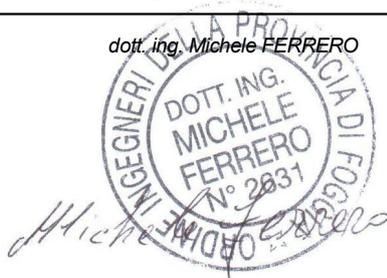
A4

Nome File:

3SYBM15_ValutazioneImpattoElettromagnetico

Progettista:

dott. ing. Michele FERRERO



Rev.	Data	Descrizione Modifiche	Redatto	Controllato	Approvato
01	Nov. 2021	Istanza di Autorizzazione Unica alla Regione Puglia	M. Ferrero	M. Ferrero	S. Lioce
00	Nov. 2021	Istanza V.I.A. al Ministero della Transizione Ecologica	M. Ferrero	M. Ferrero	S. Lioce

1.1	Premesse.....	2
1.2	Richiami normativi.....	3
1.3	Normative di riferimento.....	6
1.4	Dati identificativi della Società proponente e localizzazione dell'intervento.....	8
1.5	Tipologia cavi in MT per il collegamento “Sottostazione condivisa” alla cabina utente dell'impianto fotovoltaico.....	12
1.5.1	Tipologia posa cavi MT collegamento “Sottostazione condivisa” alla cabina utente dell'impianto Fotovoltaico.....	13
1.5.2	Valori di induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica MT	14
1.5.3	Sottostazione condivisa MT /AT.....	15
1.5.4	Elettrodotto interrato in corrente alternata in alta Tensione.....	19
1.6	Conclusioni	27



1.1 Premesse

La presente relazione tecnica si riferisce al progetto definitivo dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di **13,0186 MW** che la società **PROGENERGY SOLAR PLANT 3 s.r.l.** intende installare su terreno agricolo in agro del Comune di San Severo in provincia di Foggia.

La proposta progettuale è stata sviluppata in modo da ottimizzare al massimo il rapporto tra le opere di progetto e il territorio, limitare al minimo gli impatti ambientali e paesaggistici e garantire la sostenibilità ambientale dell'intervento.

Difatti l'impianto fotovoltaico, denominato "**CLEMENTE**", sarà realizzato in regime **agrovoltaiico** ovvero sarà integrato con un impianto a coltivazione di **piante di melograno** posizionate tra le file delle strutture fotovoltaiche.



1.2 Richiami normativi

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 (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12/07/99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) 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 un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

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;
- 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;
- 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, emanata nel 2001, comporta la prescrizione e l'osservanza in Italia di misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali ed adottate da tutti i paesi dell'Unione Europea, che hanno accettato il parere del Consiglio di quest'ultima; infatti, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/99 sollecitavano gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP.



In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato emanato il D.P.C.M. 08/07/2003

“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 (50 Hz) generati dagli elettrodotti” che ha fissato :

- il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, 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;
- il valore di 3 μT , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di ambienti abitativi, in ambienti scolastici, in aree di gioco per l'infanzia, luoghi adibiti a permanenza non inferiore alle quattro ore giornaliere.

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.

E' opportuno 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. 08/07/2003, al quale soltanto puo farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n.307 del 07/10/2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non e consentito alla legislazione regionale derogarli, neanche in melius. Successivamente, in esecuzione della Legge 36/2001 e del suddetto il D.P.C.M. 08/07/2003, e stato emanato il D.M. ATTM del 29/05/2008, che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della “distanza di prima approssimazione (DPA)” e delle connesse “aree o corridoi di prima approssimazione”.

In particolare si ricorda che con esso sono state date le seguenti definizioni :

- portata in corrente in servizio normale: e la corrente che puo essere sopportata da un



conduttore per il 100%' del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell' invecchiamento

- portata di corrente in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05);
- fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo; dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Inoltre è stato definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:
 - per linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
 - per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo e la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

Nota:

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle **linee elettriche aeree ed interrate**, esistenti ed in progetto **ad esclusione di:**

- *linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);*
- *linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);*
- *linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);*
- *linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica, in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.*



1.3 Normative di riferimento

- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE)
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 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 (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- DMAATM 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 28 giugno 1986 n° 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";



Norme CEI

- CEI 11-17 terza edizione “Linee in Cavo”
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 20-21, " Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente " terza edizione, 2007-10
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- 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”, prima edizione, 2006:02



1.4 Dati identificativi della Società proponente e localizzazione dell'intervento

Nella tabella 1.4 che segue si riportano i dati identificativi della società proponente dell'iniziativa progettuale:

<i>Denominazione</i>	PROGENERGY SOLAR PLANT 3 S.R.L.
<i>Partita IVA e Codice Fiscale</i>	04300750710
<i>Sede Legale</i>	Via Filippo Turati n.32 – 71016 San Severo (FG)
<i>Rappresentante Legale</i>	Ing. Saverio LIOCE

Tabella 1.4 – Dati identificativi Società Proponente.



Il progetto di cui trattasi, come già anticipato in precedenza, è ubicato nel territorio del comune di San Severo (FG) e precisamente alla C.da “Ratino” su terreno agricolo identificato catastalmente nel N.C.T. del Comune al foglio 109 p.lle 12-13-14-19-31-42-196-199-200-201-202-203-204-228-230-241-338-339-511-513.

Nella tabella 1.4.1 che segue sono indicate le particelle oggetto di intervento con la loro estensione e i dati del proprietario, mentre nelle tabelle 1.4.2 e 1.4.3 sono individuate l’inquadramento catastale dell'impianto e l’inquadramento su ortofoto del progetto:

Comune	Foglio	Particella	Estensione	Ditta Catastale
San Severo	109	12	63.57	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	203	1.22.00	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J CLEMENTE Ettore Antonio nato a SAN SEVERO il 03/04/1942 – Codice Fiscale: CLMTRN42D03I158B
San Severo	109	241	1.31.42	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J CLEMENTE Ettore Antonio nato a SAN SEVERO il 03/04/1942 – Codice Fiscale: CLMTRN42D03I158B
San Severo	109	230	2.46.90	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J CLEMENTE Ettore Antonio nato a SAN SEVERO il 03/04/1942 – Codice Fiscale: CLMTRN42D03I158B
San Severo	109	199	2.01.46	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J CLEMENTE Ettore Antonio nato a SAN SEVERO il 03/04/1942 – Codice Fiscale: CLMTRN42D03I158B
San Severo	109	204	56.30	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J CLEMENTE Ettore Antonio nato a SAN SEVERO il 03/04/1942 – Codice Fiscale: CLMTRN42D03I158B
San Severo	109	19	3.02.50	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J CLEMENTE Ettore Antonio nato a SAN SEVERO il 03/04/1942 – Codice Fiscale: CLMTRN42D03I158B
San Severo	109	200	5.22.91	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J CLEMENTE Ettore Antonio nato a SAN SEVERO il 03/04/1942 – Codice Fiscale: CLMTRN42D03I158B
San Severo	109	339	1.85.16	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	42	65.70	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	31	65.70	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J



San Severo	109	13	62.43	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	228	61.03	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	14	2.20.40	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	338	65.50	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	513	1.09.20	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	196	07.00	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	201	01.74	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	202	04.11	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J
San Severo	109	511	1.75.83	CLEMENTE Luigi nato a SAN SEVERO il 19/08/1944 – Codice Fiscale: CLMLGU44M19I158J

Tabella. 1.4.1 Dati censuari delle particelle catastali interessate dall'impianto.



Tabella 1.4.2 Inquadramento catastale dell'impianto

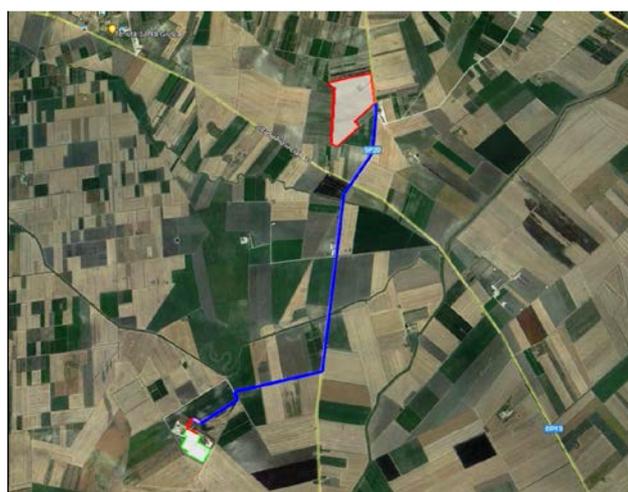


Tabella 1.4.3 Inquadramento su Ortofoto del progetto.



Dei circa 26,7 ha contrattualizzati con i proprietari di cui sopra le aree occupate dall'impianto sviluppano una superficie complessiva di quasi 23,77 ha; il terreno, coltivato prevalentemente a cereali, presenta struttura orografica regolare e pianeggiante.

L'area destinata ad ospitare le opere di progetto, costituita da una macro area suddivisa in sei sottocampi fotovoltaici, è delimitata a est dalla strada provinciale SP20, a sud da terreni coltivati a vigneto, mentre ad ovest ci sono altri terreni agricoli coltivati ad uliveto.

All'interno dell'area parco saranno garantiti spazi di manovra e previste strade perimetrali adeguate, per facilitare il transito dei mezzi atti alla futura manutenzione.

La nuova viabilità di servizio, interna alle zone di impianto, data la consistenza del terreno, verrà realizzata con materiale arido stabilizzato senza fondazione, in tal modo risulterà pienamente permeabile. Ai lati saranno realizzate canalette per il corretto deflusso delle acque meteoriche.

Si segnala infine che i terreni dove verranno posizionate le strutture fotovoltaiche è attraversato in maniera marginale trasversale da una linea elettrica aerea di alta tensione (380kV) con i relativi tralicci di sostegno; trattasi dell'elettrodotto di connessione alla stazione elettrica Terna "San Severo" della centrale a ciclo combinato "EnPlus", situata a circa 900 m a nord dall'area parco.

Nelle immagini alla precedente pagina è riportato l'inquadramento delle aree di progetto con evidenza del tracciato di connessione costituito da cavidotto interrato MT 30kV (tratto in blu) e cavidotto interrato AT 150 kV (tratto in rosso).



1.5 Tipologia cavi in MT per il collegamento “Sottostazione condivisa” alla cabina utente dell’impianto fotovoltaico

I cavi oggetto saranno utilizzati per la distribuzione di energia in MT con le seguenti caratteristiche elettriche e tipo di posa.

- Tensione nominale: 30kV
- Frequenza nominale: 50Hz
- Tensione di isolamento: 36kV
- In tubo interrato

Cavi cordato a Elica Tipo ARE4H1RX – 18/30 kV

Formazione: 2x(3x1x300)

Portata di Corrente interrato a 20°C: 469 A
Rt=1m°C/W



- Tensione di isolamento U0/U: 18/30 kV;
- Sezioni: 300 mm²;
- Temperatura massima di esercizio: 90° C;
- Temperatura minima di posa: 0° C;
- Max temperatura di Corto-Circuito: 250° C;
- Umax: 36 kV;

Caratteristiche Particolari:

Cavi di Media Tensione non propagante la fiamma

Condizioni di impiego:

installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

Norme di riferimento:

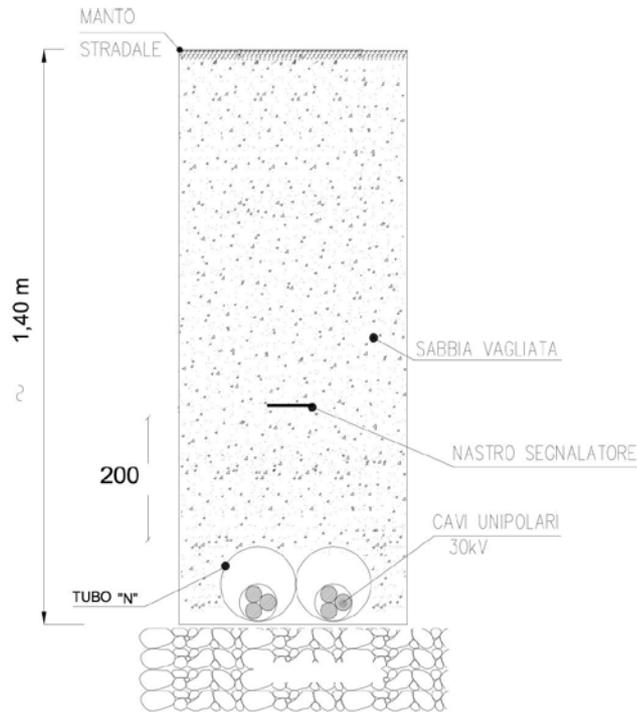
- Costruzioni e requisiti: IEC 60502-2;
- Propagazione Fiamma: CEI 20-35;

Portata relativa al valore massimo teorico

$$I_n = P_n / (\sqrt{3} * U_n) = 13.018.600 / (\sqrt{3} * 30.000) = \sim 251 \text{ A};$$



1.5.1 Tipologia posa cavi MT collegamento “Sottostazione condivisa” alla cabina utente dell’impianto Fotovoltaico



Sezione di scavo tipologico per posa interrata Indiretta

TUBO	MARCATURE	GRANDEZZA	IMPIEGO
"N"	-MATERIALE IMPIEGATO -SIGLA O MARCHIO DEL COSTRUTTORE -ANNO DI FABBRICAZIONE -GRADO DI RESISTENZA ALL'URTO: "N"	200	CAVI MT

NOTA:
 IL DIAMETRO INTERNO DEI TUBI NON DOVRA' ESSERE INFERIORE
 A 1,4 VOLTE IL DIAMETRO DEL CAVO



1.5.2 Valori di induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica MT

In figura 1.5.2 vengono riportate le distanze minime oltre il quale i valori di induzione magnetica risultano essere inferiori ai 3 μT (cavo interrato MT; $I_n = 324 \text{ A}$).

Dalla figura si evince che oltre i 0,7 m i valori di induzione risultano inferiori ai 3 μT per valori di corrente nominale sino a 324; (il tutto come da riferimento alla Linea Guida per applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche".

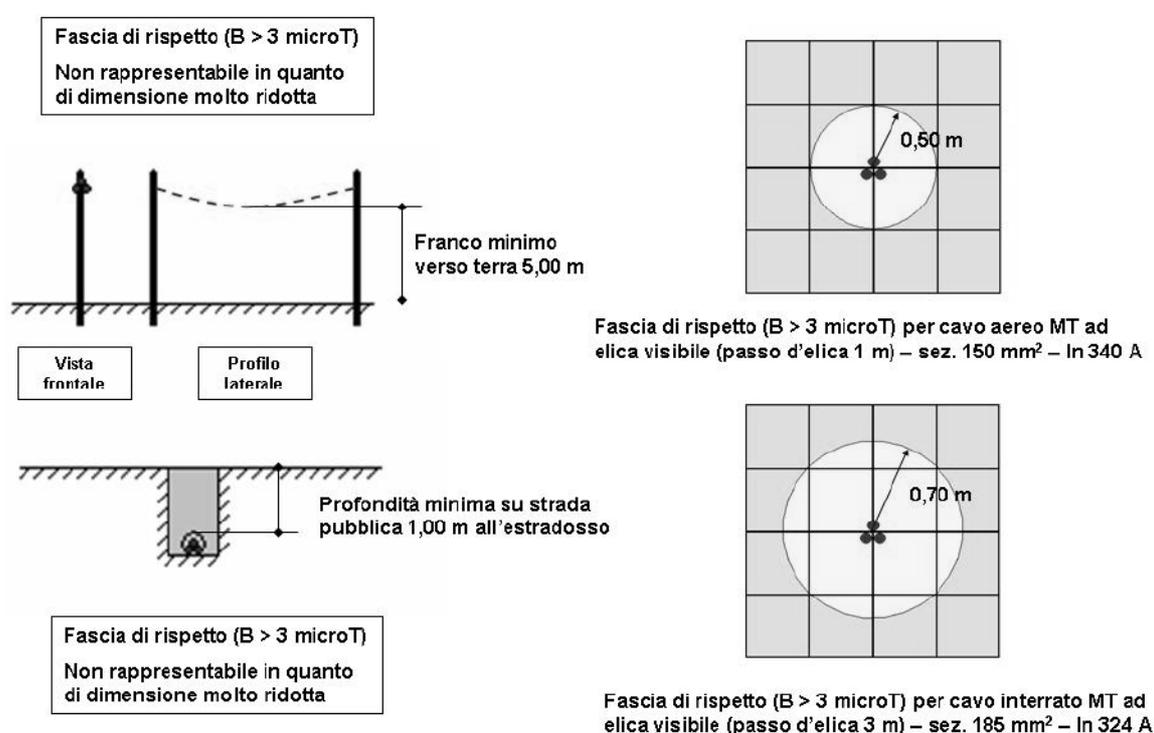


Figura 1.5.2

Valore di induzione per tipologico di cavo interrato MT con valori massimi di I_n pari a 324 A



1.5.3 Sottostazione condivisa MT /AT

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 30 kV, che prevede:

Due sistemi di sbarre, ciascuno avente:

- Montanti arrivo linea da impianto fotovoltaico
- Montante partenza Trasformatore
- Montante alimentazione trasformatore ausiliari
- Montante banco rifasamento capacitivo/induttivo (eventuali)

La stazione potrà essere controllata da un sistema centralizzato di controllo dalla sala quadri e da un sistema di telecontrollo. I sistemi di controllo di protezione e di misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro.

L'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo provvederanno al controllo e all'automazione della stazione e alla registrazione cronologica degli eventi.

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 KV e secondaria 30 kV, è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore. Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione. Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria). Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico.



La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 99-3. In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato C della Norma CEI 99-3;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui all'allegato B della Norma CEI 99-3.

Il dispersore sarà realizzato con corda di rame nuda con sezione determinata dalla formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

A= sezione minima del conduttore di terra (mm²)

I= corrente del conduttore (A)

t= durata della corrente di guasto (s)

$$K = 226 \frac{A \cdot \sqrt{s}}{mm^2} \text{ (rame)}$$

$\beta = 234,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Theta_i = \text{Temperatura iniziale in } ^\circ\text{C (20)}$

$\Theta_f = \text{Temperatura finale in } ^\circ\text{C (300)}$

Assumendo un tempo $t = 0.5 \text{ s}$ si ottengono :

$I_g \text{ (kA)} = 40$

$S \text{ (mm}^2\text{)} = 145 \text{ (da calcolo)}$

$S \text{ (mm}^2\text{)} = 150 \text{ (di progetto)}$



Nella Stazione di trasformazione la sola apparecchiatura che rappresenta una sorgente di rumore permanente è il trasformatore AT/MT, per il quali si può considerare un livello di pressione sonora $L_p(A)$ a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 m in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri in funzionamento ONAF: esso però non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione. Inoltre, gli interruttori, durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti), possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (99-2 e 99-3) e specifiche.

Le caratteristiche principali sono:

- tensione massima: 170 kV,
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV,
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

Interruttori tripolari in SF6:

- corrente nominale: 2000 A,
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- corrente nominale: 2000 A (con lame di terra),
- corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.

Trasformatori di corrente:

- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: $150000/\sqrt{3}/100/\sqrt{3}$,

Le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.



Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Trasformatore trifase in olio minerale

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150/30 kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di corto circuito 13,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAN/ONAF) 35/40 MVA
- Peso del trasformatore completo 100 t



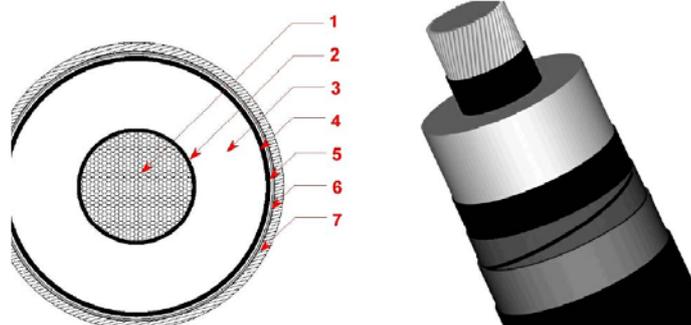
1.5.4 Elettrodotto interrato in corrente alternata in alta Tensione

Dalla Stazione di trasformazione 30/150 alla Stazione Elettrica Terna (SE) RTN esistente verrà realizzato un elettrodotto interrato a 150 kV per una lunghezza di circa 6,7 km sviluppata per la maggior parte nel comune di Ascoli Satriano e per la restante parte nel comune di Deliceto.

Caratteristiche elettriche principali del collegamento:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Potenza nominale (stimata)	159 MVA
Intensità di corrente nominale stimata	600 A
Intensità di corrente massima stimata	1000 A
Tensione di isolamento	170 kV

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mm² tamponato(1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in politetereicolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata(6), rivestimento in politene con grafitatura esterna (7).



I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

I dettagli e le tipologie dei cavi sono riportati negli elaborati di progetto di riferimento

DATI TECNICI DEL CAVO

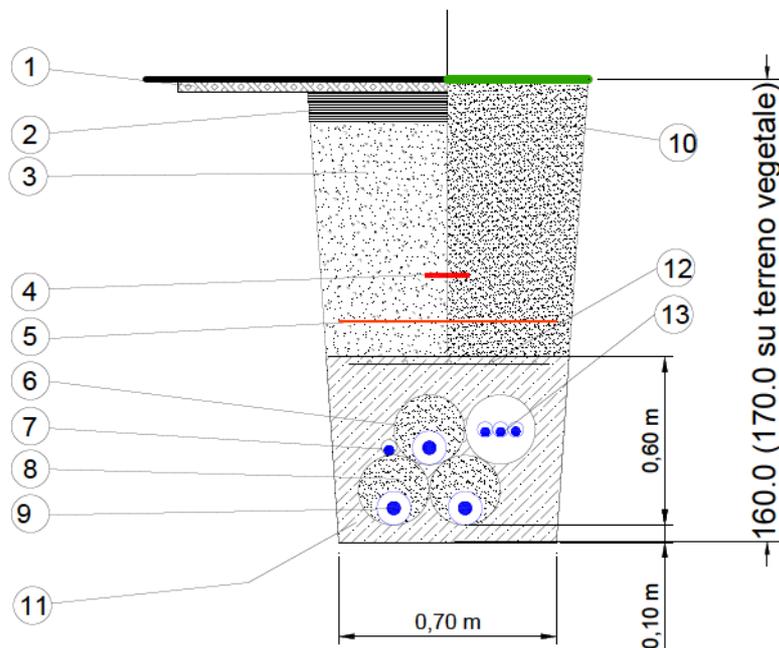
Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1600 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	170 kV

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"cross bonding" o "single point-bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio o in Piano
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitorare in PVC – profondità	1,00 m circa



SEZIONE TIPO IN TRINCEA CON POSA CAVI IN TUBERIA PER SEMPLICE TERNA A TRIFOGLIO



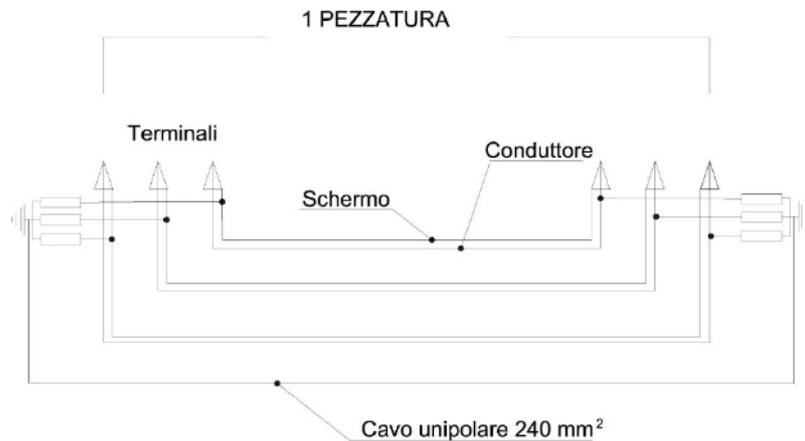
- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 - Tappetino di usura * | 7 - Eventuale tubo PEHD - Ø 50 con cavo di terra |
| 2 - Binder di sottofondo * | 8 - Riempimento di Bentonite |
| 3 - Sottofondo in stabilizzato * | 9 - Cavi XLPE a 150 kV |
| 4 - Nastro di segnalazione in PVC | 10 - Terreno vegetale |
| 5 - Rete in PVC | 11 - Bauletto in calcestruzzo Rbk 200 kg/cm ^q |
| 6 - Tubo PEHD Ø 250 PN10 | 12 - Rete elettrosaldata |
| | 13 - Tritubo PEHD - Ø 50 per Cavi di Servizio (Coax, Telefonico). |

* = come prescritto da Amministrazione
 proprietaria della strada

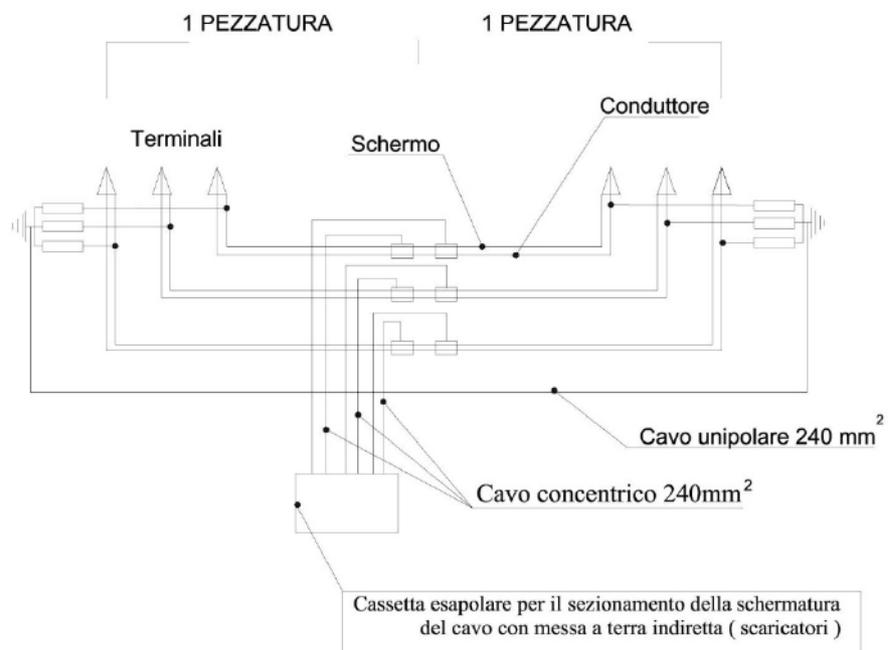


SCHEMA DI CONNESSIONE DELLE GUAINE METALLICHE

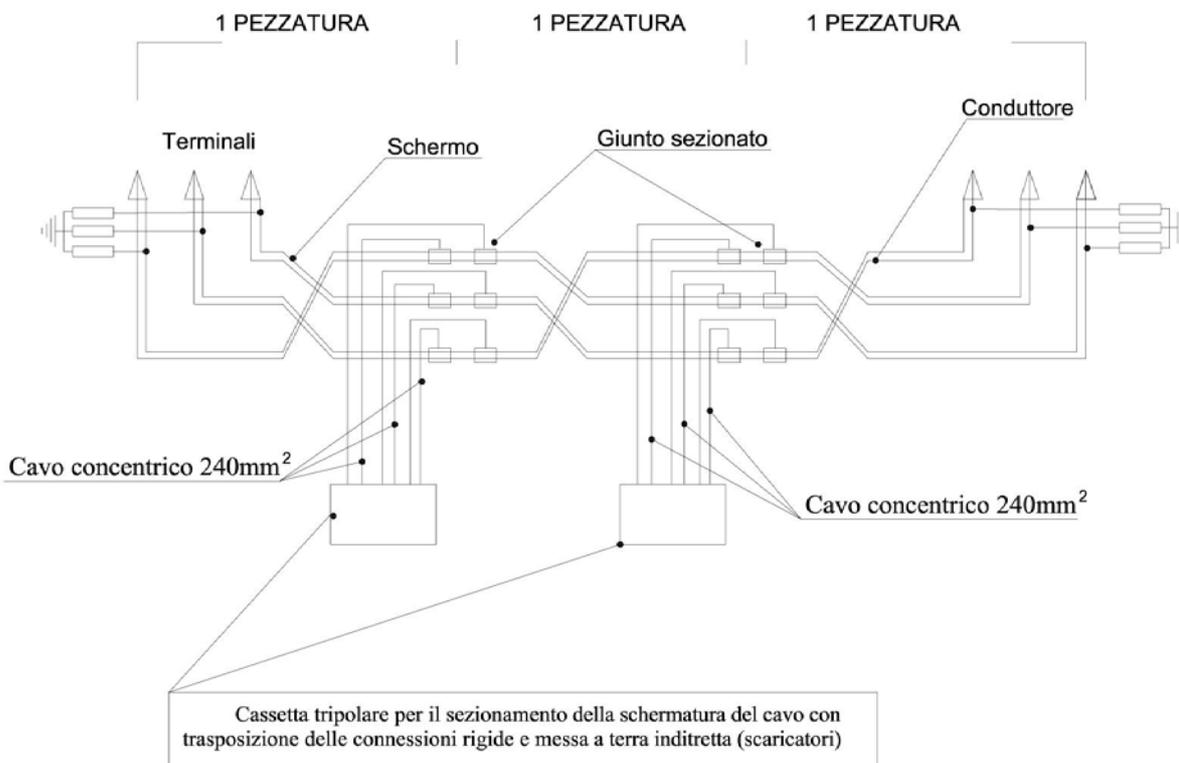
SINGLE POINT BONDING



SINGLE MID. POINT BONDING



CROSS-BONDING



l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori).

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sia inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.



Al termine delle fasi di posa e di reinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera. Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella ri-profilatura dell'area interessata dai lavori e nella ri-configurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti. La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso. Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente nelle zone con vegetazione naturale.

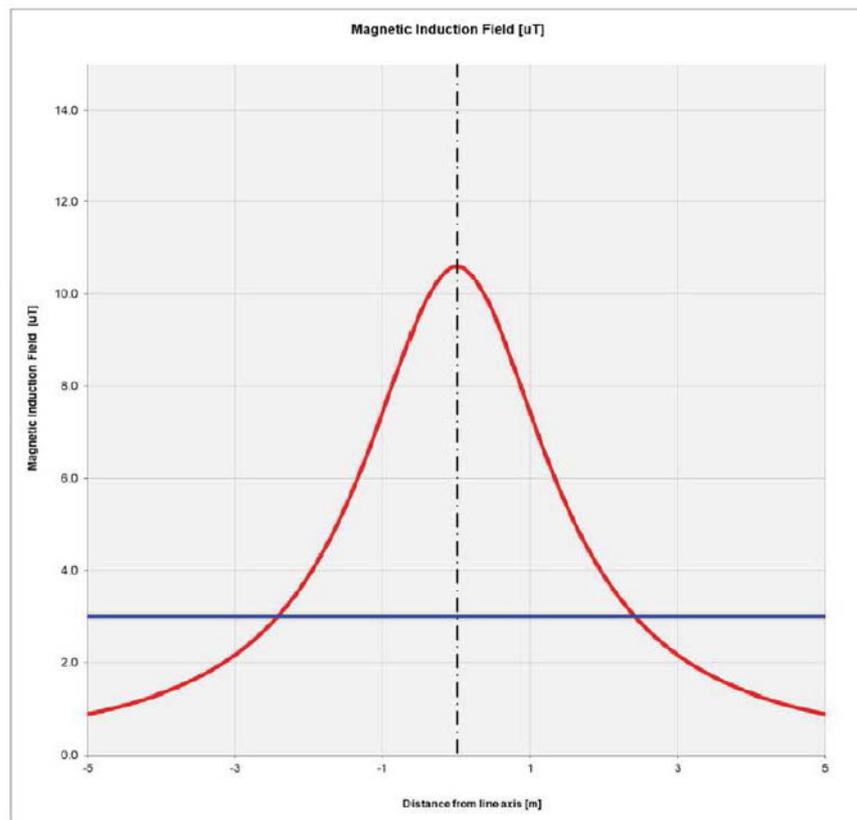
Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.



Di seguito viene riportato il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'etrodotto con posa dei cavi a trifoglio, profondità 1,6 m ed un valore di corrente pari a 1000 A.



Il limite dei $3\mu\text{T}$ si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea inferiore ai 3 m

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

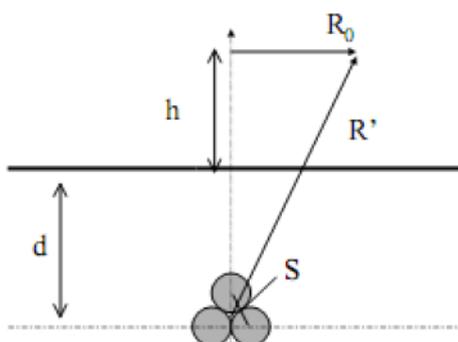


Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0,268 \sqrt{S * I} \quad (\text{m})$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$$S = 0.11 \text{ m}$$

$$I = 1000 \text{ A}$$

Si ottiene:

$$\mathbf{R' = 2.9 \text{ m}}$$



1.6 Conclusioni

Per questo tipo di impianti, le radiazioni in esame sono costituite da campi Elettrici e Magnetici a Bassa Frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici sono stabiliti dalla legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003. In genere, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è notevolmente inferiore ai 5 kV/m (valore imposto dalla normativa) e per il livello 150 kV esso diventa inferiore a 5 kV /m già a pochi metri dalle parti in tensione.

Per quel che riguarda il campo di induzione magnetica a seguito delle scelte progettuali le varie porzioni di impianto escludono la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle quattro ore giornaliere, non presentando fattori di rischio per la salute umana. Per la sottostazione le fasce di rispetto, secondo il DM 29/ 05/08, rientrano nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

Pertanto l'impatto elettromagnetico può essere considerato NON SIGNIFICATIVO

Il Tecnico
Ing. Michele Ferrero



Michele Ferrero

