

TERNA S.p.A.

Viale Egidio Galbani, 70 - 00156 Roma

REALIZZAZIONE DI OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN
DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA FONTE SOLARE PER COMPLESSIVI 36 MW _____
UBICATI IN COMUNE DI SAN NICOLÒ D'ARCIDANO (OR) SARDEGNA SUD
alle Contrade: Terra Ziringonis, Snc; Coddu Fagoni, Snc.

PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO LINEA RTN 150 kV
GUSPINI - PABILLONIS - ARCIDANO

Codice Pratica: 090016685

Tipo: **RELAZIONE TECNICA
SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Scala 1:

Elaborato:
RE.02

Formato: A4

Fogli: 30

Richiedente:

GREEN CITY

GC SNARC S.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide
8 - 39100 Bolzano

Ingegneria elettrica:



Ing. Giovanni BARLOTTI
Via C. Carducci, 33
84047- Capaccio (SA)
g.barlotti@yahoo.it
giovanni.barlotti@ordingsa.it



Estremi per il benessere di Terna:

Terna
Rete Italia
T E R N A G R O U P

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	24.05.2021	1° Emissione - presentazione per benessere Terna	Giovanni Barlotti		
01	19.03.2022	Revisione - benessere Terna	Giovanni Barlotti		

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

- Legge 22 febbraio 2001 n. 36 e DM 29.05.2008 -Relazione sulle emissioni
Elettromagnetiche

Sommario

1 CALCOLO CEM & DPA	6
1.1 METODOLOGIA DI CALCOLO	3
1.2 DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DPA*	3
2 CARATTERISTICHE DEGLI ELETTRODOTTI IN POSA AEREA ED IN CAVO INTERRATO SOTTOPOSTI A INDAGINE ELETTROMAGNETICA	5
2.1 ELETTRODOTTI IN POSA AEREA	5
<i>2.1.1 Elettrodotto di nuova costruzione (rifacimento) SSE Guspini – Villacidro interferente.</i>	5
<i>2.1.2 Elettrodotto esistente Guspini – Pabillonis potenziato (conduttore UX LC17) raccordato alla nuova SSE Guspini non soggetto a modifiche di percorso, interferito dal sostegno 05. Raccordi aerei in entra esce CP Arcidano.</i>	5
2.2 ELETTRODOTTO IN POSA INTERRATA	5
2.3 CAMPI ELETTROMAGNETICI – CEM & DPA	3
<i>2.3.1 Elettrodotto interrato di connessione 150 kV alla CP Pabillonis - CEM & DPA posa in banchina stradale e sede stradale – conduttori a trifoglio. Calcolo del campo elettromagnetico al suolo.....</i> Errore. Il segnalibro non è definito.	
3 CONCLUSIONI	18
4 NOTA	19
5 LUOGHI CON PRESENZA UMANA SUPERIORE ALLE 4 ORE GIORNALIERE ALL'INTERNO DELLA DPA	20
6 RIFERIMENTI NORMATIVI	29

1 CAMPI ELETTROMAGNETICI – CEM & DPA

1.1 Metodologia di calcolo

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell'elettrodotto comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il calcolo dell'induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (G.U. n. 156 del 5 luglio 2008), sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti. Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

1. Bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;
2. Tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi (I modelli 3D non sono ancora standardizzati. Al momento si stanno valutando i software disponibili in commercio che siano in grado di soddisfare i requisiti definiti nel DM 29.05.08)

Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1 m. Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto il Decreto introduce una procedura semplificata (§ 5.1.3), per il calcolo della DPA ai sensi della CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il proprietario /gestore deve:

1. Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco di linea (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);
2. Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
3. Comunicare l'estensione rispetto alla proiezione al centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo il tronco.

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), ed in particolare per le Cabine Primarie generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.

1.2 Determinazione della fascia di rispetto e DPA*

La "fascia di rispetto", è lo spazio circostante un elettrodotto aereo/cavo, 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 µT). 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.

Il DPCM 08/07/2003 prevede che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio:

tale metodologia è stata emanata con il DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" (G.U. n. 156 del 05/07/08 – S.O. n. 160).

La fascia di rispetto va individuata, in prima approssimazione, mediante un calcolo a favore di sicurezza secondo quanto segue:

- ✚ Calcolare la fascia di rispetto del tronco di linea, considerando la portata di corrente in servizio normale e la configurazione dei conduttori in modo da ottenere il risultato più cautelativo;
- ✚ Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- ✚ Individuare l'estensione della fascia con riferimento alla proiezione del suolo del centro della linea (tale estensione viene indicata con il termine distanza di prima approssimazione D_{pa}).

Va assunta dunque come fascia di rispetto, l'area compresa entro la distanza D_{pa} dalla proiezione a terra del centro linea.

Pertanto, un punto al suolo che ha una distanza $D > D_{pa}$ dalla proiezione al suolo del centro linea presenta un valore di induzione $B < 3\mu T$.

Con riferimento al calcolo della fascia di rispetto, il DM 29/05/08 prevede:

- ✚ *Che la portata in servizio normale dell'elettrodotto è calcolata ai sensi della norma CEI 11-60 per le linee aeree con tensione superiore a 100 kV;*
- ✚ *Nei casi in cui è applicabile la guida CEI 106-11, la fascia di rispetto può essere calcolata sulla base delle formule indicate in tale guida.*

Elettrodotti interrati (D.M. 29/05/2008 CEI 211-4 e 106-11)

**Si precisa, 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);*

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

2 Caratteristiche degli elettrodotti in posa aerea ed in cavo interrato sottoposti a indagine elettromagnetica

2.1 Elettrodotti in posa aerea

2.1.1 Elettrodotto di nuova costruzione (rifacimento) SSE Guspini – Villacidro interferente.

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	1137 A

2.1.2 Elettrodotto, interferito, esistente Guspini – Pabillonis potenziato (conduttore UX LC17) e raccordato alla nuova SSE Guspini non soggetto a modifiche di percorso dal sostegno 05.

2.1.3 Raccordi aerei in entra esce CP Arcidano.

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	870 A

2.2 Elettrodotto in posa interrata

2.2.1 L'elettrodotto in posa interrata, sarà realizzata da terna di cavi unipolari, con isolamento in XLPE (polietilene reticolato), costituiti da un conduttore a corda rotonda compatta (tipo milliken) di rame ricotto non stagnato oppure di alluminio, avente sezione pari a 1600 mm².

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	1000 A
Sezione nominale del conduttore	1600 mm ²
Isolante	XLPE

3 CALCOLO CEM & DPA

La determinazione delle DPA indisturbate tiene conto del particolare che vede l'elettrodotto potenziato Guspini - Pabillonis a 150 kV interferito nel suo sviluppo lineare, in agro di Guspini e Gonnosfanadiga, dalla condivisione in parallelo del corridoio energetico che va dal sostegno 05 al sostegno 24 (nuova numerazione). Il parallelo si identifica con il rifacimento della linea Guspini – Villacidro. Dal sostegno 25 l'elettrodotto prosegue indisturbato verso nord, direzione Pabillonis, fino al sostegno 39 nei pressi del quale un sostegno di transizione 40 sancisce il cambio di posa da aerea ad interrata fino all'ingresso della nuova CP Pabillonis. Per le DPA si applica l'ipotesi maggiormente cautelativa fase bassa al limite del franco da terra normato 6,4 m considerando così il massimo valore delle medesime ottenibile con i sostegni del progetto unificato Terna/ENEL. Il calcolo tiene conto della norma CEI 211-4 e di quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003. Per i valori di DPA degli elettrodotti indagati, considerando i valori di corrente di cui al par. precedente, rispetto all'asse linea, si presume di avere i seguenti valori:

- **21 m** per gli elettrodotti 150 kV in singola terna e conduttore UX LC17;
- **22 m** per il raccordo nord, **25 m** per quello sud fino alla sezione A, dove la DPA rientra per entrambe nel valore di **21 m**, vedi Tav.08 Planimetria catastale DPA e APA;
- **24 m** per gli elettrodotti 150 kV in singola terna e conduttore RQUT0000C2;
- **3 m** per gli elettrodotti 150 kV in cavo lungo tratta;
- **9,2** per le buca giunto.

Per i raccordi della CP di Arcidano si riporta il profilo laterale di B [μ T] in ingresso/uscita dove la sovrapposizione degli effetti magnetici dovuti al parallelismo stretto sono maggiormente impegnativi in termini di DPA. Allontanandosi dalla CP verso Est i raccordi iniziano a divergere e gli effetti magneti risentono meno dello pseudo parallelismo, rientrando nei valori canonici, tipici della configurazione indisturbata.

3.1 Parallelismo - Determinazione delle DPA Corridoio a due singole terne

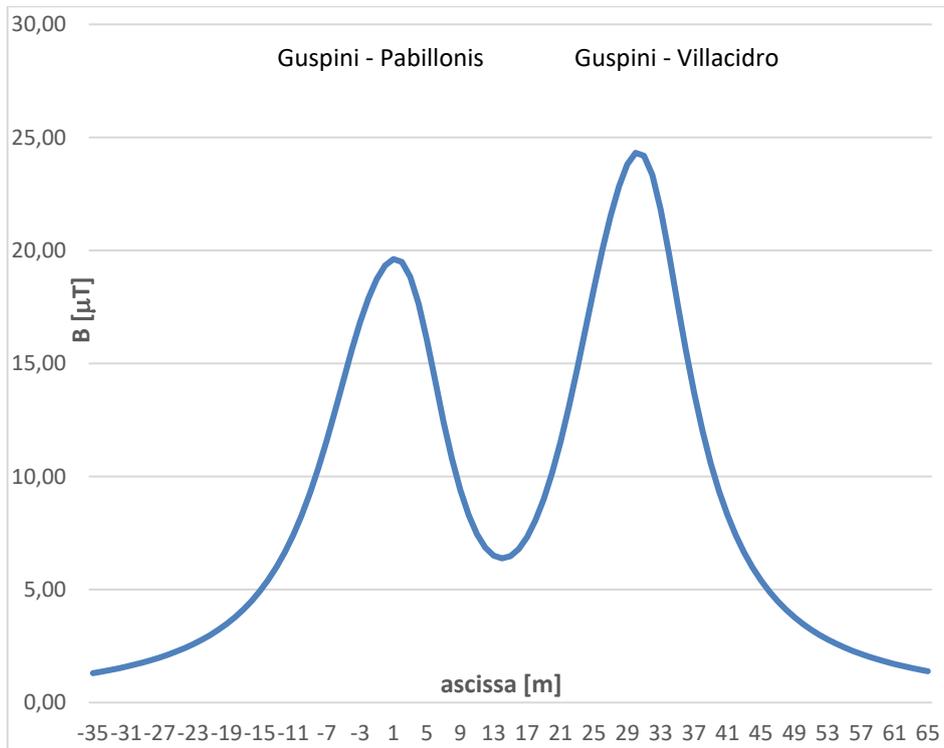


Figura 1 Profilo laterale di B corridoio condiviso altezza da terra $y = 1 \text{ m}$

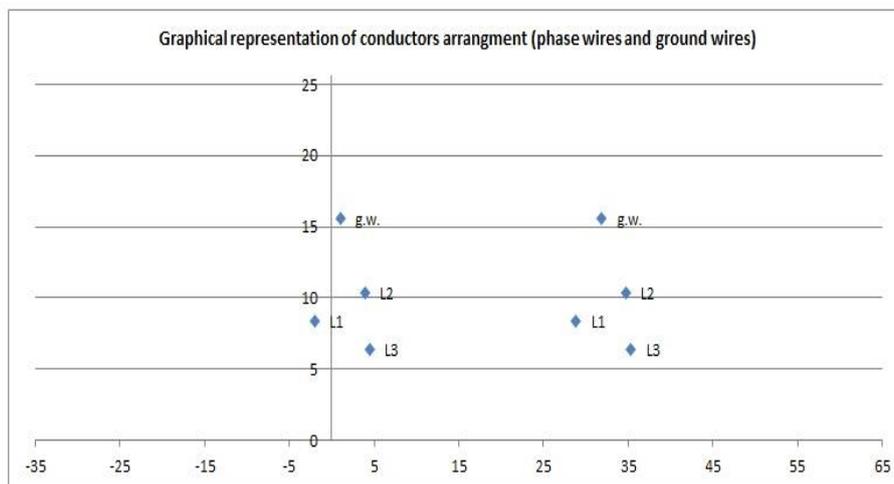


Figura 2 Posizione catenarie fase bassa 6,4 m
sezione trasversale linee aeree armate con UX LC17 e RQUT0000C2

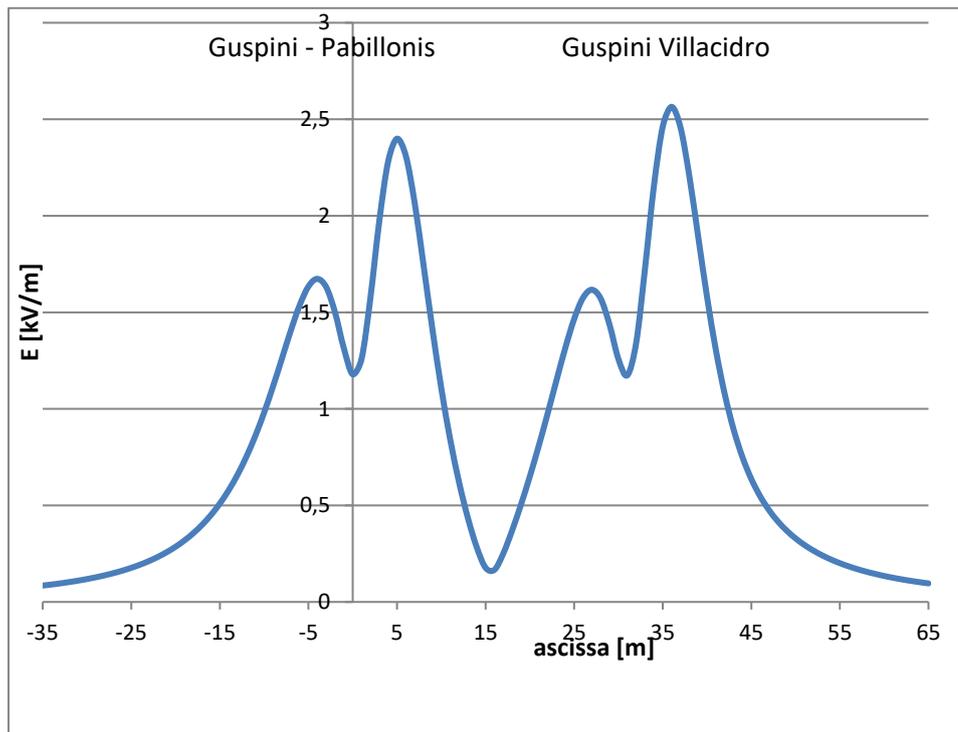


Figura 3 Profilo laterale di E corridoio condiviso altezza da terra $y = 1$ m

Tabella 1 verifica DPA corridoio energetico parallelismo a due singole terna

X [m]	Y [m]	Ex [kV/m]	Ey [kV/m]	E[kV/m]	Hx [A/m]	Hy [A/m]	H [A/m]	B [T]
-35	1	0,006	0,091	0,091	0,552	0,875	1,034	1,300E-06
-34	1	0,007	0,097	0,097	0,584	0,915	1,085	1,364E-06
-33	1	0,007	0,104	0,104	0,618	0,958	1,141	1,433E-06
-32	1	0,008	0,111	0,111	0,656	1,005	1,200	1,508E-06
-31	1	0,009	0,119	0,120	0,698	1,055	1,265	1,589E-06
-30	1	0,010	0,129	0,129	0,744	1,108	1,335	1,678E-06
-29	1	0,011	0,139	0,139	0,796	1,166	1,411	1,774E-06
-28	1	0,012	0,150	0,151	0,853	1,227	1,495	1,878E-06
-27	1	0,014	0,163	0,164	0,917	1,294	1,586	1,993E-06
-26	1	0,016	0,177	0,178	0,990	1,365	1,686	2,119E-06
-25	1	0,018	0,194	0,195	1,071	1,442	1,796	2,257E-06
-24	1	0,020	0,213	0,214	1,163	1,524	1,918	2,410E-06
-23	1	0,023	0,234	0,235	1,269	1,613	2,052	2,579E-06
-22	1	0,027	0,258	0,260	1,389	1,708	2,202	2,767E-06
-21	1	0,031	0,286	0,288	1,528	1,809	2,369	2,976E-06
-20	1	0,036	0,318	0,320	1,689	1,917	2,555	3,211E-06
-19	1	0,041	0,356	0,358	1,876	2,031	2,765	3,475E-06
-18	1	0,048	0,399	0,402	2,095	2,149	3,002	3,772E-06
-17	1	0,056	0,450	0,453	2,353	2,270	3,270	4,109E-06
-16	1	0,065	0,508	0,512	2,656	2,391	3,574	4,491E-06
-15	1	0,075	0,577	0,582	3,016	2,507	3,922	4,928E-06
-14	1	0,087	0,657	0,662	3,442	2,609	4,319	5,428E-06
-13	1	0,101	0,749	0,756	3,948	2,688	4,776	6,002E-06

RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

-12	1	0,115	0,855	0,863	4,544	2,728	5,300	6,661E-06
-11	1	0,129	0,976	0,985	5,242	2,713	5,903	7,418E-06
-10	1	0,140	1,111	1,120	6,045	2,632	6,593	8,285E-06
-9	1	0,146	1,255	1,264	6,940	2,504	7,378	9,272E-06
-8	1	0,142	1,402	1,409	7,889	2,449	8,260	1,038E-05
-7	1	0,122	1,536	1,541	8,808	2,768	9,233	1,160E-05
-6	1	0,090	1,637	1,639	9,556	3,778	10,275	1,291E-05
-5	1	0,090	1,677	1,679	9,928	5,499	11,350	1,426E-05
-4	1	0,173	1,628	1,637	9,694	7,739	12,404	1,559E-05
-3	1	0,296	1,477	1,507	8,662	10,199	13,381	1,682E-05
-2	1	0,424	1,250	1,320	6,800	12,499	14,229	1,788E-05
-1	1	0,532	1,057	1,183	4,479	14,221	14,910	1,874E-05
0	1	0,593	1,110	1,258	3,584	14,965	15,388	1,934E-05
1	1	0,582	1,459	1,570	6,014	14,409	15,613	1,962E-05
2	1	0,481	1,903	1,962	9,280	12,423	15,506	1,949E-05
3	1	0,304	2,246	2,267	11,751	9,301	14,987	1,883E-05
4	1	0,149	2,376	2,381	12,702	5,974	14,037	1,764E-05
5	1	0,214	2,275	2,285	12,087	4,065	12,752	1,602E-05
6	1	0,314	2,009	2,033	10,424	4,380	11,307	1,421E-05
7	1	0,351	1,666	1,703	8,379	5,232	9,878	1,241E-05
8	1	0,340	1,318	1,361	6,419	5,702	8,586	1,079E-05
9	1	0,304	0,999	1,044	4,754	5,785	7,488	9,409E-06
10	1	0,264	0,720	0,767	3,431	5,640	6,602	8,296E-06
11	1	0,229	0,480	0,531	2,446	5,397	5,926	7,446E-06
12	1	0,202	0,269	0,336	1,840	5,131	5,451	6,850E-06
13	1	0,185	0,078	0,201	1,716	4,876	5,170	6,496E-06
14	1	0,176	0,099	0,202	2,054	4,638	5,073	6,375E-06
15	1	0,173	0,271	0,322	2,675	4,405	5,154	6,477E-06
16	1	0,175	0,444	0,477	3,463	4,152	5,406	6,794E-06
17	1	0,181	0,620	0,646	4,378	3,844	5,826	7,321E-06
18	1	0,186	0,802	0,823	5,411	3,440	6,411	8,057E-06
19	1	0,188	0,989	1,007	6,547	2,906	7,163	9,001E-06
20	1	0,181	1,175	1,189	7,749	2,298	8,082	1,016E-05
21	1	0,161	1,349	1,358	8,932	2,055	9,165	1,152E-05
22	1	0,124	1,490	1,495	9,945	3,032	10,397	1,307E-05
23	1	0,093	1,572	1,575	10,565	5,136	11,747	1,476E-05
24	1	0,145	1,566	1,572	10,515	7,918	13,163	1,654E-05
25	1	0,265	1,452	1,476	9,547	11,019	14,580	1,832E-05
26	1	0,401	1,247	1,310	7,563	14,018	15,928	2,002E-05
27	1	0,524	1,048	1,172	4,895	16,432	17,146	2,155E-05
28	1	0,605	1,075	1,234	3,757	17,785	18,178	2,284E-05
29	1	0,618	1,426	1,554	6,840	17,672	18,949	2,381E-05
30	1	0,541	1,912	1,987	11,059	15,881	19,352	2,432E-05
31	1	0,378	2,329	2,360	14,524	12,639	19,253	2,419E-05
32	1	0,197	2,544	2,552	16,298	8,901	18,571	2,334E-05
33	1	0,192	2,518	2,526	16,154	6,333	17,351	2,180E-05
34	1	0,293	2,305	2,323	14,593	5,996	15,777	1,983E-05
35	1	0,342	1,996	2,025	12,414	6,625	14,072	1,768E-05
36	1	0,334	1,674	1,706	10,248	7,004	12,413	1,560E-05
37	1	0,295	1,382	1,413	8,399	6,945	10,899	1,370E-05
38	1	0,246	1,139	1,166	6,936	6,590	9,568	1,202E-05
39	1	0,199	0,944	0,965	5,813	6,091	8,420	1,058E-05

RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

40	1	0,159	0,791	0,807	4,951	5,552	7,438	9,347E-06
41	1	0,126	0,670	0,682	4,279	5,028	6,602	8,297E-06
42	1	0,101	0,575	0,584	3,746	4,545	5,889	7,401E-06
43	1	0,081	0,499	0,505	3,311	4,112	5,279	6,634E-06
44	1	0,066	0,437	0,442	2,951	3,729	4,756	5,976E-06
45	1	0,054	0,386	0,390	2,648	3,393	4,304	5,408E-06
46	1	0,045	0,344	0,347	2,389	3,098	3,912	4,916E-06
47	1	0,038	0,308	0,310	2,166	2,838	3,571	4,487E-06
48	1	0,032	0,278	0,280	1,972	2,610	3,271	4,111E-06
49	1	0,027	0,251	0,253	1,803	2,408	3,008	3,780E-06
50	1	0,024	0,229	0,230	1,654	2,229	2,776	3,488E-06
51	1	0,020	0,209	0,210	1,522	2,070	2,569	3,229E-06
52	1	0,018	0,192	0,192	1,405	1,927	2,385	2,997E-06
53	1	0,016	0,176	0,177	1,301	1,799	2,220	2,790E-06
54	1	0,014	0,163	0,163	1,208	1,684	2,072	2,604E-06
55	1	0,012	0,150	0,151	1,124	1,579	1,938	2,436E-06
56	1	0,011	0,140	0,140	1,049	1,484	1,817	2,284E-06
57	1	0,010	0,130	0,130	0,980	1,398	1,708	2,146E-06
58	1	0,009	0,121	0,121	0,919	1,319	1,608	2,020E-06
59	1	0,008	0,113	0,113	0,863	1,247	1,516	1,906E-06
60	1	0,007	0,106	0,106	0,811	1,181	1,433	1,801E-06
61	1	0,007	0,099	0,100	0,765	1,120	1,356	1,704E-06
62	1	0,006	0,094	0,094	0,722	1,064	1,286	1,616E-06
63	1	0,005	0,088	0,088	0,683	1,012	1,221	1,534E-06
64	1	0,005	0,083	0,083	0,647	0,964	1,160	1,458E-06
65	1	0,005	0,079	0,079	0,613	0,919	1,105	1,388E-06

L'analisi dei valori in tabella 1 conferma una DPA di 21 m per l'elettrodotto Guspini Pabillonis e 24 m per l'elettrodotto Guspini Villacidro, una APA complessiva di 73 m.

3.2 Determinazione delle DPA singola terna Guspini Pabillonis Arcidano

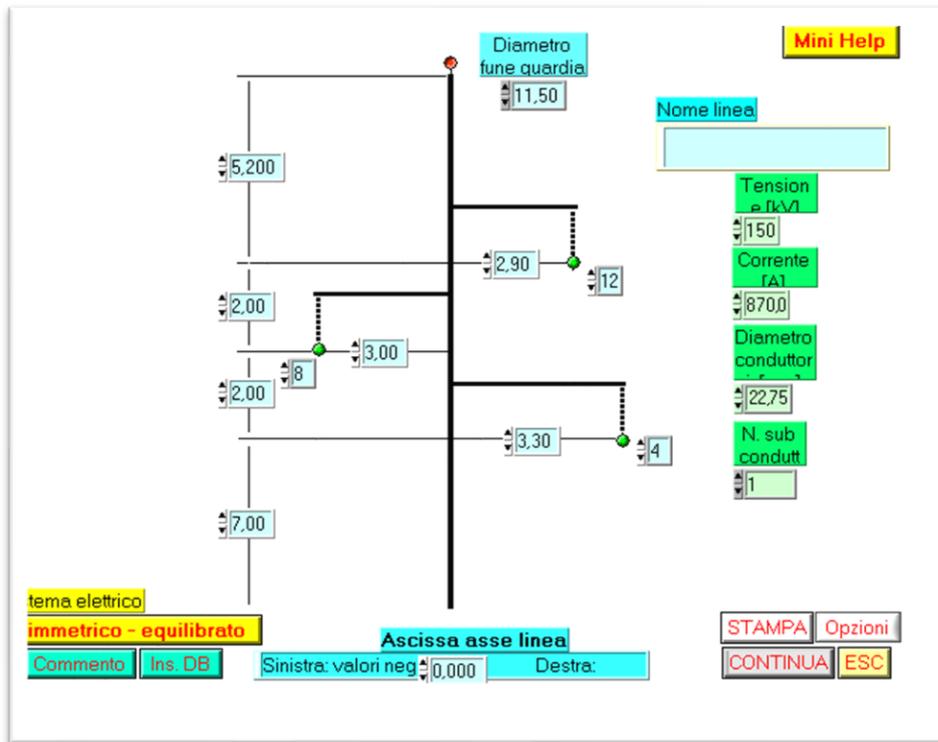
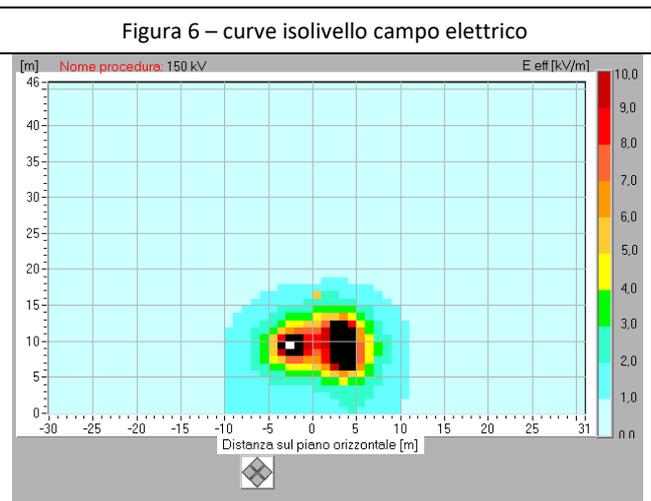
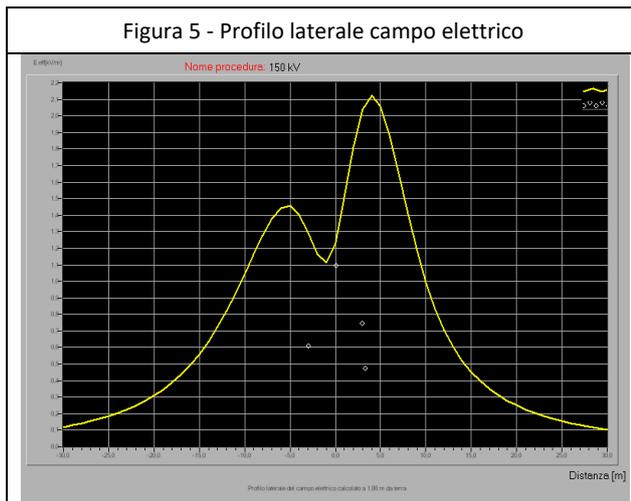


Figura 4 - schematico struttura Guspini -Pabillonis - Arcidano: sezione trasversale linea aerea armata con UX LC17



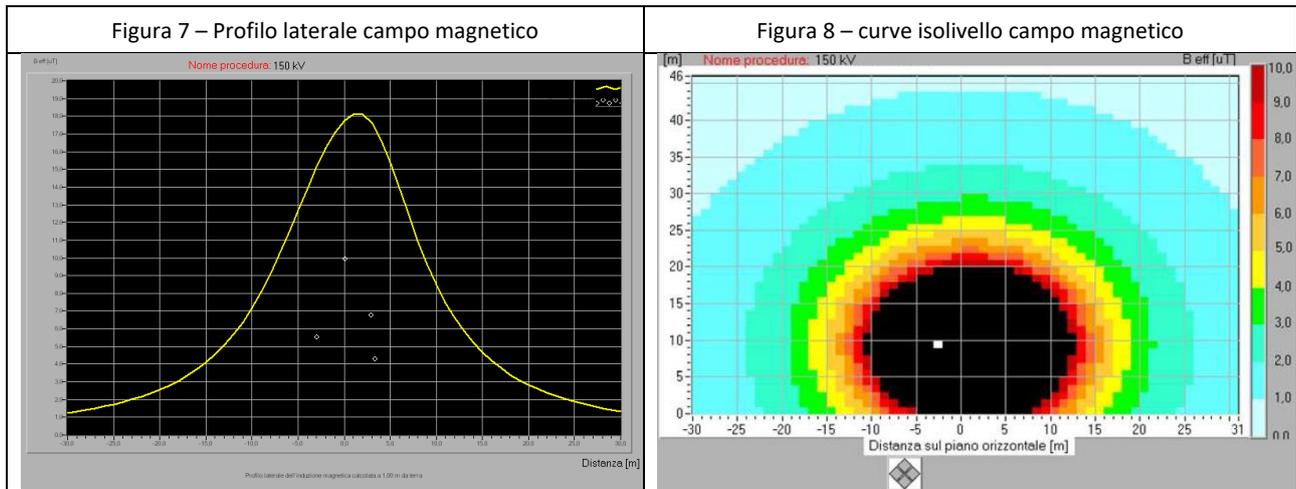


Tabella 2 verifica DPA singola terna Guspini – Pabillonis – Arcidano

X [m]	Y [m]	Ex [kV/m]	Ey [kV/m]	E[kV/m]	Hx [A/m]	Hy [A/m]	H [A/m]	B [µT]
-30,00	1,00	0,01	0,11	0,11	0,54	0,77	0,95	1,19
-29,00	1,00	0,01	0,11	0,11	0,59	0,82	1,01	1,26
-28,00	1,00	0,01	0,12	0,12	0,63	0,87	1,07	1,35
-27,00	1,00	0,01	0,13	0,14	0,68	0,92	1,14	1,44
-26,00	1,00	0,01	0,15	0,15	0,74	0,97	1,22	1,54
-25,00	1,00	0,02	0,16	0,16	0,81	1,03	1,31	1,65
-24,00	1,00	0,02	0,18	0,18	0,88	1,10	1,41	1,77
-23,00	1,00	0,02	0,20	0,20	0,97	1,17	1,52	1,91
-22,00	1,00	0,02	0,22	0,22	1,07	1,25	1,64	2,06
-21,00	1,00	0,03	0,24	0,24	1,18	1,33	1,78	2,23
-20,00	1,00	0,03	0,27	0,27	1,31	1,41	1,93	2,43
-19,00	1,00	0,03	0,30	0,30	1,47	1,51	2,10	2,64
-18,00	1,00	0,04	0,34	0,34	1,65	1,60	2,30	2,89
-17,00	1,00	0,05	0,38	0,38	1,86	1,71	2,52	3,17
-16,00	1,00	0,05	0,43	0,43	2,11	1,81	2,78	3,49
-15,00	1,00	0,06	0,49	0,49	2,40	1,92	3,07	3,86
-14,00	1,00	0,07	0,56	0,56	2,75	2,01	3,41	4,28
-13,00	1,00	0,09	0,63	0,64	3,17	2,10	3,80	4,77
-12,00	1,00	0,10	0,73	0,73	3,66	2,16	4,25	5,34
-11,00	1,00	0,11	0,83	0,84	4,24	2,19	4,78	6,00
-10,00	1,00	0,13	0,95	0,96	4,93	2,18	5,39	6,77
-9,00	1,00	0,14	1,09	1,10	5,72	2,13	6,10	7,66
-8,00	1,00	0,15	1,23	1,24	6,60	2,09	6,92	8,69
-7,00	1,00	0,14	1,38	1,38	7,53	2,24	7,85	9,87

RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

-6,00	1,00	0,12	1,51	1,51	8,42	2,87	8,90	11,18
-5,00	1,00	0,09	1,61	1,61	9,15	4,15	10,04	12,62
-4,00	1,00	0,09	1,65	1,65	9,50	6,04	11,25	14,14
-3,00	1,00	0,18	1,60	1,61	9,24	8,38	12,48	15,68
-2,00	1,00	0,30	1,45	1,48	8,19	10,92	13,65	17,16
-1,00	1,00	0,43	1,22	1,29	6,35	13,28	14,72	18,50
0,00	1,00	0,54	1,04	1,17	4,22	15,06	15,64	19,65
1,00	1,00	0,60	1,12	1,27	4,00	15,85	16,35	20,55
2,00	1,00	0,59	1,49	1,61	6,81	15,36	16,80	21,11
3,00	1,00	0,49	1,95	2,02	10,20	13,47	16,89	21,22
4,00	1,00	0,32	2,32	2,34	12,77	10,48	16,52	20,76
5,00	1,00	0,17	2,46	2,47	13,82	7,34	15,65	19,66
6,00	1,00	0,21	2,39	2,40	13,32	5,38	14,37	18,06
7,00	1,00	0,30	2,15	2,17	11,80	5,12	12,86	16,16
8,00	1,00	0,33	1,84	1,87	9,90	5,47	11,32	14,22
9,00	1,00	0,31	1,53	1,57	8,11	5,62	9,86	12,40
10,00	1,00	0,27	1,26	1,29	6,61	5,46	8,57	10,77
11,00	1,00	0,22	1,04	1,06	5,43	5,11	7,45	9,37
12,00	1,00	0,18	0,86	0,88	4,53	4,67	6,50	8,17
13,00	1,00	0,14	0,72	0,73	3,83	4,21	5,69	7,16
14,00	1,00	0,11	0,60	0,61	3,29	3,78	5,01	6,30
15,00	1,00	0,09	0,51	0,52	2,86	3,39	4,44	5,58
16,00	1,00	0,07	0,44	0,45	2,51	3,05	3,95	4,96
17,00	1,00	0,06	0,38	0,39	2,22	2,74	3,53	4,43
18,00	1,00	0,05	0,33	0,33	1,98	2,48	3,17	3,98
19,00	1,00	0,04	0,29	0,29	1,77	2,24	2,86	3,59
20,00	1,00	0,04	0,25	0,26	1,60	2,04	2,59	3,26
21,00	1,00	0,03	0,22	0,22	1,44	1,86	2,36	2,96
22,00	1,00	0,03	0,19	0,20	1,31	1,71	2,15	2,71
23,00	1,00	0,02	0,17	0,17	1,20	1,57	1,97	2,48
24,00	1,00	0,02	0,15	0,15	1,09	1,45	1,81	2,28
25,00	1,00	0,02	0,13	0,13	1,00	1,34	1,67	2,10
26,00	1,00	0,02	0,11	0,11	0,92	1,24	1,55	1,95
27,00	1,00	0,02	0,09	0,09	0,85	1,16	1,44	1,81
28,00	1,00	0,01	0,08	0,08	0,79	1,08	1,34	1,68
29,00	1,00	0,01	0,07	0,07	0,73	1,01	1,25	1,56
30,00	1,00	0,01	0,06	0,06	0,68	0,94	1,16	1,46

L'analisi dei valori in tabella 2 conferma una DPA di 18 m e 21 m, si assume comunque in via cautelativa il valore di 21 m.

3.3 Determinazione delle DPA raccordi entra esce CP Arcidano

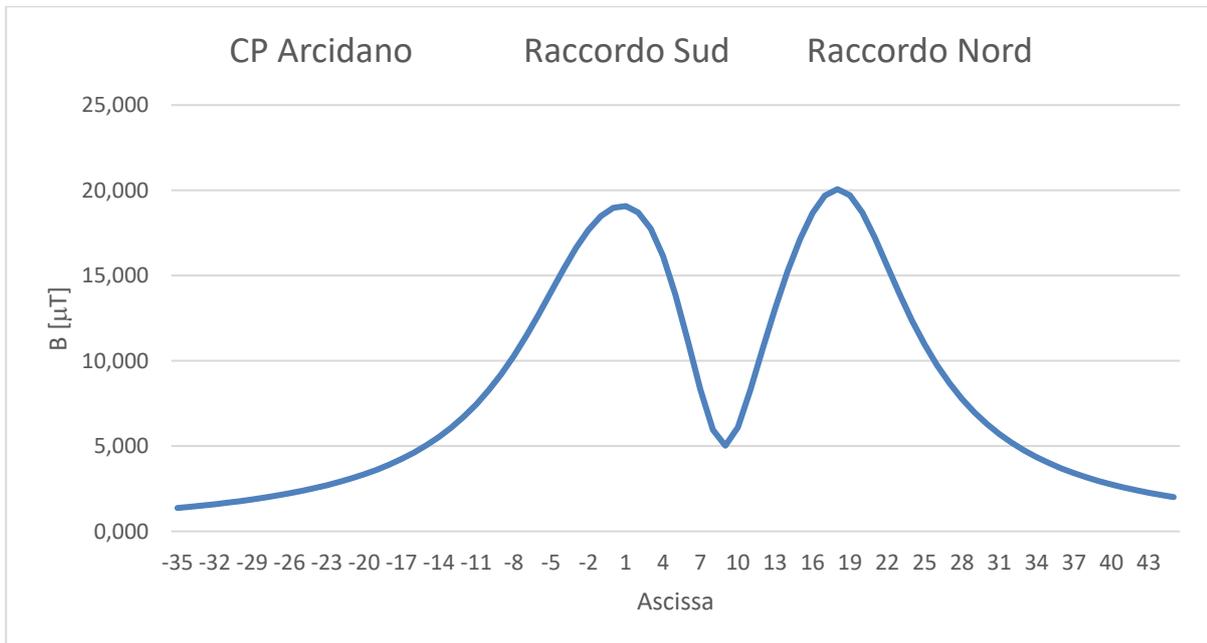


Figura 9 Profilo laterale B corridoio condiviso ampiezza 14 m uscita/ingresso CP Arcidano altezza da terra $y = 1\text{m}$



Figura 10 Profilo laterale E [kV/m] corridoio condiviso ampiezza 14 m uscita/ingresso CP Arcidano altezza da terra $y = 1\text{m}$

RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Tabella 3 verifica DPA raccordi in ingresso/uscita CP Arcidano

X [m]	Y [m]	Ex [kV/m]	Ey [kV/m]	E[kV/m]	Hx [A/m]	Hy [A/m]	H [A/m]	B [μT]
-35	1	0,006	0,090	0,090	0,582	0,922	1,090	1,370
-34	1	0,006	0,096	0,096	0,615	0,966	1,145	1,438
-33	1	0,007	0,102	0,102	0,651	1,012	1,203	1,512
-32	1	0,008	0,109	0,110	0,690	1,061	1,266	1,591
-31	1	0,009	0,117	0,118	0,734	1,114	1,334	1,676
-30	1	0,009	0,126	0,126	0,781	1,171	1,408	1,769
-29	1	0,011	0,136	0,136	0,834	1,232	1,488	1,870
-28	1	0,012	0,146	0,147	0,893	1,298	1,575	1,980
-27	1	0,013	0,159	0,159	0,958	1,369	1,670	2,099
-26	1	0,015	0,172	0,173	1,030	1,445	1,774	2,230
-25	1	0,017	0,187	0,188	1,112	1,527	1,889	2,373
-24	1	0,019	0,205	0,206	1,204	1,615	2,014	2,531
-23	1	0,022	0,224	0,225	1,308	1,710	2,152	2,705
-22	1	0,025	0,247	0,248	1,426	1,812	2,305	2,897
-21	1	0,028	0,272	0,274	1,561	1,921	2,475	3,111
-20	1	0,032	0,302	0,303	1,715	2,039	2,664	3,348
-19	1	0,037	0,336	0,338	1,894	2,164	2,876	3,614
-18	1	0,043	0,375	0,377	2,101	2,296	3,113	3,911
-17	1	0,050	0,420	0,423	2,343	2,435	3,379	4,246
-16	1	0,058	0,472	0,476	2,625	2,579	3,680	4,624
-15	1	0,067	0,534	0,538	2,958	2,724	4,021	5,053
-14	1	0,078	0,605	0,610	3,350	2,866	4,409	5,540
-13	1	0,091	0,688	0,694	3,813	2,998	4,850	6,095
-12	1	0,105	0,784	0,791	4,361	3,107	5,354	6,728
-11	1	0,119	0,894	0,902	5,006	3,179	5,930	7,452
-10	1	0,134	1,020	1,029	5,760	3,195	6,587	8,277
-9	1	0,147	1,160	1,169	6,627	3,138	7,333	9,215
-8	1	0,154	1,311	1,320	7,598	3,009	8,173	10,270
-7	1	0,151	1,465	1,473	8,636	2,883	9,104	11,441
-6	1	0,133	1,610	1,615	9,659	3,001	10,114	12,710
-5	1	0,101	1,723	1,726	10,529	3,737	11,172	14,040
-4	1	0,090	1,779	1,781	11,047	5,247	12,230	15,368
-3	1	0,158	1,750	1,757	10,983	7,356	13,219	16,611
-2	1	0,272	1,622	1,644	10,150	9,742	14,068	17,679
-1	1	0,393	1,415	1,468	8,497	12,010	14,712	18,488
0	1	0,492	1,216	1,312	6,262	13,739	15,099	18,974
1	1	0,543	1,191	1,309	4,391	14,530	15,179	19,074
2	1	0,520	1,425	1,517	4,886	14,061	14,886	18,706
3	1	0,401	1,771	1,816	7,125	12,204	14,131	17,758
4	1	0,196	2,030	2,040	8,926	9,232	12,842	16,137
5	1	0,057	2,080	2,081	9,266	5,987	11,032	13,863

RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

6	1	0,258	1,907	1,925	8,036	3,727	8,858	11,132
7	1	0,376	1,596	1,639	5,811	3,150	6,610	8,307
8	1	0,400	1,275	1,336	3,528	3,157	4,734	5,949
9	1	0,344	1,064	1,118	2,538	3,090	3,999	5,025
10	1	0,231	0,997	1,023	3,224	3,633	4,857	6,103
11	1	0,079	0,998	1,001	3,874	5,321	6,581	8,271
12	1	0,097	0,981	0,986	3,679	7,686	8,521	10,708
13	1	0,265	0,944	0,980	2,555	10,094	10,412	13,084
14	1	0,408	0,992	1,073	1,756	12,015	12,143	15,259
15	1	0,498	1,245	1,341	4,121	13,010	13,647	17,149
16	1	0,512	1,664	1,741	7,624	12,751	14,857	18,669
17	1	0,432	2,110	2,154	11,026	11,135	15,670	19,692
18	1	0,274	2,442	2,458	13,500	8,531	15,970	20,068
19	1	0,145	2,566	2,570	14,469	6,059	15,686	19,712
20	1	0,219	2,469	2,479	13,922	5,243	14,877	18,695
21	1	0,311	2,218	2,240	12,381	5,888	13,710	17,229
22	1	0,340	1,903	1,933	10,501	6,570	12,386	15,565
23	1	0,321	1,591	1,623	8,729	6,794	11,062	13,901
24	1	0,279	1,317	1,346	7,255	6,628	9,827	12,349
25	1	0,230	1,092	1,116	6,096	6,236	8,721	10,959
26	1	0,186	0,912	0,931	5,199	5,749	7,751	9,740
27	1	0,148	0,771	0,785	4,499	5,245	6,910	8,683
28	1	0,118	0,659	0,670	3,942	4,764	6,183	7,770
29	1	0,094	0,570	0,578	3,490	4,324	5,556	6,982
30	1	0,076	0,499	0,504	3,114	3,929	5,013	6,300
31	1	0,062	0,440	0,444	2,797	3,580	4,543	5,709
32	1	0,052	0,391	0,395	2,526	3,271	4,133	5,193
33	1	0,043	0,350	0,353	2,292	2,999	3,774	4,743
34	1	0,037	0,315	0,317	2,088	2,758	3,459	4,347
35	1	0,031	0,285	0,287	1,909	2,545	3,182	3,998
36	1	0,027	0,259	0,261	1,752	2,356	2,936	3,689
37	1	0,023	0,237	0,238	1,612	2,187	2,717	3,414
38	1	0,020	0,217	0,218	1,488	2,035	2,521	3,168
39	1	0,018	0,199	0,200	1,378	1,899	2,346	2,948
40	1	0,016	0,184	0,184	1,278	1,777	2,189	2,750
41	1	0,014	0,170	0,170	1,189	1,665	2,047	2,572
42	1	0,013	0,157	0,158	1,109	1,565	1,918	2,410
43	1	0,011	0,146	0,147	1,037	1,473	1,801	2,263
44	1	0,010	0,136	0,137	0,971	1,389	1,694	2,129
45	1	0,009	0,127	0,128	0,911	1,312	1,597	2,007

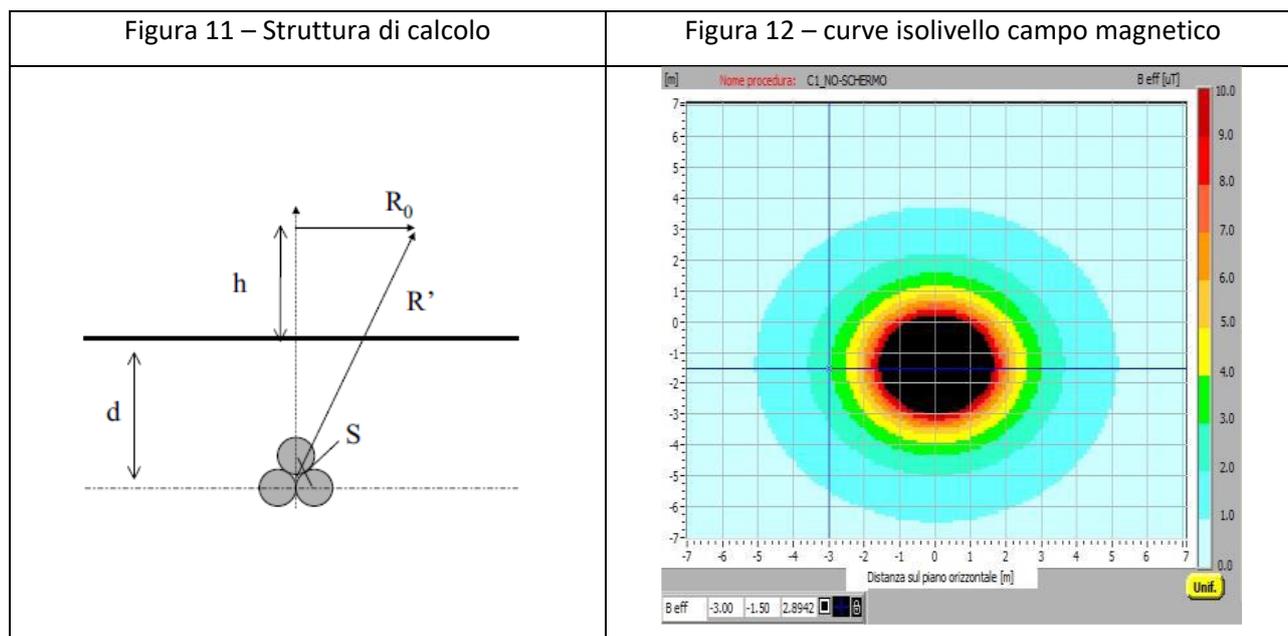
L'analisi dei valori in tabella 3 conferma una DPA di 22 m per il raccordo nord e 25 m per il raccordo sud, una APA complessiva di 61 m.

3.4 Determinazione delle DPA - Elettrodoto interrato di connessione 150 kV alla CP Pabillonis - posa conduttori a trifoglio.

Le condizioni operative **lungo tratta** per le quali viene effettuata la verifica sono le seguenti :

Profondità di posa	-1,60 m
Posa a trifoglio	0.122 m
distanza terna dall'asse y	0,0 m
Sezione terna	3x1x1600 mm ²
Portata cavo	1000 A

Verifica	
Valore della DPAdx	3,0 m
Valore della DPAsx	3,0 m
Diam. cilindroide	6,0 m



$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2} \quad R' = 0,286 * \sqrt{S * I}$$

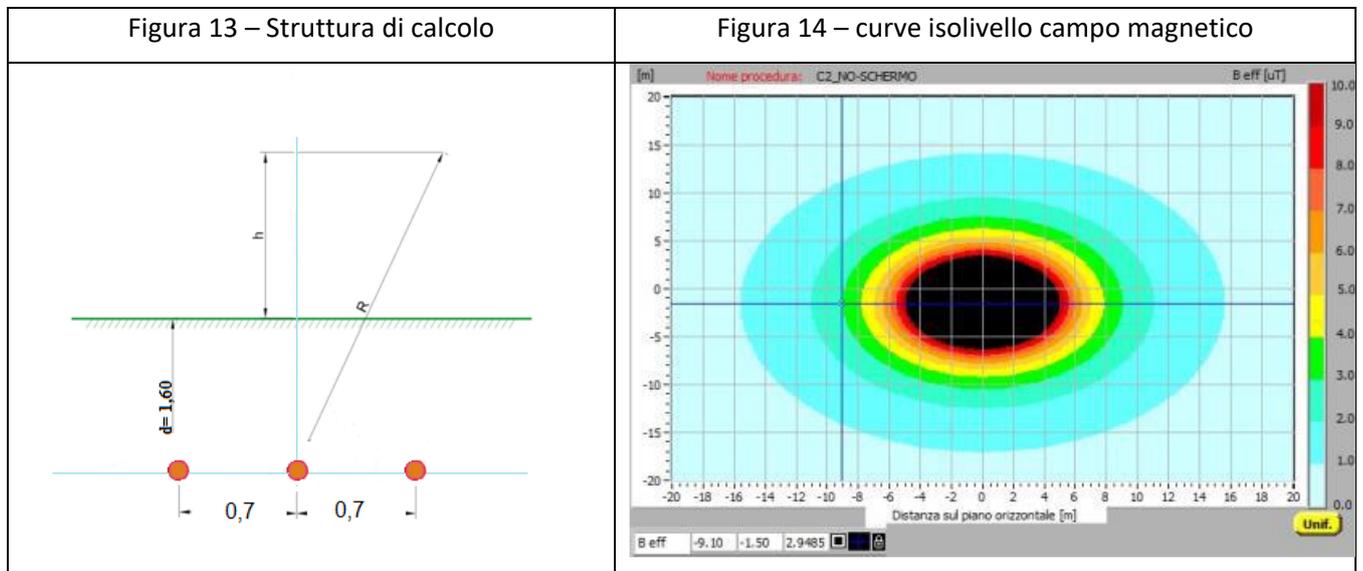
Le condizioni operative **buca giunto** per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Profondità di posa	-1,60 m
Posa in piano S=	0.7 m
distanza terna 1 dall'asse y	0,0 m
Sezione terna	3x1x1600 mm ²
Portata cavo	1000 A

Verifica	
Valore della DPAdx	9,2 m
Valore della DPAsx	9,2 m
Diam. cilindroide	18,4 m

Tabella 1



$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2} \quad R' = 0,286 * \sqrt{S * I}$$

In prossimità della buca giunto non si rilevano recettori.

4 Conclusioni

La determinazione teorica dei livelli di induzione magnetica a bassa frequenza (ELF), legati alle sorgenti classificate per le opere di connessione, in particolare la ricerca delle DPA che definiscono le estensioni della fascia di rispetto riferita all'obiettivo di qualità, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti

a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati) suggerisce **nelle ipotesi di massima potenza transitante** le seguenti conclusioni.

- **Per il parallelismo tra gli elettrodotti, si può ritenere che una distanza di prima approssimazione (DPA) di 21 m dall'asse linea Guspini Pabillonis e di 24 m Guspini Villacidro, possa contenere la reale fascia di rispetto a $3 \mu\text{T}$, la cui estensione vale circa 73 m.**
- **Per il percorso dell'elettrodotto in singola terna Guspini Pabillonis Arcidano, si può ritenere che una distanza di prima approssimazione (DPA) di 21 m dall'asse linea, possa contenere la reale fascia di rispetto a $3 \mu\text{T}$, la cui estensione vale circa 42 m.**
- **Per i raccordi in entra esce CP Arcidano, si può ritenere che, nei pressi della medesima CP, una distanza di prima approssimazione (DPA) di 22 m asse linea raccordo Nord e 25 m asse linea raccordo Sud, possa contenere la reale fascia di rispetto a $3 \mu\text{T}$, la cui estensione vale circa 61 m. Va detto che allontanandosi dalla CP in direzione Est, i raccordi tendono a divergere e l'effetto di sovrapposizione dovuto alla reciproca interferenza magnetica tende a ridursi fino ad annullarsi, la Tav .08 riassume graficamente l'andamento delle DPA e della APA.**
- **Per il collegamento in cavo AT 150 kV, in posa a triangolo interrata, tra il traliccio di transizione e la CP Pabillonis si può ritenere che una distanza di prima approssimazione (DPA) di 3 m, possa contenere la reale fascia di rispetto a $3 \mu\text{T}$, la cui estensione vale circa 6 m, lungo tratta, per la buca giunto 18,2 m.**
- **In sintesi, l'analisi del risultato teorico, sia delle distribuzioni al suolo dei campi magnetici, sia delle DPA, rappresentano dei riferimenti per le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate alle amministrazioni locali le quali devono tener conto a norma di legge degli obiettivi di qualità riportati.**

5 Nota

La DPA relativa al raccordo Nord che connette la nuova CP Arcidano alla CP Uras è determinata considerando, il conduttore di riferimento UX LC17.

6 Luoghi con presenza umana superiore alle 4 ore giornaliere all'interno della DPA

L'ispezione, dello stato di fatto del tracciato di elettrodotto, non ha evidenziato la presenza di recettori sensibili intesi come luoghi destinati agli ambienti scolastici né a gioco per l'infanzia. Per gli altri il risultato dell'ispezione è illustrato nella tabella seguente: "SSE Guspini – CP Arcidano" (inizio sostegno n. 5)

Recettori	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	Presenza persone $\geq 4h$
R01	Guspini	510	177	C/2	No
R02			196	C/2	No
R03		509	825	C/2	No
R04	Gonnosfanadiga	104	148	C/2	No
R05			147	C/2	No
R06			90	C/2	No
R07			81	C/2	No
R08			77	C/2	No
R09		105	170	Presunta A/2	Si
R10	Pabillonis	16	315	A/2	Si
R11			329	A/2	Si
R12			446	A/7	Si
R13			430	A/7	Si
R14			433	D/10	No
R15			448	D/10	No
R16			449	D/10	No
R17			451	D/10	No
	Arcidano		Nessuna interferenza		

La tabella riporta l'esisto del censimento catastale dei fabbricati con le categorie esistenti e i luoghi il cui stato di fatto, ragionevolmente prevede la presenza umana per un tempo prolungato superiore alle 4 ore giornaliere, che ricadono all'interno della proiezione al suolo della fascia di rispetto. Per l'immobile censito

al foglio 105 particella 170 del Comune di Gonnosfanadiga al catasto fabbricati non risulta corrispondenza, ma vale la stessa considerazione.

Le maggiori criticità di tutela ambientale per la popolazione sono state riscontrate nel Comune di Pabillonis, recettori RR 10, 11, 12 e 13, dove l'elettrodotto traccia attualmente un corridoio energetico non più compatibile con l'ambiente caratterizzato dalla presenza, su entrambe i lati del medesimo, di abitazioni civili. Altra criticità posta sotto osservazione la si trova in agro di Gonnosfanadiga, recettore R09.

Per entrambe le criticità descritte sono state proposte opere di mitigazione le cui evidenze grafiche sono, per il recettore R09, riportate nelle tavole "TAV. 01 Profilo altimetrico prima tratta Guspini Pabillonis sostegni 5-25", e "TAV. 05 Planimetria catastale con DPA-APA prima tratta Guspini Pabillonis sostegni 5-25". Per il gruppo di recettori 10, 11, 12 e 13, le tavole di riferimento sono la "TAV.02 Profilo altimetrico seconda tratta Guspini Pabillonis sostegni 25-40" e la "TAV. 06 Planimetria catastale DPA-APA seconda tratta Guspini Pabillonis. CP Pabillonis".

Le opere proposte riguardano in ordine:

1. Gonnosfanadiga, aumento dell'altezza delle campate esistenti 16 – 17 17 – 18 (vecchia numerazione) che interessano il recettore R09, con sostituzione degli attuali sostegni con sostegni di altezza maggiore.

Vecchia numerazione	Sostegno esistente	Nuova numerazione	Sostegno previsto
16	N18	17	C21
17	N18	18	N27
18	N21	19	N30

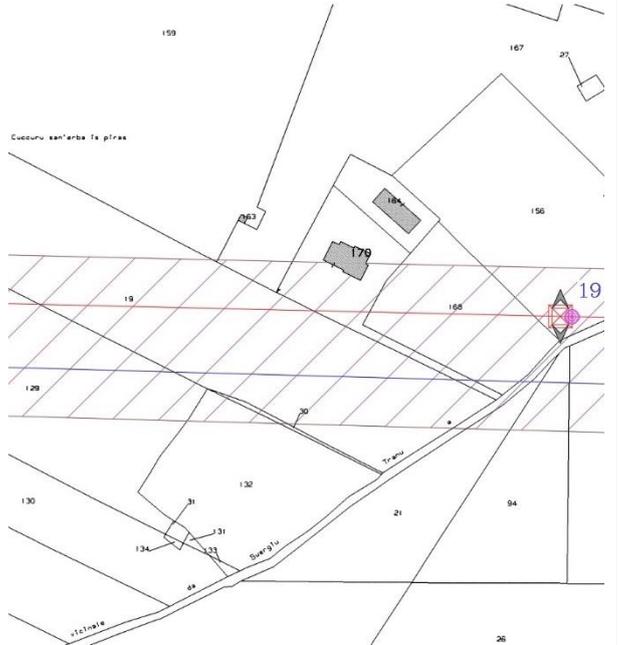
2. Pabillonis, cambio di posa del tratto di elettrodotto in avvicinamento alla CP di Pabillonis, prevista la transizione da posa aerea del conduttore a posa in cavo interrato. L'interramento prevede la rimozione dell'elettrodotto aereo dal sostegno 39, escluso, al portale Caprese in area della CP esistente Pabillonis, la posa di un sostegno di transizione, al confine della medesima particella 62 f.16, a valle del sostegno 39 con relativo raccordo aereo tra i due, la discesa cavo a base sostegno con l'interramento in trincea. il percorso, lungo circa 1160 m, interesserà:

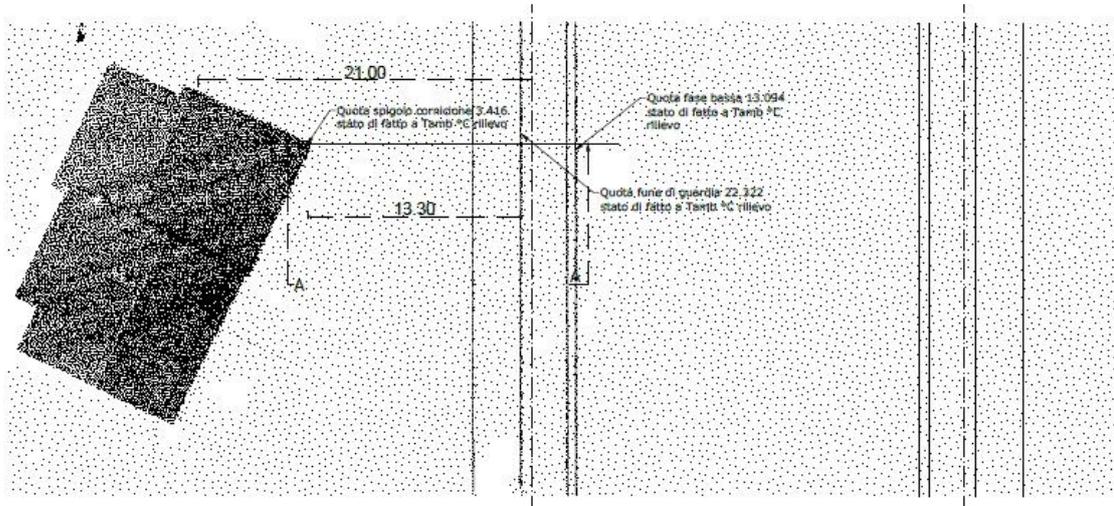
- *la banchina lato destro della strada comunale che taglia le particelle 83,85, 84 e 99 f. 16;*
- *l'incrocio sulla provinciale SP69;*
- *la banchina destra lungo la SP 64 fino all'ingresso nell'area di CP.*

La lunghezza potrà essere coperta sia da un'unica fornitura di pezzatura cavo da 1250 m, su tamburo in legno, senza buca giunto, sia dalla medesima pezzatura con realizzazione a metà percorso di una buca giunto.

Le azioni di mitigazione perseguono il rispetto della normativa vigente post operam riducendo l'impatto delle criticità descritte in precedenza sulla popolazione, come si potrà notare dalle schede di verifica post operam queste azioni risultano completamente risolutive rappresentando alla fine un bilancio positivo. Per il recettore R09 oltre la scheda è presentata la valutazione con sezione trasversa quotata riportante l'isolinea a 3 μ T, i conduttori, il profilo del recettore interferito e il profilo laterale dell'induzione magnetica a 3,40 m.

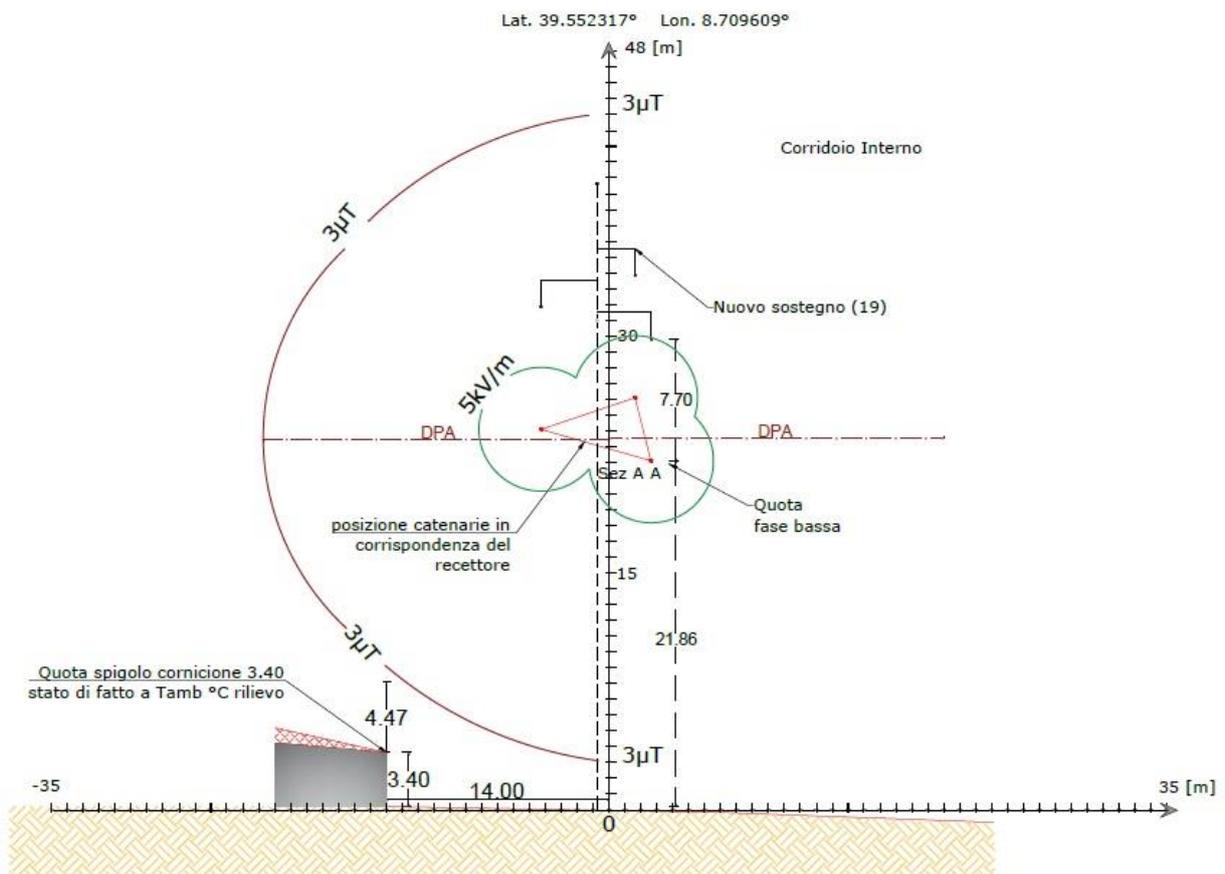
RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Scheda verifica post operam		
Recettore	R09	Foto - stato di fatto
Comune	Gonnosfanadiga (CA)	
Classe visura	Ente Urbano	
Destinazione	Residenziale	
Riferimento	Foglio 105 particella 170	
Altezza da rilievo radar	3,40 m	
Numero di piani	1	
Stato di conservazione	In uso	
Distanza asse linea - edificio	14,0 m	
Campata	18 - 19	
B _{max}	1,93 μT < 3μT	
Verifica	fuori dalla DPA	
Nota ¹	¹ Al catasto fabbricati non risultano corrispondenze	
Nota ²	² Applicazione di tecniche di mitigazione: Campate in elevazione 17 - 18, 18 - 19 sostituzione sostegni esistenti 16,17e 18.	
Vista Zenitale		Stralcio catastale
		



Guspini - Pabillonis 150kV
Stato di progetto verifica
CEM Tamb 55 °C - I = 870 A

Guspini - Villacidro 150kV
Stato di progetto verifica CEM
Tamb 55 °C - I = 1137 A



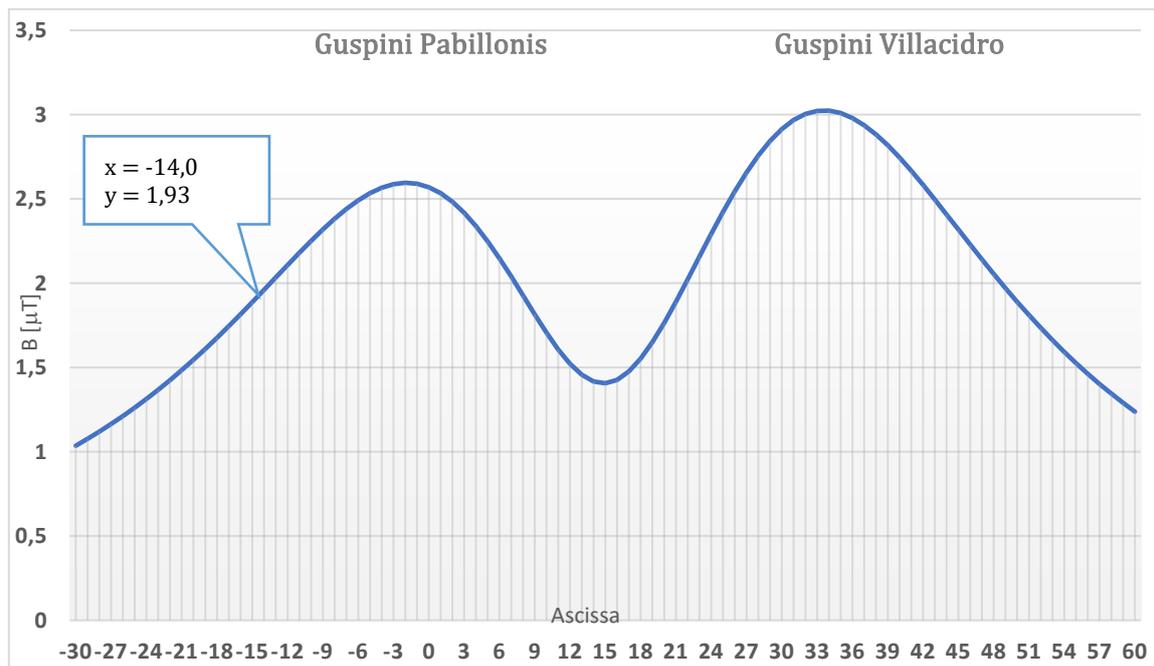
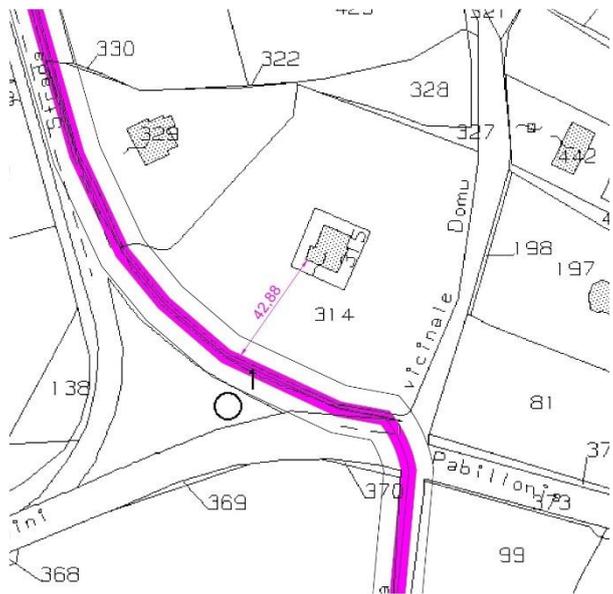
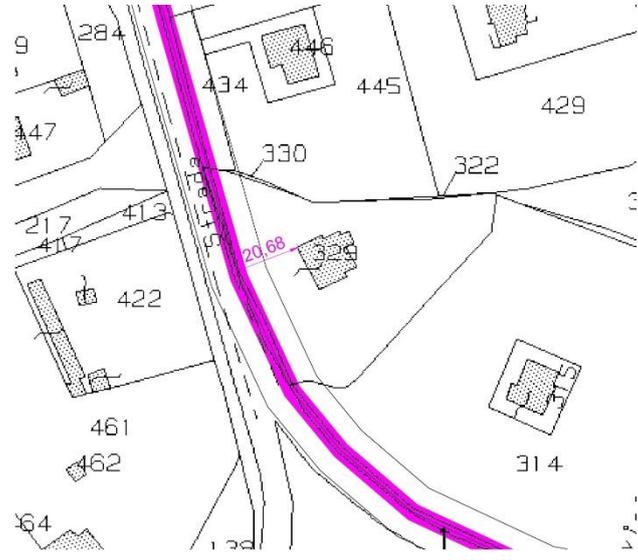


Figure 15 Profilo laterale di B, nei pressi del recettore R09

Scheda verifica post operam		
Recettore	R10	Foto - stato di fatto
Comune	Pabillonis (CA)	
Classe visura	Ente Urbano	
Destinazione	Residenziale	
Riferimento	Foglio 16 particella 315	
Altezza	7,0 m	
Numero di piani	1	
Stato di conservazione	In uso	
Distanza asse trincea - edificio	> 42,0 m	
Campata rimossa	39 - 40	
Bmax	0,02 < 3μT	
Verifica	fuori dalla DPA	
Nota ²	² Applicazione di tecniche di mitigazione: Interramento linea aerea	
Vista Zenitale		Stralcio catastale
		

RELAZIONE TECNICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Scheda verifica post operam		
Recettore	R11	Foto - stato di fatto
Comune	Pabillonis (CA)	
Classe visura	Ente Urbano	
Destinazione	Residenziale	
Riferimento	Foglio 16 particella 329	
Altezza	7,0 m	
Numero di piani	2	
Stato di conservazione	In uso	
Distanza asse trincea - edificio	> 20,0 m	
Campata rimossa	39 - 40	
Bmax	0,07 < 3µT	
Verifica	fuori dalla DPA	
Nota ²	² Applicazione di tecniche di mitigazione: Interramento linea aerea	
Vista Zenitale		Stralcio catastale
		

Scheda verifica post operam		
Recettore	R12	Foto - stato di fatto
Comune	Pabillonis (CA)	
Classe visura	Ente Urbano	
Destinazione	Residenziale	
Riferimento	Foglio 16 particella 446	
Altezza	7,0 m	
Numero di piani	2	
Stato di conservazione	In uso	
Distanza asse trincea - edificio	> 28,0 m	
Campata rimossa	39 - 40	
Bmax	0,04 < 3μT	
Verifica	fuori dalla DPA	
Nota ²	² Applicazione di tecniche di mitigazione: Interramento linea aerea	
Vista Zenitale		Stralcio catastale
		

Ing. Giovanni Barlotti
Il tecnico

7 Riferimenti normativi

- 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”.
- DM 21 marzo 1988, n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne” e s.m.i.”.
- CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV”.
- 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”.
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche”.
- 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”.