



Committente

tecnici

## Progetto definitivo



committente

FRI-EL S.p.a.  
Piazza della Rotonda 2  
I-00186 Roma (RM)

progetto

Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio denominato  
"Gravina - Serra del Corvo" e relative opere connesse ed infrastrutture  
indispensabili avente potenza pari a 200 MW nei Comuni di Genzano di  
Lucania (PZ) e Gravina in Puglia (BA)

contenuto

Relazione dei campi elettrico e magnetico

redatto	modificato			scala	elaborato n.
SZ 22/12/2021	a	SZ	20/07/2022		PD-R.21
	b				
GB 20/07/2022	c				
pagine 25	n. progetto	21-208	21_208_PSW_Gravina\einr1\text\PD-R.10_relazione_impiantri_elettrici_speciali_01.docx		

**GM**

Studio di Geologia Applicata e Geofisica Applicata

Dott. Geol. Gianpiero Monti

Dott. Geol. Gianpiero Monti

Via C. Battisti 21 – 83053 Sant'Andrea di Conza (AV)

tel. +39 0827 35 247

gianpiero.monti@alice.it



**BETTIOL ING. LINO SRL**

Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)

S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)

Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273

E-mail: bettiolinglinosrl@legalmail.it

**patzschepartner**

E N G I N E E R S

Ingegneri Patzschneider & Partner S.r.l.

i-39024 mals/malles (bz) - glurnserstraße 5/k via glorenza

i-39100 bozen/bolzano - negrellistraße 13/c via negrelli

a-6130 schwaz - mindelheimerstraße 6

tel. +39 0473 83 05 05 – fax +39 0473 83 53 01

[info@ipp.bz.it](mailto:info@ipp.bz.it) – [www.patzschneiderpartner.it](http://www.patzschneiderpartner.it)

## Indice

<b>1. Introduzione</b> .....	<b>2</b>
1.1 Committente .....	2
1.2 Studi tecnici incaricati.....	2
<b>2. Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Richiami normativi</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Normativa di riferimento</b> .....	<b>6</b>
4.1 Leggi.....	6
4.2 Norme tecniche - Norme CEI .....	7
<b>5. Campi elettrici e magnetici</b> .....	<b>8</b>
5.1 Tratto aereo.....	8
5.2 Tratto in cavo.....	13
5.3 Stazioni elettriche .....	14
<b>6. Fasce di rispetto</b> .....	<b>16</b>
6.1 Metodologia di calcolo della fascia di rispetto.....	16
6.1.1 Correnti di calcolo.....	16
6.1.2 Calcolo delle fasce di rispetto .....	18
6.2 Determinazione della Distanza di prima approssimazione .....	20
6.3 Valutazione dei luoghi con presenza umana superiore alle 4 ore giornaliere all'interno della Dpa.....	21
<b>7. Valutazione puntuale dell' esposizione a campi magnetici.</b> .....	<b>23</b>
7.1 Generalità.....	23
7.2 Sezioni di calcolo.....	23
Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotta in progetto .....	23
Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotta in progetto.....	24
<b>8. Conclusioni</b> .....	<b>25</b>

## 1. Introduzione

### 1.1 Committente

**FRI-EL S.p.a.**

Piazza della Rotonda 2

I-00186 Roma (RM)

### 1.2 Studi tecnici incaricati

Coordinatore di progetto:

**Dr. Ing. Walter Gostner**

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

Opere civili ed idrauliche

**Ingegneri Patscheider & Partner Srl**

Via Glorenza 5/K

39024 Malles (BZ)

Responsabile opere idrauliche:

Responsabile opere civili:

Coordinamento interno:

Progettisti:

Via Negrelli 13/C

39100 Bolzano (BZ)

Dr. Ing. Walter Gostner

Dr. Ing. Ronald Patscheider

Dr. Ing. Corrado Lucarelli

Dr. Ing. David Dipauli

Dr. Ing. Alex Balzarini

Geom. Stefania Fontanella

Geologia e geotecnica

Consulenti specialistici:

Dr. Geol. Giampiero Monti

Via C. Battisti 21

I-83053 Sant'Andrea di Conza (AV)

Opere di utenza per la connessione:

**Bettiol Ing. Lino srl**

Via G. Marconi 7

31027 Spresiano (TV)

Responsabile opere elettriche:

Progettisti:

Via Panà 56/ter

35027 Noventa Padovana (PD)

Dr.ssa Ing. Giulia Bettiol

Dr. Ing. Sandro Zambelli

Dr. Ing. Fabio Gobbo

Geom. Silvia Annoè

## 2. Premessa

La presente relazione ha lo scopo di illustrare il rispetto, ai sensi del D.P.C.M. 08.07.2003, dei vincoli 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 dai nuovi elettrodotti descritti nell'elaborato: *"PD-R.1 – Relazione tecnica generale"* e *"PD-R.10 – Relazione tecnica impianti elettrici e speciali"*

Le opere costituiscono parte delle **opere di utenza per la connessione** necessarie a connettere alla RTN un impianto pompaggio denominato "Gravina - Serra del Corvo" avente potenza pari a 200 MW da realizzarsi nei Comuni di Genzano di Lucania (PZ) e Gravina in Puglia (BA)

## 3. 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) ed aggiornate nel dicembre 2010 nel metodo e nei limiti indicati (oggi meno restrittivi per il campo magnetico).

Il 12-7-99 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 del 1998. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato all'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 delle salute da effetti acuti;
- valore di attenzione, il valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivo di qualità, il valore del campo elettromagnetico da utilizzare 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) e s.m.i., come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione 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 UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti 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 ( $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ , 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  $\mu\text{T}$ . 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. 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 ancora più bassi se si considera il raffronto con le nuove Linee Guida ICNIRP.

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. 08.07.2003.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 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<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: "L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del

Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

---

*diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del "preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee" che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi".*

## 4. Normativa di riferimento

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

### 4.1 Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- 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";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi
- proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- 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”;

#### 4.2 Norme tecniche - Norme CEI

- CEI 11-4, “Esecuzione delle linee elettriche esterne”, quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-17, “Linee in cavo”, terza edizione, 2006:07
- CEI 11-60, “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne”, seconda edizione, 2002-06
- 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 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”, terza edizione, 1997:12
- 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



## 5. Campi elettrici e magnetici

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea, in esecuzione aerea, mentre il solo campo magnetico decresce molto rapidamente con la distanza dalla linea per le linee in cavo in quanto il campo elettrico è totalmente contenuto all'interno di esso.

Per il calcolo del campo elettrico, della porzione aerea, e magnetico, sia della porzione aerea che interrata, è stato utilizzato un programma sviluppato in ambiente Matlab® in conformità alla norma CEI 211-4 ed in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M.08/07/2003.

### 5.1 Tratto aereo

Per il tratto aereo, per il calcolo delle intensità massima del campo elettrico e del campo magnetico, si è considerata un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 12 m, corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 16/02/1991 per le linee aeree ove è prevista la presenza di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori inoltre sono ancorati ai sostegni che gli sospendono e gli isolano dal terreno e si dispongono, tra un sostegno e il successivo, secondo una catenaria, per cui la loro altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento tranne che nel punto di minimo franco della catenaria stessa ove viene raggiunto il valore minimo precedentemente citato in condizioni di massima freccia. Anche per tale ragione, l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

Per la porzione aerea dell'elettrodotto in progetto è previsto unicamente l'utilizzo di sostegni a traliccio ad Y aventi geometrie identiche alle strutture previste dall'unificazione ENEL-TERNA, e caratteristiche appropriate al tipo di intervento in progetto.

Sono previste diverse tipologie di sostegno in relazione alle caratteristiche meccaniche richieste agli stessi. Ad ogni tipologia di sostegno e secondo le caratteristiche del picchetto in cui lo stesso viene realizzato, è associata un gruppo mensole che determina la distribuzione spaziale di conduttori e funi di guardia. Ai fini di determinare il campo elettrico e magnetico massimo a cui una persona, in prossimità della linea, può essere esposta è stata considerata la condizione generante i valori massimi di campo elettrico e magnetico potenzialmente presenti a 1,5 m dal suolo al di sotto dell'elettrodotto in costruzione.

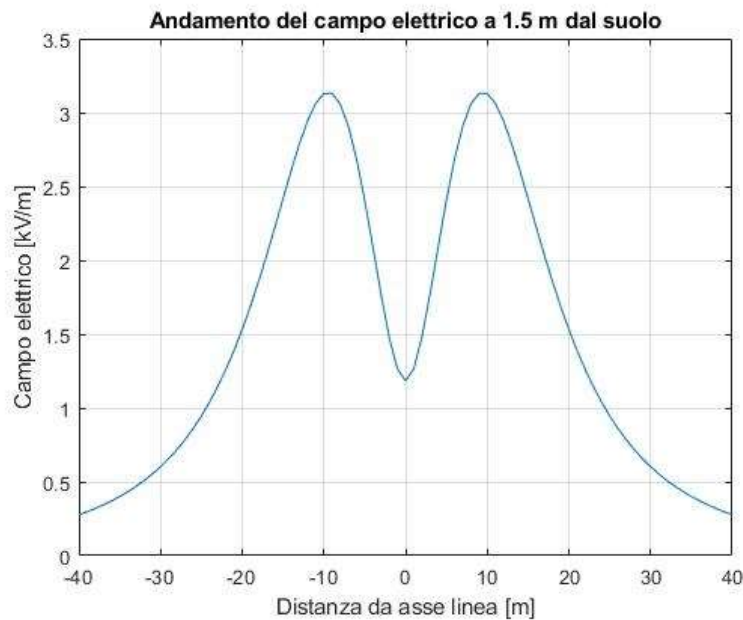
Ai fini delle valutazioni inerenti la massima intensità del campo elettrico, è stato considerato il valore massimo di tensione del sistema di cui l'elettrodotto fa parte e un andamento piano del

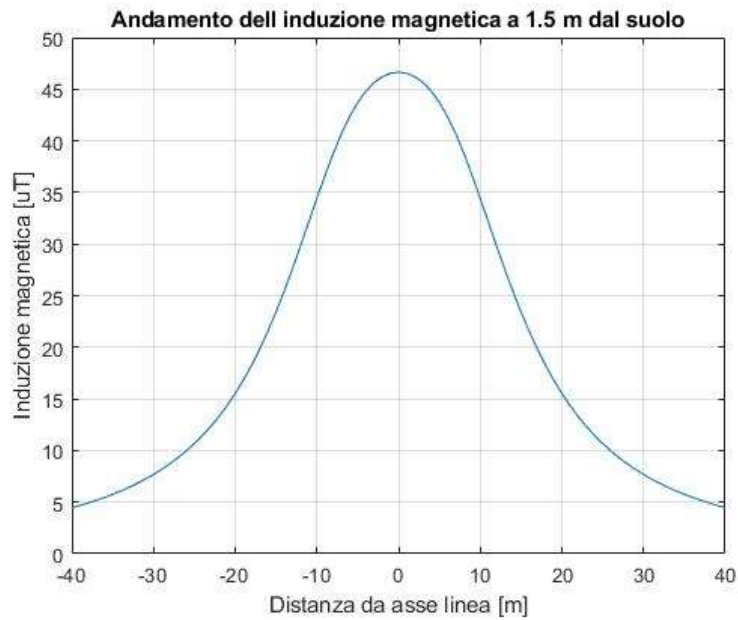
terreno sulla perpendicolare alla linea non essendo presenti, lungo tutti i tracciati degli elettrodotti in progetto, strade o terreni accessibili particolarmente acclivi in direzione perpendicolare all'asse degli elettrodotti.

Ai fini delle valutazioni inerenti il massimo valore dell'induzione magnetica sono stati considerati i valori di portata degli elettrodotti aerei previsti dalla CEI 11-60 in servizio temporaneo ed, in particolare, in relazione al conduttore di progetto:

- 2876,2 A per le linee a 380 kV (146% del valore di portata del conduttore LC2 – ACSR Ø31.5 mm binato – nel periodo freddo in zona A);

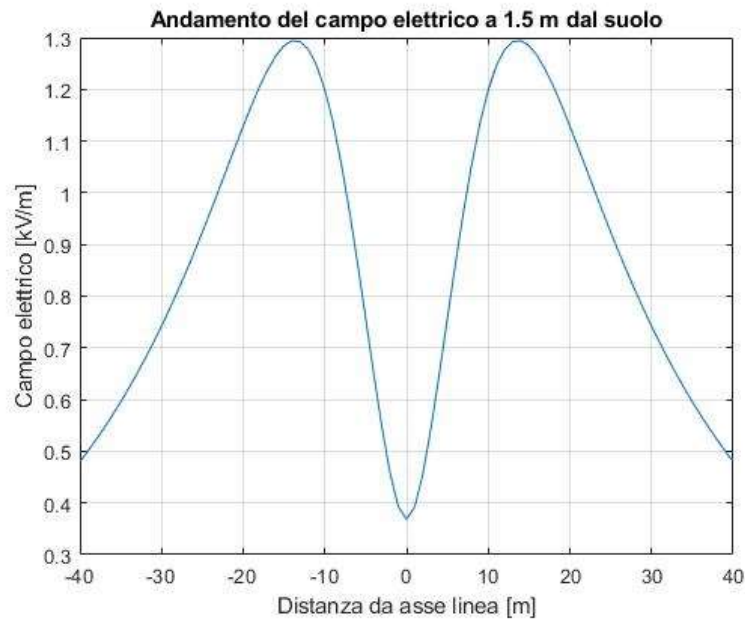
Di seguito vengono riportati i grafici degli andamenti dei valori massimi di campo elettrico ed induzione magnetica in asse linea:

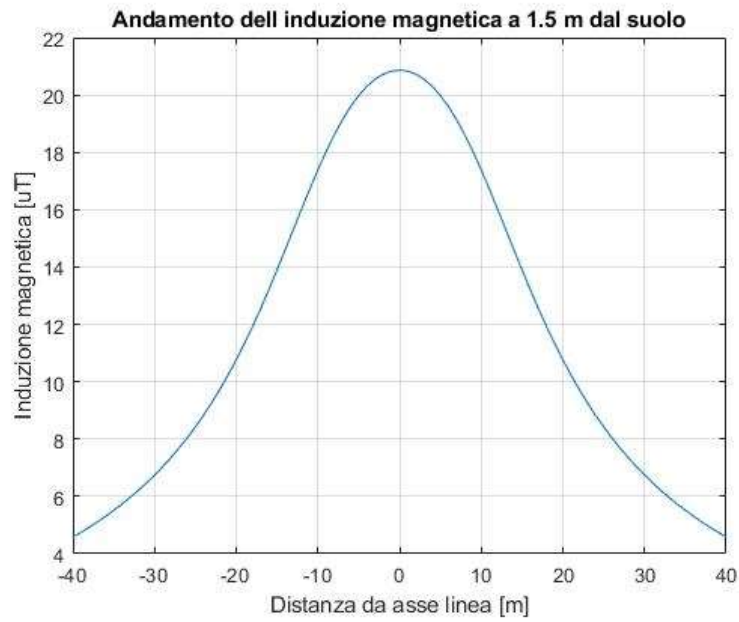




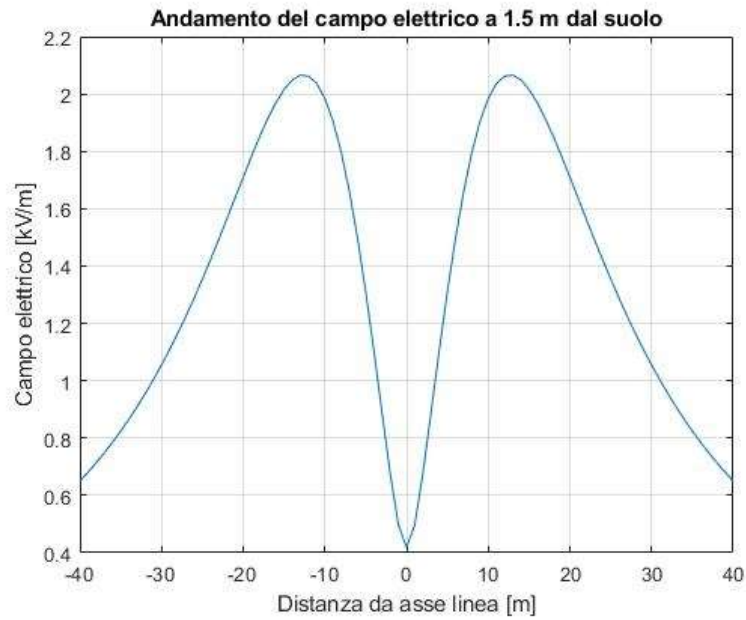
Lungo l'intero percorso dell'elettrodotto sono presenti un sovrappasso di linea AT a 150kV e un sottopasso di una linea a 380 kV molto più alta che determinano un possibile aggravio localizzato dei campi.

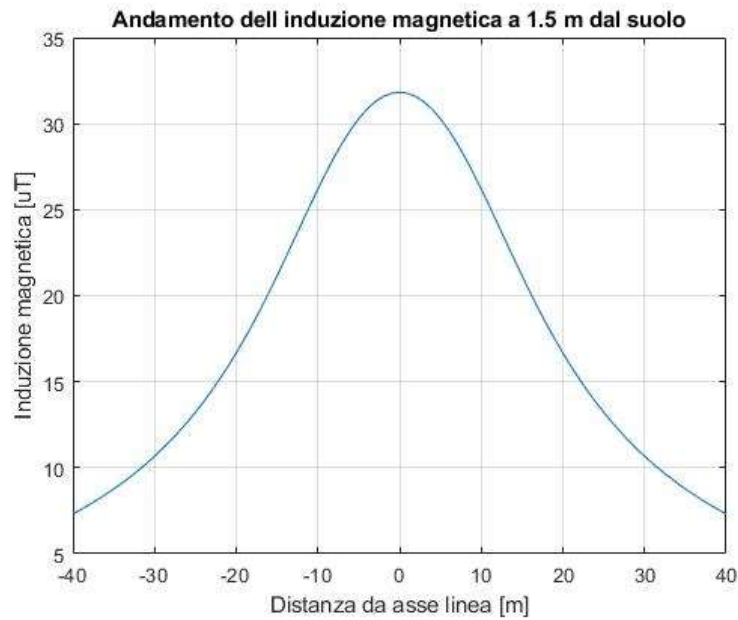
Di seguito vengono riportati i grafici degli andamenti dei massimi valori di campo elettrico ed induzione magnetica in asse linea nel tratto di sovrappasso della linea a 150 kV:





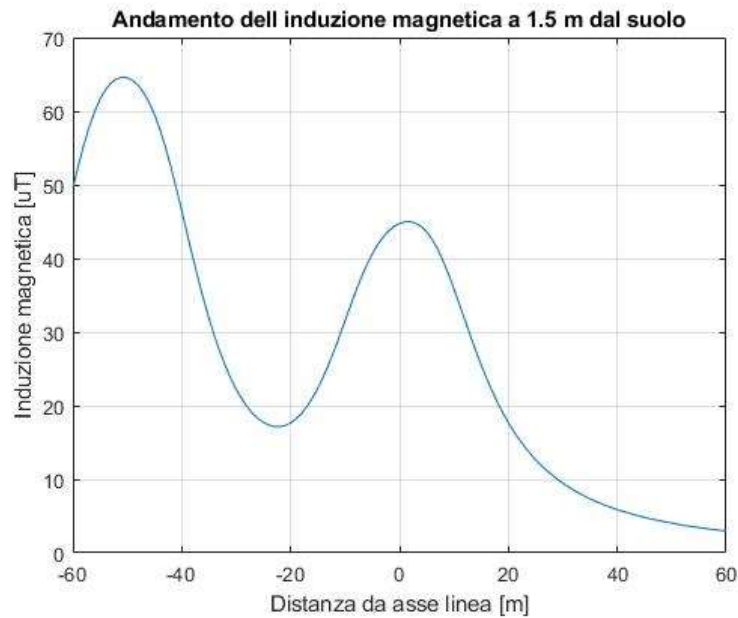
Di seguito vengono invece riportati i grafici degli andamenti dei massimi valori di campo elettrico ed induzione magnetica in asse linea nel tratto di sottopasso della linea a 380 kV trinata:





È infine presente un tratto di parallelismo con un elettrodotto AT a 380 kV trinato avente una corrente massima di 4137A in servizio temporaneo e posto a 50m dall'asse linea dell'elettrodotto in progetto.

Di seguito vengono riportati i grafici degli andamenti dei massimi valori della sola induzione magnetica in asse linea poiché il campo elettrico risulta non essere influenzato sensibilmente dall'elettrodotto esistente ed in parallelo a quello in progetto:



Dai diagrammi si rileva che, a un metro e mezzo dal suolo, i valori del campo elettrico e del campo magnetico sono sempre inferiori al limite di esposizione pari, rispettivamente, a 5 kV/m e a 100  $\mu$ T. Tali valori, imposti dalla normativa vigente, vengono rispettati anche considerando le condizioni più sfavorevoli:

- minimo franco dei conduttori sul terreno secondo DM 16/02/1991,
- massima tensione di sistema ( $U=420\text{kV}$ )
- massima portata in servizio temporaneo (2876.2A)

ovvero le condizioni che rappresentano i casi limite possibili normativamente.

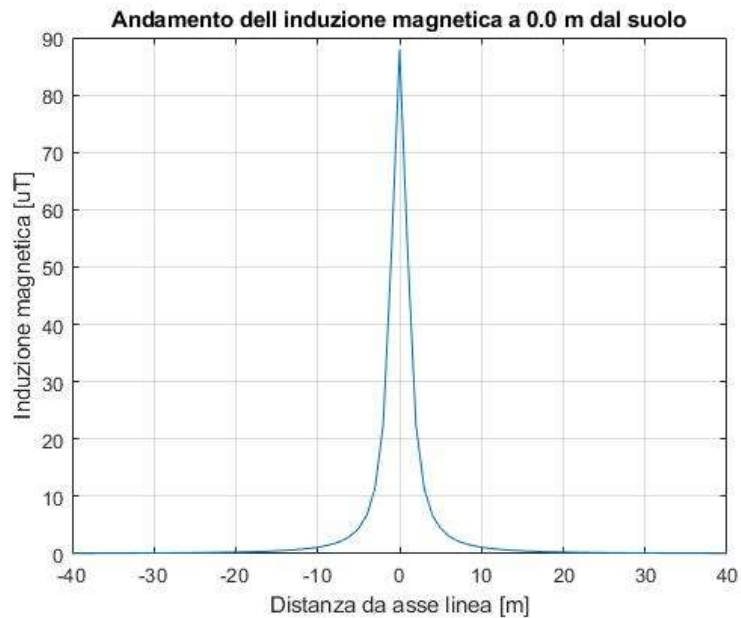
Il progetto tuttavia è stato comunque sviluppato in modo da garantire franchi minimi sui luoghi accessibili alla popolazione ed in cui la stessa può trovarsi esposta ai campi elettrici e magnetici, decisamente maggiori e, pertanto, si può affermare che in tutti i punti in prossimità del tratto aereo dell'elettrodotto in progetto sono rispettati, a maggior ragione, i limiti rispettivamente dei 5 kV/m per il campo elettrico e dei 100  $\mu$ T per il campo magnetico intesi come valori efficaci.

## 5.2 Tratto in cavo

Per il tratto in cavo invece, per il calcolo delle intensità massima del campo magnetico, si è considerata la profondità minima di posa imposta dalla Norma CEI 11-17, viceversa non si proceduto a valutare l'intensità massima di campo elettrico poiché lo stesso è totalmente contenuto all'interno dell'isolamento solido del cavo. L'ipotesi posta sul campo magnetico è conservativa, in quanto la profondità di posa del cavo è, per scelta progettuale, sempre maggiore del valore minimo richiesto dalla norma. tale valore.

Ai fini delle valutazioni inerenti il massimo valore dell'induzione magnetica sono stati considerati i valori di portata del tratto in cavo considerando lo stesso in servizio temporaneo e, in particolare, in relazione al conduttore di progetto e alle modalità di posa:

- 950A (in servizio temporaneo di brevissima durata <10 min);



Dal diagramma si rileva che, al livello del suolo, i valori del campo elettrico sono nulli in quanto interamente contenuto all'interno dello schermo di ogni cavo e i valori del campo magnetico sono sempre inferiori al limite di esposizione pari a 100  $\mu\text{T}$ . Tale valore, imposto dalla normativa vigente, viene rispettato anche considerando le condizioni più sfavorevoli:

- minima profondità di posa,
- massima portata in servizio temporaneo

ovvero le condizioni che rappresentano i casi limite di funzionamento e normativi.

Sui luoghi accessibili alla popolazione ed in cui la stessa può trovarsi esposta ai campi magnetici, il progetto è stato comunque sviluppato in modo da garantire profondità minime di posa maggiori rispetto a quelle considerate nel calcolo del valore massimo di induzione sopraesposto e pertanto si può affermare che in tutti i punti in prossimità del tratto in cavo dell'elettrodotto in progetto sono rispettati, a maggior ragione, i limiti rispettivamente dei 5 kV/m per il campo elettrico e dei 100 uT per il campo magnetico intesi come valori efficaci.

### 5.3 Stazioni elettriche

Per quanto concerne le stazioni elettriche facenti parte delle opere di utenza per la connessione ovvero la stazione di transizione aereo-cavo e la stazione di trasformazione, si evidenzia che tali aree sono segregate e l'accesso alle stesse non è consentito alla popolazione bensì solo a personale qualificato del proponente debitamente formato sul rischio di esposizione ai campi

magnetici ed elettrici intensi. Opportune procedure e/o dispositivi saranno implementate al fine di tutelare i lavoratori dal rischio connesso all'esposizione prolungata e/o temporanea ai campi magnetici ed elettrici presenti al loro interno.



## 6. Fasce di rispetto

Per “fascia di rispetto” si intende l’area definita dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero l’area all’interno della quale non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevedeva (art. 6 comma 2) che l’APAT, sentite le ARPA, avrebbero definito la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il D.M. 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come “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 di DPA si trovi all’esterno delle fasce di rispetto”.

Scopo dei successivi paragrafi è il calcolo della fascia di rispetto e la determinazione delle DPA che saranno evidenziate graficamente nella tavola “PD-EP.28 – Planimetria catastale con fascia DPA-APA - opere di utenza”.

### 6.1 Metodologia di calcolo della fascia di rispetto

#### 6.1.1 Correnti di calcolo

Per il tratto aereo, nel calcolo si è considerata, conformemente a quanto disposto dal comma 1 dell’art. 6 del D.P.C.M. 08/07/2003, la corrente corrispondente alla portata in servizio normale delle linee definite dalla norma CEI 11-60 senza maggiorazione relative alle condizioni di progetto (paragrafo 3.3 della CEI 11-60) nonostante la reale massima portata dell’elettrodotto aereo sia limitata dal tratto in cavo.

Per il tratto in cavo invece è stata considerata la massima portata in servizio permanente (continuo) in relazione alla tipologia di cavo in progetto, alla sezione del conduttore, alla tipologia di posa e alla capacità del terreno di disperdere calore (resistività termica del terreno).

Parimenti al tratto aereo in progetto, nel calcolo dei valori di induzione magnetica nei tratti in parallelismo con un altro elettrodotto aereo esistente, sono stati utilizzati, per quest’ultimo, i valori di portata definiti dalla norma CEI 11-60.

La seguente tabella riporta i valori di corrente utilizzati nel calcolo del campo magnetico della linea in progetto:

<b>Elettrodotto</b>	<b>Tensione</b> [kV]	<b>Corda</b>		<b>Cavo</b>		<b>Corrente</b> [A]
		<b>Tipo</b>	<b>Ø</b> [mm]	<b>Tipo</b>	<b>Sezione</b> [mm <sup>2</sup> ]	
<b>Tratto in cavo</b> "SE trasformazione MT AAT - SE tran- sizione"	380			REH4H1H5E	1200	750
<b>Tratto aereo</b> "SE transizione – SE RTN Gravina"	380	ACSR	2x31,5			1970

la seguente invece delle linee AT interferenti e/o parallele:

<b>Elettrodotto</b>	<b>Tensione</b> [kV]	<b>Corda</b>		<b>Corrente</b> [A]	<b>Note</b>
		<b>Tipo</b>	<b>Ø</b> [mm]		
<b>s.t. 380kV RTN trinato</b> "SE Gravina – SE Gen- zano"	380	ACSR	3x31,5	2955	<i>parallelo interferente</i>
<b>s.t. 150kV RTN</b>	150	ACSR	31,5	870	<i>interferente</i>

### 6.1.2 Calcolo delle fasce di rispetto

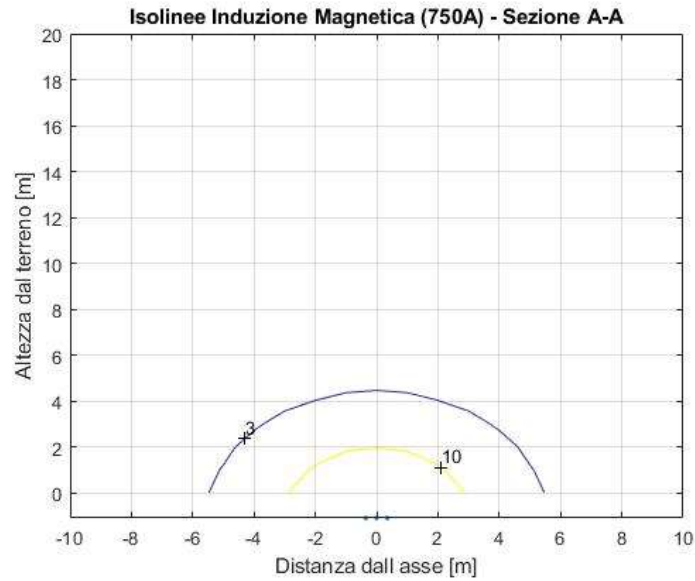
Per il calcolo è stato utilizzato il programma sviluppato in ambiente Matlab® in aderenza alla norma CEI 211-4.

In accordo alla metodologia di calcolo delle DPA degli elettrodotti indicata nel Supplemento n.160 pubblicato in G.U. n.156 del 05/07/2008, sono state calcolate le fasce di rispetto imperterbate di ogni elettrodotto, necessaria alla determinazione delle DPA, con un modello di calcolo bidimensionale essendo valida, a tal fine, la schematizzazione della linea proposta dal paragrafo 6.1 della CEI 106-11.

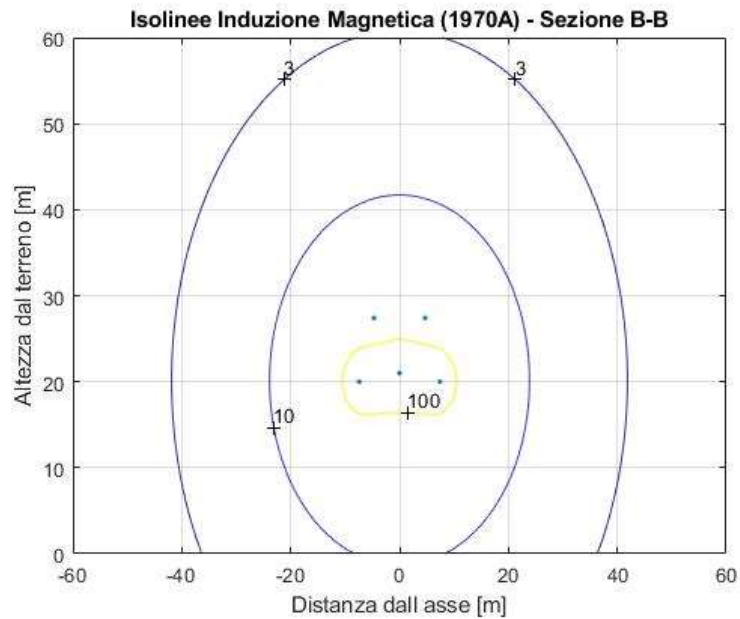
Nel caso in esame sono presenti, per la linea in progetto, parallelismi ed avvicinamenti con altri elettrodotti esistenti facenti parte dell'RTN che contribuiscono a generare il campo magnetico complessivo. Per tale motivo e in virtù di quanto indicato nel Supplemento n.160 pubblicato in G.U. n.156 del 05/07/2008, si è valutata la fascia di rispetto e la conseguente APA complessiva, oltre che per i cambi di direzione e per gli incroci con altre linee aeree AT e MT in conduttore nudo, anche per il tratto in parallelismo con l'elettrodotto RTN a 380kV trinato "SE Gravina -SE Genzano".

Con riferimento all'elaborato "PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza", considerata le portate dell'elettrodotto in progetto e di quelli interferenti o paralleli riportate nelle tabelle precedenti, considerata la disposizione geometrica delle fasi, desumibile dalle caratteristiche della linea elettrica in progetto riportate negli elaborati "PD-EP.22 – Elementi tecnici di impianto - opere di utenza per la connessione" e "PD-EP.23 – Tabella di picchettazione elettrodotto aereo", si riportano, di seguito, graficamente, i risultati di calcolo delle sezioni trasversali delle fasce di rispetto.

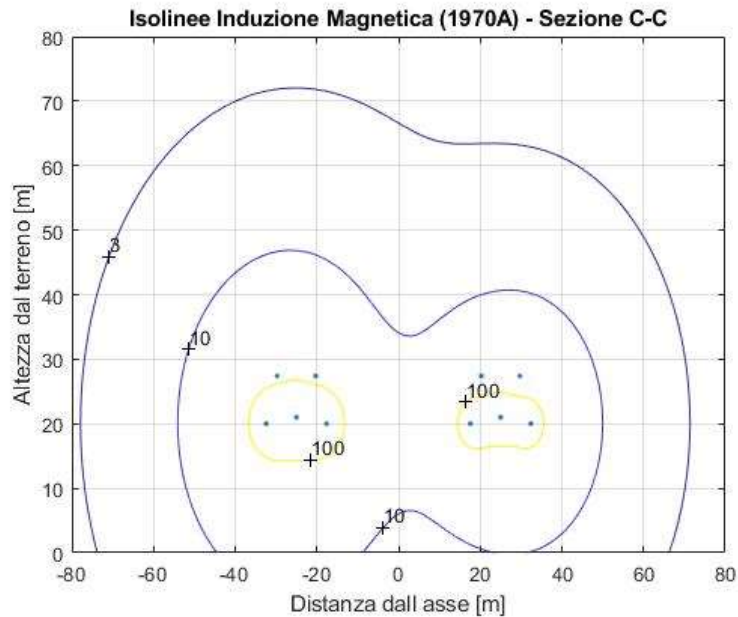
**Tratto in cavo elettrodotto in progetto**



**Tratto aereo elettrodotto in progetto**



**Tratto aereo elettrodotto in progetto - parallelismo con 380kV RTN trinato**



**6.2 Determinazione della Distanza di prima approssimazione**

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come *“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 di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”*.

Dal calcolo delle fasce di rispetto riportate al paragrafo precedente si possono desumere i valori delle DPA della linea elettrica in progetto.

Tali valori riportati nella tabella seguente:

<b>Elettrodotto in progetto</b>	<b>Sezione</b>	<b>Rif.</b>	<b>Dpa</b>
<i>Tratto in cavo interrato</i>	A-A	<i>PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza</i>	-6/+6
<i>Tratto aereo</i>	B-B	<i>PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza</i>	-42/+42

<i>Tratto aereo</i> <i>Parallelismo con 380kV RTN</i>	C-C	<i>PD-EP.27 – Planimetria cata- stale con fascia DPA- APA - opere di utenza</i>	-103/+47
--	-----	---	----------

Il calcolo delle APA, in prossimità dei cambi di direzione, è stato valutato secondo la procedura APAT riportata nel Supplemento n.160 pubblicato in G.U. n.156 del 05/07/2008 al paragrafo 5.1.4.2.

Il calcolo delle APA, in prossimità delle intersezioni con altre linee AT e MT, è stato valutato secondo la procedura APAT riportata nel Supplemento n.160 pubblicato in G.U. n.156 del 05/07/2008 ai paragrafi 5.1.4.4 e 5.1.4.5.

### 6.3 Valutazione dei luoghi con presenza umana superiore alle 4 ore giornaliere all'interno della Dpa

L'andamento della DPA del nuovo elettrodotto in progetto viene illustrato nelle tavole "PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza" su una base catastale al fine di identificare più agilmente, mediante verifica della loro destinazione d'uso, gli ambienti abitativi e gli ambienti scolastici.

Il sopralluogo tecnico lungo il tracciato ha permesso di escludere la presenza, al netto degli edifici ad uso abitativo successivamente elencati e al netto degli edifici adibiti ad attività lavorative agricole, artigianali e industriali, di recettori sensibili ove è prevista la permanenza di persone non inferiore alle quattro ore giornaliere come, ad esempio, i campi da gioco per l'infanzia.

Si riportano di seguito le tabelle degli edifici esistenti all'interno delle DPA-APA:

#### **Tratto aereo**

<b>Comune</b>	<b>Foglio</b>	<b>Particella</b>	<b>Destinazione d'uso</b>
Gravina in Puglia	108	22+	NC (collabente)
Gravina in Puglia	110	343+	F/2 (collabente)
Gravina in Puglia	110	129+	NC (non più esistente)

Tra tutti gli edifici catastalmente censiti e riportati nell'elenco precedente gli unici in cui è prevista o è potenzialmente prevedibile la presenza umana per un tempo prolungato superiore alle 4 ore giornaliere sono i seguenti:

<b>Comune</b>	<b>Foglio</b>	<b>Particella</b>	<b>Destinazione d'uso</b>
Gravina in Puglia	108	22+	NC (collabente)

Gravina in Puglia	110	343+	F/2 (collabente)
-------------------	-----	------	------------------

in quanto tutti gli altri sono locali tecnici, magazzini e/o depositi provvisori di materiali o al più ricoveri temporanei per animali (ovini/suini).

Gli edifici di cui alla tabella precedente sono da ritenersi potenziali recettori sensibili qualora riqualificati.

## 7. Valutazione puntuale dell'esposizione a campi magnetici.

### 7.1 Generalità

Per tutti i luoghi, citati nel paragrafo precedente, in cui è prevista la presenza umana per più di 4 ore giornaliere e posti ad una distanza inferiore alla DPA-APA dall'asse dell'elettrodotto è stata realizzata un'analisi mediante un modello tridimensionale che tiene in considerazione la distribuzione spaziale dei conduttori in condizioni di esercizio più gravosa (massima freccia a 55°C) ed in grado di determinare il volume di punti costituente la fascia di rispetto dell'elettrodotto.

Il progetto è stato sviluppato in modo da garantire che non venga mai violato l'obiettivo di qualità, e che, su tutti i recettori sensibili, vi sia un'esposizione all'induzione magnetica inferiore a 3 uT.

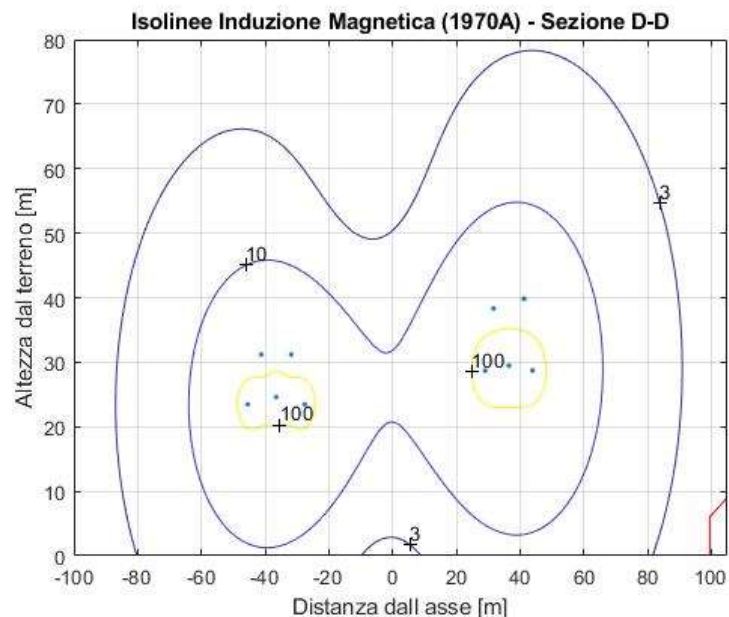
Una sezione di calcolo perpendicolare all'asse dell'elettrodotto realizzata alla progressiva più prossima al punto più vicino del recettore sensibile all'asse dell'elettrodotto evidenzia il contorno dell'isosuperficie a 3 uT più prossima al recettore.

Nei paragrafi successivi vengono riportate graficamente le sezioni di calcolo.

### 7.2 Sezioni di calcolo

#### Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotto in progetto

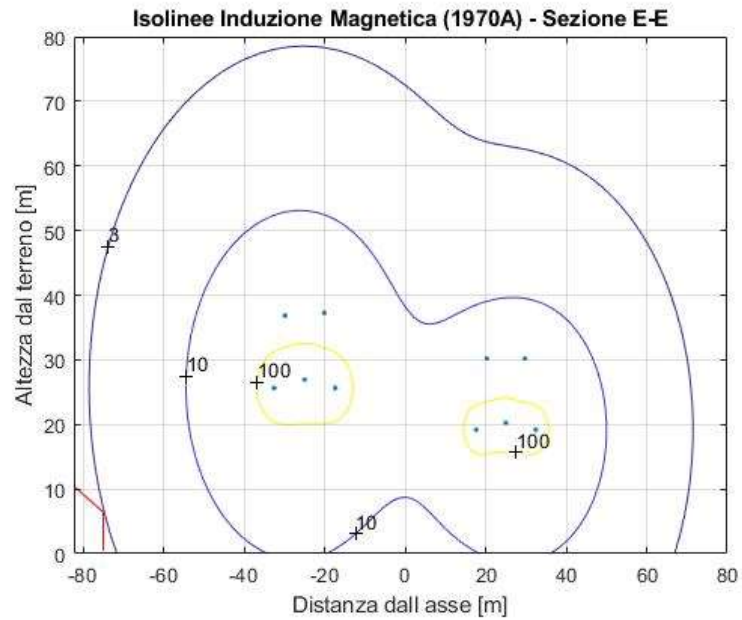
Con riferimento al paragrafo precedente e all'elaborato grafico "PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza" si riportano le sezioni di calcolo in corrispondenza della sezione D-D considerando un edificio di altezza 6m utili.





Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotto in progetto

Con riferimento al paragrafo precedente e all'elaborato grafico "PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza" si riportano le sezioni di calcolo in corrispondenza della sezione E-E considerando l'edificio esistente.



## 8. Conclusioni

9. A seguito della realizzazione del nuovo elettrodotto in progetto, il limite di esposizione ai campi elettrici e magnetici è garantito su tutti i luoghi accessibili alla popolazione; altresì l'obiettivo di qualità, ovvero un'esposizione inferiore a 3 uT, sarà garantito per tutti gli ambienti abitativi, scolastici e per tutti i luoghi, posti in prossimità di tutti gli elettrodotti, in cui è prevista la presenza umana per un tempo superiore alle quattro ore giornaliere.

Non sono previste interventi specifici di mitigazione dei campi elettrici e magnetici.

Spresiano, Roma, lì 20.07.2022

Il Tecnico specialista

