

REGIONE LAZIO
Provincia di Latina

IMPIANTO DI RETE RTN PER LA CONNESSIONE

POTENZIAMENTO LINEA AT A 150 KV RTN
TRATTA: "CP APRILIA" - "CP LE FERRIERE"
NEI COMUNI DI APRILIA (LT) E LATINA (LT)

PTO RTN

APPENDICE C: VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Relazione Tecnica di Valutazione dei Campi
Elettrici e Magnetici

Livello prog.	Codice Rintracciabilità	Tipo docum.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PTO RTN	265082289	DOC	14 _{REV01}	0	34	PTO RTN 14 REV01	25/07/2022	---

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	25/07/2022	PRIMA EMISSIONE	M. SESTILI	A. COSTANTINI	G. GROSSI
01	20/12/2022	MODIFICA PER VALUTAZIONE DPA GIUNTI E INCROCIO CON LINEA AAT A 380 KV	M. SESTILI	A. COSTANTINI	G. GROSSI

PROGETTAZIONE:



Piazza Albania 10, 00153, Roma, Italia
Tel: +39 06.94838941
www.ermesgroup.it,
info@ermesgroup.it,
ermes@pec.ermesgroup.it
C.F.:12730811002
P. IVA: 12730811002

IL RESPONSABILE TECNICO

Ing. Alessandro Costantini

IL PROGETTISTA



GESTORE RTN - TERNA

RICHIEDENTE - CAPOFILA

APOLLO SOLARE S.r.l.

Via Baldassarre Peruzzi 16, 00153
Roma, Italia
Tel: +39 075 948 1199
apollosolare@ermesgroup.it
apollosolare@pec.it
C. F.: 15830141006
P. IVA: 15830141006

APOLLO SOLARE S.r.l.
L'Amministratore

FIRMA PER BENESTARE

FIRMA PER BENESTARE

INDICE

1	PREMESSA	2
2	LE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.1	Norme tecniche	4
3.2	Legislazione italiana	4
3.3	Definizioni e Abbreviazioni	4
3.4	Attuazione Normativa vigente.....	5
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA	8
4.1	Inquadramento dell'opera.....	8
4.2	Caratteristiche della rete elettrica	8
5	VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	9
5.1	Valutazione analitica dei campi magnetici generati dagli elettrodotti	9
5.2	Distanza di Prima Approssimazione DPA	9
5.2.1	Caso con n. 1 terne di cavi AT interrati di sezione 1600 mm ²	9
5.2.2	Caso vasca giunti con n. 1 terne in piano di cavi AT di sezione 1600 mm ²	12
5.3	Valutazione e calcoli per la linea aerea AT	15
5.3.1	Campo Elettrico.....	15
5.3.1.1	Caso particolare Incrocio linea AAT a 380 kV	15
5.3.2	Calcolo campo magnetico linea aerea AT.....	16
5.3.2.1	Caso particolare Incrocio linea AAT a 380 kV	18
5.4	Rappresentazione delle DPA/ApA.....	20
5.5	Analisi dei fabbricati all'interno della DPA	20
6	CONCLUSIONI	23
7	ALLEGATI	24

1 PREMESSA

Oggetto della seguente relazione è la valutazione preventiva dei campi elettromagnetici generati dalla Linea AT a 150 kV nel tratto CP APRILIA-CP LEFERRIERE a seguito dell'aumento di capacità della linea con nuova portata da 600 A.

La relazione ha lo scopo di descrivere le emissioni di campi magnetici, elettrici ed elettromagnetici generati durante l'esercizio della linea AT a seguito del potenziamento e definire la compatibilità dell'impianto con i limiti normativi di esposizione e tutela della popolazione.

Nel § 2 si riportano alcune generalità sulle emissioni elettromagnetiche degli impianti elettrici, nel § 3 si illustrano i riferimenti legislativi e normativi in materia di emissioni elettromagnetiche e nel § 4 si riporta la descrizione dell'opera da realizzarsi così come risultante dagli elaborati progettuali allegati al PTO RTN.

Il § 5 contiene la valutazione preventiva dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici per le aree limitrofe all'opera. Sarà determinata la D.P.A per verificare se al suo interno ci siano dei fabbricati tali da render necessario uno studio puntuale.

Il § 6 contiene le conclusioni finali sulla base delle risultanze espresse nei paragrafi precedenti.

2 LE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

I campi elettromagnetici consistono in onde elettriche (E) e magnetiche (H) che viaggiano insieme. Esse si propagano alla velocità della luce, e sono caratterizzate da una frequenza ed una lunghezza d'onda.

I campi ELF (Extremely Low Frequency) sono definiti come quelli di frequenza fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e vengono misurati e valutati separatamente.

I campi elettrici sono prodotti dalle cariche elettriche. Essi governano il moto di altre cariche elettriche che vi siano immerse. La loro intensità viene misurata in volt al metro (V/m) o in chilovolt al metro (kV/m). Quando delle cariche si accumulano su di un oggetto, fanno sì che cariche di segno uguale od opposto vengano, rispettivamente, respinte o attratte. L'intensità di questo effetto viene caratterizzata attraverso la tensione, misurata in volt (V).

A ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, anche se non acceso, è associato un campo elettrico che è proporzionale alla tensione della sorgente cui è collegato. L'intensità dei campi elettrici è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono uno schermo per questi campi.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. Essi governano il moto delle cariche elettriche. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in tesla (T), millitesla (mT) o microtesla (μ T). Ad ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, se il dispositivo è acceso e vi è una corrente circolante, è associato un campo magnetico proporzionale alla corrente fornita dalla sorgente cui il dispositivo è collegato. I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza. Essi non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune, e li attraversano facilmente.

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

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 Norme tecniche

- 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";
- CEI R014-001 "Guida per la valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza";
- CEI 11-60" Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo";
- 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 I".

3.2 Legislazione italiana

- 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, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

3.3 Definizioni e Abbreviazioni

- Impianto per la connessione: l'"impianto per la connessione" è l'insieme degli impianti realizzati a partire dal punto di inserimento sulla rete esistente, necessari per la connessione alla rete di un impianto di produzione.
- Impianto di rete per la connessione: l'"impianto di rete per la connessione" è la porzione di impianto per la connessione di competenza del Gestore di Rete, compresa tra il punto di inserimento sulla rete esistente e il punto di connessione.
- 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 (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore;
- Esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) dell'art. 3 Legge 36/2001 e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;

3.4 Attuazione Normativa vigente

Secondo quanto previsto dalla legge del 22 febbraio 2001, n. 36, in particolare all'art. 4, comma 2, lettera a), il DPCM 8 luglio 2003 ha fissato i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dall'esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti:

LIMITE DI ESPOSIZIONE Valore efficace che non deve essere superato in caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti	100 μT 5 kV/m
VALORE DI ATTENZIONE Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio da considerare a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere	10 μT
OBIETTIVO DI QUALITA' Mediana dei valori nell'arco delle ventiquattro ore nelle normali condizioni di esercizio da considerare ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee elettriche già presenti nel territorio	3 μT

In base all'art. 5 le tecniche di misurazione da adottare sono quelle indicate dalla norma CEI 211-6 prima edizione e successivi aggiornamenti. Inoltre, il sistema agenziale APAT-ARPA dovrà determinare le procedure di misura e valutazione, con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente, per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità. Per la verifica delle disposizioni di cui agli articoli 3 e 4,

oltre alle misurazioni e determinazioni di cui sopra, il sistema agenziale APAT-ARPA può avvalersi di metodologie di calcolo basate su dati tecnici e storici dell'elettrodotto.

Dal campo di applicazione del DPCM è espressamente esclusa, invece, l'applicazione dei limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità di cui sopra ai lavoratori esposti ai campi per ragioni professionali (art. 1 comma 2).

Inoltre, in base all'art. 1 comma 3 per tutte le sezioni di impianto non incluse nella definizione di "elettrodotto" o che sono esercite con frequenze diverse dai 50 Hz, fino a 100 kHz, si applicano i limiti della raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999. In particolare, andrà rispettato, se applicabile nei confronti della popolazione, per la sezione in corrente continua il limite di riferimento per induzione magnetica di 40.000 μ T.

L'art. 6 del DPCM 8/7/03 recita:

1. *"Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 [...]"*

2. *"L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti".*

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto riferite agli elettrodotti sia aerei che interrati, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha comunicato con lettera prot. DSA/2004/25291 del 15 novembre 2004, che *"la metodica da usarsi per la determinazione provvisoria delle fasce di rispetto pertinenti ad una o più linee elettriche aeree o interrate che insistono sulla medesima porzione di territorio può compiersi come segue:*

[...]

3. *Le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche", cap. 4.1. Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al cap. 4.3.*

4. *Si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 μ T in termini di valore efficace.*

5. *Le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto. Le relative dimensioni, espresse in metri, possono essere arrotondate all'intero più vicino".*

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 (interrate o aeree);

La costruzione e l'esercizio della linea AT, così come riportato negli elaborati tecnici di progetto, sarà eseguita secondo le norme di legge e le norme tecniche del CEI nonché, per la parte di connessione alla rete, secondo le disposizioni normative di Terna Spa e e-distribuzione S.p.A.

La valutazione dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale è invece argomento della Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche", dalla quale sono state tratte tutte le ipotesi di calcolo. In particolare:

- tutti i conduttori costituenti la linea (sia i conduttori attivi sia i conduttori di guardia) sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro; in base a queste ipotesi, si trascura la componente longitudinale dell'induzione magnetica; nella realtà, i conduttori suddetti si dispongono secondo una catenaria, ma la componente longitudinale non supera in genere il 10% delle altre componenti del campo, per cui
- l'errore che si commette, nel calcolo della risultante, è certamente inferiore, in percentuale, a questo valore;
- i conduttori sono considerati di forma cilindrica, con diametro costante disposti a fascio di 3 per fase; si suppone che la distanza tra i singoli conduttori a uguale potenziale sia piccola rispetto alla distanza tra i conduttori a diverso potenziale; si suppone inoltre che i conduttori appartenenti ad un fascio siano uguali tra di loro e che, in una sezione normale del fascio, i loro centri giacciono su una circonferenza (circonferenza circoscritta al fascio); in base a queste ipotesi, si sostituisce al fascio di sub-conduttori un conduttore unico di opportuno diametro equivalente;
- il suolo è considerato piano, privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico, perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- si trascura l'influenza sulla distribuzione del campo dei tralicci stessi, di piloni di sostegno, degli edifici, della vegetazione e di qualunque altro oggetto che si trovi nell'area interessata, ovvero si calcola il campo imperturbato.

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

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

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

4.1 Inquadramento dell'opera

L'opera RTN a 150 kV, ricade nei Comuni di Aprilia (LT) e Latina (LT) e come ben argomentato nella relazione tecnica PTO RTN 01 il potenziamento della linea aerea AT a 150 kV necessita dei seguenti interventi:

- Sostituzione Conduttori linea aerea
- Interramento del tratto di linea aerea AT tra la nuova "CP "Olimpo (P.15) e il sostegno P.30
- Sostituzione di n. 5 sostegni, di cui 1 capolinea (P.30N) per la transizione cavo-linea aerea, e 4 di altezza più alta degli esistenti per risolvere le interferenze CEM (P.3, P.10, P.11 e P.55).

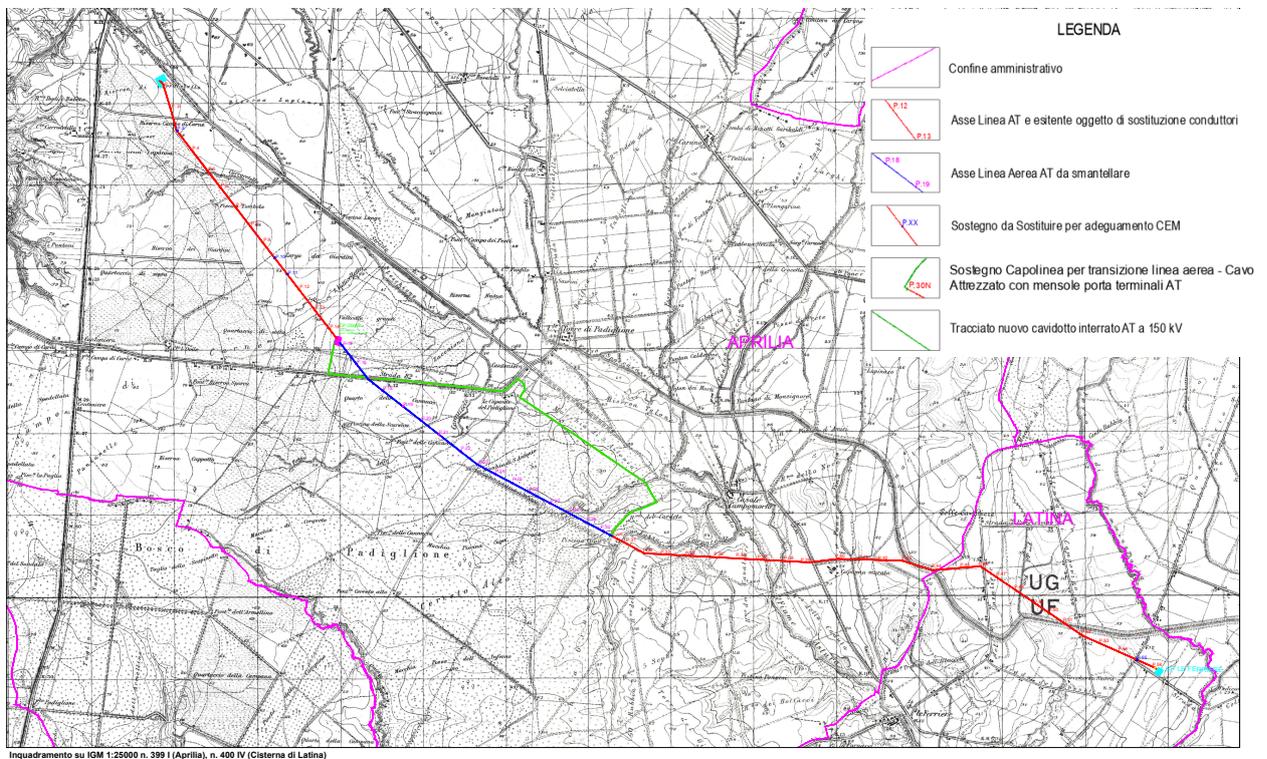


Figura 1 – Tracciato Soluzione Progettuale

4.2 Caratteristiche della rete elettrica

La rete elettrica da realizzare è costituita da una unica sezione con tensione di esercizio pari a 150 kV divisa per tipologia di posa. La linea AT a 150 kV sarà formata da:

- tratto aereo costituito da una semplice terne di conduttori nudi
- tratto di cavidotto AT realizzate in esecuzione interrata secondo la norma CEI 11-17. Particolari realizzativi di questa sezione di rete sono:
 - utilizzo di cavi unipolari a campo elettrico radiale singolarmente schermati con gli schermi atterrati ad entrambe le estremità, posati direttamente nello scavo alla profondità di ca 150 cm

5 VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

5.1 Valutazione analitica dei campi magnetici generati dagli elettrodotti

La valutazione è effettuata nei riguardi dell'elettrodotto in cavo interrato AT a 150 kV e dall'elettrodotto aereo in conduttori nudi AT a 150 kV oggetto del presente progetto.

Le linee elettriche durante il loro funzionamento generano un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il campo magnetico è proporzionale alla corrente che l'attraversa. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Per il calcolo dei valori imperturbati del campo elettrico e magnetico è stato utilizzato il software XGSA FD della XGSALAB Software. Con XGSA FD, se necessario, si potrà effettuare anche un'analisi tridimensionale.

5.2 Distanza di Prima Approssimazione DPA

Ai sensi del DPCM 29/05/08 il gestore della rete è tenuto a calcolare la fascia di rispetto come Distanza di Prima Approssimazione (DPA) per comunicarla agli enti. La DPA 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.

Per gli elettrodotti di progetto, i grafici di seguito riportati, mostrano sull'asse delle ascisse la distanza orizzontale dall'asse dell'elettrodotto (sinistra e destra); invece sull'asse delle ordinate la distanza verticale dei conduttori dal suolo.

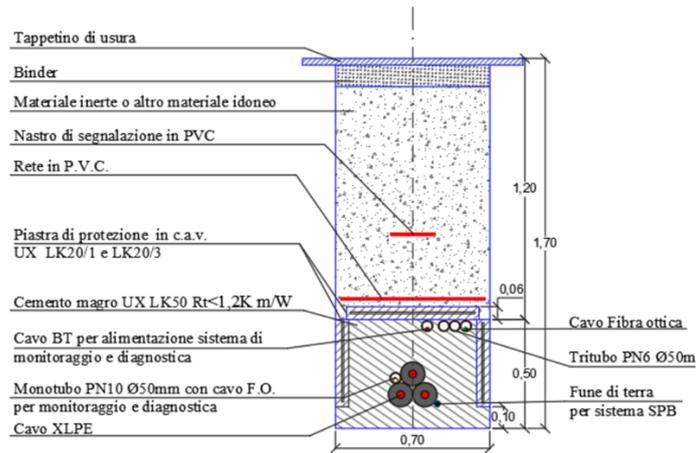
I livelli di induzione magnetica riscontrabili nelle regioni di spazio circostanti la linea elettrica sono evidenziate con fasce di colori differenti.

A maggior cautela, di seguito sarà analizzata la configurazione relativa al sostegno con gruppi mensola con maggior sbraccio.

Inoltre sulle tavole allegate sono riportate in pianta le DPA su tutta la linea AT calcolate con il software per tenere dentro i casi particolari come le deviazioni angolari e incroci.

5.2.1 Caso con n. 1 terne di cavi AT interrati di sezione 1600 mm²

Di seguito vengono riportati i dati utilizzati e i risultati delle elaborazioni per il cavo AT a 150 kV. Esso sarà formato da una terna interrata di cavi con sezioni da 1600 mm².



Sezione Scavo tipo cavidotto AT

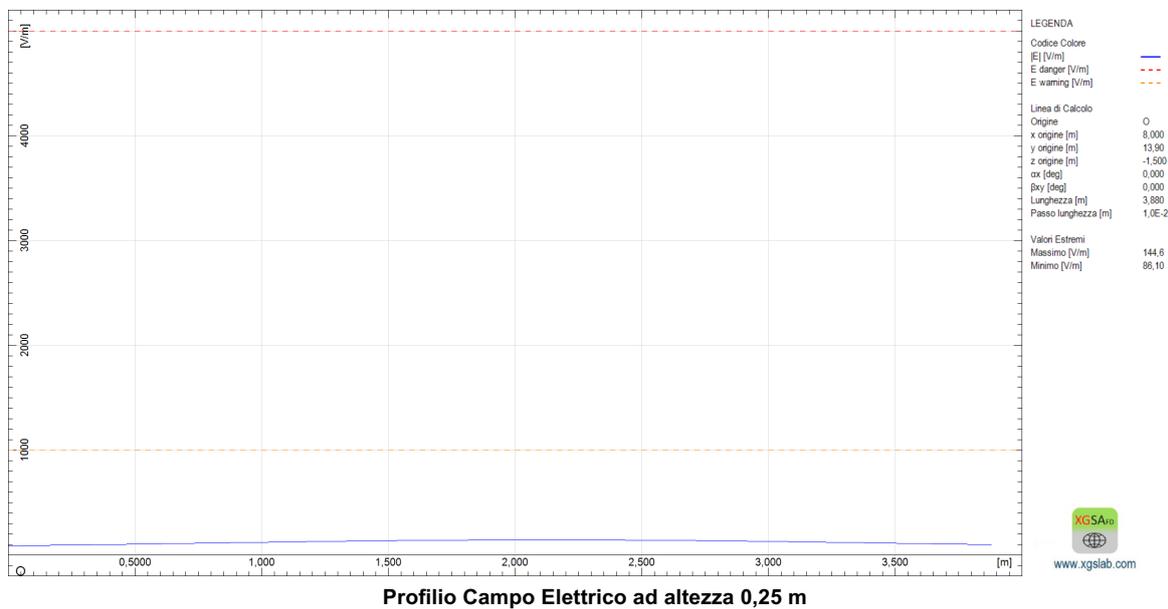
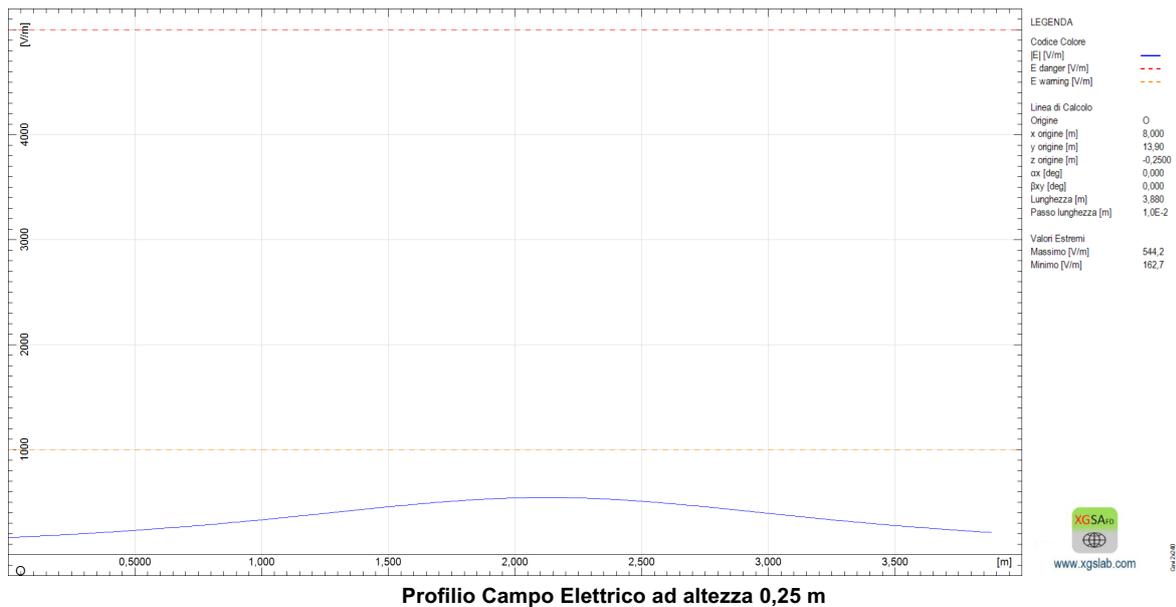
Per i dati elettrici si sono usati i seguenti valori:

- Tensione Nominale: 150.000 V
- Portata massima del cavo: 1060 A
- Sezione cavo: 1600 mm²
- Profondità di posa 1,6 m
- Diametro conduttore 100 mm

Campo Elettrico cavo AT

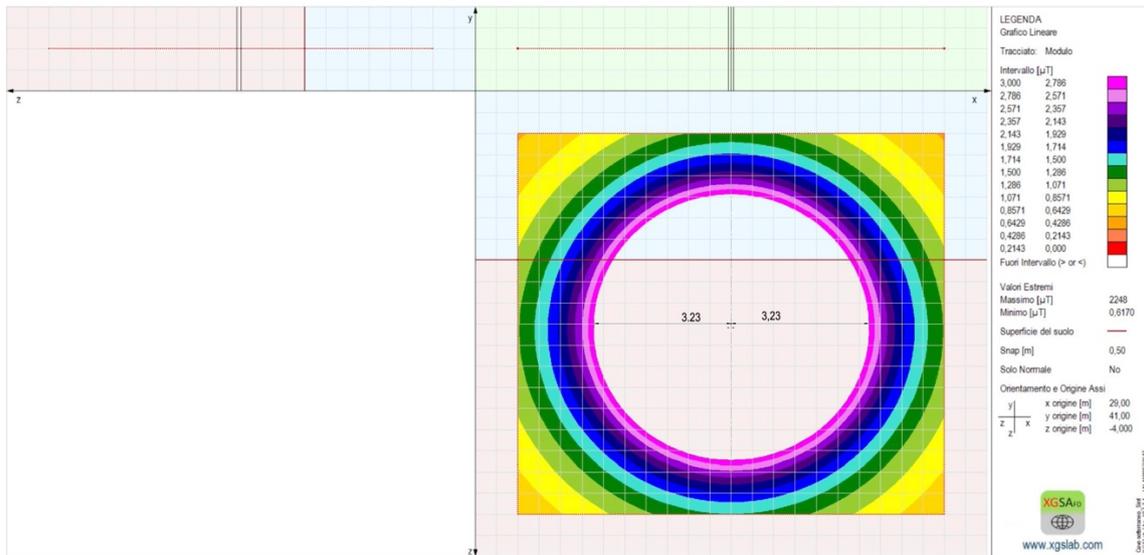
Di seguito si riportano i risultati di calcolo ottenuti per il campo elettrico a 0,25 m (caviglia corpo umano) da terra e ad 1,5 m da terra (altezza cuore di un individuo di media altezza) per una ipotetica sezione trasversale.

Nei due casi si vede che il valore del campo elettrico è di gran lunga inferiore a 5 kV/m.



Campo Magnetico (Induzione Magnetica) cavo AT

Di seguito è riportata le sezioni di calcolo verticale del campo magnetico (ovvero induzione magnetica) risultante.



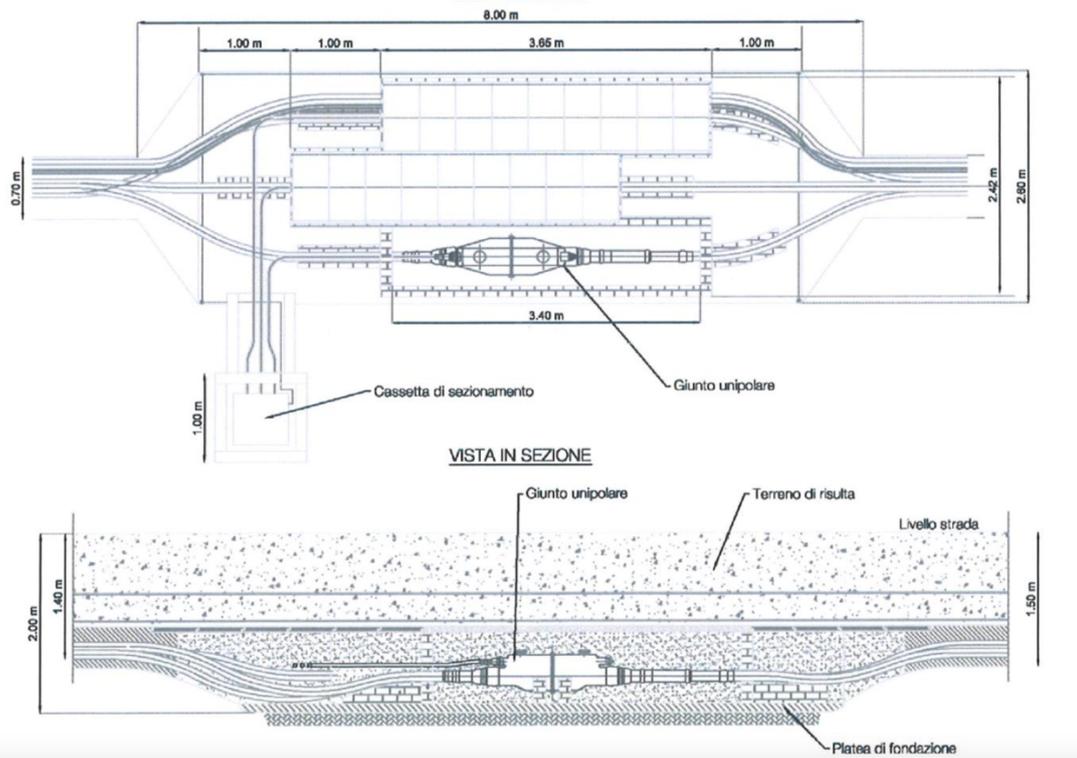
Calcolo Induzione Magnetica sulla sezione del cavo AT da 1600 mm²

Come si vede dai risultati di calcolo ottenuti in corrispondenza dell'asse della linea si avranno valori di induzione magnetica di poco superiore ai 3 µT ad un'altezza di 1,5 m dal piano campagna.

Alla luce di quanto esposto si ritiene di adottare una fascia di rispetto pari alla **DPA=3,5 m** asse linea. Per tutto il tracciato del cavidotto AT, in tale fascia, non sono presenti luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere, Come abitazioni, asili ecc.

5.2.2 Caso vasca giunti con n. 1 terne in piano di cavi AT di sezione 1600 mm²

Di seguito vengono riportati i dati utilizzati e i risultati delle elaborazioni per il cavo AT a 150 kV. Esso sarà formato da una terna interrata di cavi con sezioni da 1600 mm².



Sezione Scavo tipo vasca giunti AT

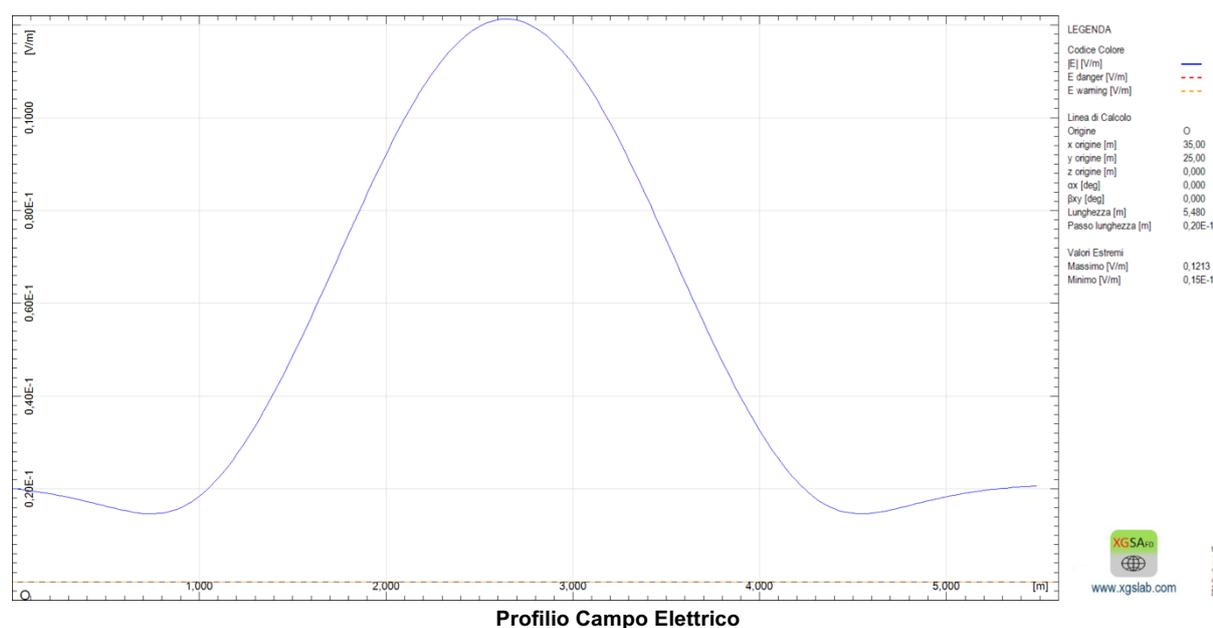
Per i dati elettrici si sono usati i seguenti valori:

- Tensione Nominale: 150.000 V
- Portata massima del cavo: 1060 A
- Sezione cavo: 1600 mm²
- Profondità di posa 1,6 m
- Interasse: 0,7 m
- Diametro conduttore 100 mm

Campo Elettrico cavi AT in vasca

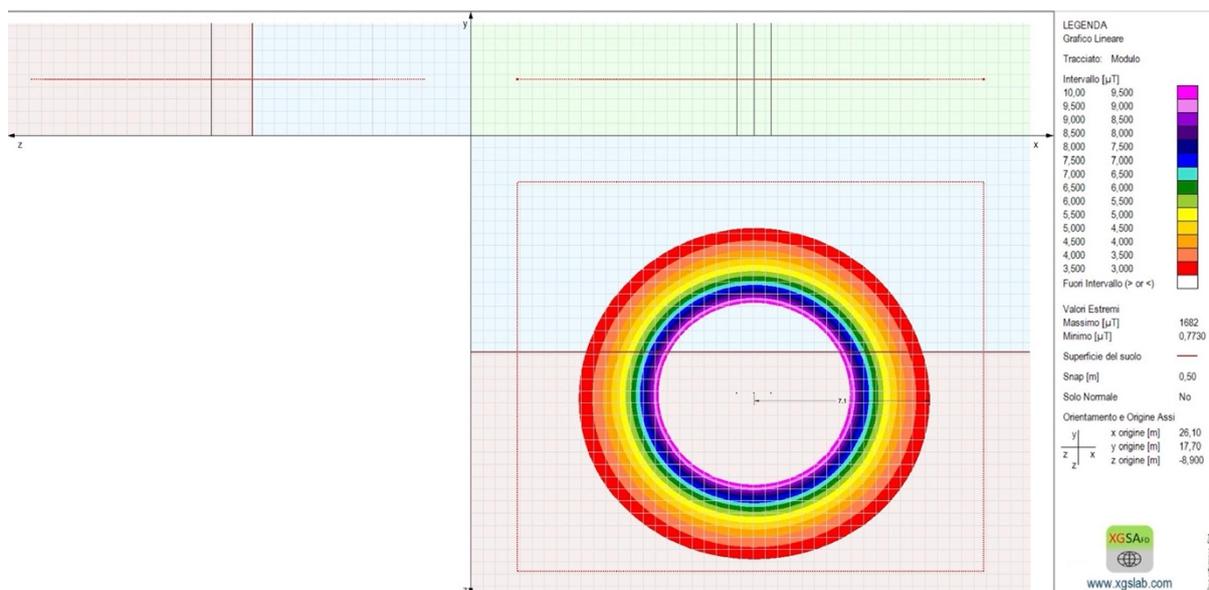
Di seguito si riportano i risultati di calcolo ottenuti per il campo elettrico a 1,5 m da terra (altezza cuore di un individuo di media altezza) per una ipotetica sezione trasversale.

Si vede che il valore del campo elettrico è di gran lunga inferiore a 5 kV/m.



Campo Magnetico (Induzione Magnetica) cavo AT in vasca giunti

Di seguito è riportata le sezioni di calcolo verticale del campo magnetico (ovvero induzione magnetica) risultante.



Calcolo Induzione Magnetica sulla sezione del cavo AT da 1600 mm²

Come si vede dai risultati di calcolo ottenuti in corrispondenza dell'asse della linea si avranno valori di induzione magnetica di poco superiore ai 3 µT ad un'altezza di 1,5 m dal piano campagna.

Alla luce di quanto esposto si ritiene di adottare una fascia di rispetto sulla vasca giunti pari alla **DPA=7,1 m** asse linea. Per tutto il tracciato del cavidotto AT, nonché nelle DPA indicate sui giunti, non sono presenti luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere, Come abitazioni, asili ecc.

Schermatura giunti

Anche se nella posizione scelta per i giunti nella DPA calcolata non sono presenti luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere, Come abitazioni, asili ecc. si potranno utilizzare delle schermature per contenere la DPA all'interno delle API delle sedi stradali.

Come possibile soluzione per la schermatura delle vasche giunti si possono utilizzare canali schermanti adatti per installazioni in ambienti esterni, vengono progettati su misura secondo le dimensioni richieste. La scelta dei materiali costituenti il canale, la tipologia di lavorazione e le dimensioni dipendono dalle condizioni di posa e dal fattore schermante necessario per la mitigazione.

Sono disponibili canali con configurazioni schermanti caratterizzate da differenti fattori di schermatura compresi tra le 8 e le 30 volte.



Lunghezza L	Altezza H	Base B	Codice	kg./m. kg./m.
3000	500	510	A Richiesta	48,000

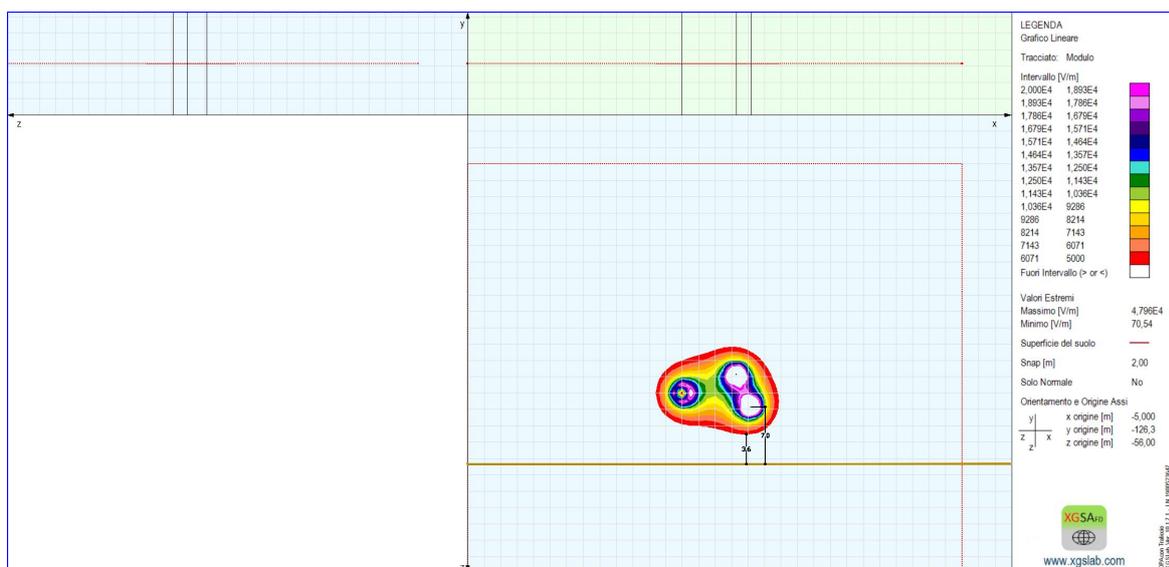
Canali schermanti

5.3 Valutazione e calcoli per la linea aerea AT

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.

5.3.1 Campo Elettrico

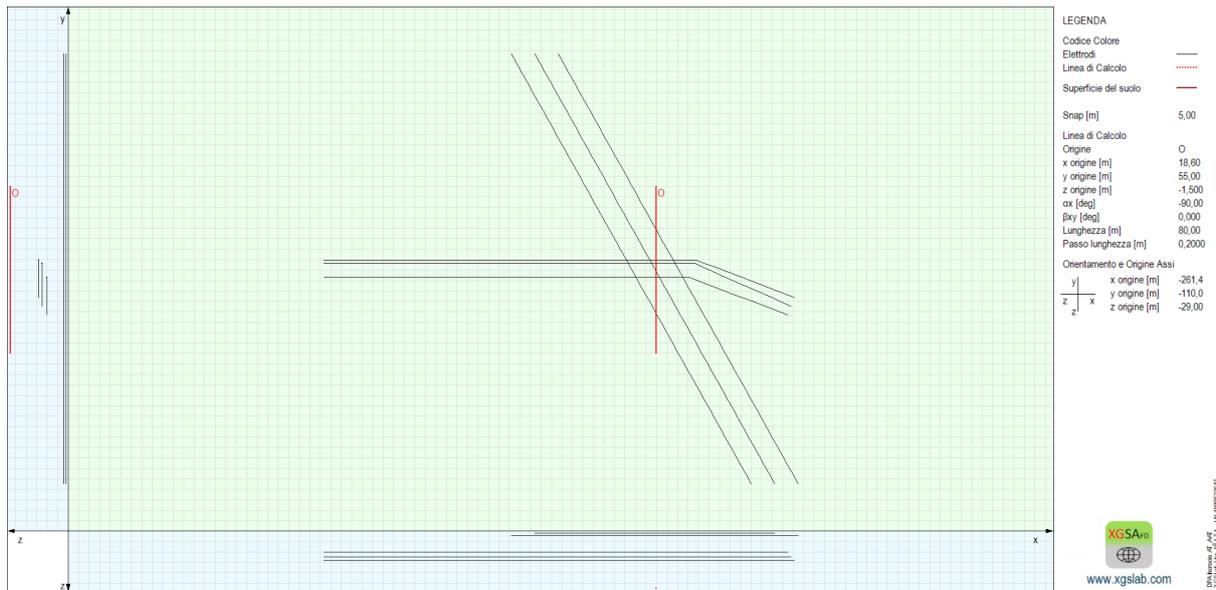
Per il calcolo delle intensità del campo elettrico si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 6,50 m. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori sono ancorati ai sostegni, come da disegno schematico riportato nella figura seguente. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa. Anche per tale ragione l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.



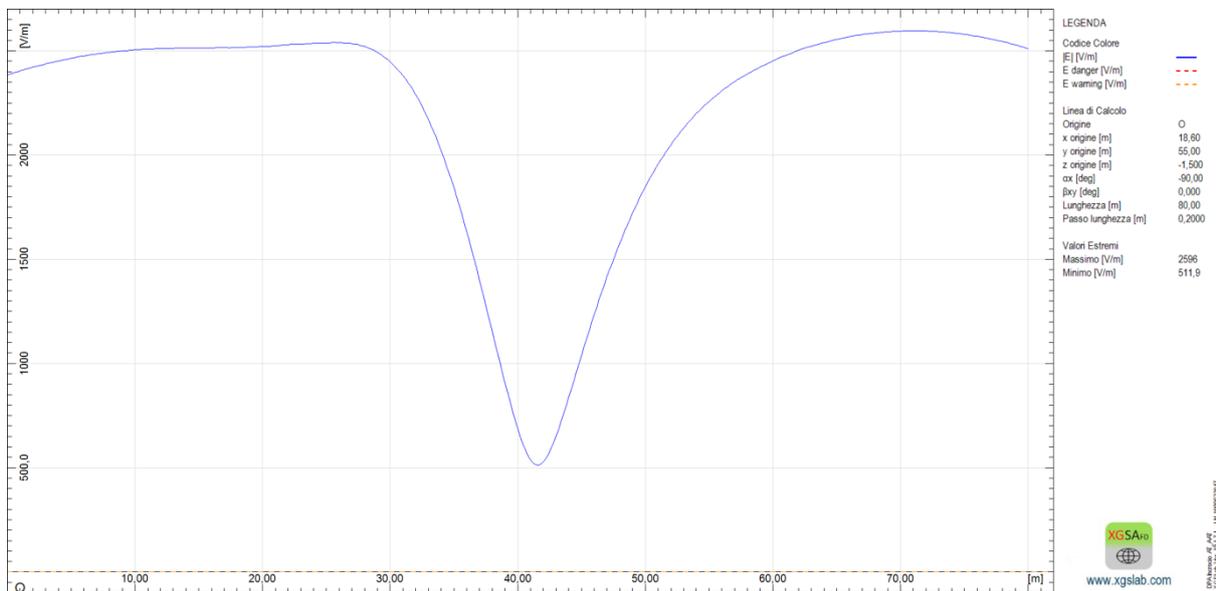
Come si vede, anche sottolinea, ad un'altezza di 1,5 m dal suolo (altezza media corpo umano) i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa. Questo vuol dire che se sono raggiunti gli obiettivi di qualità per il campo magnetico, di conseguenza anche i valori di campo elettrico saranno sempre inferiori al limite dei 5 kV/m.

5.3.1.1 Caso particolare Incrocio linea AAT a 380 kV

L'ultima campata della linea AT a 150 kV, nei pressi della CP Le Ferriere, incrocia una linea AAT a 380 kV e per questo si è calcolato il profilo del campo elettrico su una sezione più sfavorevole ad un'altezza di 1,5 m.



Planimetria incroci con indicazione sezione

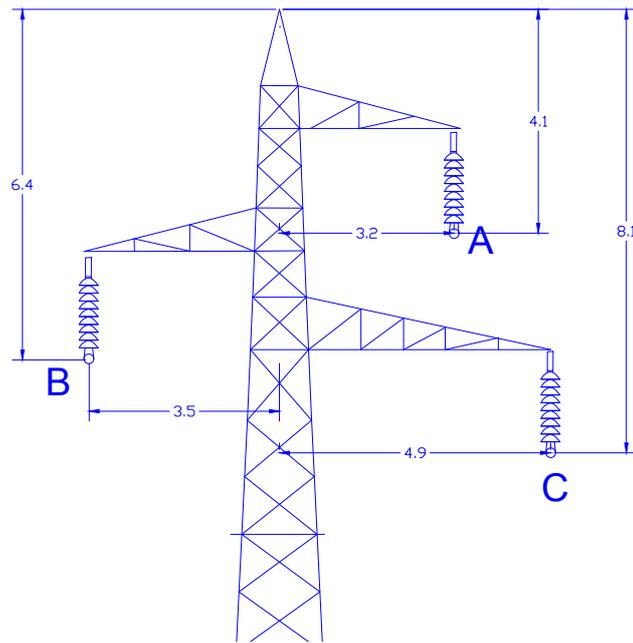


Profilo campo elettrico sull'incrocio

Come si vede, anche sottolineata, ad un'altezza di 1,5 m dal suolo (altezza media corpo umano) i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.

5.3.2 Calcolo campo magnetico linea aerea AT

Di seguito vengono riportati i dati utilizzati e i risultati delle elaborazioni per il calcolo della DPA relativa alla linea aerea AT a 150 kV. Per il calcolo della DPA sono stati utilizzati i dati dimensionali del traliccio con sbraccio più lungo.



Conduttore	Correnti su elettrodoti [A]	
	Reale	Immaginaria
A	600,0	0,0
B	-300	-519,6
C	-300	519,6

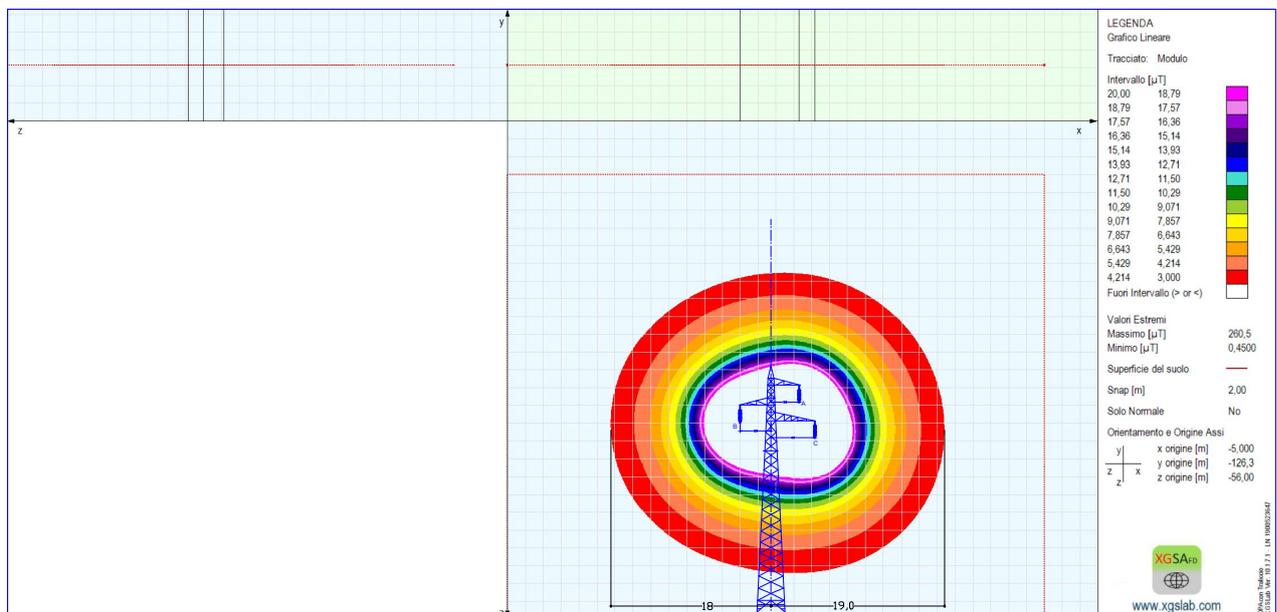
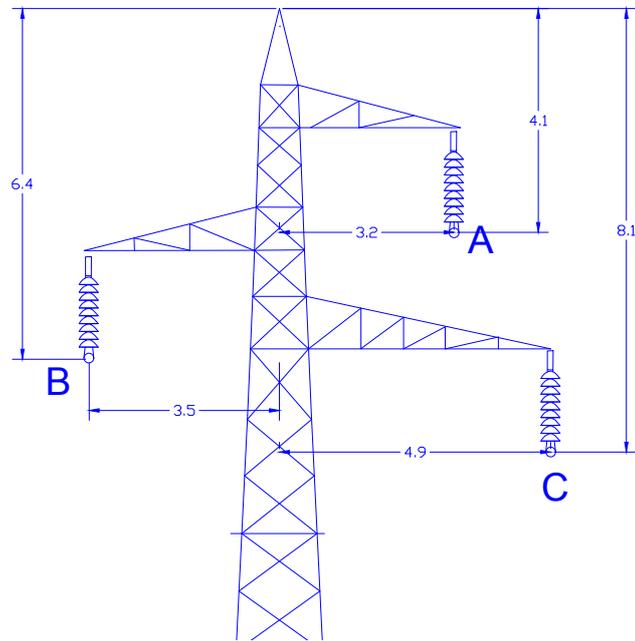


Figura 2 - calcolo DPA

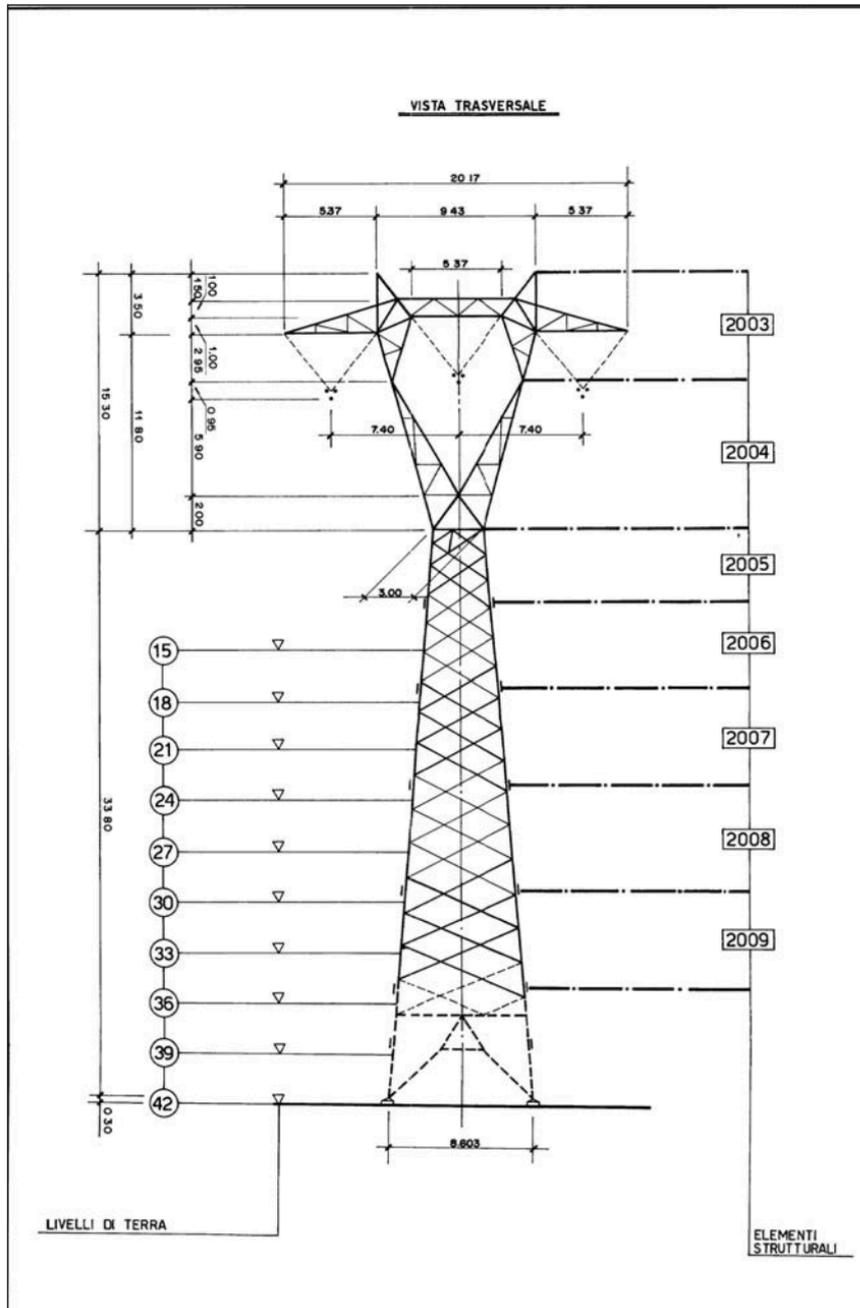
Alla luce di quanto esposto, e a vantaggio di sicurezza si ritiene di adottare una fascia di rispetto pari a **19 m (DPA)**.

5.3.2.1 Caso particolare Incrocio linea AAT a 380 kV

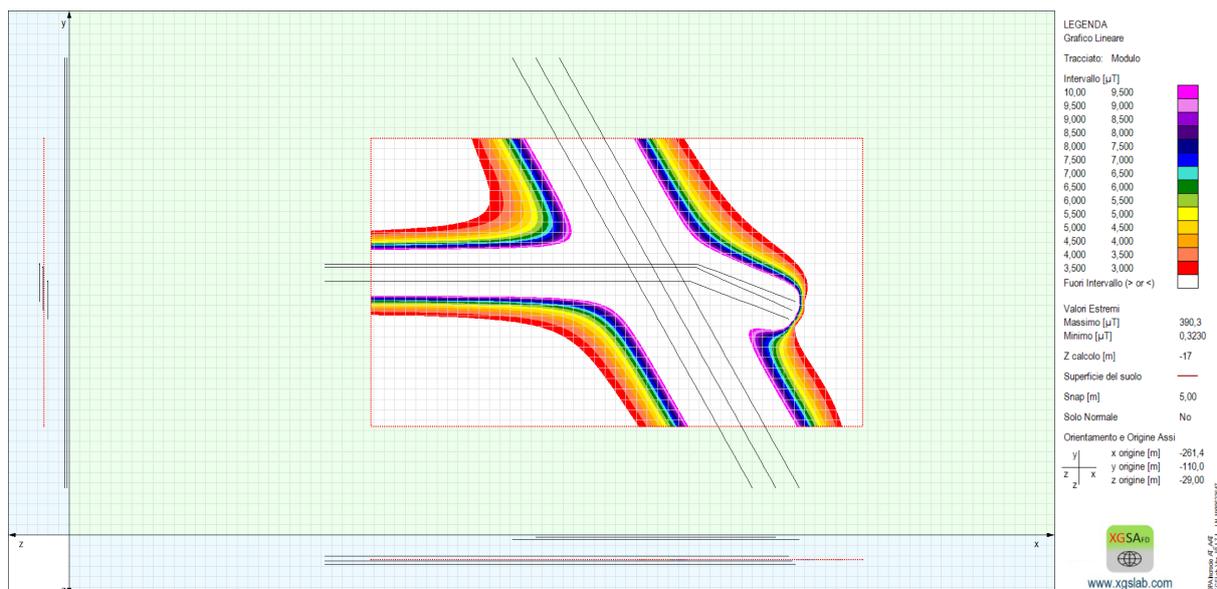
Di seguito vengono riportati i dati utilizzati e i risultati delle elaborazioni per il calcolo della DPA relativa all'incrocio della linea aerea AT a 150 kV con la linea AAT a 380 kV.



Conduttore	Correnti su elettrodotti [A]	
	Reale	Immaginaria
A	600,0	0,0
B	-300	-519,6
C	-300	519,6



Conduttore	Correnti su elettrodotti [A]	
	Reale	Immaginaria
1	1500	0,0
2	-750	-1299
3	-750	1299



DPA Incrocio – (in rosso il limite dei 3 µT)

La DPA dell'incrocio è stata estrapolata in DXF e integrata sulle tavole allegate ed è stato verificato che in corrispondenza dell'incrocio non sono presenti recettori in DPA.

5.4 Rappresentazione delle DPA/ApA

Le DPA/ApA che tengono in conto anche i cambi di direzione su ogni traliccio e degli incroci, sono rappresentate sui seguenti elaborati:

PTO RTN 15 Inquadramento delle opere su CTR con DPA

PTO RTN 16 A Inquadramento delle opere su Ortofoto con DPA

PTO RTN 16 B Inquadramento delle opere RTN su Mappa Catastale con Recettori in DPA (5 Elaborati)

Come si evince dai suddetti elaborati sono presenti all'interno della DPA alcuni fabbricati per cui si è reso necessario un calcolo puntuale dell'induzione magnetica su tali interferenze che, saranno analizzate nel paragrafo successivo.

5.5 Analisi dei fabbricati all'interno della DPA

I fabbricati ricadenti all'interno della DPA sono stati puntualmente analizzati con in primis un sopralluogo per rilevare l'asse della linea rispetto al fabbricato e per capire se fosse classificabile come luogo con permanenza superiore alle 4 ore.

In un secondo momento è stato effettuato un calcolo specifico, con sezioni trasversali sulla linea-Fabbricato utilizzando il software XGSA FD.

Nella tabella seguente sono riassunti i fabbricati e i riferimenti alle relative sezioni, allegate alla presente, raffiguranti i risultati dei calcoli.

Rif.	Tipologia Fabbricato	Campata	Sezione Allegata	Fabbricato all'interno della fascia dei 3 µT	Applicabilità normativa CEM	Risoluzione CEM

R.1	Fabbricato Commerciale	P.1 – P.2	1	No		
R.2	Fabbricato Commerciale	P.2 – P.3	1	No		
R.3	Civile Abitazione	P.2 – P.3	2	Si	Si	Sostituzione Sostegno P.3 con uno più Alto
R.3'	Tettoia	P.2 – P.3	/	Si	No, la tettoia non è adibito a permanenza prolungata di persone	
R.4	Deposito	P.4 – P.5	3	No		
R.5	Depositi	P.5 – P.6	4	Si	No, il deposito non è adibito a permanenza prolungata di persone	
R.6	Civile Abitazione	P.10 - P.11	5	Si	Si	Sostituzione Sostegni P.10-P.11 con più Alti
R.7	Deposito	P.10 - P.11	5	Si	No, il fabbricato non è adibito a permanenza prolungata di persone	Sostituzione Sostegni P.10-P.11 con più Alti
R.8	Capannone Industriale	P.39-P.40	6	No		
R.9	Tettoia	P.39-P.40	6	Si	No, la tettoia non è adibito a permanenza prolungata di persone	
R.10	Capannone Industriale	P.41-P.42	7	No		
R.11	Tettoia	P.46-P.47	8	Si	No, non è luogo adibito a permanenza prolungata di persone	
R.12	Fabbricato Abitato	P.54-P.55	9	Si	Si	Sostituzione Sostegno P.3 con uno più Alto
R.13	Fabbricato Abitato	P.54-P.55	9	No		

Come si evince dalla tabella ci sono 5 depositi rientranti nella fascia dei 3 μ T classificati come luoghi con permanenza non superiore alle 4 ore.

Invece per le abitazioni, considerato luogo con permanenza superiore alle 4 ore (Rif. R.3, R.6 e R.13), al fine di risolvere l'interferenza saranno sostituiti i tralicci di riferimento indicati in tabella.

6 CONCLUSIONI

A seguito delle valutazioni preventive eseguite riportate nei paragrafi precedenti, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- lungo il percorso del nuovo cavidotto AT interrato in nessun caso gli immobili si trovano all'interno delle fasce di rispetto DPA calcolate (3,5 m).
- Lungo il tracciato dell'elettrodotto aereo AT si sono individuati dei possibili recettori rientranti nella DPA ma risolti con l'innalzamento dei sostegni più prossimi agli stessi

Alla luce di quanto esposto si ritiene che il progetto, sia per l'ubicazione territoriale, sia per le sue caratteristiche costruttive, rispetterà i limiti imposti dalla L. 36/2001 e del DPCM 8 luglio 2003 in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici, magnetici ed elettrici garantendo la salvaguardia della salute umana.

7 Allegati

Allegato 1 – Interferenza su Recettore R.1 e R.2

Allegato 2 – Interferenza su Recettore R.3 e R.3'

Allegato 3 – Interferenza su Recettore R.4

Allegato 4 – Interferenza su Recettore R.5

Allegato 5 – Interferenza su Recettore R.6 e R.7

Allegato 6 – Interferenza su Recettore R.8

Allegato 7 – Interferenza su Recettore R.9 e R.10

Allegato 8 – Interferenza su Recettore R.11

Allegato 9 – Interferenza su Recettore R.12

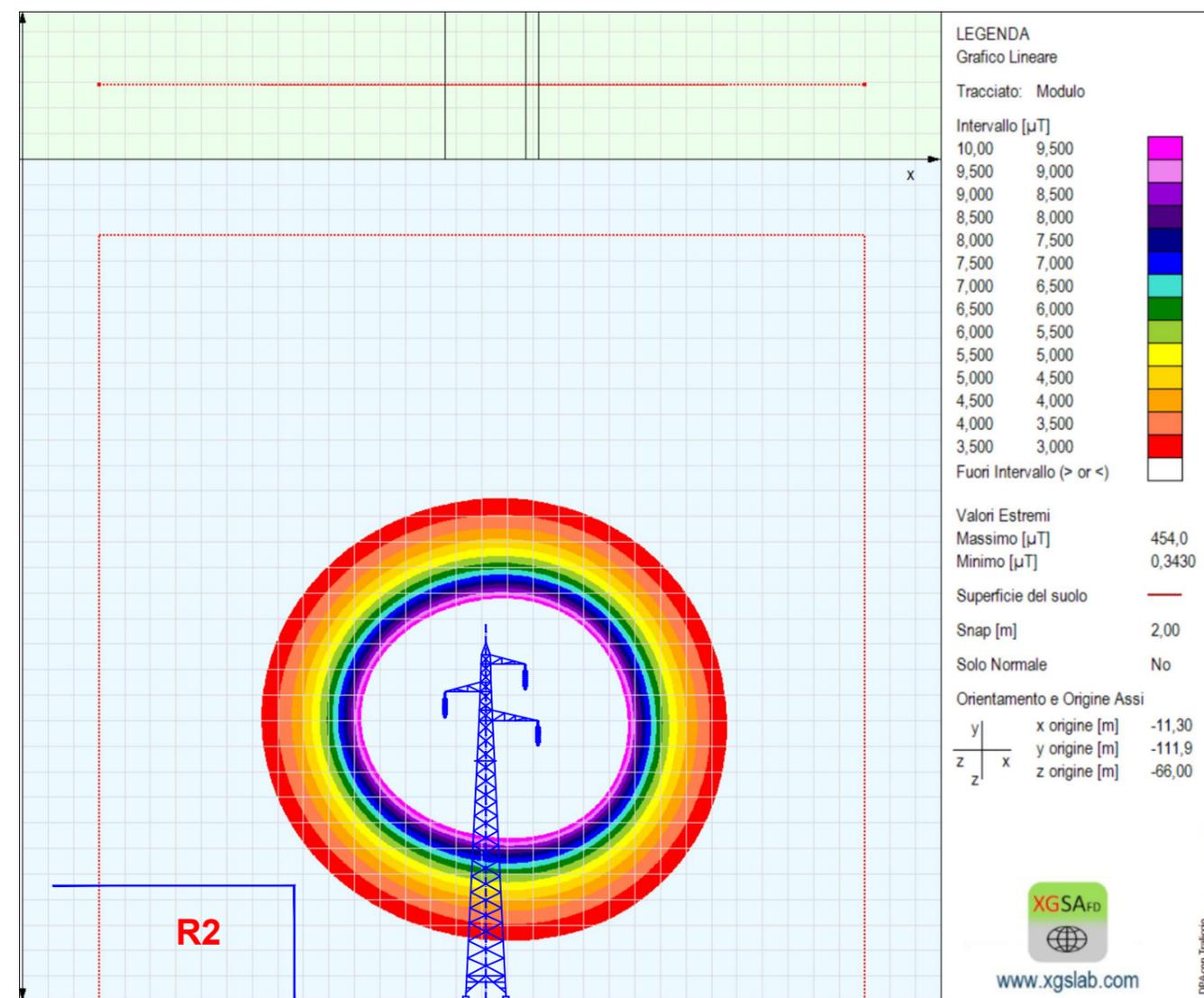
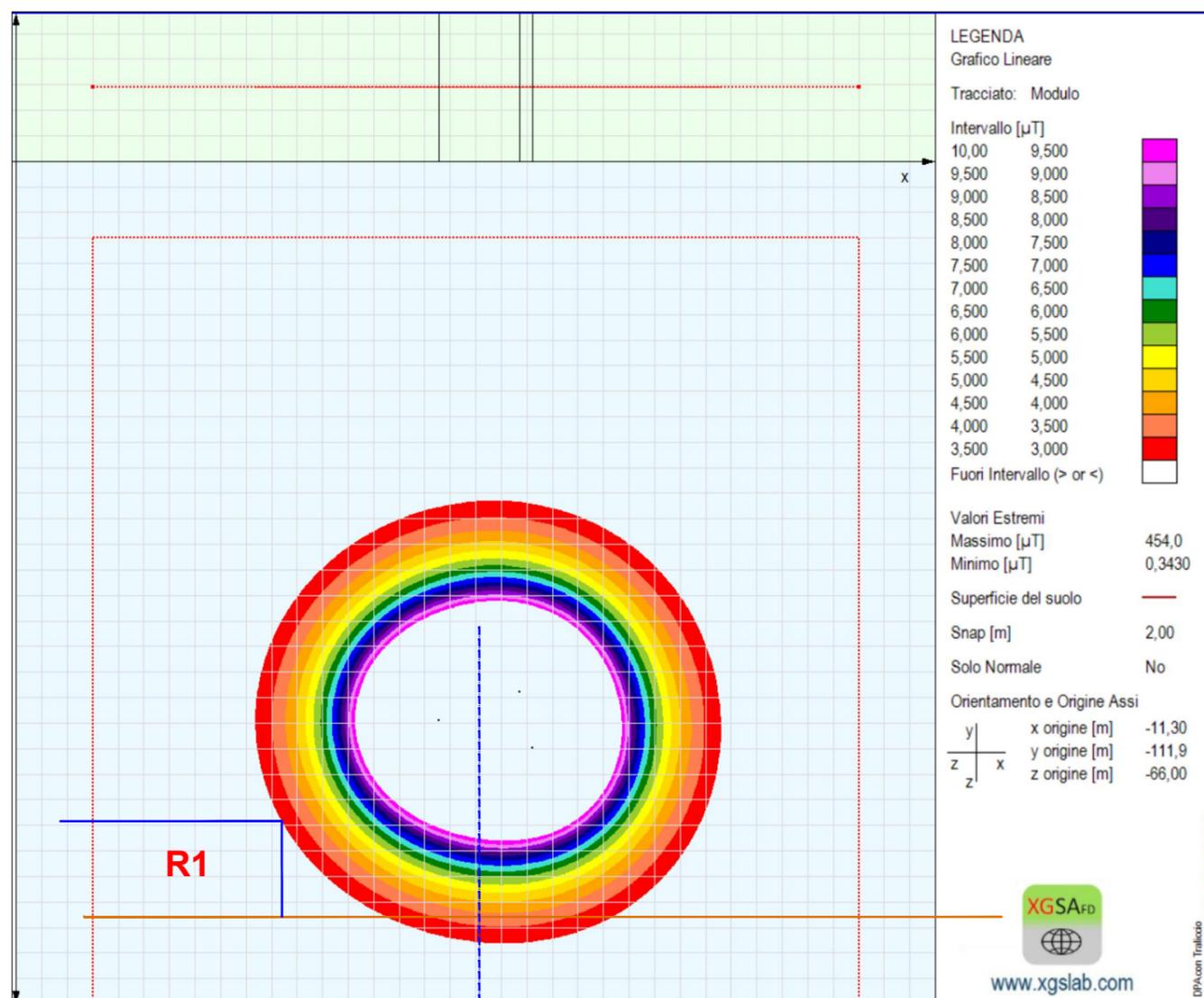
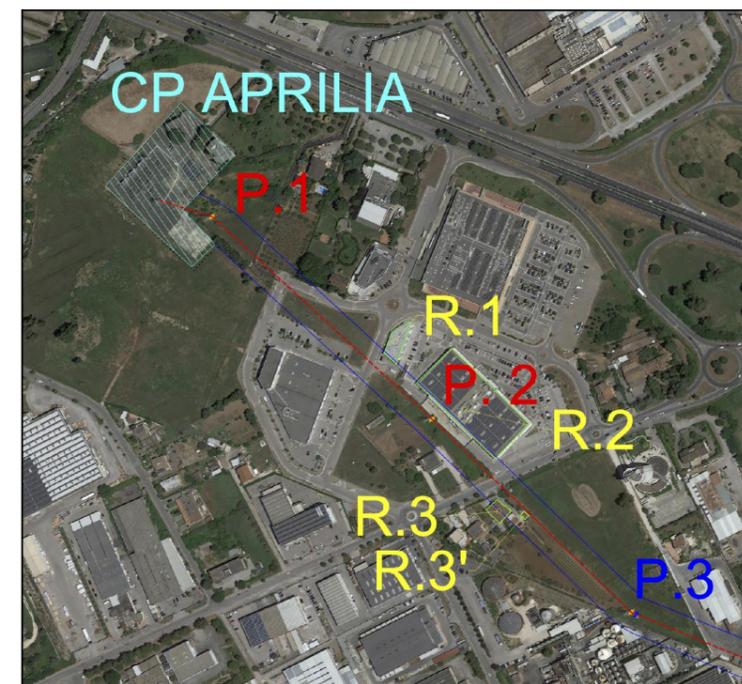
Allegato 10 – Interferenza su Recettore R.13

ALLEGATO 1

Campata: P.1 - P.2

Recettori: R.1, R.2

Comune: Aprilia (LT)

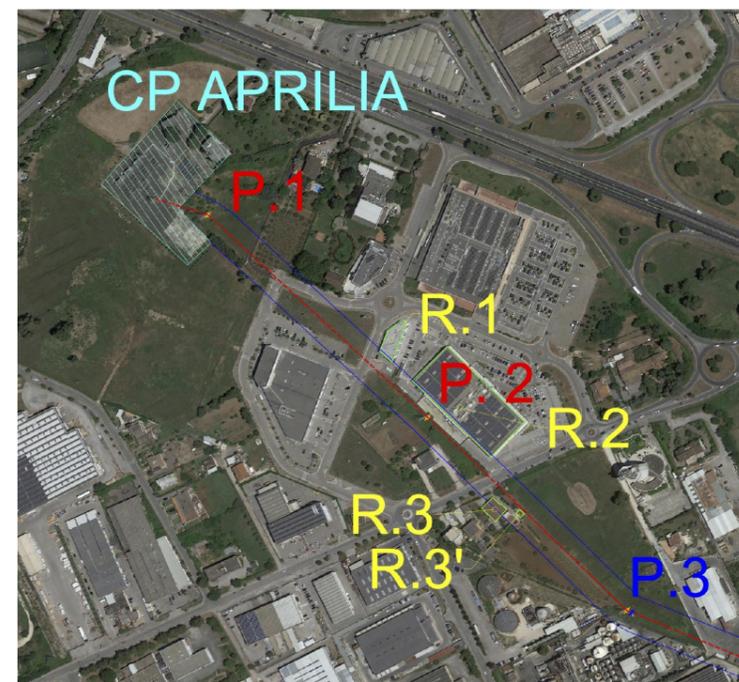


ALLEGATO 2

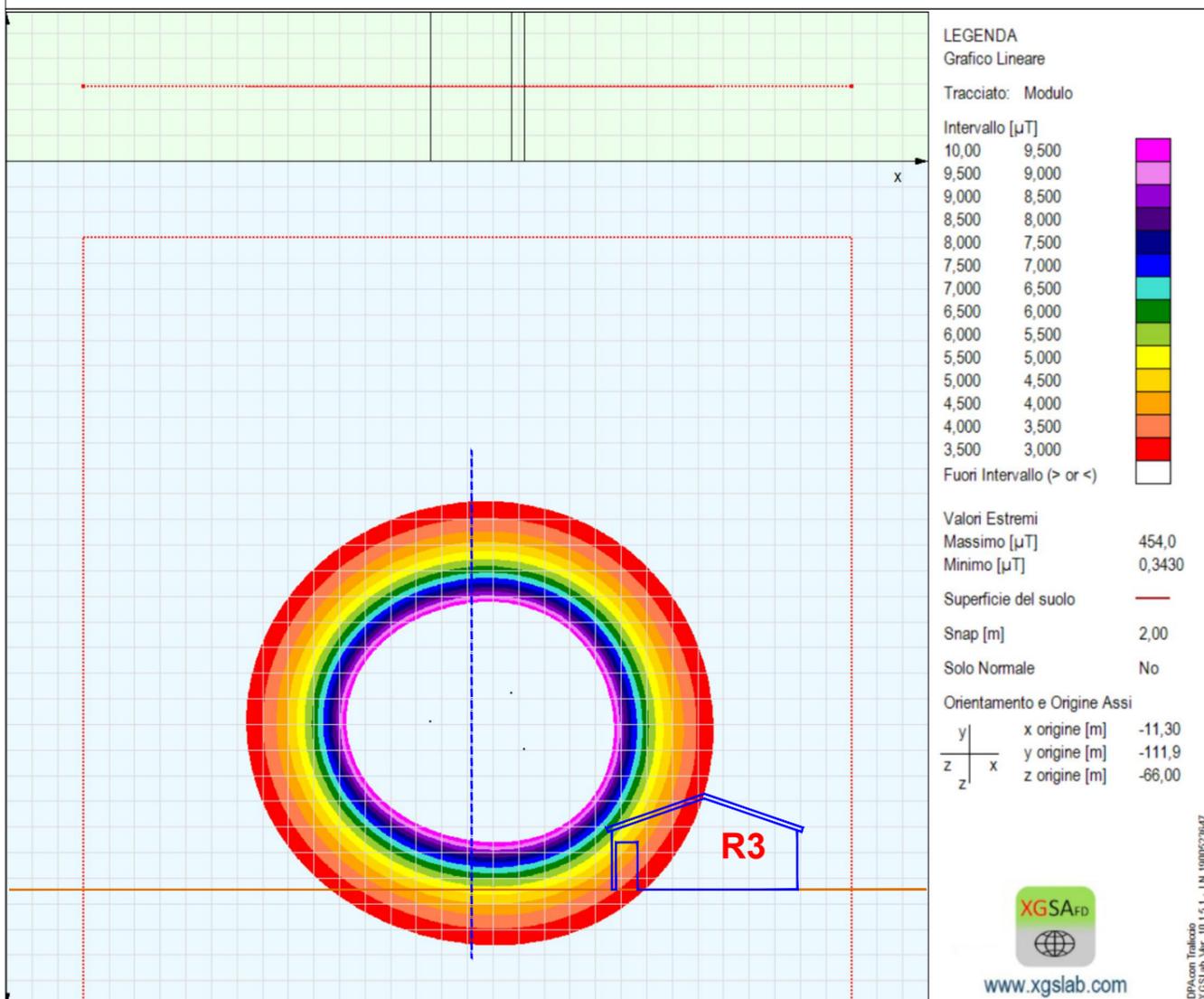
Campata: P.2 - P.3

Recettori: R.3

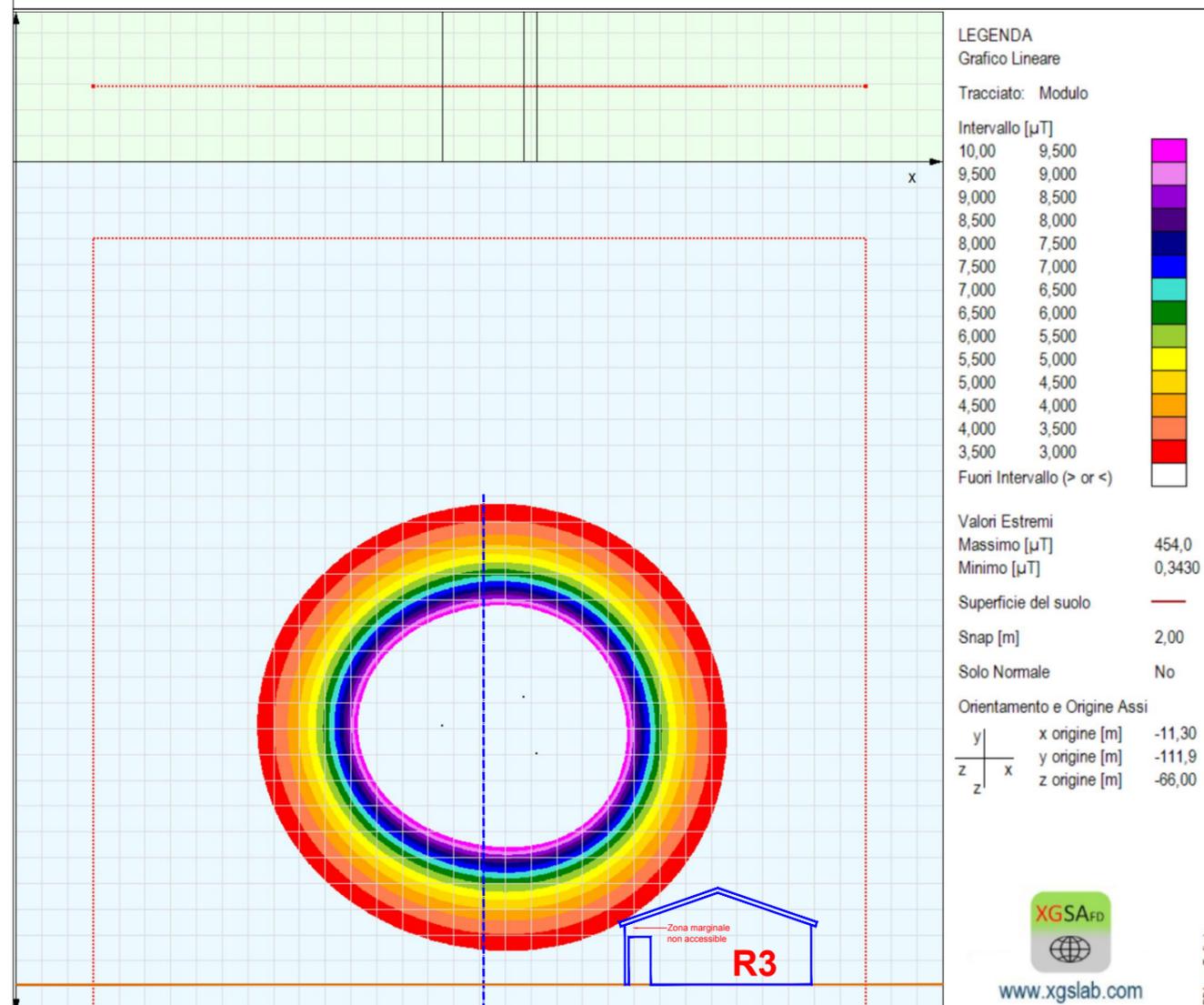
Comune: Aprilia (LT)



Sezione Stato di Fatto



Sezione dopo Sostituzione Sostegno P.3

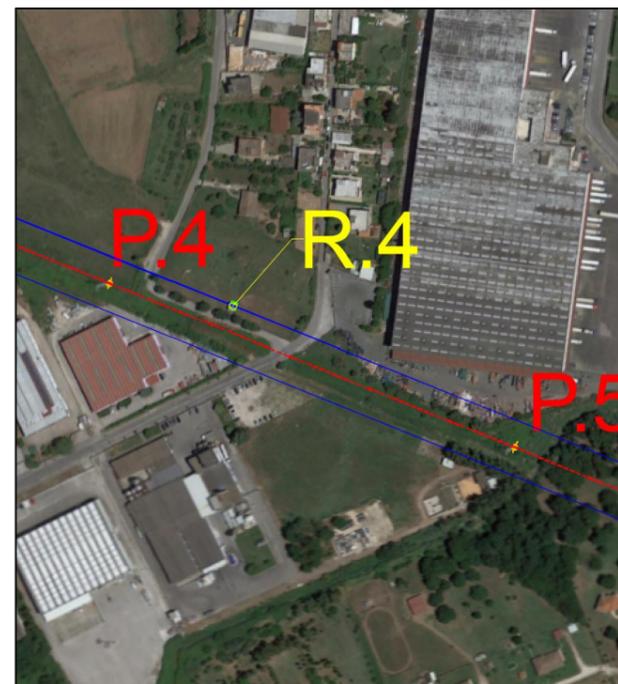


ALLEGATO 3

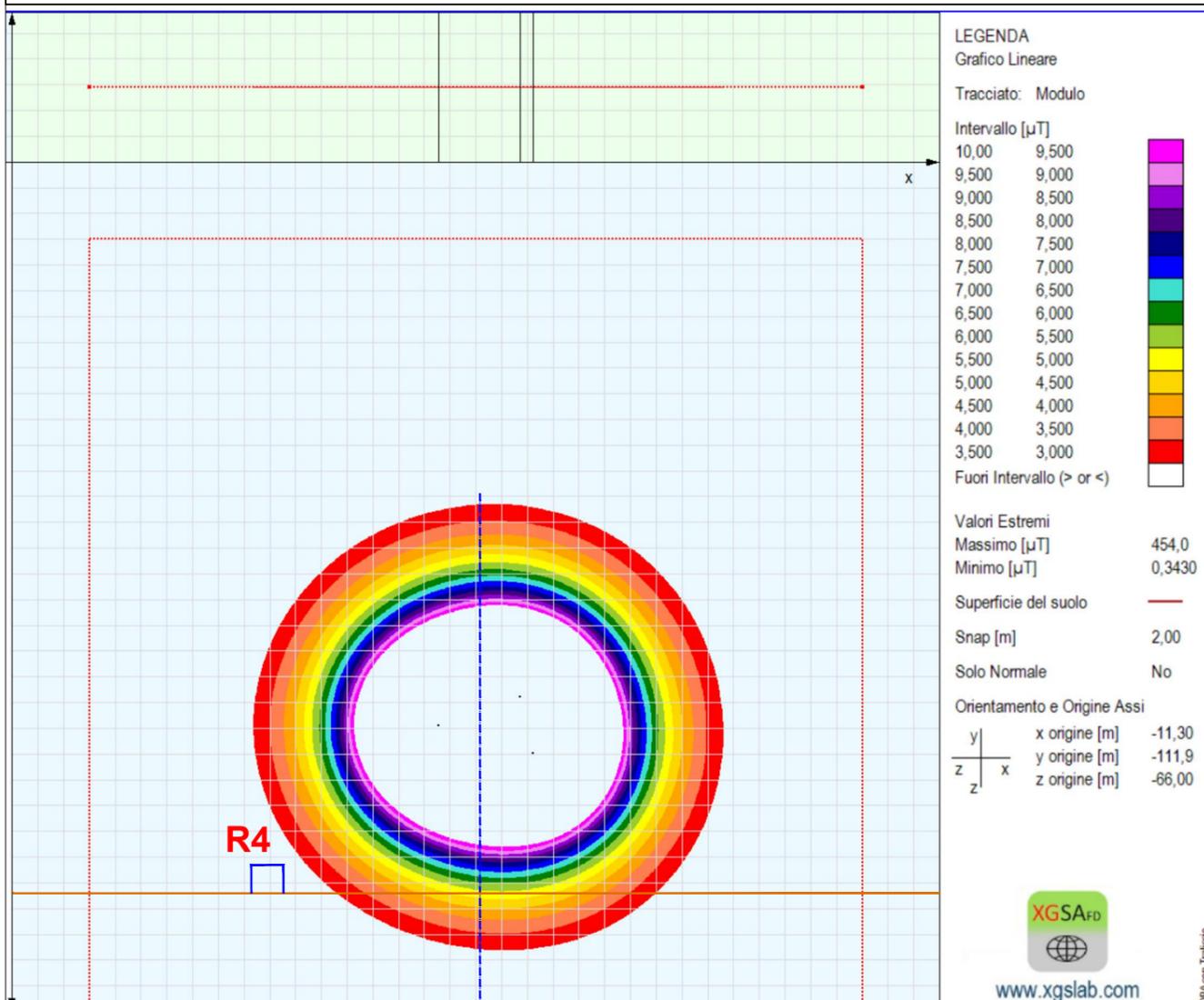
Campata: P.4 - P.5

Recettori: R.4

Comune: Aprilia (LT)



Sezione Stato di Fatto



ALLEGATO 4

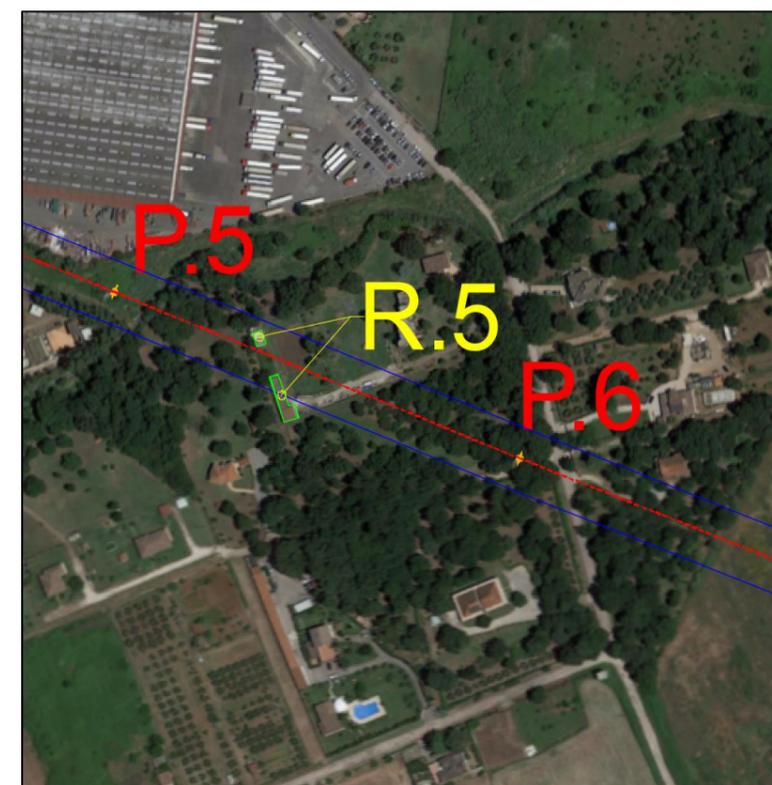
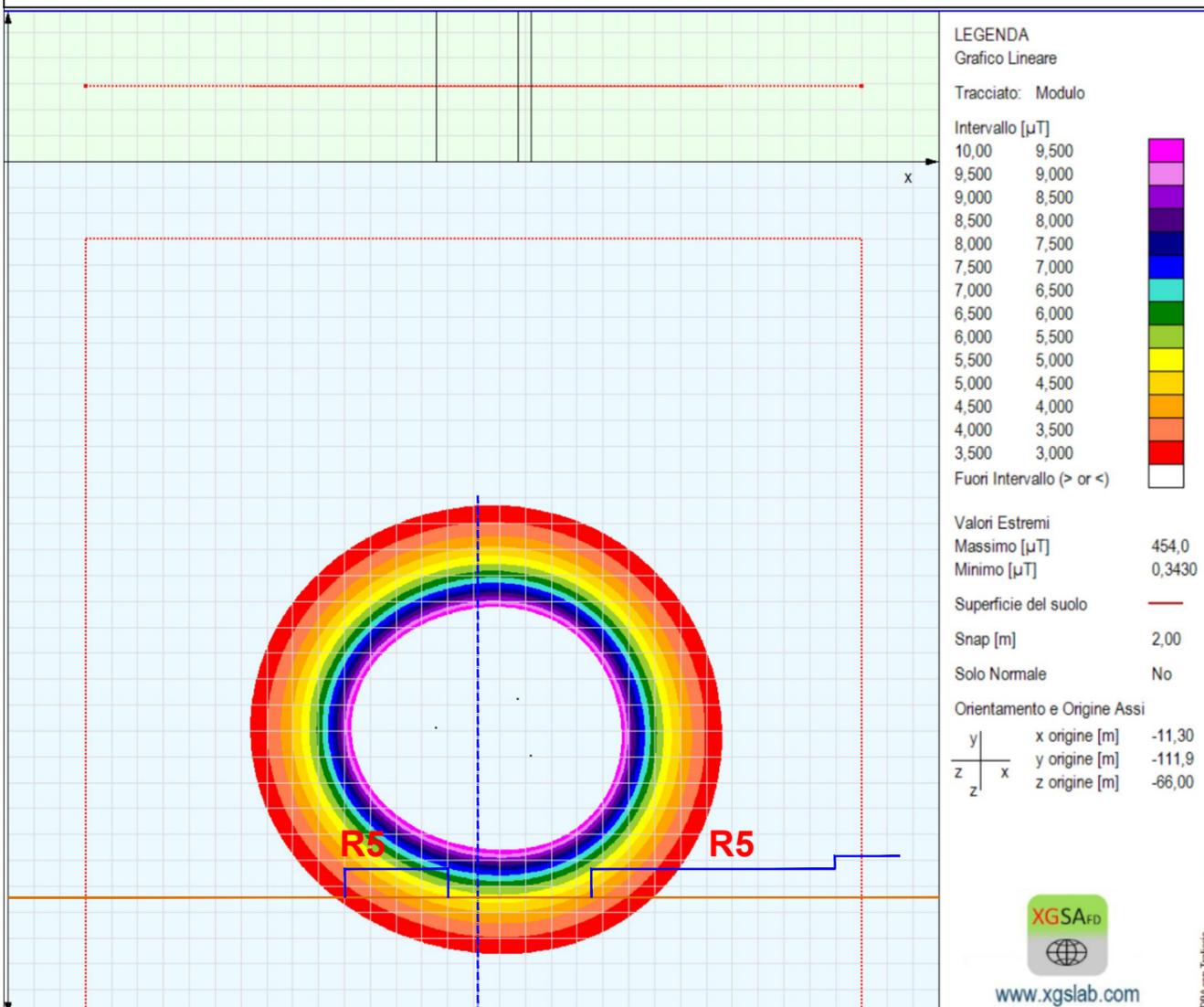
Campata: P.5 - P.6

Recettori: R.5

Comune: Aprilia (LT)



Sezione Stato di Fatto R5 - Depositi

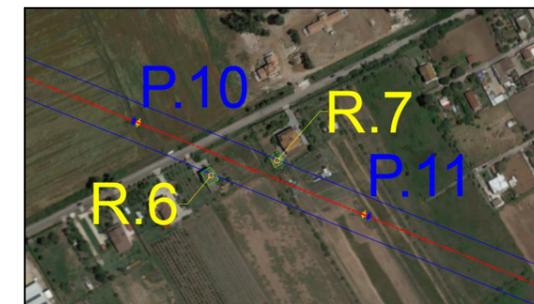


ALLEGATO 5

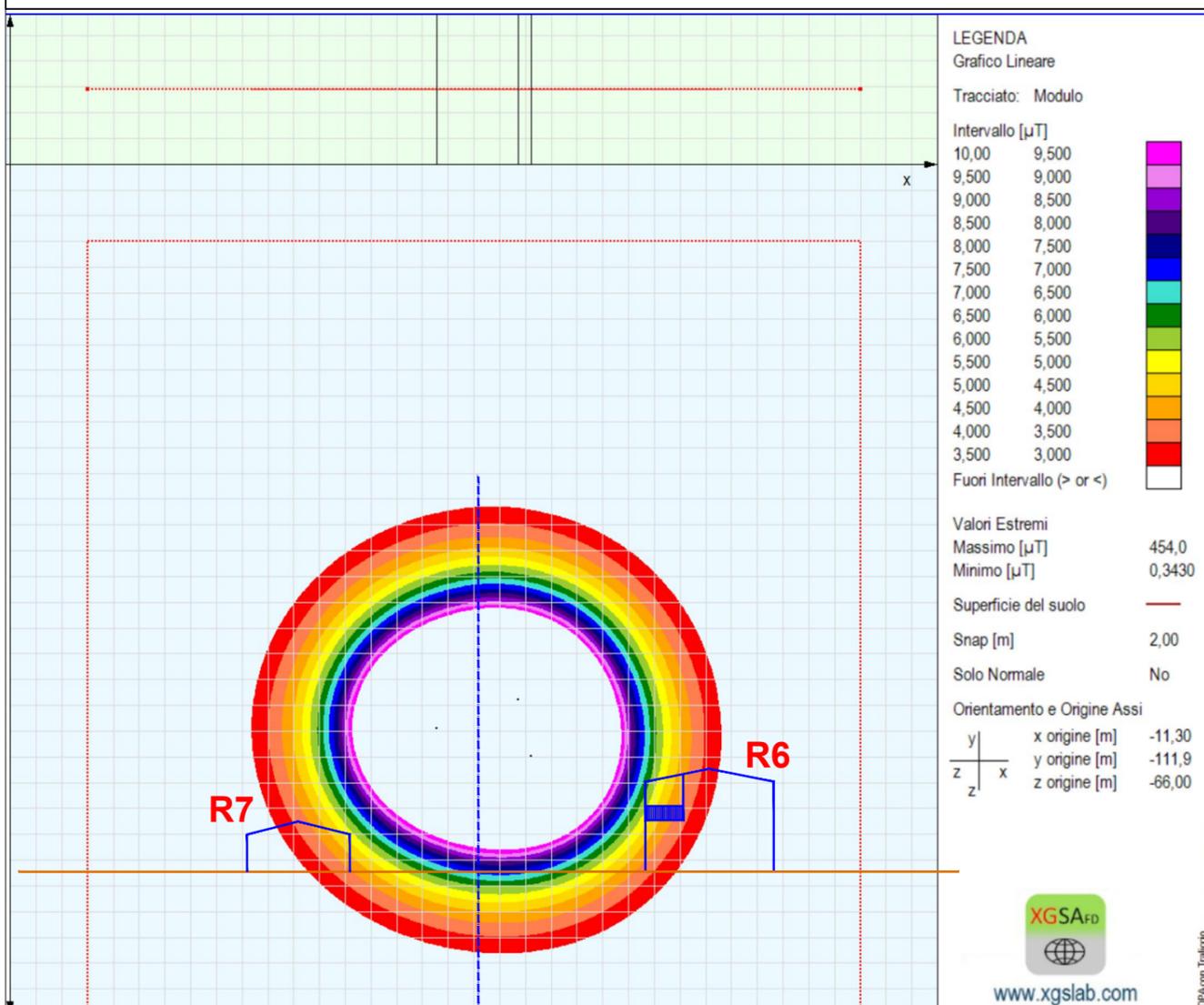
Campata: P.10 - P.11

Recettori: R.6 e R.7

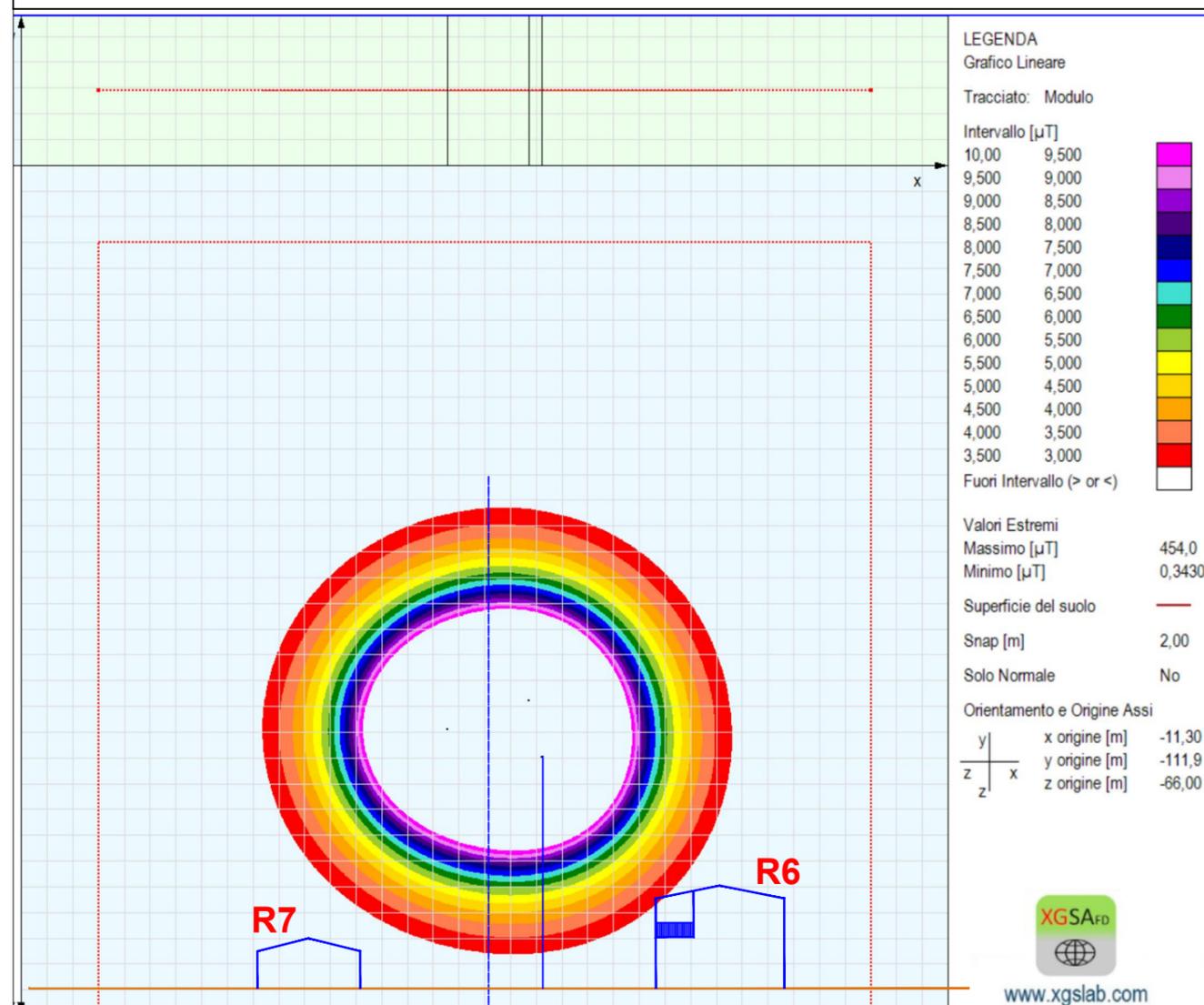
Comune: Aprilia (LT)



Sezione Stato di Fatto



Sezione dopo Sostituzione P.10 e P.11

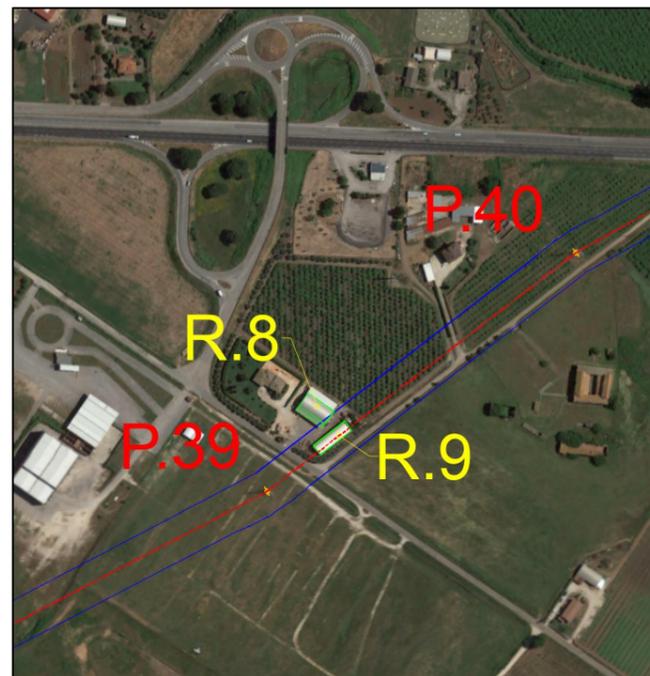


ALLEGATO 6

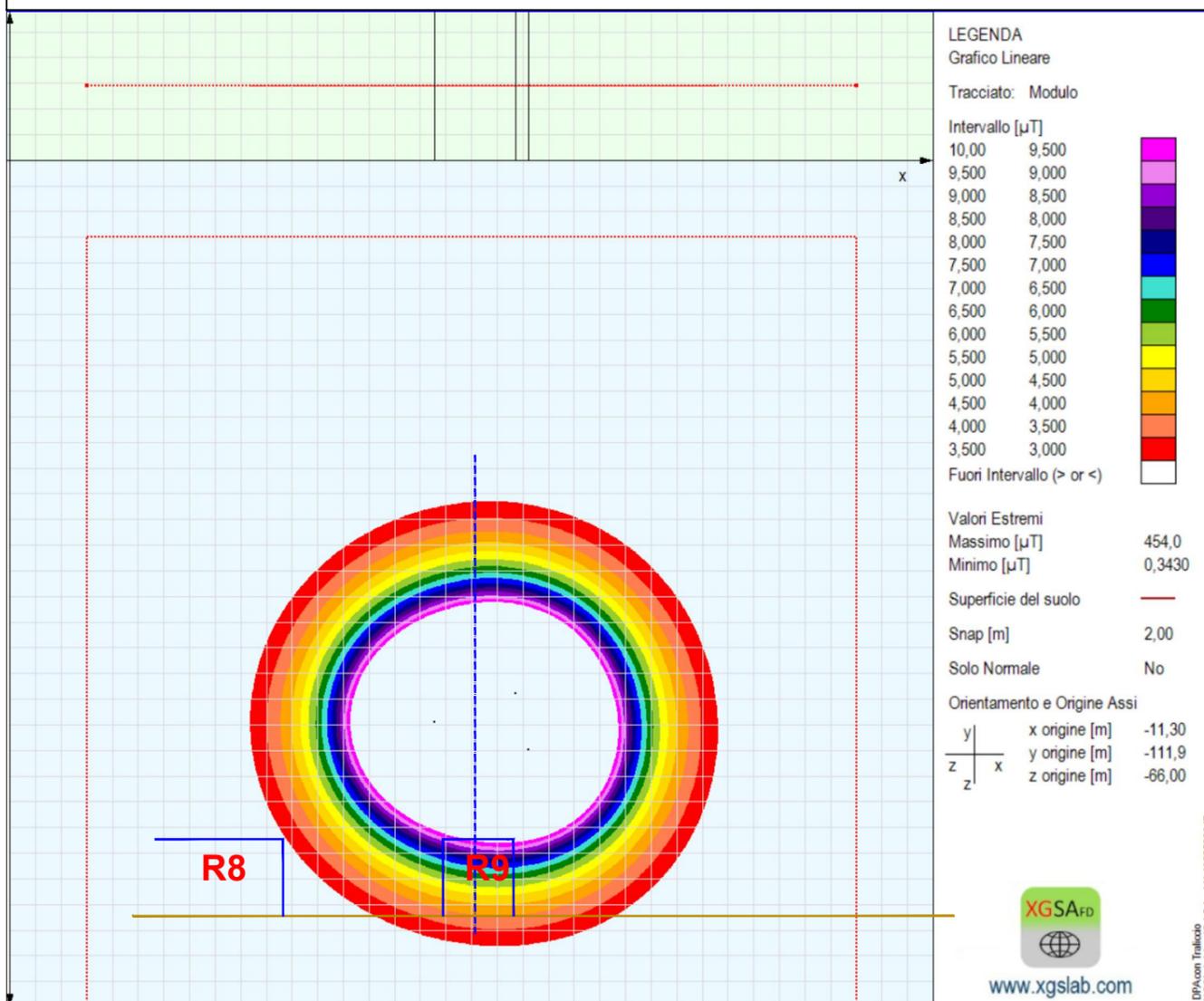
Campata: P.41 - P.42

Recettori: R.8 e R.9

Comune: Aprilia (LT)



Sezione Stato di Fatto

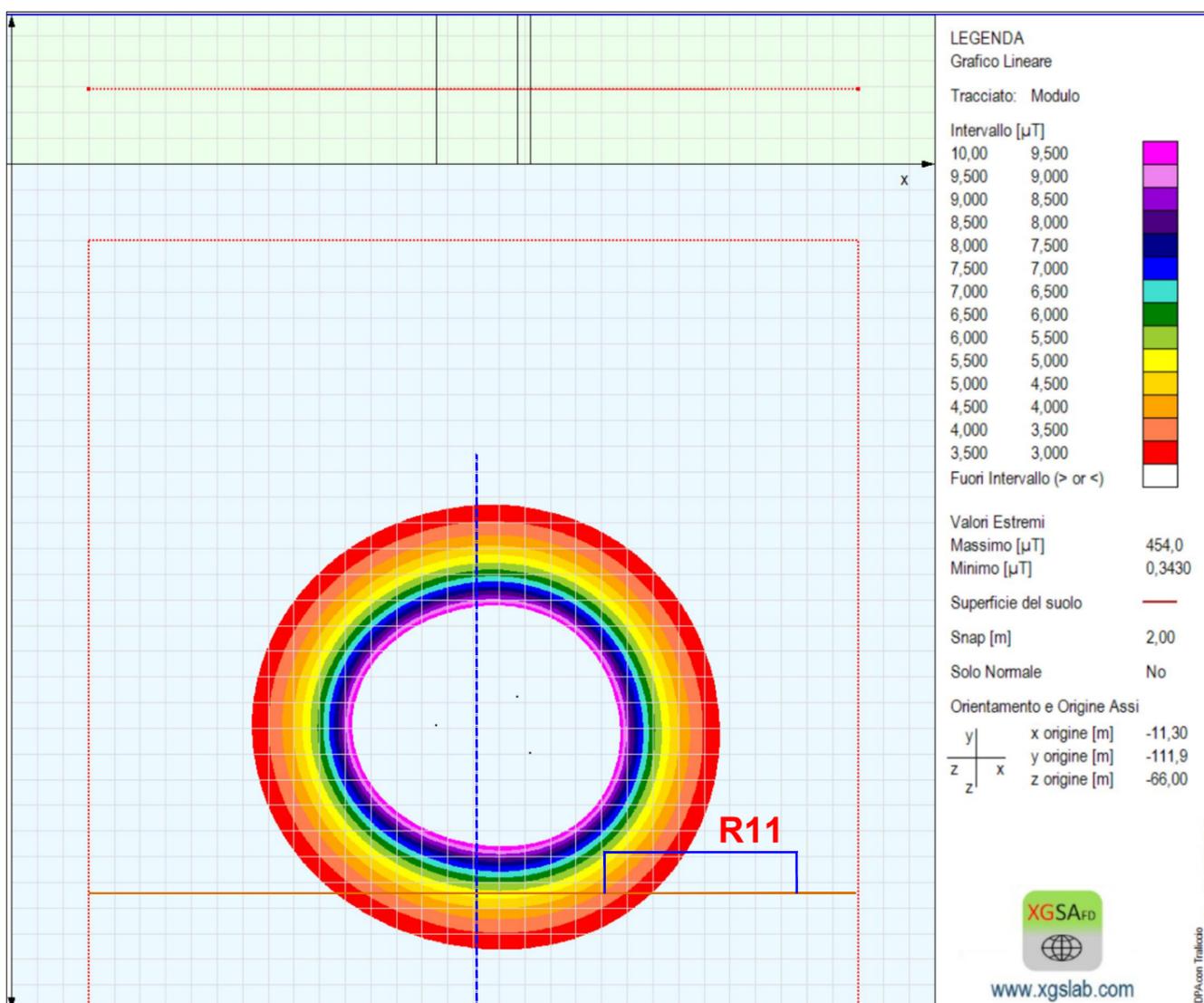
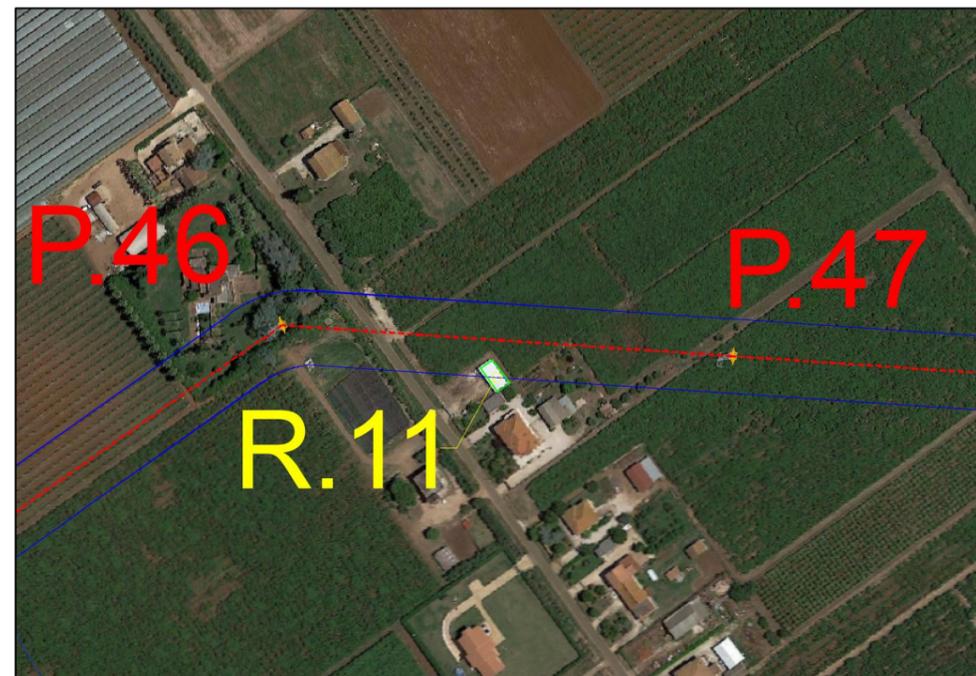


ALLEGATO 8

Campata: P.46 - P.47

Recettori: R.11

Comune: Latina (LT)

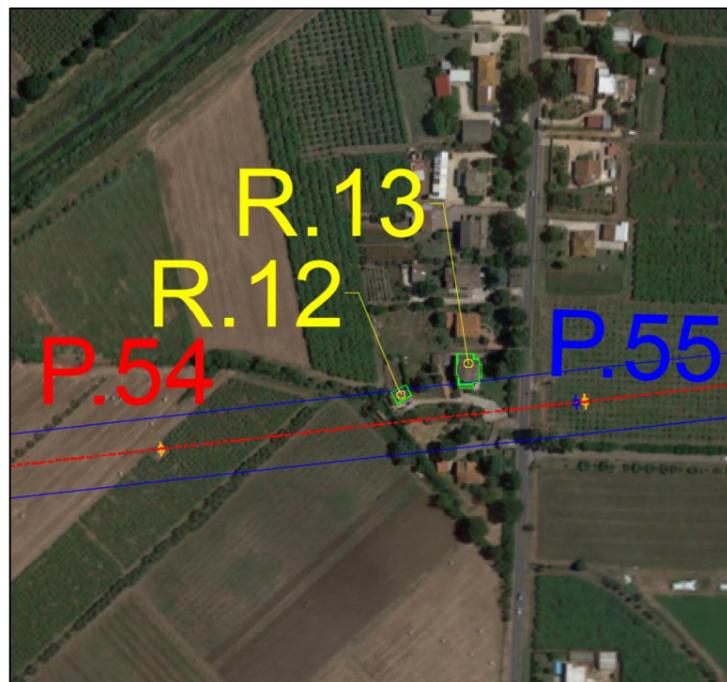


ALLEGATO 9

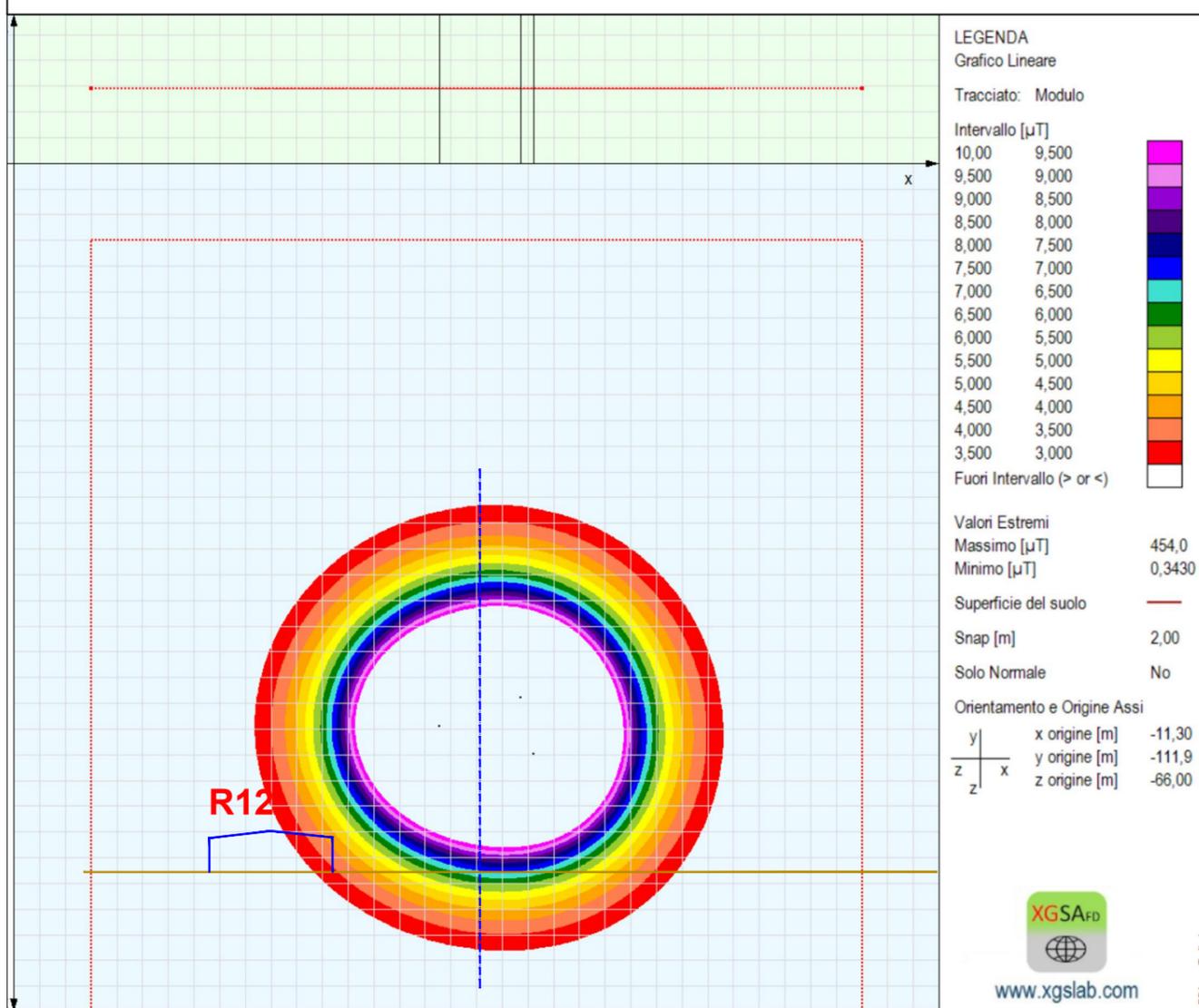
Campata: P.54 - P.55

Recettori: R.12

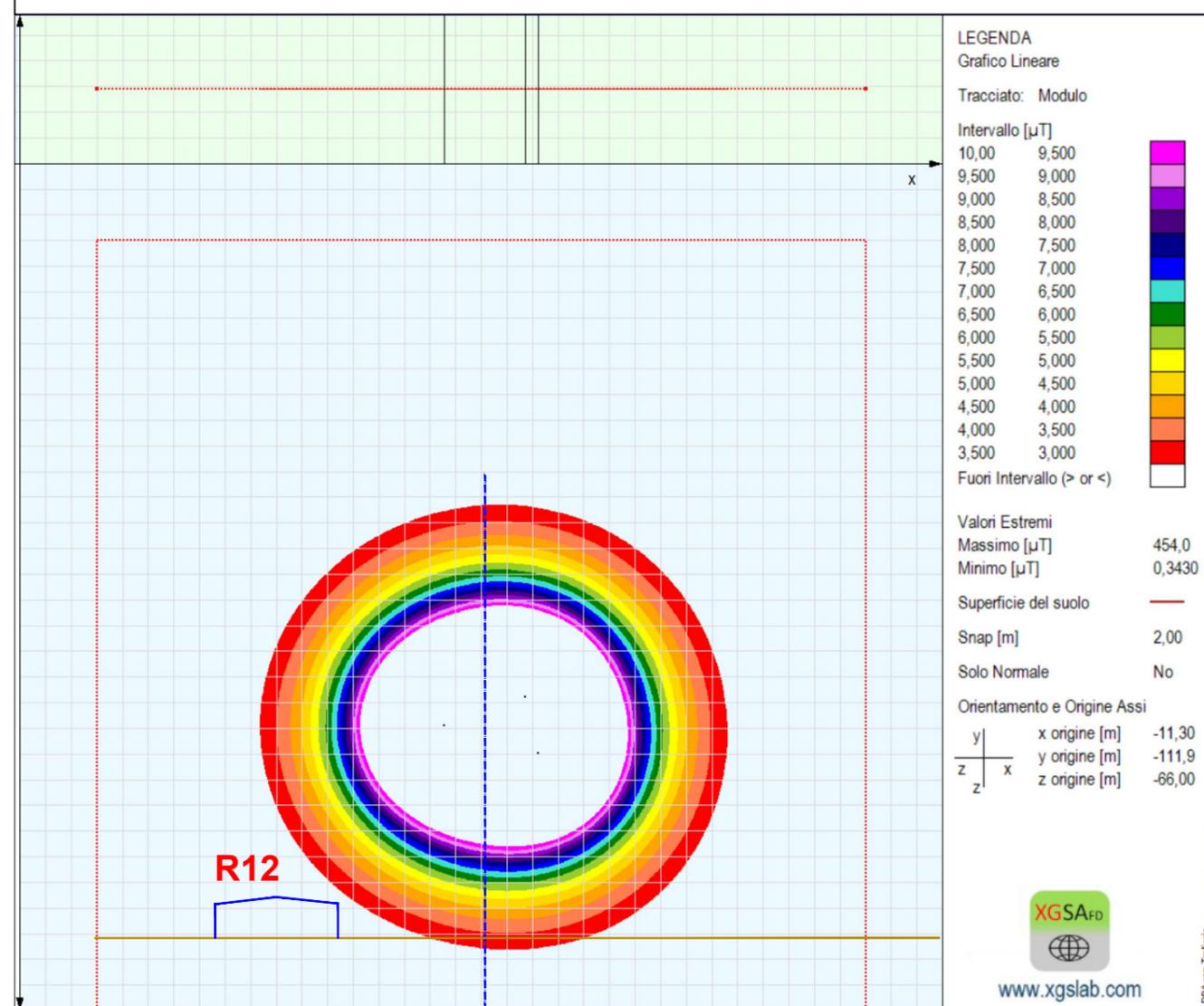
Comune: Latina (LT)



Sezione Stato di Fatto



Sezione dopo Sostituzione P.55

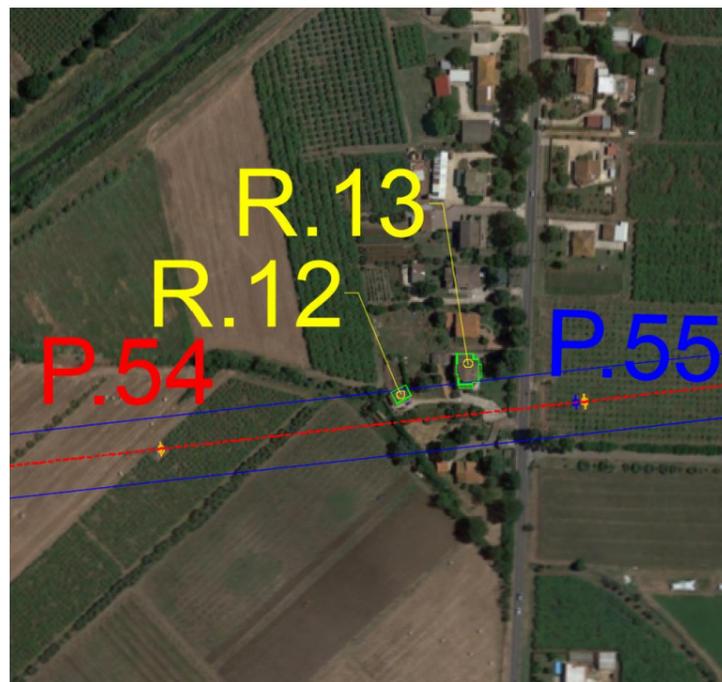


ALLEGATO 10

Campata: P.54 - P.55

Recettori: R.13

Comune: Latina (LT)



Sezione Stato di Fatto

