



REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA DI LECCE  
COMUNE DI GALATINA



**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DENOMINATO "PINTA"  
CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 20148,80 KWdc E DELLE  
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTI NEL COMUNE DI GALATINA (LE),  
CON PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA.**

**UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI GALATINA (LE)  
FG. 46 PARTICELLE 1-2-9-10-11-68-70-75-79-82-85-87-91-95-96-97-102  
FG. 47 PARTICELLA 4**

TITOLO:

**Relazioni Campi Elettromagnetici**

CODICE ELABORATO:

**DocumentazioneSpecialistica\_11**

SCALA:

-

DATA	MOTIVO REVISIONE	REDATTO	APPROVATO
01.12.22	PRIMO CARICAMENTO	ING. CIRACI'	N/A

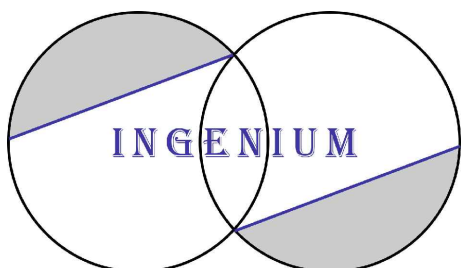
PROGETTISTA:

**ING. FRANCESCO CIRACI'**



COMMITTENTE:

**COLUMNS ENERGY s.p.a.  
C.F./P.IVA 10450670962  
Città MILANO CAP 20121  
Via Fiori Oscuri, 13  
PEC: [columnsenergysrl@legalmail.it](mailto:columnsenergysrl@legalmail.it)**



**INGENIUM** | Studio di Ingegneria di Ciraci Francesco,  
Sede legale: San Lorenzo n. 2, Ceglie Messapica (Br), 72013,  
Cell.3382328300,  
Email:[ciracifrancesco@gmail.com](mailto:ciracifrancesco@gmail.com)

## Sommario

<b>Premessa</b> .....	1
<b>Riferimenti Normativi</b> .....	1
<b>Norme Tecniche</b> .....	2
<b>Futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV di Galatina</b> .....	3
<b>L'elettrodotto in Alta Tensione di collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la stazione di elevamento di Terna di futura realizzazione</b> .....	5
<b>Caratteristiche Geometriche dell'elettrodotto interrato in Alta Tensione di collegamento tra il campo fotovoltaico e la stazione di futura realizzazione di elevazione di Terna</b> .....	11
<b>Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto interrato in Alta Tensione di collegamento tra il campo fotovoltaico e la stazione di futura realizzazione di elevazione di Terna</b> .....	13
<b>Caratteristiche del cavo</b> .....	13
<b>Sistema di posa dei cavi, buche, giunti</b> .....	14
<b>Sistema di telecomunicazioni</b> .....	16
<b>Calcolo della Distanza di prima approssimazione elettrodotto in AT(Dpa)</b> .....	17
<b>Calcolo della Distanza di prima approssimazione cabine BT/AT (Dpa)</b> .....	21
<b>Calcolo della Distanza di prima approssimazione cabina di Raccolta AT (Dpa)</b> .....	22
<b>Conclusioni</b> .....	23
<b>Sicurezza cantieri</b> .....	23

<b>INGENIUM</b>   Studio di Ingegneria di Ciraci Francesco	PROGETTO "PINTA" Comune di Galatina (LE) Relazione Campi Elettromagnetici	COLUMNS ENERGY s.p.a.
--	--	-----------------------

## Premessa

Con la presente si relaziona in ordine alle opere di connessione relative all'impianto, proposto dalla società COLUMNS ENERGY s.r.l. (il "Proponente") di seguito indicata sempre come Società, di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, nello specifico fotovoltaica.

La potenza nominale complessiva dell'impianto risulta pari a 19,28 MW. L'impianto proposto sarà realizzato nel Comune di GALATINA (LE), su terreni agricoli censiti al Catasto terreni di Galatina ai fogli 46 particelle n.n. 70, 75, 9, 87, 1, 2, 82, 79, 85, 10, 11.

Per la connessione di tale impianto fotovoltaico alla Rete di Trasmissione Nazionale ("RTN") la Società dispone della soluzione di connessione di Terna (Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), codice pratica: **201900110**, trasmessa da Terna alla Società con pec il 24.05.2022 che alla presente si allega per completezza di argomentazione. La Soluzione Tecnica Minima Generale sopra richiamata prevede che l'impianto fotovoltaico venga collegato in antenna a tensione 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV di Galatina. La stessa STMG specifica che, ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento dell'impianto fotovoltaico allo stallo a 36 kV della futura Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione. **Si specifica che la suddetta futura stazione seguirà un iter autorizzativo distinto e separato dall'iter autorizzativo dell'impianto oggetto della presente e che tale procedura sarà proposta dalla società BYOPRO DEV2 SRL anche in nome e per conto della COLUMNS ENERGY S.p.a. a fronte di specifico atto di condivisione delle opere di rete di cui trattasi.**

## Riferimenti Normativi

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi in conformità ai quali la presente relazione e i relativi allegati tecnici sono stati redatti.

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- 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";
- 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;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;

- 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 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";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- 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.;
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- PUGLIA, L.R. n. 25/2008, Norme in materia di autorizzazione alla costruzione ed esercizio di linee e impianti elettrici con tensione non superiore a 150.000 volt;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 2017, n. 31 Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata
- Decreto legislativo, 16/06/2017 n° 104, G.U. 06/07/2017;
- Decreto Legge 31 maggio 2021, n.77, decreto semplificazioni;
- DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2021, n. 199;
- Decreto Legge del 01/03/2022 n. 17;
- LEGGE 27 aprile 2022, n. 34.

## Norme Tecniche

Di seguito si riportano le norme tecniche in conformità alle quali la presente relazione e i relativi allegati tecnici sono stati redatti.

- 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 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - Linee in cavo", terza edizione, 2006-07
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09
- 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 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;
- 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
- TERNA Guida agli Schemi di Connessione UXLK401

### Futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV di Galatina

Come accennato nelle premesse la futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN a 380/150 kV seguirà un iter autorizzativo distinto e separato dall'iter autorizzativo dell'impianto fotovoltaico proposto dalla Società, ma per completezza di informazioni di seguito se ne riportano gli stralci planimetrici che ne individuano la posizione geografica e la inquadrano rispetto ai vincoli del PPTR.

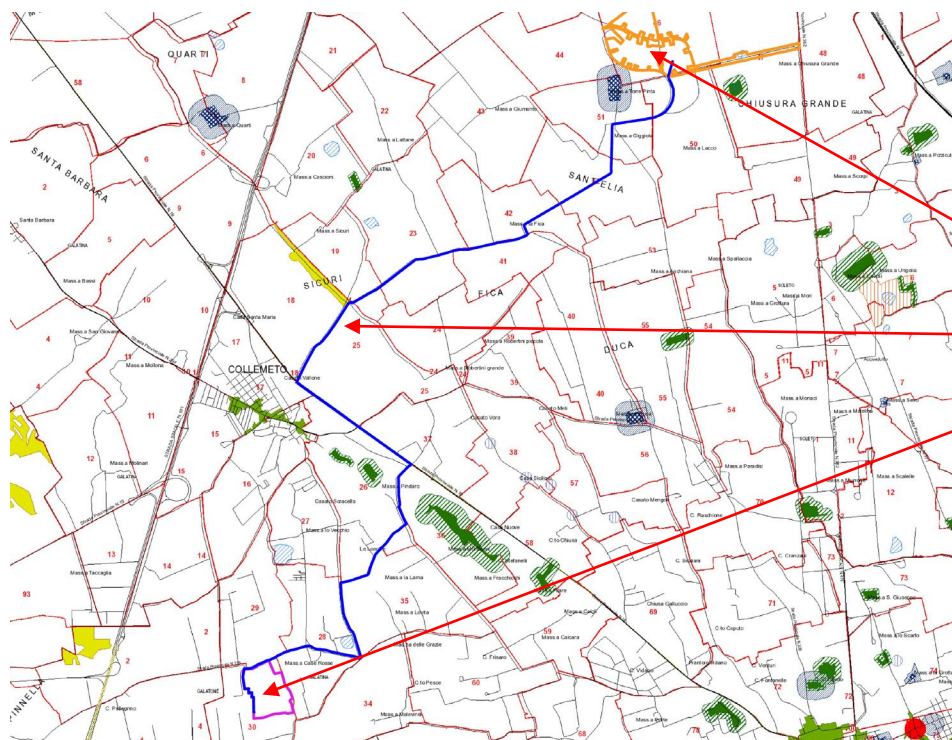
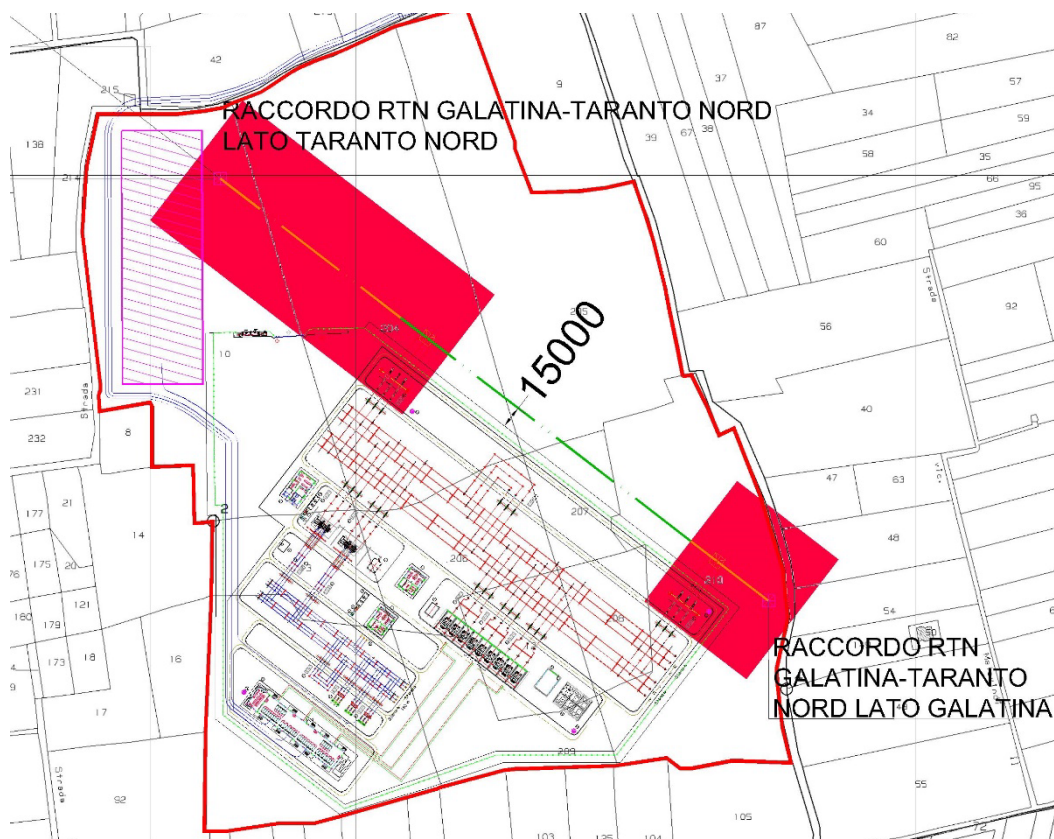


Area nel comune di galatina foglio n.30 particelle 10, 204, 205, 13,106, 207, 210, 11, 209, 12, 208, 2010 sulla quale sarà costruita la nuova stazione elettrica SE di TERNA

Come è possibile notare dall'immagine sopra riportata l'area dove sarà costruita la nuova stazione elettrica di Terna non è soggetta a vincoli del PPTR. L'area è individuata nel Catasto Terreni di Galatina al Foglio 30 particelle n.n.10, 204, 205, 13,106, 207, 210, 11, 209, 12, 208, 2010.

Di seguito si riporta la planimetria elettromeccanica della stazione SE della RTN di Terna di cui trattasi, su base cartografica catastale e la relativa legenda.

SIMBOLO	DESCRIZIONE	SIMBOLO	DESCRIZIONE	SIMBOLO	DESCRIZIONE
	SE GALATINA		ASSE LINEA AT 380 kV ESISTENTE		SOSTEGNO AT 380 kV ESISTENTE DA SOSTI
	STAZIONE UTENZA		ASSE LINEA AT 380 kV IN PROGETTO		SOSTEGNO AT 380 kV IN PROGETTO
	CONFINE FOGLIO CATASTALE		ASSE LINEA AT 380 kV DA DEMOLIRE		SOSTEGNO AT 380 kV DA DEMOLIRE
	ELETTRODOTTO INTERRATO AT 36kV - 150kV		LINEA DA INTERRARE		SOSTEGNO AT 380kV ESISTENTE
	AREA POTENZIALMENTE IMPEGNATA RACCORDO AEREO				



Inquadramento  
Catastale delle Opere

Impianto Fotovoltaico

Cavidotto

Stazione Elettrica SE  
di Terna

## Inquadramento catastale dell'intera opera

Centrale Fotovoltaica e stazione elettrica

Tabella 5.1 - PINTA - Particellare di Progetto				
N°	Comune	Foglio	Particella	Tipologia opere interessate
<b>Lotti di impianto</b>				
1	Galatina	46	70	Lotto 1
2	Galatina	46	75	Lotto 1
3	Galatina	46	9	Lotto 1
4	Galatina	46	87	Lotto 1
Superficie Lotto 1				87.050 mq
5	Galatina	46	1	Lotto 2
6	Galatina	46	2	Lotto 2
7	Galatina	46	82	Lotto 2
8	Galatina	46	79	Lotto 2
9	Galatina	46	85	Lotto 2
10	Galatina	46	10	Lotto 2
11	Galatina	46	11	Lotto 2
Superficie Lotto 2				187.261mq
<b>Superficie Lotto destina a piano culturale</b>				
12	Galatina	46	102	Lotto agricolo
13	Galatina	46	2	Lotto agricolo
14	Galatina	46	82	Lotto agricolo
15	Galatina	46	79	Lotto agricolo
16	Galatina	47	4	Lotto agricolo
Superficie piano culturale extraimpianto				50.000 mq
<b>S.E. Galatina Specchia</b>				
17	Galatina	30	10	Futura S.E. Galatina Specchia
18	Galatina	30	204	Futura S.E. Galatina Specchia
19	Galatina	30	205	Futura S.E. Galatina Specchia
20	Galatina	30	13	Futura S.E. Galatina Specchia
18	Galatina	30	206	Futura S.E. Galatina Specchia
19	Galatina	30	207	Futura S.E. Galatina Specchia
20	Galatina	30	210	Futura S.E. Galatina Specchia
21	Galatina	30	11	Futura S.E. Galatina Specchia
22	Galatina	30	209	Futura S.E. Galatina Specchia
23	Galatina	30	12	Futura S.E. Galatina Specchia
24	Galatina	30	208	Futura S.E. Galatina Specchia
25	Galatina	30	210	Futura S.E. Galatina Specchia
Superficie S.E.				17.200,00 mq

Cavidotto di connessione

Comune	Foglio	Particella	Tipologia
Galatina	46	90	Cavidotto interrato AT
Galatina	50	67	Cavidotto interrato AT
Galatina	50	95	Cavidotto interrato AT
Galatina	50	83	Cavidotto interrato AT
Galatina	50	84	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	38	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	40	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	37	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	32	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	34	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	49	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	27	Cavidotto interrato AT
Galatina	51	35	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	50	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	44	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	3	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	41	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	42	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	49	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	52	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	1	Cavidotto interrato AT
Galatina	52	65	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	14	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	57	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	52	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	8	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	70	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	4	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	3	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	62	Cavidotto interrato AT
Galatina	42	121	Cavidotto interrato AT
Galatina	23	119	Cavidotto interrato AT
Galatina	23	46	Cavidotto interrato AT
Galatina	23	118	Cavidotto interrato AT
Galatina	23	48	Cavidotto interrato AT
Galatina	23	54	Cavidotto interrato AT
Galatina	23	53	Cavidotto interrato AT
Galatina	23	52	Cavidotto interrato AT
Galatina	19	37	Cavidotto interrato AT
Galatina	19	36	Cavidotto interrato AT



Galatina	18	15	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	18	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	21	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	139	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	37	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	109	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	32	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	41	Cavidotto interrato AT
Galatina	18	34	Cavidotto interrato AT
Galatina	17	45	Cavidotto interrato AT
Galatina	17	661	Cavidotto interrato AT
Galatina	17	664	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	249	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	3	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	100	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	101	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	102	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	103	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	104	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	105	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	106	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	107	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	108	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	109	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	129	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	130	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	110	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	111	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	112	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	115	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	23	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	200	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	196	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	197	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	98	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	96	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	154	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	155	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	24	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	25	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	268	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	267	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	266	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	265	Cavidotto interrato AT

Galatina	26	264	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	263	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	262	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	27	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	182	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	183	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	29	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	46	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	47	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	143	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	145	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	235	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	236	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	240	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	239	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	50	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	275	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	271	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	58	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	57	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	93	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	83	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	84	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	85	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	133	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	132	Cavidotto interrato AT
Galatina	26	131	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	10	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	11	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	12	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	91	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	13	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	14	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	64	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	65	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	137	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	138	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	173	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	182	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	181	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	153	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	154	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	8	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	7	Cavidotto interrato AT

Galatina	28	121	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	6	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	5	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	166	Cavidotto interrato AT
Galatina	28	4	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	120	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	107	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	106	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	105	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	104	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	44	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	136	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	213	Cavidotto interrato AT
Galatina	29	42	Cavidotto interrato AT
Galatina	30	214	Cavidotto interrato AT

## **L'elettrodotto in Alta Tensione di collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la stazione di elevamento di Terna di futura realizzazione**

Come già riportato nel paragrafo “Parere Tecnico di Terna”, la connessione tra l'impianto fotovoltaico e la stazione di elevazione di terna avverrà tramite elettrodotto a 36 kv, pertanto definito nella prassi tecnica elettrodotto ad Alta Tensione.

Le norme CEI 0-16 e CEI 0-21, hanno uniformato in tutto il territorio le modalità operative adottate dai distributori.

In linea con il costante sforzo di aggiornamento e adeguamento all'evoluzione tecnologica, il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) ha pubblicato la variante V2 alla Norma CEI 0-16 e la nuova edizione della Norma CEI 0-21, norme che introducono alcune novità alla regola tecnica di connessione degli utenti alla rete di distribuzione.

### **Definizioni di interesse tecnico:**

#### Bassa Tensione e Media Tensione

Le connessioni alla rete di distribuzione di bassa tensione (BT) sono caratterizzate da un valore di tensione nominale tra le fasi inferiore o uguale a 1 kV in corrente alternata, ovvero:

- 230 V per le forniture monofase;
- 400 V per le forniture trifase.

La frequenza nominale è di 50 Hz.

Le connessioni alla rete di distribuzione di media tensione (MT) sono caratterizzate da un valore efficace della tensione nominale tra le fasi maggiore di 1 kV e minore o uguale di 35 kV in corrente alternata.

Nel caso di tensione nominale tra le fasi superiore a 35 kV e fino ai 150 kV compresi in corrente alternata si parla, invece, di connessione in alta tensione (AT).

Ricapitolando:

- fino a 50 V , bassissima tensione
- da 50 V a 1000 V bassa tensione
- da 1000 V a 35000 V media tensione
- da 35000 V a 150000 V alta tensione
- oltre 150000 V altissima tensione

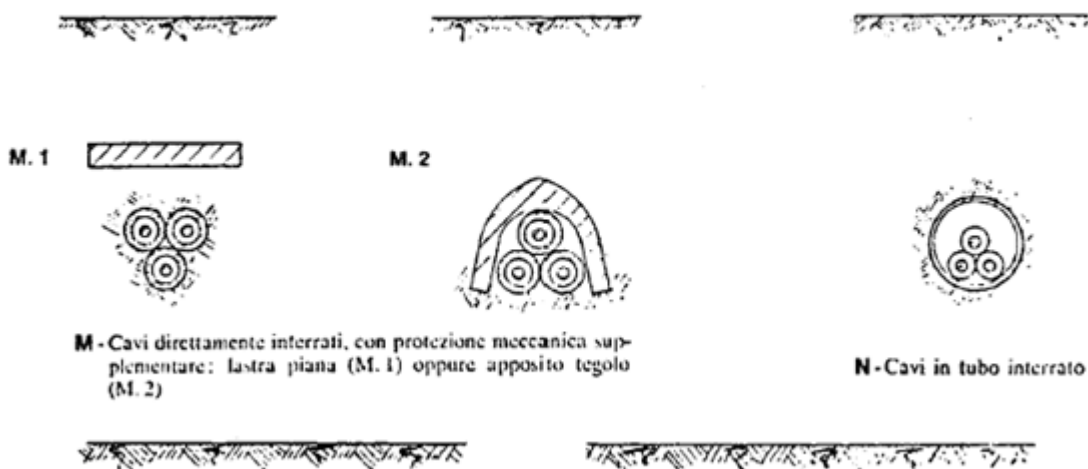
Da quanto sopra si evidenzia che il trasporto della corrente elettrica tra l'impianto fotovoltaico proposto e la futura stazione elettrica di Terna avverrà al limite tra la media e l'alta tensione, comunque ai fini normativi e tecnici sarà inquadrata come ALTA TENSIONE, pertanto le caratteristiche di scavo e di protezione saranno concepite secondo le regole tecniche relative all'ALTA TENSIONE.

## Caratteristiche Geometriche dell'elettrodotto interrato in Alta Tensione di collegamento tra il campo fotovoltaico e la stazione di futura realizzazione di elevazione di Terna.

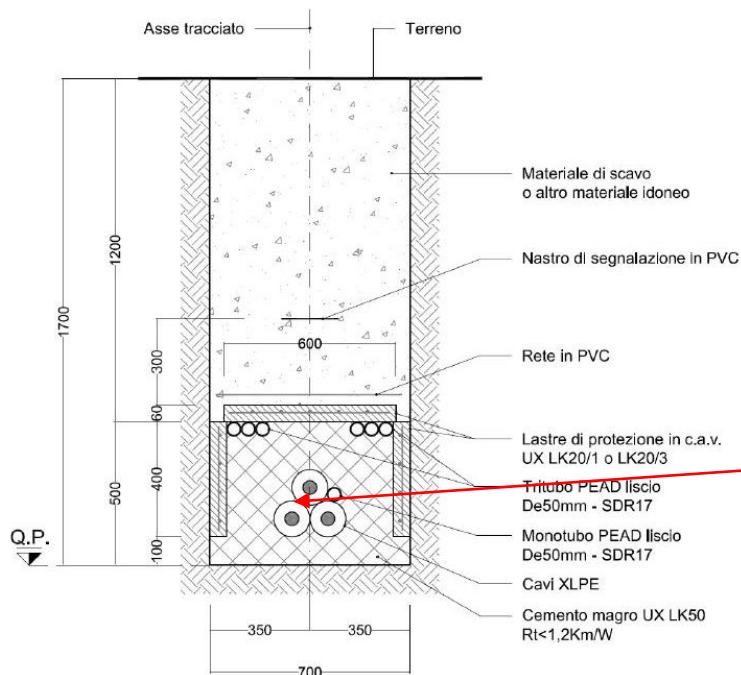
La lunghezza dell'elettrodotto è pari a circa 9,6 km , l'ampiezza della trincea sarà pari a circa 1,00 m. Di seguito le coordinate geografiche del punto di partenza e del punto di arrivo del elettrodotto interrato proposto WGS 84.

- Punto di Partenza all'interno del campo fotovoltaico  
40° 14' 09.1" N ; 18° 09' 02.9" E (40.235869, 18.150798)
- Punto di arrivo allo stallo produttore all'interno della nuova stazione TERNA  
40°10' 57.9" N 18° 06' 09.7" E (40.182739, 18.102704)

Lungo il percorso longitudinale delle strade la posa sarà effettuata secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica riportate nella norma CEI 11-17, ovvero modalità di posa tipo M, posa direttamente interrata, con protezione meccanica supplementare. La sezione di scavo e i particolari costruttivi sono di seguito rappresentati. La terna di cavi sarà posata con disposizione dei conduttori a trifoglio, secondo le modalità riportate dallo schema tipico dell'Allegato "B1" della Specifica Tecnica TERNA UX LK401.

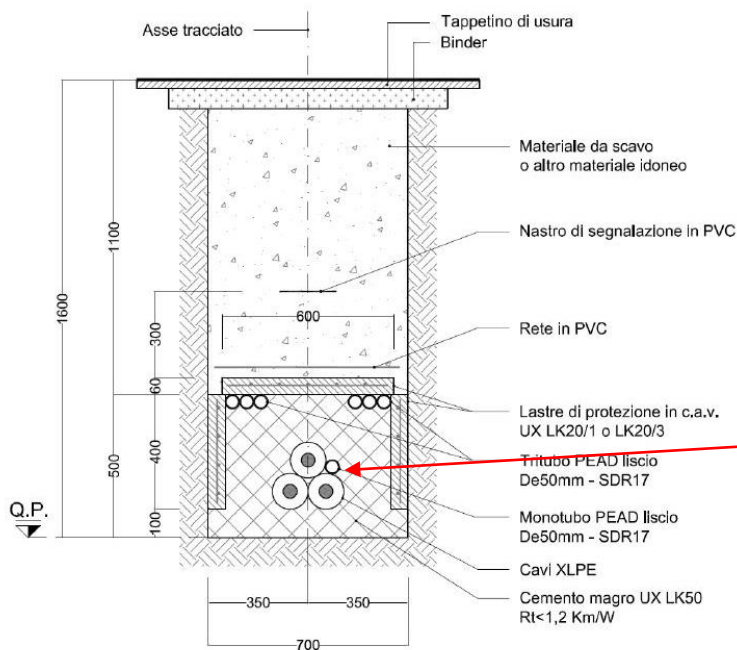


Sezione in prossimità di strade bianche



La profondità di posa dell'elettrodotto è pari a circa 1,4 metri (baricentro) dal piano campagna

Sezione in prossimità di strade asfaltate



La profondità di posa dell'elettrodotto è pari a circa 1,4 metri (baricentro) dal piano campagna

Come si osserva dai particolari costruttivi indicati nelle immagini soprariportate, l'elettrodotto è protetto da lastre prefabbricate in calcestruzzo armato di adeguata resistenza e da un getto di cemento magro che annega completamente le armature.

La sezione costruttiva a fine lavori risulterà della larghezza di 0,70 m. Si descrivono di seguito i vari componenti dell'elettrodotto partendo dal fondo scavo:

- strato di 10 cm di cemento magro a resistività termica controllata 1,2 Km/W;
- conduttori di energia, secondo le specifiche di progetto;
- lastre di cemento armato di protezione sui due lati;
- strato di riempimento per cm 40 di cemento magro a resistività termica controllata;
- tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- apertura con piastra di protezione in cemento armato vibrato prefabbricato secondo le specifiche di
- progetto;
- rete in pvc arancione per segnalazione dell'elettrodotto in caso di manutenzioni da eseguire con tecniche di scavo controllato per esempio escavatore a risucchio;
- materiale riveniente dallo scavo opportunamente selezionato;
- nastro segnalatore in pvc con indicazione cavi in alta tensione;
- materiale riveniente dallo scavo fino alla del piano campagna;
- ripristino dello strato superficiale come ante-operam (strada bianca o asfalto)

### **Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto interrato in Alta Tensione di collegamento tra il campo fotovoltaico e la stazione di futura realizzazione di elevazione di Terna.**

Di seguito si riporta la determinazione della portata del conduttore di fase dell'elettrodotto interrato tra la cabina di raccolta della potenza complessiva dell'impianto e la cabina di consegna all'interno della nuova stazione elettrica di TERNA.

La potenza in campo alternato massima dell'impianto fotovoltaico è pari a 20,1488 Mw, se ne desume pertanto la corrente Ib di esercizio

$$I_b = P_n / (V_n \times 1,73 \times \cos\phi) = 20148800 / (36000 \times 1,73 \times 1) = 323,51 \text{ A}$$

Dove:

- Ib= corrente che attraversa il cavo;
- Pn= Potenza nominale dell'impianto (20,1488 MW)
- Vn= Tensione nominale di impianto (36.000 V)
- Cosφ= 1

La caduta di tensione risulta pari a  $\sqrt{3} \times \text{Corrente} \times (\text{Lunghezza del cavo} \times \text{Resistenza} / 1000)$

Caduta di tensione

$$DV = \sqrt{3} \times 345 \times (9600 \times 0,093 / 1000) = 499 \text{ Volt, paria al } 1,38\%$$

### **Caratteristiche del cavo**

L'elettrodotto proposto sarà realizzato tramite cavi in alta tensione per posa interrata di ultima generazione con tipologia di isolamento, realizzato in XLPE (polietilene reticolato). Questa tipologia di cavi risulta particolarmente compatta e permette elevate capacità di trasporto ed infine **non presenta problemi di carattere ambientale.**

Infatti, a differenza dei cavi in alta tensione di prima generazione il cui isolamento avveniva a mezzo di olio fluido, questa nuova tecnologia presenta il vantaggio di non richiedere apparecchiature idrauliche ausiliarie necessarie per l'espansione e il rabbocco del fluido dielettrico, con semplificazione dell'esercizio e l'annullamento di perdite di fluidi nei terreni circostanti, da cui la garanzia della massima compatibilità ambientale.

La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzata da un isolante a basse perdite dielettriche. La figura che segue mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.

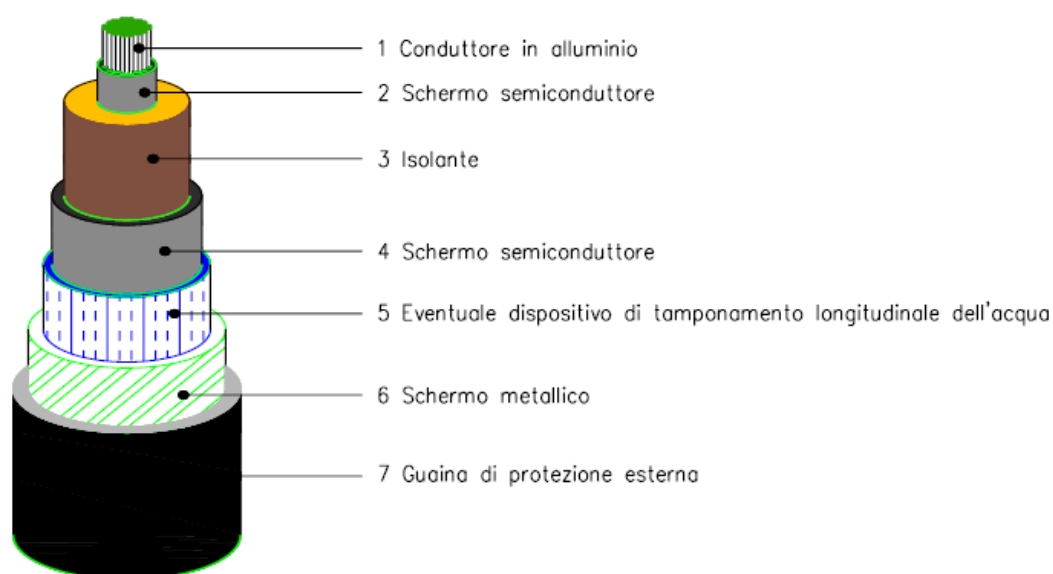
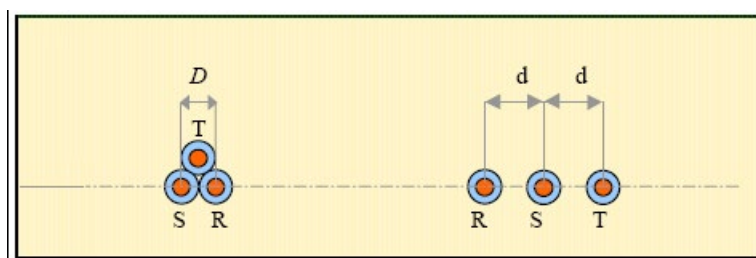


Fig. 6 – Sezione tipica del cavo

### Sistema di posa dei cavi, buche, giunti

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 36: 150 kV sono tipicamente a "trifoglio". Per gli elettrodotti in cavo per i diversi livelli di tensione, gli schemi tipici di posa sono i seguenti: in piano e a trifoglio rappresentati nella figura seguente, come già riportato nei capitoli precedenti si ribadisce che l'elettrodotto in progetto è stato progettato con posa a trifoglio.



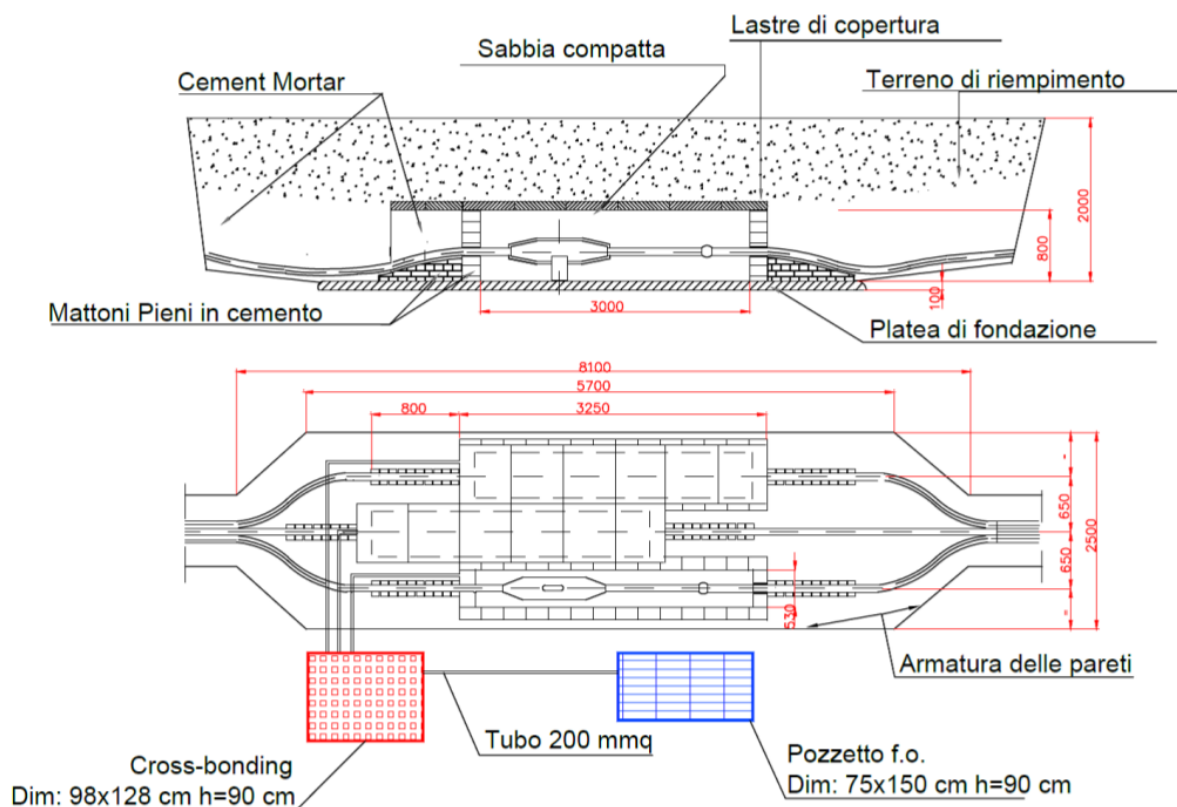


La posa a trifoglio ha l'inconveniente di ridurre la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi, ma ha il vantaggio di diminuire i campi elettromagnetici e di ridurre le sezioni di scavo riducendo gli impatti ambientali. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza "d" di interesse dei cavi. Per tale motivo la posa a trifoglio è utilizzata per i livelli di tensione più bassa (150-220 kV) mentre la posa in piano è utilizzata per i livelli di tensione più alta (220-380kV).

Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto, essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare.

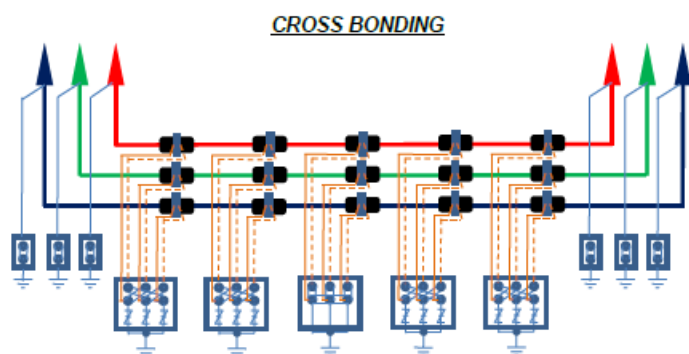
Buche giunti

Il giunto necessario per il collegamento del cavo sarà posizionato lungo il percorso del cavo, con tratte variabili tra i 400 e 500 m circa, ed ubicati all'interno di apposite buche che avranno una configurazione come indicato nella figura seguente:



Tipico Buca Giunti affiancati

I giunti, saranno collocati lungo il percorso dell'elettrodotta in apposite buche di profondità circa di m -2,00 dal piano campagna e inseriti in appositi loculi, realizzati blocchetti in calcestruzzo. I loculi saranno poi riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica. Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame. Accanto alla buca di giunzione saranno installati due pozzetti; uno per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi e l'altro per la fibra ottica e i sistemi di monitoraggio (quali per esempio: monitoraggio temperatura cavo, scariche parziali e correnti di schermo). Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra. Il collegamento degli schermi metallici sarà realizzato con la metodologia cross bonding, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) pressoché di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa. In tale configurazione gli schermi vengono messi francamente a terra, ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza, mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamento incrociato.



### Sistema di telecomunicazioni

Per le trasmissioni dati del sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti, costituito da uno o più cavi a 48 fibre ottiche come rappresentato in modo indicativo nella figura che segue.

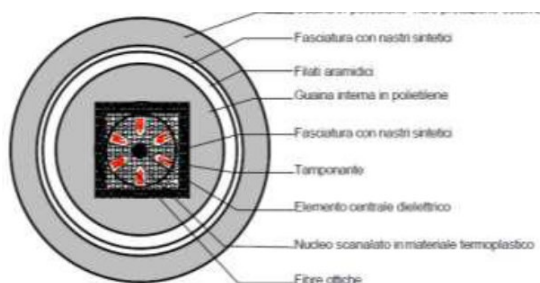


Fig. 1 – Sezione tipica del sistema di telecomunicazioni

## Calcolo della Distanza di prima approssimazione elettrodotto in AT(Dpa)

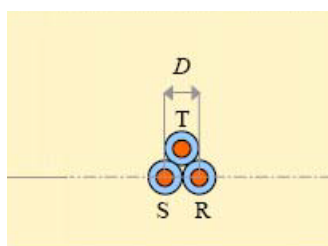
Il presente capitolo ha lo scopo di definire le ipotesi di calcolo mediante le quali sono stati calcolati sia il campo elettrico e magnetico, sia le fasce di rispetto relativamente ai nuovi collegamenti a 36 kV in cavo interrato. L'approccio progettuale è conforme al D.P.C.M. dell'8 luglio 2003, "*Fissazione 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*", nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008.

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali 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 prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), 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 e del Mare. Con Decreto 29 maggio 2008 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 Decreto 29 Maggio 2008 sopra citato 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*".

Tale decreto prevede per il calcolo della Dpa l'utilizzo della configurazione spaziale dei conduttori, geometrica e di fase che forniscono il risultato più cautelativo; a tal proposito si riporta di seguito il calcolo della Distanza di prima approssimazione dell'elettrodotto proposto in progetto:

Lo schema di posa in progetto è di tipo a trifoglio come rappresentato nella figura seguente:



A vantaggio di sicurezza qualora si presentasse la necessità di contenere ulteriormente la distanza della isocampo massima dei 3  $\mu$ T saranno posizionate schermature e/o loop passivi atte a garantire in ogni caso il rispetto delle Norme.

Detta schermatura è realizzata inserendo i cavi in apposite canalette di materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata.

Si riportano di seguito i limiti di legge relativi ai campi elettrici ed elettromagnetici:

<b>INGENIUM</b>   Studio di Ingegneria di Ciraci Francesco	<b>PROGETTO</b> "PINTA" Comune di Galatina (LE) Relazione Campi Elettromagnetici	<b>COLUMNS ENERGY s.p.a.</b>
--	---	------------------------------

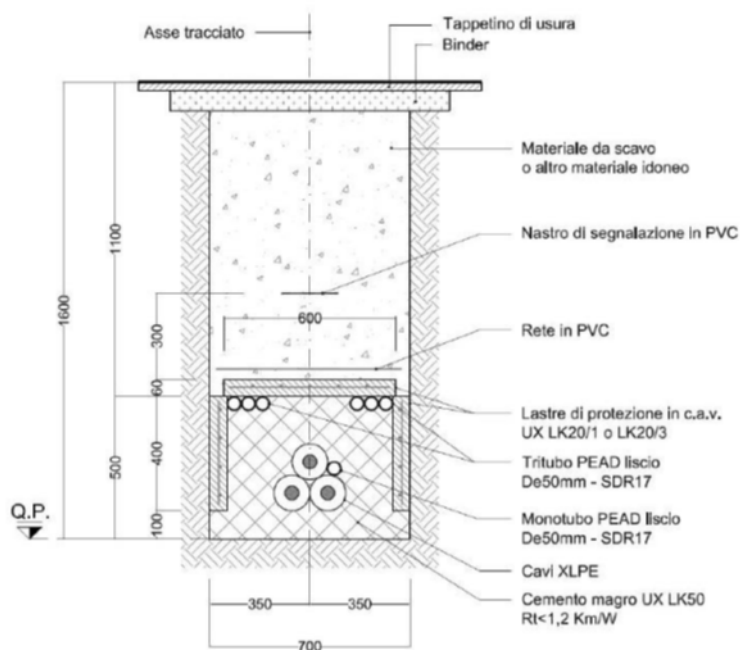
Frequenza 50 Hz	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B (µT)
<b>Limite di esposizione *</b> (da non superare mai)	<b>5</b>	<b>100</b>
<b>Valore di attenzione **</b> (da non superare in ambienti abitativi già esistenti e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	<b>10</b>
<b>Obiettivo di qualità **</b> (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti)	-	<b>3</b>

\* Valori efficaci

\*\*Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

Si riporta di seguito l'andamento della fascia di rispetto e della relativa Distanza di Prima Approssimazione relativa all'opera proposta in progetto, quindi elettrodotto a una singola terna di cavi a 36 kV posati a trifoglio:

<b>SINGOLA TERNA CON CAVI POSATI A TRIFOGLIO</b>	
<b>PROFONDITA' DI POSA</b>	<b>1,4 METRI</b>
<b>CORRENTE</b>	<b>321 A</b>
<b>DIAMETRO ESTERNO</b>	<b>106,4 mm</b>
<b>SEZIONE CONDUTTORE</b>	<b>1600 mm<sup>2</sup></b>



Il calcolo che segue è stato implementato secondo la guida CEI 106-11 che propone una serie di formule analitiche approssimate, applicabili senza l'uso di software, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal baricentro dei conduttori della linea elettrica. Dette formule sono molto utili per effettuare analisi piuttosto precise e soprattutto immediate delle fasce di rispetto.

La formula da applicare per linea in cavo interrato con cavi unipolari posati a trifoglio è la stessa utilizzata per le linee aeree con conduttori a triangolo:

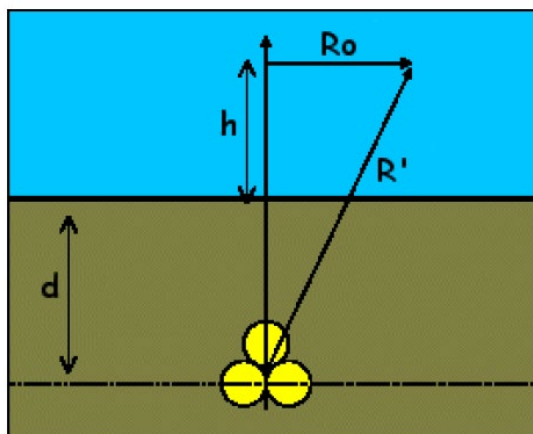
$$B = \frac{P \cdot I}{R^2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6} \quad [\mu T]$$

dove P [m] è la distanza fra i conduttori disposti ai vertici di un triangolo (in caso di distanze differenti, P diventa la media delle distanze fra i tre conduttori), I [A] è la corrente, simmetrica ed equilibrata, che attraversa i conduttori, R [m] è la distanza dal baricentro dei conduttori alla quale calcolare l'induzione magnetica B (la formula è valida per  $R \gg P$ ). Rovesciando la logica, è anche possibile calcolare la distanza R' dal baricentro dei conduttori, alla quale l'induzione magnetica si riduce al valore dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu T$ :

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

Invece della distanza dal baricentro è fondamentale conoscere la distanza dall'asse della linea a livello del suolo ( $h=0$ )  $R_0$  (figura), oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu T$  ( $d$  è la profondità di posa):

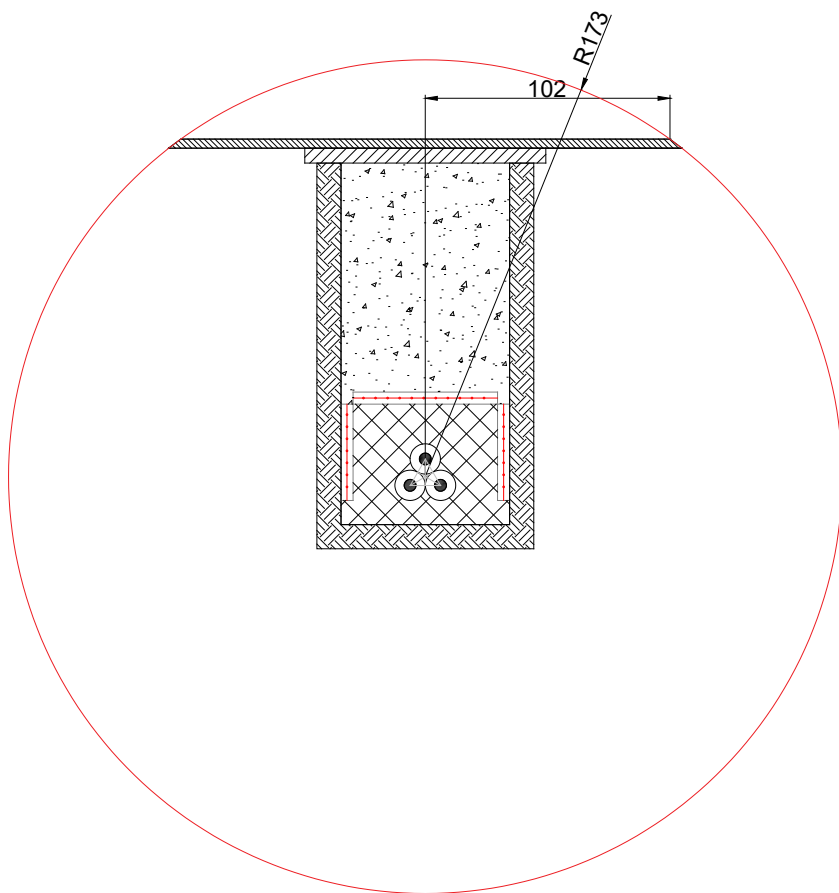
$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot P \cdot I - d^2} \quad [m]$$



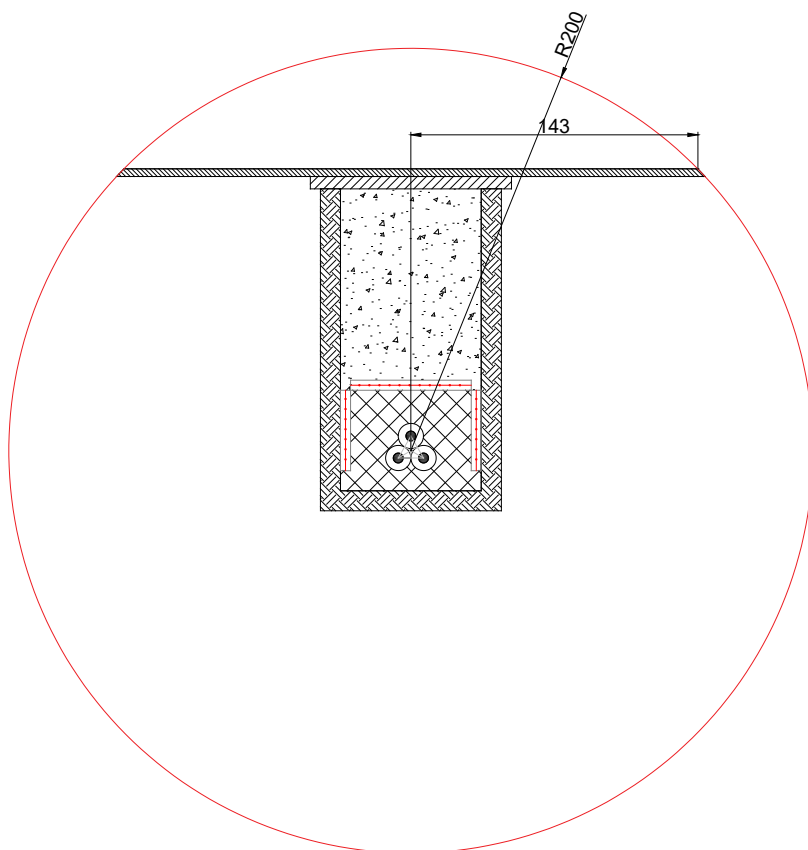
Il calcolo analitico è stato eseguito con l'ausilio di un foglio di calcolo appositamente implementato.

K	P (m)	I (A)	R' (m)	
0,286	0,106	321	1,73	
k	P (m)	I (A)	d (m)	Ro (m)
0,082	0,106	321	1,4	1,02

Di seguito si riporta la rappresentazione grafica di R' pari a 1,73 metri e R<sub>0</sub> pari a 1,02 metri, che ne prova la correttezza dell'analisi.



Di seguito si riporta la rappresentazione grafica di  $R'$  pari a 200 (approssimata per eccesso come previsto dal Decreto 29 Maggio 2008 e la relativa  $R_0$  pari a 1,43.



### Calcolo della Distanza di prima approssimazione cabine BT/AT (Dpa)



In relazione alle cabine elettriche di trasformazione, nello specifico ne sono previste 7 all'interno dell'impianto, la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/AT.

In base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto.

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica quanto segue:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

dove:

DPA= distanza di prima approssimazione (m)

I= corrente nominale (A)

x= diametro dei cavi (m)

Considerando che I=2325 A e che il cavo scelto sul lato BT del trasformatore è 3(6x240)mm<sup>2</sup>, con diametro esterno pari a circa 29,2mm, si ottiene una DPA pari a 3,09 metri, che si pone pari a 4 metri per rispettare le condizioni del Decreto Ministeriale che regola la materia.

Le cabine come è possibile osservare dalle planimetrie di progetto sono posizionate in aperta campagna risultando distanti da ogni ambiente sensibile o presidiato.

### **Calcolo della Distanza di prima approssimazione cabina di Raccolta AT (Dpa)**

Tutte le potenze all'uscita delle cabine di trasformazione (n.7) presenti all'interno dell'impianto sono convogliate in un'unica cabina di raccolta AT. In questo caso la principale sorgente di emissione sono le stesse correnti dei quadri AT.

Considerando che il cavo scelto in uscita dalla cabina d'impianto è, come detto:

<b>SINGOLA TERNA CON CAVI POSATI A TRIFOGLIO</b>	
<b>CORRENTE</b>	<b>321 A</b>
<b>DIAMETRO ESTERNO</b>	<b>106,4 mm</b>
<b>SEZIONE CONDUTTORE</b>	<b>1600 mm<sup>2</sup></b>

si ottiene una DPA pari a 2,4 metri che si pone pari a 3 metri per rispettare le condizioni del Decreto Ministeriale che regola la materia.

Anche in questo caso la cabina come è possibile osservare dalle planimetrie di progetto è posizionata in aperta campagna risultando distante da ogni ambiente sensibile o presidiato.



Quanto sopra esaurisce la verifica in merito al campo magnetico, in merito alla verifica relativa al campo elettrico, si premette che 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 (come abbiamo rappresentato dalle analisi e calcoli di cui sopra) è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza. Nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il **campo elettrico nullo ovunque**. Pertanto il rispetto della normativa vigente in relazione al campo elettrico in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

## Conclusioni

In conclusione dalle valutazioni effettuate si conferma che i tracciati degli elettrodotti oggetto della seguente proposta sono stati studiati in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:

- il valore del **campo elettrico** è sempre inferiore al limite fissato in 5kV/m
- il valore del **campo di induzione magnetica**, in corrispondenza dei punti sensibili (abitazioni, aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) è sempre inferiore a 3  $\mu$ T.

## Sicurezza cantieri

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa e del D.Lgs. 81/08 e successiva modifica e integrazioni D.Lgs. 106/09. Pertanto, in fase di progettazione la Società provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Ceglie Messapica

14/12/2022

Ing. Ciraci Francesco

