

COMUNE DI TUSCANIA (VT)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO (29,44 MWp INSTALLATI - 26,00 MW IN IMMISSIONE)

LOCALITÀ "CASALINO"

PROCEDURA AUTORIZZATIVA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA
LINEA DI CONNESSIONE AT 36 kV

Progetto	Codice impianto	Tipo elaborato
028TUS	028TUS	RELAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

LIVELLO PRG	COD RINTR..	FOGLIO N.	TOT. FOGLI	NOME FILE	LAYOUT	ARCHIVIO	SCALA	ELABORATO
PD	202203131	1	-	SW2305-028TUS-CAD-01-R01.dwg	REL15	SW2305-028TUS-CAD-01-R01	-	REL15

REVISIONI

REV	DATA	NOTE	REDATTO	AUTORIZZATO
01	DIC 2023	Progetto definitivo per autorizzazioni	GD	LLR

PROGETTAZIONE

ING. GIOVANNI D'ORAZIO
ORD. ING. FROSINONE N. 11027



AUTORIZZAZIONI

RICHIEDENTE

 Renera

SWE IT 11 SRL
Piazza Borromeo 14
20123 MILANO
sweit11srl@legalmail.it
CF - P.IVA: 12537070968

COMUNE DI TUSCANIA (VT)

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE (36 kV)

IMPIANTI AGRIVOLTAICO – 29.439,80 kWp

POTENZA RICHIESTA IN IMMISSIONE: 26.000 kW

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA LINEA DI CONNESSIONE 36 kV

DICEMBRE 2023

Ing. Giovanni D'Orazio

ELABORATO

REL15

Sommarrio

1. PREMESSA	3
2. SOLUZIONE TECNICA DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA	5
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	7
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	11
5. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE E PAESAGGISTICA	13
6. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA AT 36 KV	13
7. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLA COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	15
7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI	15
7.2 VALORI MASSIMI DI ESPOSIZIONE	16
7.3 VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	16
7.4 LINEE ELETTRICHE (CAVIDOTTI)	17
7.5 CONCLUSIONI.....	20

1. PREMESSA

Il presente elaborato si propone di illustrare le caratteristiche delle opere da realizzare per la connessione alla RTN, di TERNA S.p.A., di un impianto AGRIVOLTAICO di **potenza di picco pari a 29.439,80 kWp e di potenza richiesta in immissione pari a 26.000 kW**, da realizzare in territorio del Comune di Tuscania (VT) in località Casalino, tra la SP 3 e la SP 98. Il proponente è SWE IT 11 SRL con sede in MILANO.

La linea elettrica di connessione in **terna in alluminio da 630 mmq** sarà esercita in alta tensione, a 36 kV, e si svilupperà tra le cabine di consegna, da realizzare, e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150/36 kV della RTN denominata "Tuscania", con cavidotto interamente interrato.

Le opere previste nel presente progetto sono di pubblica utilità, urgenti ed indifferibili ai sensi dell'art.12 del Decreto Legislativo n°387 del 29/12/2003.

Il titolo autorizzativo del presente elettrodotto determinerà l'insorgenza del vincolo preordinato all'esproprio.

Infatti, ai sensi dell'art. 9, comma 1, del D.P.R. n. 327 del 2001, "un bene è sottoposto al vincolo preordinato all'esproprio quando diventa efficace l'atto di approvazione del piano urbanistico generale ovvero una sua variante, che prevede la realizzazione di un'opera pubblica o di pubblica utilità".

Quindi il procedimento di autorizzazione oltre ad avere l'effetto di localizzazione dell'opera (qualora non prevista negli strumenti urbanistici vigenti) comporta le seguenti conseguenze sotto il profilo urbanistico:

- **determina la sottoposizione delle aree limitrofe, di cui all'art. 15, comma 1, L.R. n. 30 del 2000, alla disciplina giuridica propria delle fasce di rispetto;**
- **determina l'insorgenza del vincolo espropriativo, ai sensi del D.P.R. n. 327 del 2002 e della L.R. n. 37 del 2002.**

L'energia prodotta dall'impianto sarà ceduta alla rete elettrica di distribuzione in AT 36 kV, in base alle condizioni definite dall' ARERA (ex Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas) e le prescrizioni redatte dalla società TERNA S.p.a.

La Società si impegna, secondo quanto previsto dall' art. 8.2, 6.3 lettera f e 15.1 del T.I.C.A. a predisporre la documentazione per la richiesta degli atti autorizzativi necessari alla realizzazione dell'impianto di rete per la connessione ed a curare gli adempimenti connessi agli interventi per la realizzazione dell'impianto di rete per la connessione.

Le opere di cui al presente progetto saranno realizzate a cura e spese del Richiedente, il quale, a fine lavori, renderà disponibili a TERNA S.p.A. gli impianti per la connessione e le relative servitù ad esclusione del cavo interrato dall'impianto di produzione sino alla cabina di consegna.

L'Impianto di Rete da autorizzare, una volta costruito ed inserito nel perimetro della RTN, non verrà demolito e non ci sarà l'obbligo di ripristino dei luoghi, in caso di dismissione dell'Impianto di Produzione.

La scrivente Società ha redatto il presente progetto, a firma dell'Ing. Giovanni D'Orazio, con studio professionale in Ceprano (FR) via S. Manno II, 1, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone n. A1027, al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie, previste dalle vigenti normative, per la realizzazione della rete di connessione AT 36 kV relativa alla soluzione di connessione rilasciata da TERNA S.p.A.

Il progetto di tale connessione è stato redatto in conformità a quanto previsto nella Soluzione Tecnica, Codice Rintracciabilità 202203131, rilasciata da TERNA S.p.A. Inoltre, è stato redatto ai sensi di quanto previsto, in particolar modo,

da “Codice di Rete – Guida agli schemi di connessione” in cui è stato introdotto il nuovo standard di connessione a 36 kV approvato dall’ARERA con Delibera 439/2021.

2. SOLUZIONE TECNICA DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA

L'impianto avrà una potenza complessiva AC di 26 MW, data dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter (potenza nominale lato DC pari a 29,44 MWp), e sarà costituito da n. 872 inseguitori monoassiali (n. 817 tracker 2x26 moduli FV e n. 56 tracker da 2x13 moduli FV) con moduli di potenza massima pari a 670 Wp.

L'intervento ha ottenuto il preventivo di connessione di cui al codice pratica TERNA n. 202203131 relativo ad una potenza in immissione di 26 MW.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150/36 kV della RTN denominata "Tuscania".

Secondo la suddetta specifica di connessione e avendo il produttore optato per un elettrodotto interrato, si individuano i seguenti elementi:

- stallo arrivo produttore a 36 kV nella stazione (impianto di rete per la connessione);
- elettrodotto in cavo interrato a 36 kV per il collegamento della centrale alla citata stazione RTN (impianto di utenza per la connessione).

La società proponente si riserva la possibilità di modificare, nel corso del procedimento autorizzativo, le specifiche tecniche dei componenti individuati nella presente relazione in funzione delle indicazioni che saranno impartite dal gestore di rete per le connessioni a 36 kV, in particolare:

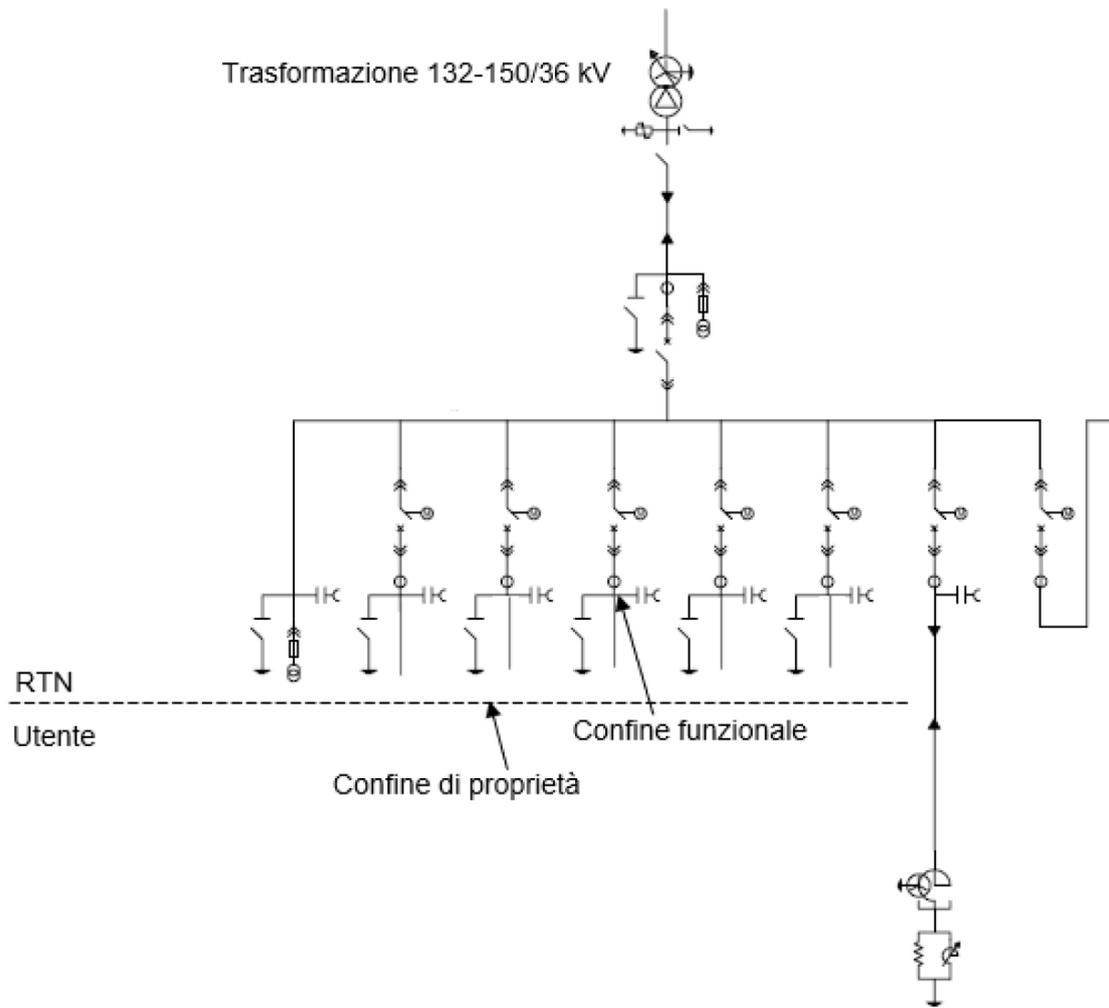
- valutato che, come indicato nella versione aggiornata dell'Allegato A.2 del Codice di Rete – Guida agli schemi di connessione in cui è stato introdotto il nuovo standard di connessione a 36 kV approvato dall'ARERA con Delibera 439/2021, ogni utente che fa la richiesta di connessione per impianti FER sotto i 100 MW potrà avere una connessione a 36 kV su una cella dedicata in SE, per il collegamento verso la cella sarà possibile prevedere anche più terne in parallelo. Nel caso specifico il proponente ha previsto n. 1 cella a 36 kV dedicata per garantire la massima flessibilità nella connessione, nonché la migliore selettività e gestione dei guasti che potrebbero potenzialmente presentarsi nell'impianto di utenza per la connessione;
- la soluzione di connessione qui proposta rispetta quanto indicato nell'Allegato 2 al Codice di Rete.

In attesa della pubblicazione di ulteriori specifiche tecniche da parte di Terna su cavi, celle, apparecchiature e altro (attualmente oggetto di valutazione, indagine di mercato e verifiche di cantiere da parte di Terna), ogni indicazione qui riportata ai cavi a 36 kV deve intendersi riferita a cavi da 20,8/36 kV o cavi da 26/45 kV commercialmente disponibili e idonei allo scopo.

La modalità di connessione avverrà secondo le specifiche dell'allegato A2 - Appendice d – Schemi e requisiti 36 kV.

La connessione allo stallo del gestore avverrà come indicato nello schema elettrico in Figura

Secondo le ipotesi di progetto, che, come detto, dovranno essere confermate dal gestore, per tale impianto è prevista n.1 partenza a 36 kV per il collegamento con la cabina elettrica utente prevista nei pressi del futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150/36 kV della RTN denominata "Tuscania".



3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Riferimenti giuridici e norme che regolano la costruzione e la progettazione degli impianti elettrici:

- Legge Regionale N. 42/90 e s.m.i.: “Norme in materia di opere concernenti linee ed impianti elettrici fino a 150 kV”;
- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79/99: “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”;
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003 n. 387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’energia”;
- Decreto MiSE 10 settembre 2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”;
- Norma CEI 0-16 “Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- Norma CEI 0-14 “Guida all’applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”;
- Norma CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- Norma CEI 11-32 “Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria”;
- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”;
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa”;
- Norma CEI 11-61 “Guida all’inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche”;
- Norma CEI 11-62 “Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria”;
- Norma CEI 11-63 “Cabine Primarie”;
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”;
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”;
- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2). Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3). Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-37. Guida per l’esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- DK 4452: “Criteri di taratura degli impianti di distribuzione MT ed esempi tipici di coordinamento delle protezioni di rete e di utenza”;
- DK 4460: “Corrente di guasto a terra nelle reti MT”;

- DK 4461: "Impianti di terra delle cabine secondarie";
- DK 5550: "Criteri di allacciamento di impianti utilizzatori comprendenti forni ad arco a corrente alternata";
- "Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete" di TERNA (Codice di Rete);
- Guida Tecnica Terna. Allegato A68 CENTRALI FOTOVOLTAICHE. Condizioni generali di connessione alle reti AT. Sistemi di protezione regolazione e controllo. Maggio 2022. Aggiornamento per schemi di connessione a 36 kV e revisione generale
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi";
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche";
- D.M. 12 settembre 1959 "Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- D.M. 25 settembre 1992 "Approvazione della convenzione-tipo prevista dall'art. 22 della legge 9 gennaio 1991, n. 9, recante norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali";
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/193);
- Norme per l'esecuzione delle linee aeree esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" (D.M. n. 449 del 21/03/1988);
- "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne" (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);
- Codice Civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di servitù);
- "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)" (D.P.C.M del 8/07/2003);
- "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" (D.M. 24.11.1984 e s.m.i.);
- Codice della strada (D.Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;

Per quanto riguarda, invece, l'attività di costruzione delle cabine elettriche, essa è subordinata all'ottenimento della concessione (o autorizzazione) edilizia, ed al rispetto delle seguenti norme di legge:

- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" e successive modificazioni (Legge n. 1086 del 5/11/1971);
- "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" e successive modificazioni - Legge n. 64 del 2/02/1974;
- D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni";

- “Edificabilità dei suoli” (Legge n. 10 del 28/01/1977; D.P.R. 380/2001);
- “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” (D.P.R. n. 495 del 16/12/1992);
- “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8” (D.M. 24.11.1984 e s.m.i.);
- “Norme di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione (D.M. 24.5.2002);
- “Circolare n. 10 del Ministero dell’Interno Direzione Generale dei Servizi Antincendi e della Protezione civile” del 10.2.1969.

NORME ARERA

- Delibera AEEG 88/07. Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione;
- Delibera ARG/elt 33/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Delibera ARG/elt 99/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (nel seguito Delibera 99/08), recante in Allegato A il "Testo integrato connessioni attive" (TICA);
- Delibera ARG/elt 179/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas. Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt n. 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica;
- Delibera ARG/elt 128/22 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas. Modifiche e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA).
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 281 del 19 dicembre 2005: “Condizioni per l’erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi”;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 168 del 30 dicembre 2003: “Condizioni per l’erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell’energia elettrica sul territorio nazionale e per l’approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79” e relativo Allegato A modificato con ultima deliberazione n.20/06;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 39 del 28 febbraio 2001: “Approvazione delle regole tecniche adottate dal Gestore della rete di trasmissione nazionale ai sensi dell’articolo 3, comma 6, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79”;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 333 del 21 dicembre 2007: “Testo integrato della regolazione della qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell’energia elettrica” TIQE;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 348 del 29 dicembre 2007: “Testo integrato delle disposizioni dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas per l’erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell’energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011, e disposizioni in materia di condizioni economiche per l’erogazione del servizio di connessione” e relativi allegati: Allegato A, di seguito TIT, Allegato B, di seguito TIC;

- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008: "Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 179/08 del 11 dicembre 2008: "Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 125/10 del 6 agosto 2010: "Modifiche e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA)";

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'inquadramento territoriale è illustrato negli elaborati grafici mediante sovrapposizione dell'impianto su carta stradale e Ortofoto.

Delle suddette tavole si riporta in questa sede uno stralcio.

Carta Stradale

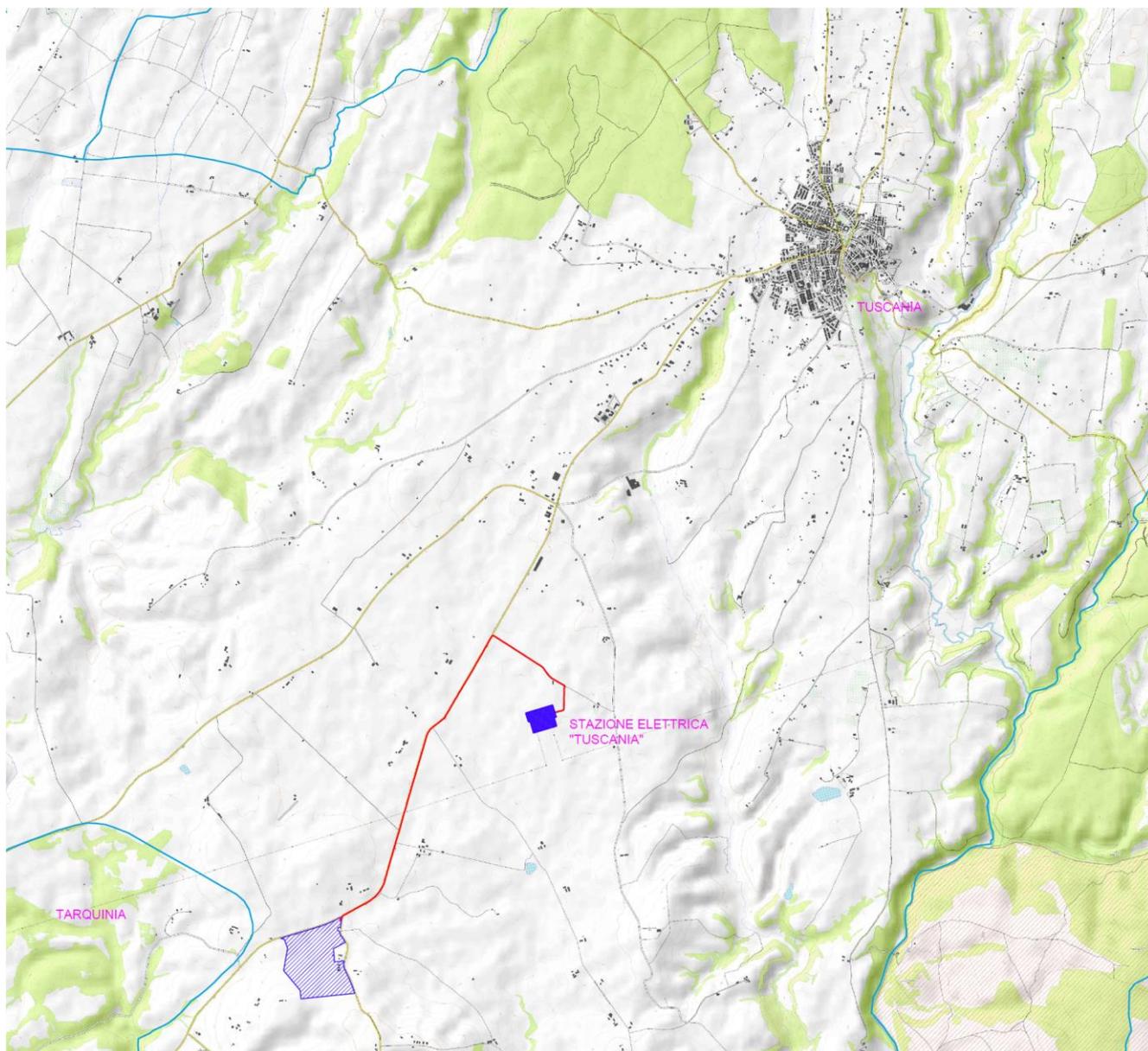


TAVOLA ORTOFOTO



L'inquadramento catastale è riportato nell'Elaborato 9.

5. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE E PAESAGGISTICA

È stata effettuata una ricognizione di eventuali vincoli paesaggistici, culturali, idrogeologici, ecc., mediante sovrapposizione del tracciato sulle varie carte tematiche.

In particolare, sono state utilizzate le tavole A, B e C del PTPR della Regione Lazio nell'ultima versione approvata.

ELENCO DEI VINCOLI

- VINCOLO PAESAGGISTICO D.Lgs 42/2004	<input checked="" type="checkbox"/>
- VINCOLO ARCHEOLOGICO (da PTPR)	<input type="checkbox"/>
- VINCOLO MONUMENTALE D. Lgs 42/2004	<input type="checkbox"/>
- PIANO TERRITORIALE PAESAGGISTICO REGIONALE	<input checked="" type="checkbox"/>
- AREA NATURALE PROTETTA (SIC, ZPS)	<input type="checkbox"/>
- VINCOLO IDROGEOLOGICO	<input type="checkbox"/>
- PSAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico)	<input type="checkbox"/>
- VINCOLI MILITARI O DEMANIALI	<input type="checkbox"/>
- VINCOLI AEROPORTUALI	<input type="checkbox"/>
- USI CIVICI	<input type="checkbox"/>
- OPERE DA ATTRAVERSARE	<input type="checkbox"/>

Nell'Elaborato 2 allegato sono riportati i vari tematismi.

Il percorso dell'impianto interessa aree sottoposte a vincolo paesaggistico non ostativo per le opere in questione.

In particolare, l'elettrodotto interseca corsi d'acqua tutelati ai sensi dell'art. 134 c.1 lettere b) e art. 142 c.1 D.Lgs. 42/2004.

L'intervento in oggetto, trattandosi peraltro di cavidotto interamente interrato, non avrà alcun impatto sull'ambiente e sul paesaggio.

In corrispondenza dei corsi d'acqua il passaggio avverrà in subalveo mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) ad opportuna profondità.

La ricognizione dei vincoli è riportata nell'elaborato 7.

Nella fase di realizzazione saranno messe in atto tutte le misure necessarie per il corretto inserimento dell'opera nell'ambiente circostante e anche per la minimizzazione dell'impatto transitorio in fase di cantiere.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA AT 36 kV

I criteri definiti per le scelte progettuali sono principalmente quelli di:

- Definire una configurazione impiantistica dell'impianto di rete secondo i criteri stabiliti dalle linee guida Enel/TERNA per lo sviluppo della rete di distribuzione;
- definire una configurazione impiantistica tale da garantire adeguato livello di qualità della fornitura di energia elettrica;
- definire un percorso di sviluppo dell'impianto di rete ottemperando sia alle esigenze della pubblica utilità dell'opera che degli interessi pubblici e privati interferenti, arrecando il minor sacrificio possibile alle proprietà private interessate.

I cavi 3x1x630 mm² di collegamento saranno di tipo tripolare ad elica visibile con conduttori in alluminio del tipo ARG7H1R – 36 kV forniti nella versione unipolare.

Il cavidotto sarà realizzato come descritto di seguito conformemente alle modalità indicate nelle allegate sezioni di posa. Per canalizzazione si intende l'insieme del canale, delle protezioni e degli accessori indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, riempimenti, protezioni, segnaletica).

La materia è disciplinata, eccezione fatta per i riempimenti, dalla Norma CEI 11-17. In particolare, detta norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto). La protezione meccanica supplementare non è necessaria nel caso di cavi AT 36kV posati a profondità di almeno 1,70 m. La profondità minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla norma CEI 11-17:

- 1,70 m (su terreno privato);
- 1,70 m (su terreno pubblico);

La tipologia di posa prevede i cavi direttamente interrati in trincea.

La profondità media di interrimento (1,1 / 1,2 metri da p.c.) potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 0,7 metri, salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar' e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

I ripristini verranno eseguiti a regola d'arte secondo le prescrizioni imposte dall'Ente proprietario della strada.

Sulla linea a 36 kV, costituente impianto di utenza per la connessione da realizzare, dovrà essere installato un cavo ottico dielettrico costituito da n. 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alla tabella di unificazione Enel DC 4677.

Conclusioni: L'intervento non comporterà alcuna modifica morfologica e idrogeologica dell'area sottostante interessata, non modificherà in alcun modo l'aspetto esteriore dei luoghi e non pregiudicherà il patrimonio ambientale della zona che sarà sistemata e riportata allo stato ante operam.

7. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLA COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Il fenomeno comunemente definito "inquinamento elettromagnetico" è legato alla generazione di campi elettrici e magnetici artificiali, cioè non attribuibili al naturale fondo terrestre o ad eventi naturali, ma prodotti da impianti realizzati per trasmettere informazioni attraverso la propagazione di onde elettromagnetiche (impianti radio-TV e per telefonia mobile), da impianti utilizzati per il trasporto e la trasformazione dell'energia elettrica dalle centrali di produzione fino all'utilizzatore in ambiente urbano (elettrodotti), da apparati per applicazioni biomedicali, da impianti per lavorazioni industriali, nonché da tutti quei dispositivi il cui funzionamento è subordinato a un'alimentazione di rete elettrica (tipico esempio sono gli elettrodomestici).

In questo studio ci riferiamo ai campi a frequenza industriale generati dall'utilizzo dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz: la frequenza della rete elettrica.

7.1 Riferimenti normativi

I principali riferimenti legislativi, predisposti con lo scopo di ridurre l'inquinamento elettromagnetico, sono rappresentati dalle seguenti normative:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 16 gennaio 1991: Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne.
- D.P.C.M. 23 aprile 1992: Limiti massimi di esposizione al campo elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Legge 22 febbraio 2001, n.36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". Pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n.55 del 7 marzo 2001.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, che fissa i limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz. (G.U. n.199 del 28 agosto 2003).
- Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004 – "Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto".
- Decreto 29 maggio 2008 – Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- Linee Guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29.05.2008 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.
- D.Lgs 81/08 relativamente alla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica 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"
- 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";
- Rapporto CESI-ISMES A7034603 "Linee Guida per l'uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0".
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie".

7.2 Valori massimi di esposizione

I valori massimi di esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 kHz) generati da elettrodotti, D.P.C.M. 08 luglio 2003, sono i seguenti:

Per l'induzione magnetica: 100 μ T

Per il campo elettrico: 5 kV/m

Nei luoghi tutelati o sensibili (Legge 36/2001 art. 4 c. 1, lettera h) quali aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, il valore di attenzione per l'induzione magnetica è il seguente:

Valore di attenzione: 10 μ T (media dei valori nell'arco delle 24 ore)

In corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, nella progettazione di nuovi elettrodotti è fissato il seguente obiettivo di qualità:

Obiettivo di qualità: 3 μ T (media dei valori nell'arco delle 24 ore)

Nella progettazione della linea elettrica e della cabina di consegna, dovrà essere fissato, in corrispondenza dei suddetti luoghi tutelati, il seguente obiettivo di qualità:

Per l'induzione magnetica: 3 μ T

Per il campo elettrico: 5 kV/m

7.3 Valutazione dei campi elettromagnetici

Nella progettazione della linea elettrica di connessione della cabina di consegna con la rete di trasmissione nazionale (RTN) l'obiettivo è stato quello di non superare, nei luoghi tutelati, i seguenti valori:

Per l'induzione magnetica: 3 μ T (obiettivo di qualità)

Per il campo elettrico: 5 kV/m

L'osservanza di tali valori avviene per il tramite delle fasce di rispetto della linea elettrica e della cabina di consegna dai luoghi tutelati.

Le distanze da ambienti presidiati, aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore ai fini dei campi elettrici e magnetici, devono essere tali che sia rispettato quanto previsto dal dettato dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001.

Per la determinazione delle fasce di rispetto al di fuori delle quali è rispettato per l'induzione magnetica il limite di qualità di 3 μ T e per il campo elettrico 5 kV/m, si è fatto riferimento a:

- **D.M. Ambiente 29 maggio 2008** - *“Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti” in cui è stato introdotto il procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto calcolando la Distanza di prima approssimazione.”*

In particolare, sono state calcolate le Distanze di prima approssimazione (DPA) facendo riferimento a quanto previsto dalle schede sintetiche con le DPA, per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche, di cui:

- **Linee Guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29.05.2008** – *“Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”.*

7.4 Linee elettriche (cavidotti)

L'elettrodotto in oggetto costituisce l'elemento di collegamento a 36 kV tra la cabina di utenza e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150/36 kV della RTN denominata "Tuscania" e quindi di smistare l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Se si considera il funzionamento a $\cos \varphi$ 0.95, poiché l'impianto ha una potenza P pari a 29.439,80 kWp e verrà esercito a 36 kV, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = 497 \text{ A}$$

Per il collegamento al quadro AT della stazione di rete, è prevista la partenza di una terna di cavi dalla cabina di utenza dell'impianto con l'utilizzo di cavi unipolari in alluminio di sezione 630 mm², posati a trifoglio. La caduta di tensione sul collegamento è pari a $\Delta V\% \leq 4\%$ mentre le perdite sono pari al 2,2% della potenza totale.

La Cabina di Utenza è collegata alla stazione di rete 380/150/36 kV mediante linea trifase in cavo interrato a 36 kV, della lunghezza di circa 3500 m, costituita da una terna in alluminio di sezione pari a 630 mm² (3x1x630) mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in politenereticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

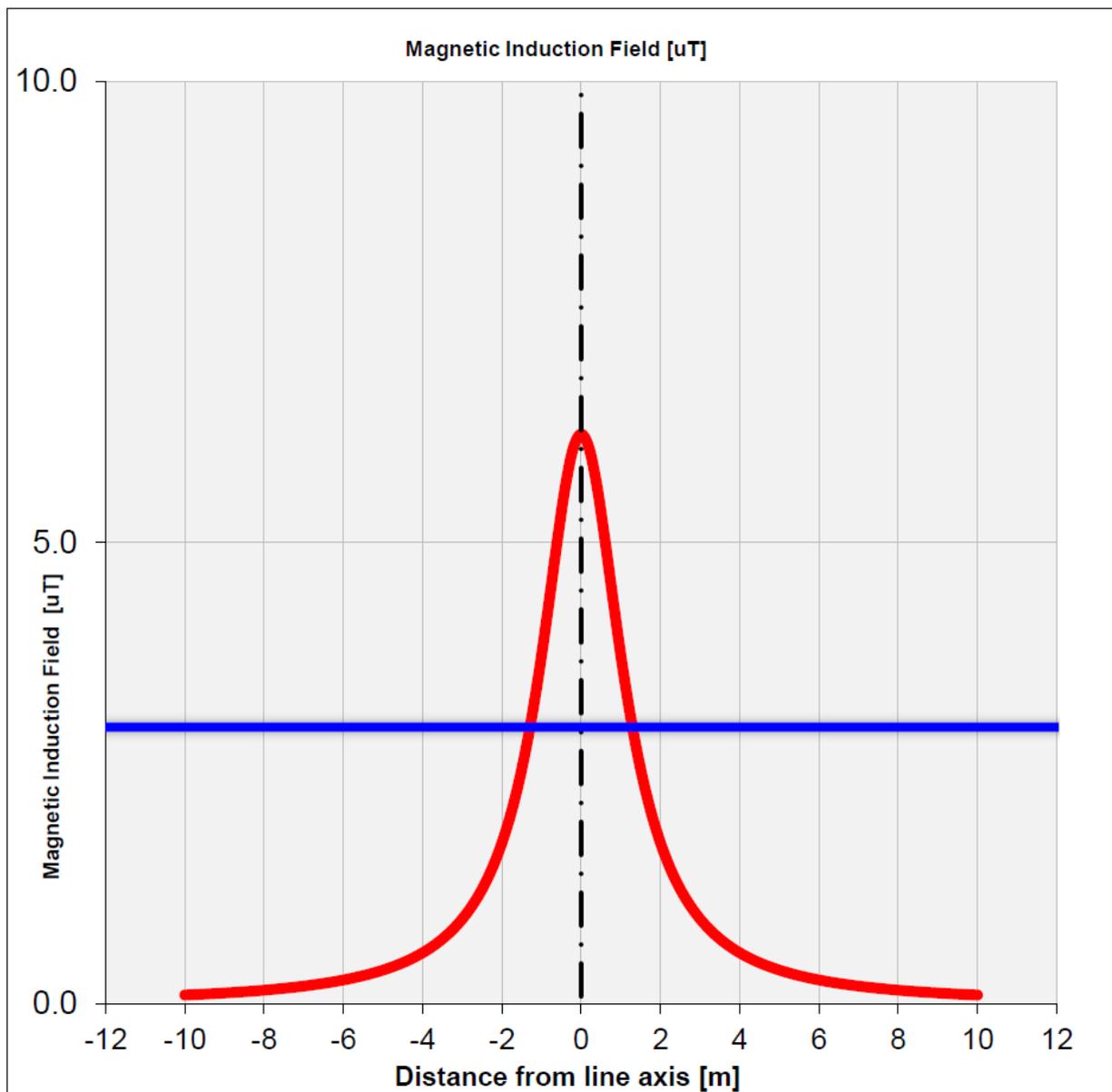
Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la portata massima: adottando la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1,2 m e considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W, il valore di portata è pari a circa **710 A**, valore adottato per il calcolo. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Come mostrato in figura, il limite di 3 microT al suolo si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,8 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.



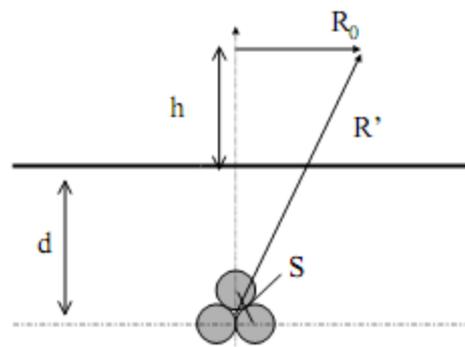
Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT calcolata a livello del suolo

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 μT .

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

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

Con il significato dei simboli di figura seguente:



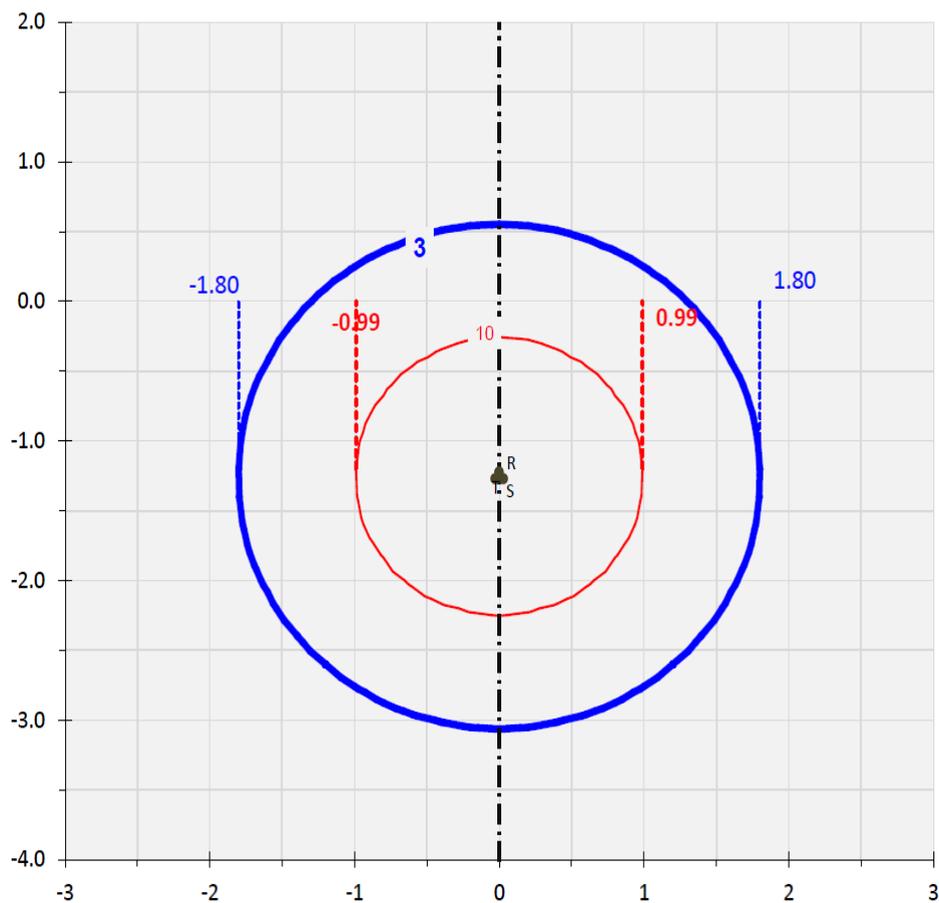
Pertanto, ponendo:

$S = 0,108 \text{ m}$ (uguale al doppio del diametro esterno del cavo pari a 54 mm)

$I = 710 \text{ A}$

Si ottiene:

$R' = 2.50 \text{ m}$



ATRI CAVI

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio e alla trasmissione dati possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

CAMPO ELETTRICO

Infine, il campo elettrico prodotto dai cavi in AT 36 kV, interrati, si considera trascurabile per l'elevato valore della costante dielettrica dell'aria pari a 360 MΩm misurata alla frequenza di 50 Hz ed anche in considerazione del fatto che il valore del campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV non supera mai il limite normativo di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

Inoltre, il campo elettrico risulta ridotto in maniera significativa per l'effetto combinato dovuto alla speciale guaina schermante del cavo ed alla presenza del terreno che presenta una conducibilità elevata. La riduzione così operata del campo elettrico consente agli individui di avvicinarsi maggiormente ai conduttori stessi, i quali come già detto sono di solito interrati a pochi metri di profondità.

Quindi, il campo elettrico risulta ampiamente entro i limiti di legge, sia nel caso della potenza effettiva calcolata sia nel caso di potenza nominale.

7.5 Conclusioni

In conclusione, lo studio ha evidenziato che i valori del campo magnetico e del campo elettrico generati, sia dalla linea elettrica in AT 36 kV e sia dalla cabina di consegna, nei luoghi tutelati o sensibili rispettano l'obiettivo di qualità fissato dal DPCM 8 luglio 2003, in quanto l'induzione magnetica ed il campo elettrico non sono superiori ai seguenti valori:

Per l'induzione magnetica: 3 μT

Per il campo elettrico: 5 kV/m.

Dal punto di vista degli asservimenti coattivi che devono essere estesi anche alle aree a distanza inferiore alla DPA (Distanza di Prima Approssimazione) dall'asse dell'elettrodotto, in via precauzionale, nei tratti in cui l'elettrodotto segue il tracciato delle strade esistenti, si considera sottoposta ad asservimento coattivo una fascia di profondità pari a 2 (due) metri su tutte le particelle catastali confinanti con la strada su entrambi i lati.