

***Elettrodotto a 132 kV***

***C.P. di Fossano - S.E. di Magliano***

***RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA***

***Storia delle revisioni***

Rev.05	del 15/05/13	Revisione per autorizzazione
--------	--------------	------------------------------

Elaborato			Verificato		Approvato
L. Baima Besquet MAN-AOT TO-PRI-Linee	S.Cortese MAN-AOT TO-PRI-Linee	F.Rovelli MAN-AOT TO-PRI-Linee	M. Boninsegna MAN-AOT TO-PRI-Linee		<b>L. Sabbadini</b> MAN-AOT TO-PRI

**a03IO301SR\_re02**

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia SpA Gruppo Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia SpA Gruppo Terna SpA

## INDICE

### INDICE 2

1. PREMESSA.....	4
2. MOTIVAZIONI DELL'OPERA .....	4
3. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE .....	6
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	7
5. VINCOLI .....	10
6. DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI .....	10
7. CRONOPROGRAMMA.....	11
8. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....	12
8.1. PREMESSA .....	12
8.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO.....	12
8.3. ELETTRODOTTO IN CAVO INTERRATO.....	13
8.3.1. Composizione dell'elettrodotto .....	13
8.3.2. Modalità di posa e di attraversamento .....	14
8.3.3. Caratteristiche elettriche e meccaniche del cavo .....	16
8.3.4. Schema unifilare del collegamento in cavo .....	17
8.3.5. Buche giunti .....	19
8.3.6. Fondazione a vasca e porta terminali .....	19
8.3.7. Sistema di telecomunicazioni.....	19
8.3.8. Sistema di monitoraggio della temperatura del cavo .....	19
8.3.9. Caratteristiche componenti .....	20
8.4. ELETTRODOTTO AEREO .....	20
8.4.1. Distanza tra i sostegni.....	20
8.4.2. Conduttori e corda di guardia.....	20
8.4.3. Stato di tensione meccanica .....	20
8.4.4. Capacità di trasporto .....	21
8.4.5. Sostegni.....	21
8.4.6. Isolamento .....	23
8.4.7. Caratteristiche geometriche .....	23
8.4.8. Morsetteria e armamenti .....	27
8.4.9. Fondazioni .....	27
8.4.10. Messe a terra dei sostegni .....	28

8.4.11. Caratteristiche dei componenti.....	28
8.5. TERRE E ROCCE DA SCAVO .....	28
9. RUMORE.....	28
10. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO PRELIMINARE .....	29
11. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	29
11.1. RICHIAMI NORMATIVI.....	29
11.2. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	31
12. FASCE DI RISPETTO .....	32
12.1. Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto della tratta in cavo interrato.....	33
12.1.1. Correnti di calcolo .....	33
12.2. Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto della tratta aerea .....	38
12.2.1. Correnti di calcolo .....	38
12.2.2. Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA) .....	38
12.2.3. Calcolo della tratta di linea:.....	39
13. AREE IMPEGNATE .....	43
14. SICUREZZA NEI CANTIERI.....	43
15. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	43
15.1. Leggi.....	44
15.2. Norme tecniche.....	44
15.2.1. Norme CEI .....	44
16. ALLEGATI.....	46
16.1. Componenti tratto elettrodotto in cavo interrato .....	47
16.2. Componenti tratto elettrodotto in linea aerea .....	54

## 1. PREMESSA

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. è la società concessionaria in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

TERNA, nell'espletamento del servizio dato in concessione, persegue i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e dalle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- deliberare gli interventi volti ad assicurare l'efficienza e lo sviluppo del sistema di trasmissione di energia elettrica nel territorio nazionale e realizzare gli stessi;
- garantire l'imparzialità e neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento al fine di assicurare l'accesso paritario a tutti gli utilizzatori;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

TERNA, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali e del vigente Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico, intende realizzare per tramite della Società Terna Rete Italia S.p.A. (Società del Gruppo TERNA costituita con atto del Notaio Luca Troili Reg.18372/8920 del 23/02/2012), un nuovo elettrodotto aereo a 132 kV in semplice terna che collega la Cabina Primaria di Fossano alla S.E. di Magliano Alpi.

Ai sensi della Legge 23 agosto 2004 n. 239 e ss.mm.ii., al fine di garantire la sicurezza del sistema energetico e di promuovere la concorrenza nei mercati dell'energia elettrica, la costruzione e l'esercizio degli elettrodotti facenti parte della rete nazionale di trasporto dell'energia elettrica sono attività di preminente interesse statale e sono soggetti a un'autorizzazione unica, rilasciata dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e previa intesa con la Regione o le Regioni interessate, la quale sostituisce autorizzazioni, concessioni, nulla osta e atti di assenso comunque denominati previsti dalle norme vigenti, costituendo titolo a costruire e ad esercire tali infrastrutture in conformità al progetto approvato.

## 2. MOTIVAZIONI DELL'OPERA

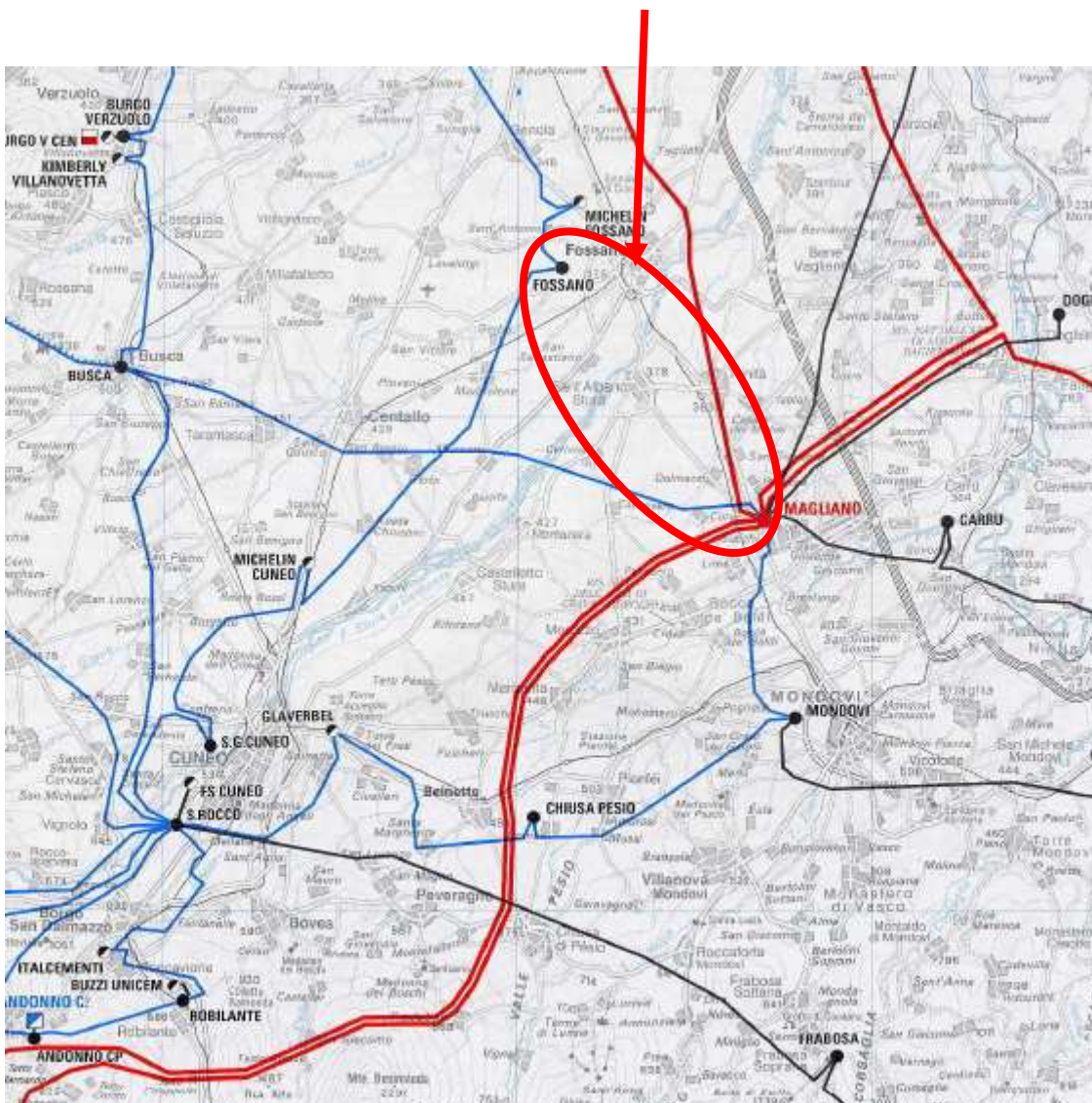
TERNA, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali e del vigente Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico, per tramite della Società Terna Rete Italia S.p.A. (Società del Gruppo TERNA costituita con atto del Notaio Luca Troili

Reg.18372/8920 del 23/02/2012), intende realizzare un nuovo elettrodotto a 132 kV in che collega la C.P. Enel di Fossano e la S.E. di Magliano.

L'opera è inserita nel Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) elaborato da TERNA S.p.A. ed approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico. La sua costruzione è motivata dalla necessità di aumentare l'affidabilità della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale e di far fronte alle crescenti richieste di energia connesse all'ampio sviluppo residenziale ed industriale dell'area geografica interessata dall'opera, al fine di garantire la sicurezza di esercizio sulla rete a 132 kV del Cuneese divenuta sempre più critica nel corso degli ultimi anni.

L'intervento descritto si configura come un'importante ed urgente attività di rinforzo della rete e consentirà di ottenere un miglioramento dell'esercizio e delle condizioni di sicurezza della rete a 132 kV del Cuneese.

Territorio su cui insiste il nuovo elettrodotto



La progettazione dell'opera oggetto del presente documento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi

della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Inoltre lo studio del tracciato è stato concertato sul territorio tramite la Valutazione Ambientale Strategica, durante la quale si sono interpellati gli Enti Istituzionali fino a livello dei Comuni.

### **3. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSAE**

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il tracciato dell'elettrodotto, evidenziato nella Planimetria allegata (Doc. n° DE23745A1BAX10003) in scala 1:25.000, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

**In base alla normativa vigente l'opera in questione è soggetta a Studio di Impatto Ambientale.**

I Comuni interessati dal passaggio dell'elettrodotto sono elencati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Piemonte	Cuneo	Fossano
		S.Albano Stura
		Trinità
		Magliano Alpi

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nella planimetrie in scala 1:5.000 per la tratta in cavo doc. n° DV23745A1BAX10001 e scala 1:10.000 per la tratta in linea aerea doc. DE23745A1BAX00001.

#### **4. DESCRIZIONE DELLE OPERE**

Con riferimento alla planimetria allegata, la linea elettrica avrà origine dalla cabina elettrica primaria ENEL "Fossano" sita nel comune di Fossano e terminerà presso la stazione elettrica TERNA "Magliano" sita nel comune di Magliano Alpi.

La prima tratta di linea elettrica in uscita dalla cabina primaria ENEL "Fossano", sarà realizzato in cavo interrato AT. L'elettrodotto interesserà alcuni brevi tratti della viabilità comunale mentre la maggior parte sarà posato in area agricola parallelamente alla strada statale n.231 di S.VITTORIA sino all'incrocio con la ex strada provinciale Cuneo-Alba; nel tratto in parallelo alla SS n.231 attraverserà la SP 184, la SP 169 e la ferrovia Cuneo - Torino. Il tratto finale di cavo interrato proseguirà sulla strada vicinale sterrata di S. CATERINA sino al sostegno capolinea portaterminali posto in area agricola a bordo strada.

La seconda tratta di linea elettrica, in partenza dal sostegno capolinea portaterminali, verrà realizzato con un elettrodotto aereo con conduttori nudi e sostegni in acciaio di tipo poligonale e a traliccio.

Dopo l'attraversamento del torrente Stura di Demonte, l'elettrodotto proseguirà in area agricola in affiancamento al tracciato ferroviario della Torino-Savona in direzione del comune di Magliano.

Poco prima dell'ingresso alla stazione elettrica di Magliano, l'elettrodotto sovrappasserà l'autostrada Asti-Cuneo e la ferrovia Torino – Savona a breve distanza una dall'altra. Lo sviluppo complessivo della linea elettrica dalla C.P. di Fossano alla S.E. di Magliano avrà una lunghezza totale di circa 15,1 Km di cui 4,25 km in cavo interrato e di 10,8 km di linea elettrica aerea con 35 nuovi sostegni.





Tratto elettrodotto aereo



## **5. VINCOLI**

Con riferimento al Decreto Legislativo 9 Maggio 2005, n. 96 “Revisione della parte aeronautica del Codice della navigazione” e dal successivo D.Lgs. 15 Marzo 2006 n. 151 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 9 maggio 2005, n. 96, recante la revisione della parte aeronautica del codice della navigazione”; il citato D.Lgs. 96/2005 al Capo III – “Vincoli della proprietà privata” – art. 707 (Determinazioni delle zone soggette a limitazioni), ha demandato all’E.N.A.C. l’individuazione delle zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe agli aeroporti e stabilire le limitazioni riguardanti gli ostacoli per la navigazione aerea ed ai potenziali pericoli alla stessa.

Pertanto la costituzione di ostacoli fissi alla navigazione aerea, di tipo verticale per i sostegni ed orizzontali per le campate dei conduttori e’ subordinata all’autorizzazione dell’E.N.A.C., previo coordinamento, ove necessario, con il Ministero della difesa.

Qualora ne sussistano i presupposti o su specifica indicazione degli enti preposti, si adotteranno particolari soluzioni costruttive atte a segnalare e rendere visibile agli aeromobili il nuovo elettrodotto.

Per un maggiori dettagli si rimanda alla relazione specifica allegata Doc. n. RE23745A1BAX00010.

L’indicazione dei vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici relativi all’area interessata dall’elettrodotto sono riportati nelle rispettive relazioni allegata alla documentazione dello Studio di Impatto Ambientale.

## **6. DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA’ SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI**

In ottemperanza alla Lettera Circolare del Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile - Prot. DCPREV 0007075 del 27 aprile 2010 recante come oggetto “Rete nazionale di trasporto dell’energia elettrica. Autorizzazioni ai sensi della Legge 23/08/2004 n. 239”, sostitutiva della Lettera Circolare del 4 maggio 2005 (Prot. DCPST/A4/RA/1200) si è provveduto nel verificare il rispetto delle distanze di sicurezza prescritte dalle norme per l’autorizzazione alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti facenti parte della rete nazionale di trasporto dell’energia elettrica.

Tali disposizioni sono necessarie al fine del rilascio dell’autorizzazione alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti facenti parte della rete nazionale di trasporto dell’energia elettrica, secondo quanto stabilito all’art. 1, comma 26, L. 239, in quanto gli elettrodotti pur non essendo compresi nell’allegato I del DPR 151 del 1° agosto 2011 e quindi non soggetti al controllo dei Vigili del Fuoco, potrebbero interferire con attività soggette o a rischio di incidente rilevante di cui al D.Lgs.334/99.

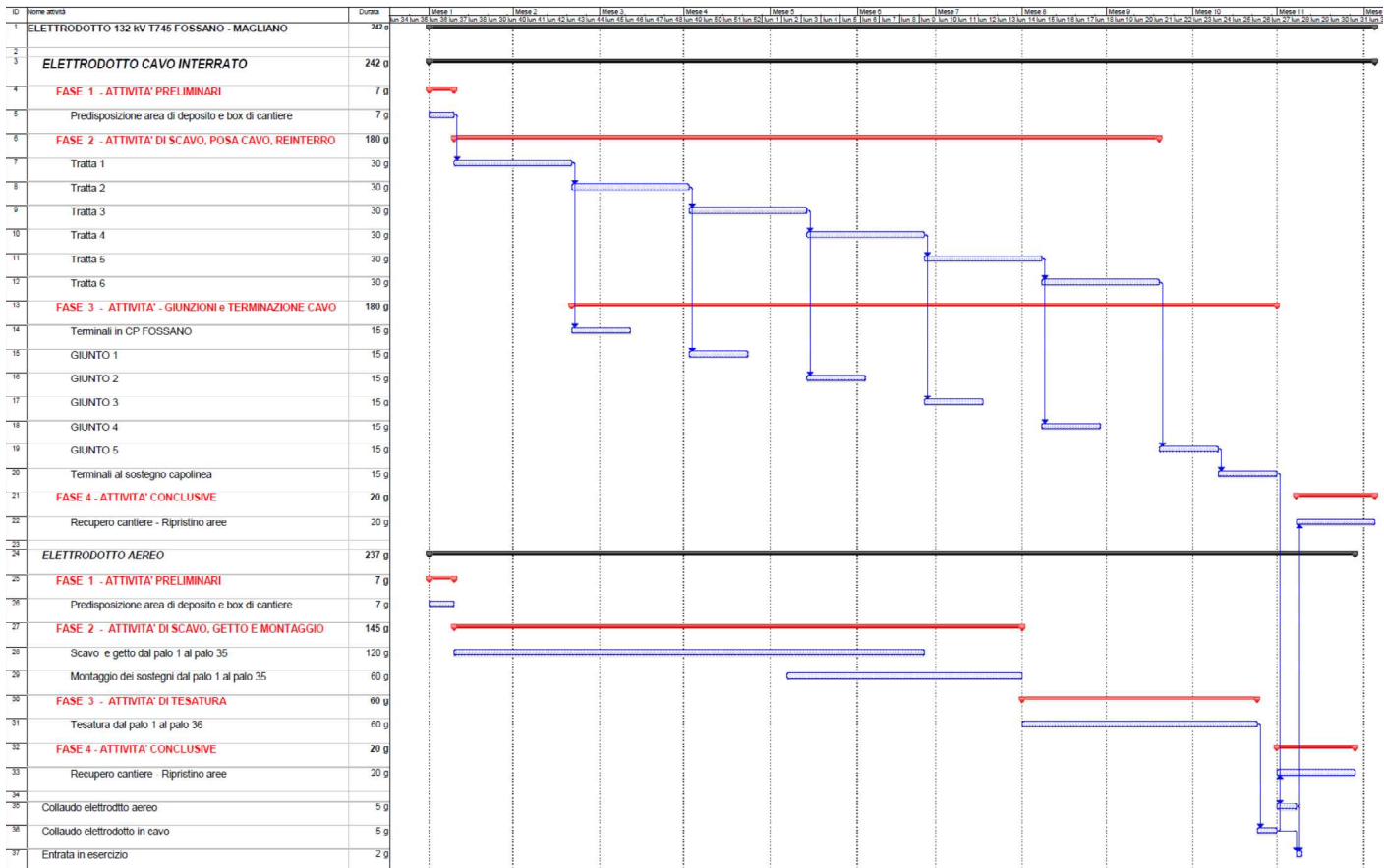
Si è inoltre valutato il rischio incendio secondo i criteri indicati dal Decreto Ministeriale del 10 marzo 1998 (G.U. 7 aprile 1998, n. 81 supplemento ordinario), al fine di ottenere il parere da parte del Ministero dell’interno.

Per un maggior dettaglio si rimanda alla relazione specifica allegata Doc. n. RE23745A1BAX10004.

## 7. CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori è di seguito riportato.

La fattibilità tecnica delle opere ed il rispetto dei vincoli di propedeuticità potranno condizionare le modalità ed i tempi di attuazione.



## 8. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

### 8.1. PREMESSA

L'elettrodotto in progetto sarà costituito da due tratte con caratteristiche tecniche e costruttive differenti, una prima tratta in cavo interrato ed una seconda con sostegni poligonali e a traliccio semplice terna a conduttori nudi.

#### Tratta in cavo interrato

La tratta di elettrodotto in cavo AT interrato, sarà composta da una terna composta di cavi unipolari con conduttore in alluminio di sezione indicativa di 1600 mm<sup>2</sup> isolante solido in XLPE schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. La tratta sarà conforme alla norma CEI 11-17.

#### Tratta in conduttori nudi aerei

La tratta di elettrodotto aerea sarà realizzata mediante dei sostegni a traliccio e poligonali a semplice terna con n. 1 conduttore nudo per fase in alluminio con anima in acciaio e n. 1 fune di guardia con fibre ottiche.

I calcoli meccanici delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto.

Le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, saranno conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Standard Linee Aeree elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile).

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Standard Linee Aeree, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate in allegato.

### 8.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente nominale	675 A

Esso sarà composto da due tratte distinte; una tratta aerea e una tratta in cavo.

Come specificato al punto 5.1.1 dell'allegato al DM 29 maggio 1988 "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica" per l'individuazione delle fasce di rispetto per ogni tipologia di tratta verranno utilizzati gli specifici valori di corrente e precisamente:

per la tratta aerea: la portata in corrente in servizio normale (ai sensi della norma CEI 11-60)

per la tratta in cavo: la portata in regime permanente (così come definita dalla norma CEI 11-17)

I due valori sono riportati nelle tabelle sotto indicate.

### **Tratta in cavo interrato**

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente in regime permanente	994 A

La portata in corrente in regime permanente del cavo è stata calcolata in conformità alla IEC 60287 ed in funzione alla modalità di posa prevista dalla norma CEI 11-17.

### **Tratta in conduttori nudi aerei**

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente in servizio normale	1012 A

Tenuto conto delle reali condizioni di progetto della linea, la portata è stata determinata secondo quanto previsto al punto 3.3 della CEI 11-60 moltiplicando il valore della portata in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento nella zona climatica B - linee a 132 kV (Tab.1 della CEI 11-60 -  $I_0=675A$ ) per il fattore applicabile nel caso di franchi maggiorati rispettando i franchi minimi di legge previsti dal DM 21/3/88.

## **8.3. ELETTRDOTTO IN CAVO INTERRATO**

### **8.3.1. Composizione dell'elettrodotta**

L'elettrodotta sarà costituito dai seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- un giunto sezionato ogni 500-800 m circa con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il numero definitivo dipenderà dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo)
- n. 6 terminali per esterno;

- n. 1 sostegno a traliccio a gatto con mensola portaterminali,
- n. 3 strutture metalliche a traliccio per i terminali in stazione
- sistema di telecomunicazioni a fibre ottiche;
- sistema a fibre ottiche di controllo della temperatura cavo AT.

### 8.3.2. Modalità di posa e di attraversamento

L'elettrodotto in cavo verrà posato in tratte di lunghezza compresa tra i 500 m e gli 800 m, pertanto per ogni singola tratta verrà scavata una trincea unica con larghezza media di 70-80 cm e della profondità di 1,7 m per le pose in campagna e 1,6 m per le pose su strada, il cavo verrà disposto nella trincea con fasi a trifoglio.

In corrispondenza degli attraversamenti stradali, ferroviari, canali o sottoservizi, verrà realizzata una via cavo specifica e ove richiesto autorizzata dal proprietario del bene attraversato.

Qualora la tecnica di posa standard non fosse compatibile con il traffico veicolare locale, si provvederà nel realizzare specifiche vie cavo e nell'effettuare la posa in fasi successive per ridurre al minimo i disagi.

Le modalità di posa adottate lungo il percorso del cavo AT sono descritte nel seguito. Si specifica che la tecnica utilizzata per ogni singolo attraversamento verrà valutata in fase esecutiva.

#### Posa su terreno agricolo

Viene realizzato con scavo della profondità di 170 cm e larghezza 70 cm, con letto di posa in cemento magro a resistività termica controllata, dello spessore di 10 cm.

Posato il cavo vengono posate le lastre di protezione in cemento armato, su 2 lati ed una superiormente, previo riempimento per 40 cm di cemento magro a resistività controllata.

Prima della lastra superiore in CLS sarà posato il tritubo in cui sarà posto il cavo a fibra ottica.

Come ulteriore elemento di segnalazione va applicata, immediatamente sopra la lastra di protezione la rete in PVC arancione.

Durante la fase di riempimento con materiale inerte o altro materiale idoneo sarà posato a circa 40 cm di profondità il nastro in PVC di segnalazione rosso.

#### Posa su strade urbane ed extraurbane

Viene realizzato uno scavo della profondità di 160 cm e larghezza 70 cm, con letto di posa in cemento magro a resistività termica controllata, dello spessore di 10 cm.

Posato il cavo vengono posate le lastre di protezione in cemento armato, sui 2 lati ed una superiormente, previo riempimento per 40cm di cemento magro a resistività controllata.

Prima della lastra superiore in CLS sarà posato il tritubo in cui sarà posto il cavo a fibra ottica.

Come ulteriore elemento di segnalazione va applicata, immediatamente sopra la lastra di protezione, la rete in PVC arancione. Durante la fase di riempimento con materiale inerte o altro materiale idoneo sarà posato a circa 40 cm di profondità il nastro in PVC di segnalazione rosso. La finitura stradale sarà realizzata come da richiesta del regolamento comunale.

#### Posa in attraversamento stradale o interferenza sottoservizi

Viene realizzato uno scavo della profondità di 160 cm e larghezza 80 cm, con manufatto gettato in opera con rete elettrosaldata solo sulla parte superiore del manufatto, previo posizionamento dei tubi corrugati in polietilene a doppia parete; uno dei quattro tubi sarà utilizzato per la posa del cavo a fibra ottica.

Dopo la posa dei cavi AT i tubi andranno riempiti di materiale bentonabile. Come ulteriore elemento di segnalazione va applicata, nella fase di riempimento con materiale inerte o altro materiale idoneo, a circa 40 cm di profondità il nastro in PVC di segnalazione rosso.

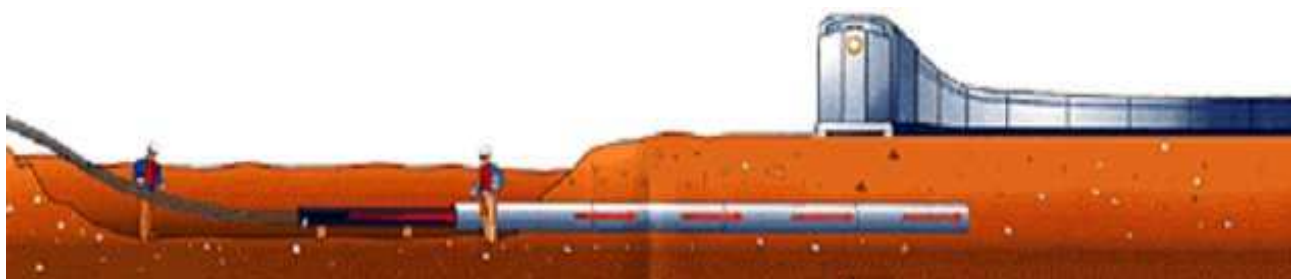
La finitura stradale sarà realizzata come da richiesta del regolamento comunale.

#### Posa con Spingitubo per attraversamento ferroviario e o canali

Per l'attraversamento ferroviario o per i canali, sarà adottata la tecnica dello spingitubo, che prevede lo scavo a monte e a valle dell'attraversamento e la realizzazione di una via cavo mediante l'infissione di una tubazione in acciaio contenente n. 4 tubazioni in PE del diametro di 200 mm per poterci inserire i cavi AT e la fibra ottica.

Dopo la posa dei cavi AT i tubi in PE ed il tubo in acciaio andranno riempiti di materiale bentonabile.

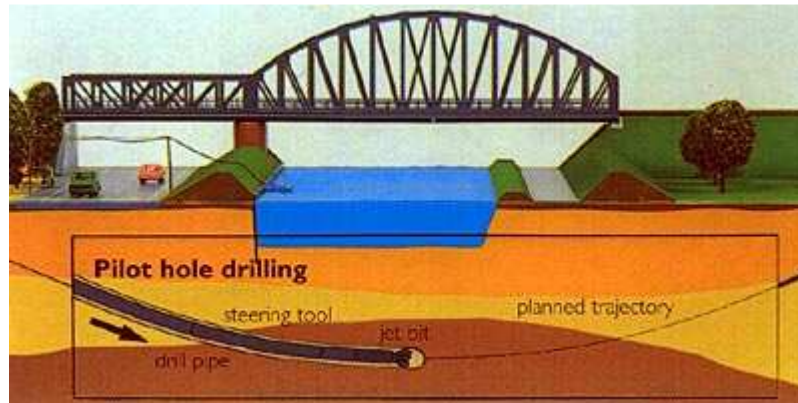
La tubazione in acciaio sarà posata ad una distanza minima (estradosso) al piano del ferro pari a 2,0 m come previsto dal DM 2442 e s.m.i.



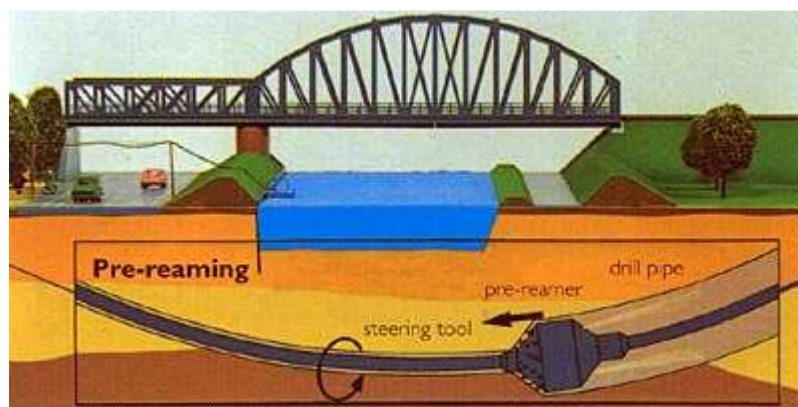
#### Posa con TOC per attraversamento canali

Per l'attraversamento dei canali ove non sia possibile utilizzare le modalità precedentemente descritte, sarà adottata la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), che prevede lo scavo a monte e a valle dell'attraversamento e la posa di n. 4 tubazioni in PE diam. 220 mm, mediante la trivellazione con aste metalliche .

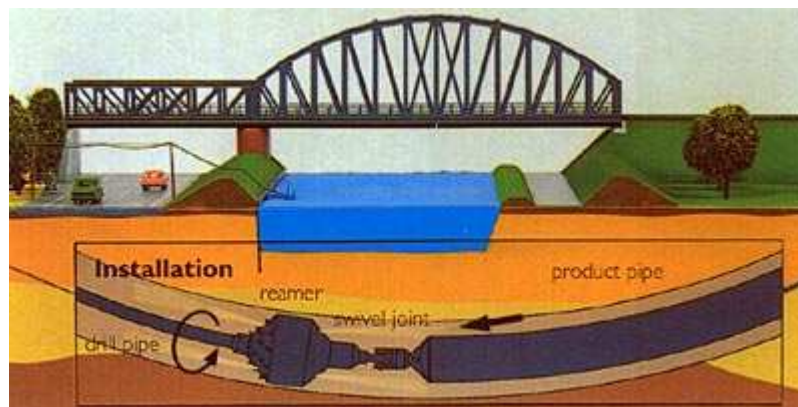
Dopo la posa dei cavi AT e della fibra ottica, i tubi andranno riempiti di materiale bentonabile.



Fase 1



Fase 2



Fase 3

Tutti gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

### 8.3.3. Caratteristiche elettriche e meccaniche del cavo

Ciascun cavo d'energia a 132 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto e tamponato di sezione indicativa pari a circa 1600 mmq, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale



igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori. In allegato è riportata la scheda del cavo AT che sarà utilizzato.

#### 8.3.4. Schema unifilare del collegamento in cavo

I cavi che costituiscono la tratta interrata dell'elettrodotto, sono dotati di schermi metallici che in funzione del collegamento a terra possono essere o meno percorsi da correnti di circolazione, indotte dalle correnti nei conduttori di fase, influenzando in questo modo il comportamento elettrico dei cavi stessi (tensioni indotte elevate oppure rilevanti correnti passive di circolazione con notevoli perdite per effetto Joule).

Nel caso in questione detti schermi devono essere collegati a terra nelle stazioni elettriche ad entrambi gli estremi del collegamento, per motivi di sicurezza (tensioni di contatto) e per motivi funzionali (semplificare i sistemi di protezione).

Gli schermi metallici infatti hanno la funzione principale di favorire la circolazione a bassa impedenza alle correnti di corto circuito che si possono manifestare, inoltre essendo schermi a guaina costituiscono anche una protezione meccanica per i cavi.

In corrispondenza delle giunzioni si adotteranno i provvedimenti per limitare gli effetti dannosi delle correnti di circolazione; a questo scopo si realizza la trasposizione delle guaine degli schermi protettivi con il metodo "Cross Bonding".

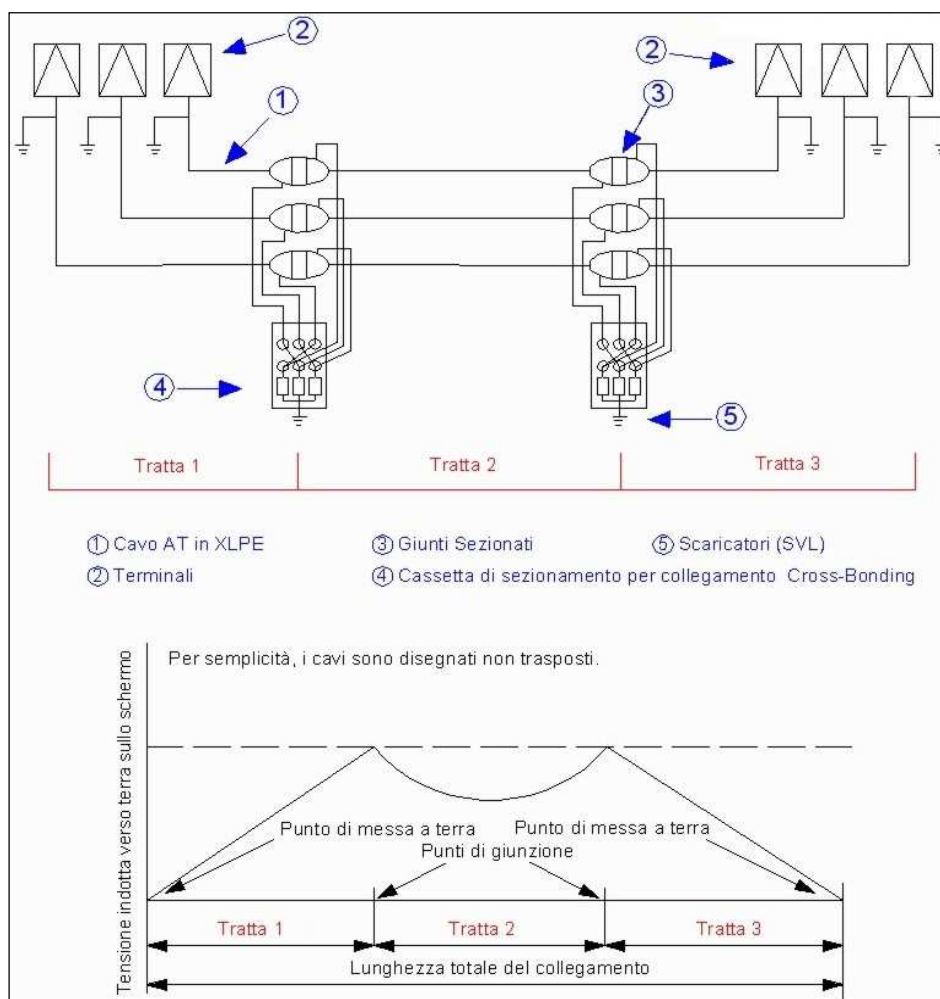
Con detto sistema di giunzione "Cross Bonding", si effettua la trasposizione degli schermi, in corrispondenza dei giunti. Il metodo della trasposizione delle guaine, si applica per ogni multiplo di 3 delle pezzature o tratte in cui è suddiviso il collegamento in cavo.

Esso consiste nell'isolare elettricamente una dall'altra e verso terra le guaine metalliche delle successive pezzature di cavo e nel collegare poi tra loro in serie le guaine appartenenti nell'ordine alle tre fasi del circuito dei conduttori. I tre circuiti delle guaine così ottenuti vengono poi messi in corto circuito agli estremi e a loro volta messi a terra.

In tal modo nei tre schermi appartenenti alle tre fasi e costituenti lo stesso circuito, vengono indotte tre f.e.m. sfasate di  $120^\circ$ . Se le tre pezzature o tratte hanno lunghezze uguali e le distanze interassiali sono uguali, le tre f.e.m. sono numericamente uguali e la f.e.m. risultante è nulla. Non vi saranno perciò né correnti di circolazione né perdite di potenza. In pratica è difficile fare in modo che le pezzature siano perfettamente uguali e

quindi un minimo di corrente di circolazione ci sarà sempre ma di molto ridotta grazie all'utilizzo di tale tecnica.

In occasione di corto circuiti le tensioni indotte raggiungono valori molto più alti di quelli in esercizio normale. Questi valori di tensione non sono tuttavia tali da mettere in pericolo gli isolamenti (guaina termoplastica ed anelli isolanti dei giunti). Essi sono invece pericolosi per gli apparecchi di protezione di cui deve sempre essere munito il circuito delle guaine. Per contenere, infatti, le sovratensioni impulsive od oscillanti indotte nel circuito delle guaine metalliche da eventuali sovratensioni propagatisi nel circuito dei conduttori, sono stati previsti nel circuito delle guaine metalliche opportuni scaricatori di protezione, che evitano la perforazione della guaina termoplastica o degli anelli di sezionamento. Questi scaricatori sono di fatto resistori non lineari i quali, in funzionamento normale si comportano come resistenze praticamente infinite, mentre in presenza di sovratensioni costituiscono vie a bassa impedenza attraverso le quali si scarica a terra la sovratensione indotta.



Schema rappresentativo del sistema Cross - Bonding

### 8.3.5. Buche giunti

La giunzione dei cavi AT viene effettuata lungo il percorso del cavo ogni 500÷800 m l'uno dall'altro.; tali sono contenute in apposte buche, protette da nicchie costituite da blocchetti in calcestruzzo, successivamente riempite di sabbia e coperte da piastre in calcestruzzo armato.

Il posizionamento esatto dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto delle bobine.

In allegato è riportata la scheda tipologia di una buca giunti.

### 8.3.6. Fondazione a vasca e porta terminali

All'interno della cabina primaria di Fossano, sarà realizzata una fondazione a vasca con profondità che potrà variare da 1,5 m a 2,0 m per poter accogliere i cavi AT e le strutture di sostegno a traliccio atte all'interfacciamento con lo stallo di stazione.

Sia i porta terminali realizzati in acciaio zincato a caldo che il cunicolo in cemento armato, sono stati verificati secondo il metodo probabilistico agli stati limite come previsto dalle normative vigenti, NTC 2008, previa modellazione ad elementi finiti della struttura in c.a.

Le strutture metalliche saranno connesse, con due collegamenti ognuna, alla maglia di terra della cabina elettrica mediante opportune corde in rame di sezione minima pari a 63 mm<sup>2</sup>.

In allegato è riportato lo schema della fondazione a vasca e della struttura di supporto terminali.

### 8.3.7. Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la C.P. di FOSSANO e la S.E. di MAGLIANO ALPI.

Sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche nel tratto interrato e proseguirà attraverso la fune di guardia del tratto di elettrodotto aereo.

In allegato è riportata la scheda del cavo dielettrico f.o. e della fune di guardia f.o. che sarà utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

### 8.3.8. Sistema di monitoraggio della temperatura del cavo

La tratta di elettrodotto in cavo sarà dotato di un sistema di monitoraggio della temperatura a fibra ottica, che consentirà una valutazione "real time" delle condizioni di esercizio.

Il sensore termico costituito dal cavo a fibre ottiche, permette di rappresentare il profilo termico del cavo e di impostare allarmi nei punti ritenuti più sollecitati termicamente.

### 8.3.9. Caratteristiche componenti

Per la realizzazione del collegamento in cavo interrato, saranno utilizzati una serie di componenti specifici per consentire la giunzione dei cavi e la loro terminazione per il collegamento in stazione o alla linea elettrica aerea.

Le terminazioni cavo AT saranno del tipo per esterno con isolante in materiale composito con caratteristica antideflagrante. I terminali saranno installati presso la cabina primaria Enel di Fossano e sul sostegno portaterminali per la transizione dell'elettrodotto da interrato ad aereo.

Per la giunzione dei cavi saranno utilizzati appositi giunti unipolari che oltre a garantire la continuità elettrica del collegamento consentono il mantenimento del grado d'isolamento.

In corrispondenza di detti giunti saranno realizzate anche le trasposizioni o giunzioni delle guaine del cavo AT attraverso opportune cassette.

In allegato sono riportate le schede tipologiche dei componenti descritti.

## 8.4. ELETTRDOTTO AEREO

### 8.4.1. Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; in condizioni normali, si ritiene possa essere pari mediamente a circa 350 m.

### 8.4.2. Conduttori e corda di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da un conduttore singolo. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mmq composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm.

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata a proteggere l'elettrodotto dalle scariche atmosferiche e a migliorare la messa a terra dei sostegni.

La corda di guardia in acciaio incorporante fibre ottiche sarà del tipo LIN\_00000C60 con 48 fibre ottiche con diametro nominale 17,9 mm e carico di rottura teorico superiore a 10.600 daN.

### 8.4.3. Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e della corda di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "every day stress"). Ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o “stati” il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica.

Gli “stati” che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** – **Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio**
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C , vento a 130 km/h
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MPB** – Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFB** – Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene : 0°C, vento a 26 km/h
- **CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h

La linea in oggetto è situata in “ZONA B”

#### 8.4.4. Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al “conduttore standard” preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60, moltiplicando il valore della portata in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento nella zona climatica B - linee a 132 kV (Tab.1 -  $I_0=675A$ ) per il massimo fattore applicabile pari a 1,5 come previsto al punto 3.3 tenuto conto delle reali condizioni di progetto della linea.

#### 8.4.5. Sostegni

I sostegni saranno del tipo poligonale o tronco piramidale semplice terna, in acciaio zincato a caldo. Ogni sostegno a traliccio è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona “A” che in zona “B”. Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori

terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m.

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Ciascun sostegno troncopiramidale si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi, ciascun sostegno poligonale si può considerare composto dallo stelo diviso in diversi tronchi, dalle mensole, dal cestello tirafondi e gli accessori. Alle mensole sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che saranno di tipo ad amarro o di sospensione

L'elettrodotto sarà quindi realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili'.

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali (riferiti alla zona B), con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Ø 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

### ZONA B Sostegni poligonali

TIPO	ALTEZZA UTILE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" normale	15 ÷ 33 m	350 m	4,50°	0,10
"M" medio	15 ÷ 33 m	350 m	9,50°	0,12
"P" pesante	15 ÷ 36 m	350 m	19°	0,15
"C" capolinea	15 ÷ 33 m	350 m	34°	0,20
"E" eccezionale	15 ÷ 33 m	350 m	65°	0,25

### ZONA B Sostegni troncopiramidali

TIPO	ALTEZZA UTILE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" normale	9 ÷ 42 m	350 m	4,36°	0,175
"M" medio	9 ÷ 33 m	350 m	9,14°	0,2077
"P" pesante	9 ÷ 48 m	350 m	17,30°	0,2768
"V" vertice	9 ÷ 42 m	350 m	32°	0,4155
"C" capolinea	9 ÷ 33 m	350 m	60°	0,2768
"E" eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	90°	0,4155

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione (vedere ad esempio, il diagramma di utilizzazione allegato) nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio.

Partendo dai valori di  $C_m$ ,  $\delta$  e  $K$  relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di  $\delta$  e  $K$  che determinano azioni di pari intensità.

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di  $C_m$ ,  $\delta$  e  $K$ , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

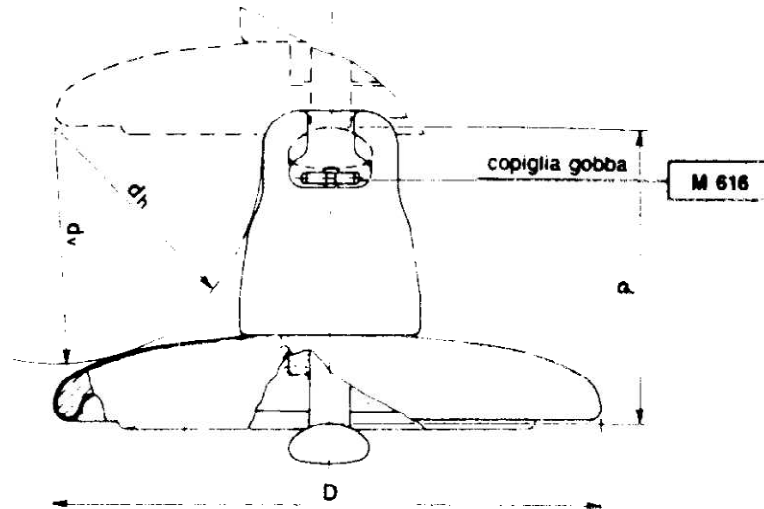
#### 8.4.6. Isolamento

L'isolamento sui sostegni di linea, previsto per una tensione massima di esercizio di 170 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN, connessi tra loro a formare catene di 9 elementi in amarro o sospensione.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

#### 8.4.7. Caratteristiche geometriche

Nella tabella LIN\_000000J1 allegata sono riportate le caratteristiche geometriche tipiche ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura seguente) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nella tabella LIN\_000000J1 allegata sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

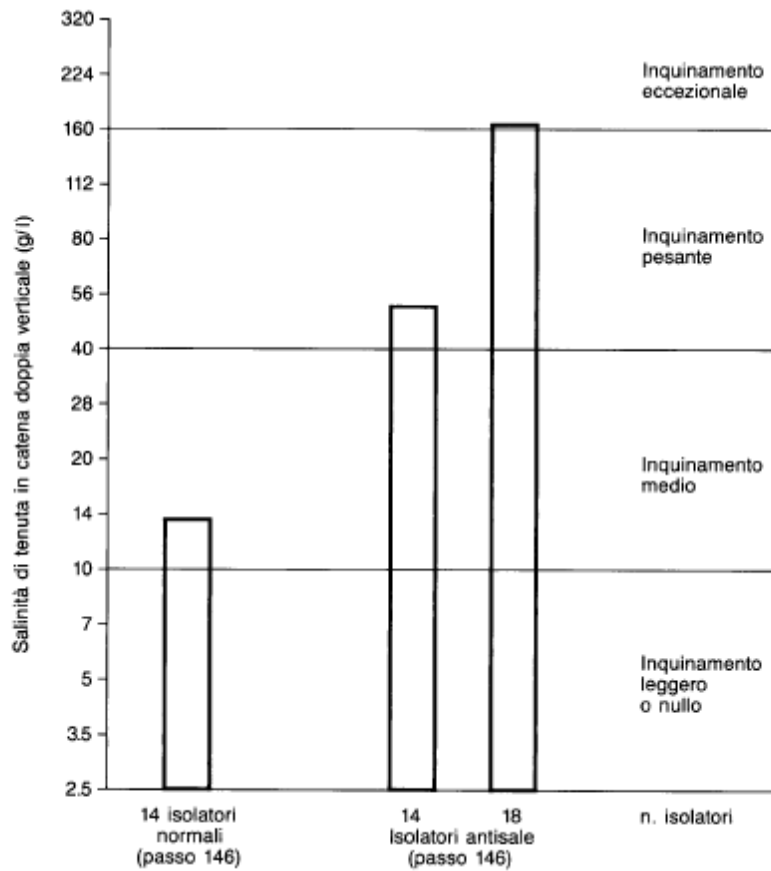
LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m <sup>2</sup> )
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone agricole (2)</li> <li>• Zone montagnose</li> </ul> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</li> </ul>	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</li> <li>• Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</li> </ul>	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</li> <li>• Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</li> </ul>	(*)



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</li></ul>	
--	---	--

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona eda alle condizioni di vento più severe.
- (4) (\*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.

Per le linee che attraversano zone con inquinamento nullo o leggero è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composte da 14 elementi di tipo "normale" (J 1/2). Negli altri casi, al crescere dell'inquinamento, l'aumento del numero di elementi è sconsigliato poiché si ridurrebbero l'altezza utile del sostegno e le prestazioni geometriche dei gruppi mensola (si veda U 551, U 552, U 555, U 556). Si avrebbe perciò un aumento dei costi dello stesso ordine di quello derivante dall'impiego degli "antisale". Perciò, se risultano insufficienti 14 elementi di tipo "normale" si passerà direttamente a 14 elementi "antisale" (J 2/2). Nei casi in cui anche tale soluzione risulti insufficiente si potranno adottare fino a 18 elementi "antisale" che garantiscono una completa "copertura" del livello di inquinamento "pesante" (tenendo in conto le necessarie modifiche alle prestazioni dei gruppi mensole e all'altezza utile dei sostegni). Nei rari casi di inquinamento "eccezionale" (v. J111) si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggi, ecc.



Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico leggero o nullo e quindi si è scelta la soluzione dei n°9 isolatori (passo 146 mm) tipo J 1/2 (normali) per tutti gli armamenti.

#### 8.4.8. Morsetteria e armamenti

Per armamento si intende il complesso formato da equipaggiamento e morsa di amarro per il conduttore.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Gli elementi di morsetteria utilizzati sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno secondo quanto previsto dalle norme tecniche applicabili (CEI 11-4 e CEI 11-36).

Gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti avranno un carico di rottura pari a 120/210 kN. Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

#### 8.4.9. Fondazioni

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascuna fondazione unificata a blocco unico dei pali poligonali è composta da:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un "cestello tirafondi" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, imbullonato alla base del sostegno
- c) un getto di calcestruzzo che successivamente ricopre la parte del "cestello tirafondi" rimasta in superficie;

Ciascun piedino di fondazione dei pali tronco piramidali a piedi separati è composto da:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Per il calcolo di dimensionamento sono state osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle

fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto in fase di progettazione esecutiva le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili, su terreni allagabili o su roccia compatta saranno oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

#### **8.4.10. Messe a terra dei sostegni**

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

#### **8.4.11. Caratteristiche dei componenti**

Si rimanda alla consultazione degli allegati.

### **8.5. TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Le indicazioni per le terre e rocce di scavo relative all'area interessata dall'elettrodotto sono riportate nella documentazione ambientale.

## **9. RUMORE**

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore, mentre per la parte dell'elettrodotto aereo essa è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona.

Il vento, se particolarmente intenso, può provocare un leggero sibilo dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità.

L'effetto corona, dovuto al livello di tensione dei conduttori, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria.

Le emissioni acustiche delle linee di Terna rispettano in ogni caso i limiti previsti dalla normativa vigente (D.P.C.M. 14 Novembre 1997).

## 10. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO PRELIMINARE

Per quanto riguarda l'inquadramento geologico ed idrogeologico, si rimanda alle relazioni tecniche contenute nella documentazione ambientale.

## 11. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

### 11.1. RICHIAMI NORMATIVI

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti) ed aggiornate nel dicembre 2010 nel metodo e nei limiti indicati (oggi meno restrittivi per il campo magnetico).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP del 1998. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato all'UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- *limite di esposizione* il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- *valore di attenzione*, il valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- *obiettivo di qualità*, il valore del campo elettromagnetico da utilizzare come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali

stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali. In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.", che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3  $\mu\text{T}$ . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali e ancora più bassi se si considera il raffronto con le nuove Linee Guida ICNIRP.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: "L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del "preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee" che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A

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

## 11.2. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

Nel tratto di linea in cavo interrato, non si è effettuato il calcolo del campo elettrico prodotto, poiché risulta nullo per effetto della presenza dello schermo posto all'interno del cavo stesso.

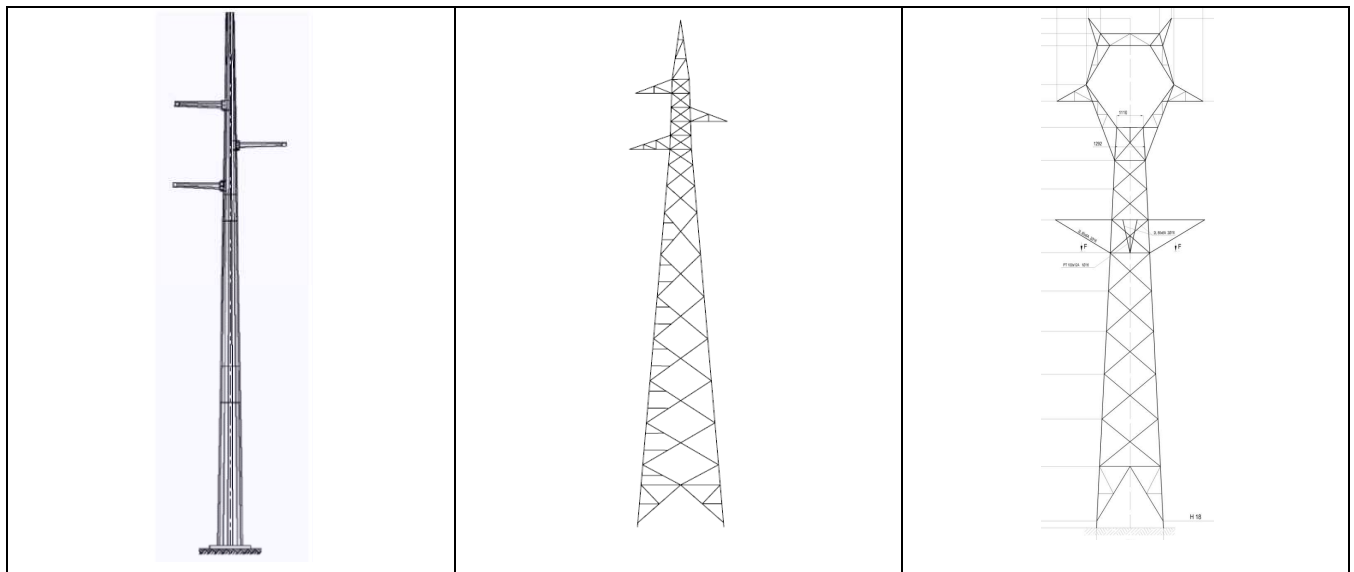
Per il calcolo del campo elettrico della tratta di linea aerea, è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.0" (o versione aggiornata), sviluppato per T.E.R.N.A. da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico nella tratta aerea si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 6,3 m, corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le linee aeree ove è prevista la presenza prolungata di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori 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.

Poligonale

Traliccio

Traliccio porta terminali



Schematici di sostegni tipo

*questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi".*

Nella figura seguente è riportato l'andamento del campo elettrico generato dalla linea 132 kV semplice terna presa in considerazione ad 1 metro da terra:

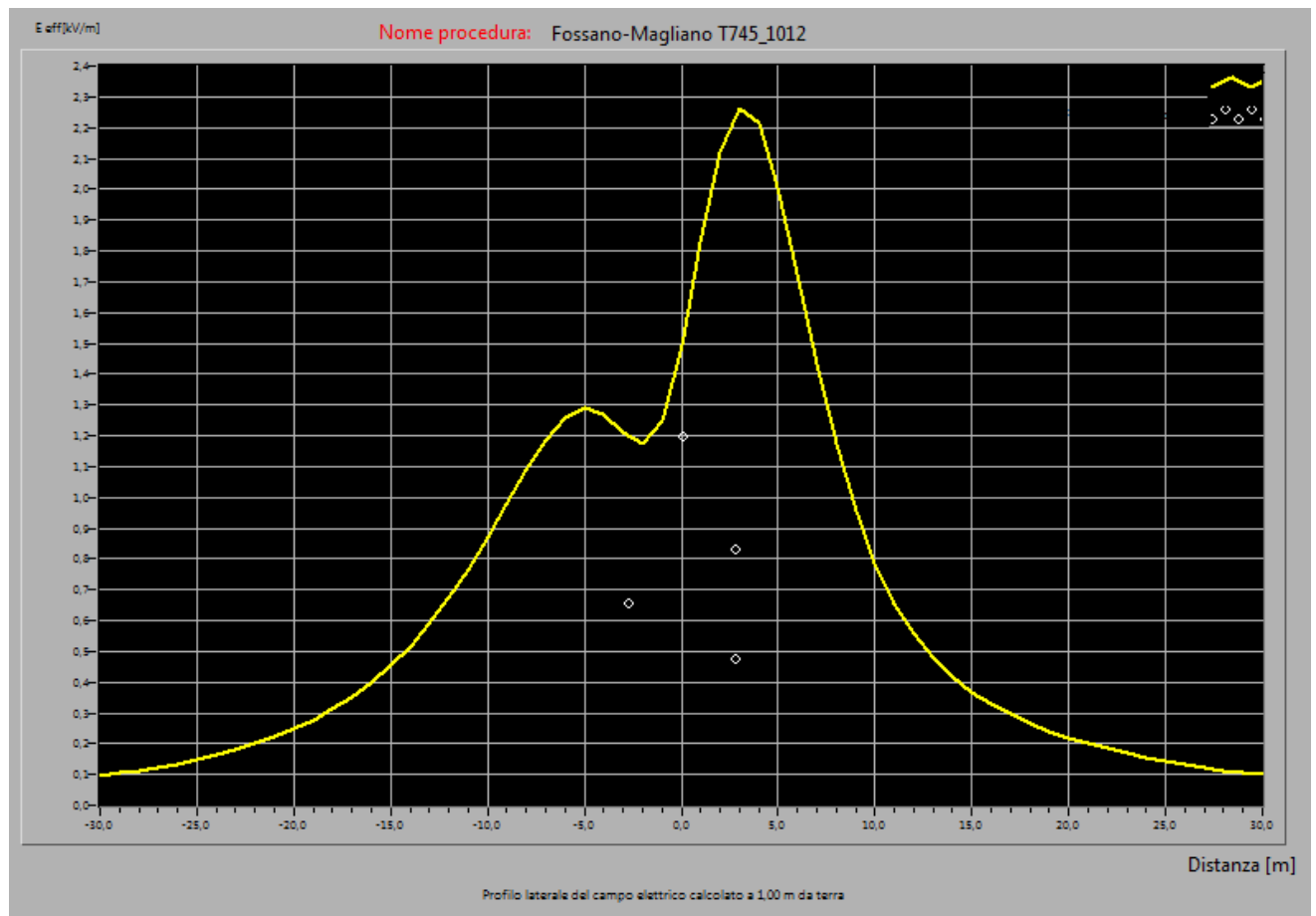


Figura 1 – Andamento del campo elettrico

Come si vede nella figura 1 i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.

Lo studio del campo magnetico verrà approfondito nel paragrafo 11.

## 12. FASCE DI RISPETTO

Per “**fasce di rispetto**” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, 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 prevedeva (art. 6 comma 2) che l’APAT, sentite le ARPA, avrebbero definito la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.



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

## **12.1. Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto della tratta in cavo interrato**

### **12.1.1. Correnti di calcolo**

Per la determinazione delle fasce di rispetto, come prescritto dallo stesso Decreto 29 maggio 2008, la corrente utilizzata per il calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17 pari a 994 A

Per quanto riguarda il campo magnetico si rileva che la vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rende il campo trascurabile già a pochi metri dall’asse dell’elettrodotto.

Per il calcolo è stato utilizzato il programma “PowerField” sviluppato da INRIM in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

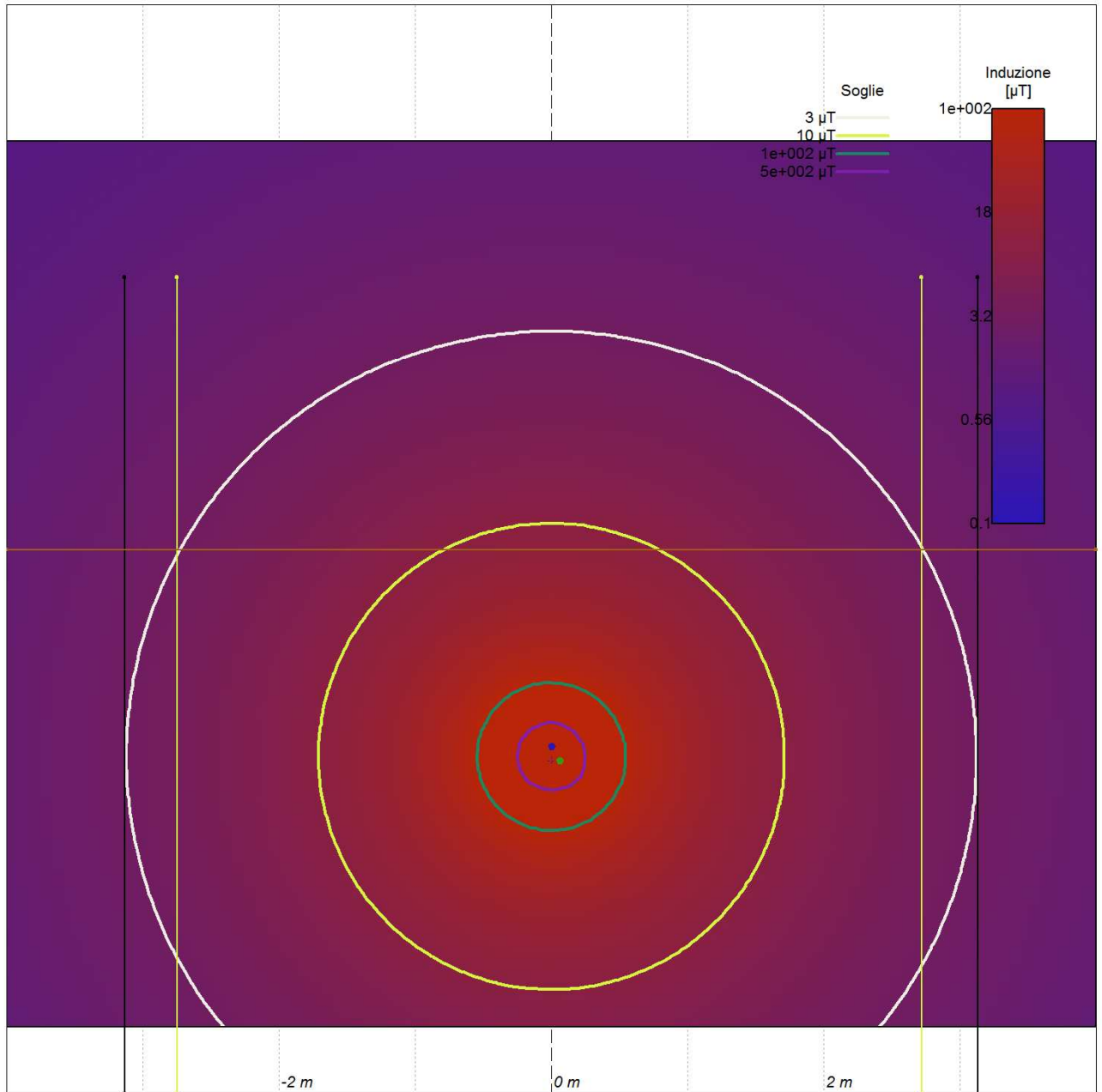
Nel calcolo è stata presa in considerazione la configurazione che prevede la posa dei cavi a trifoglio spaziatura standard, profondità di interramento minima pari a 1,50 m, valore di corrente pari a 994 A, assenza di schermature.

Nelle figure seguenti è riportato l’andamento dell’induzione magnetica al suolo nelle configurazioni di posa tipiche.

Posa su terreno agricolo

**Dpa** = 3,20 m per parte

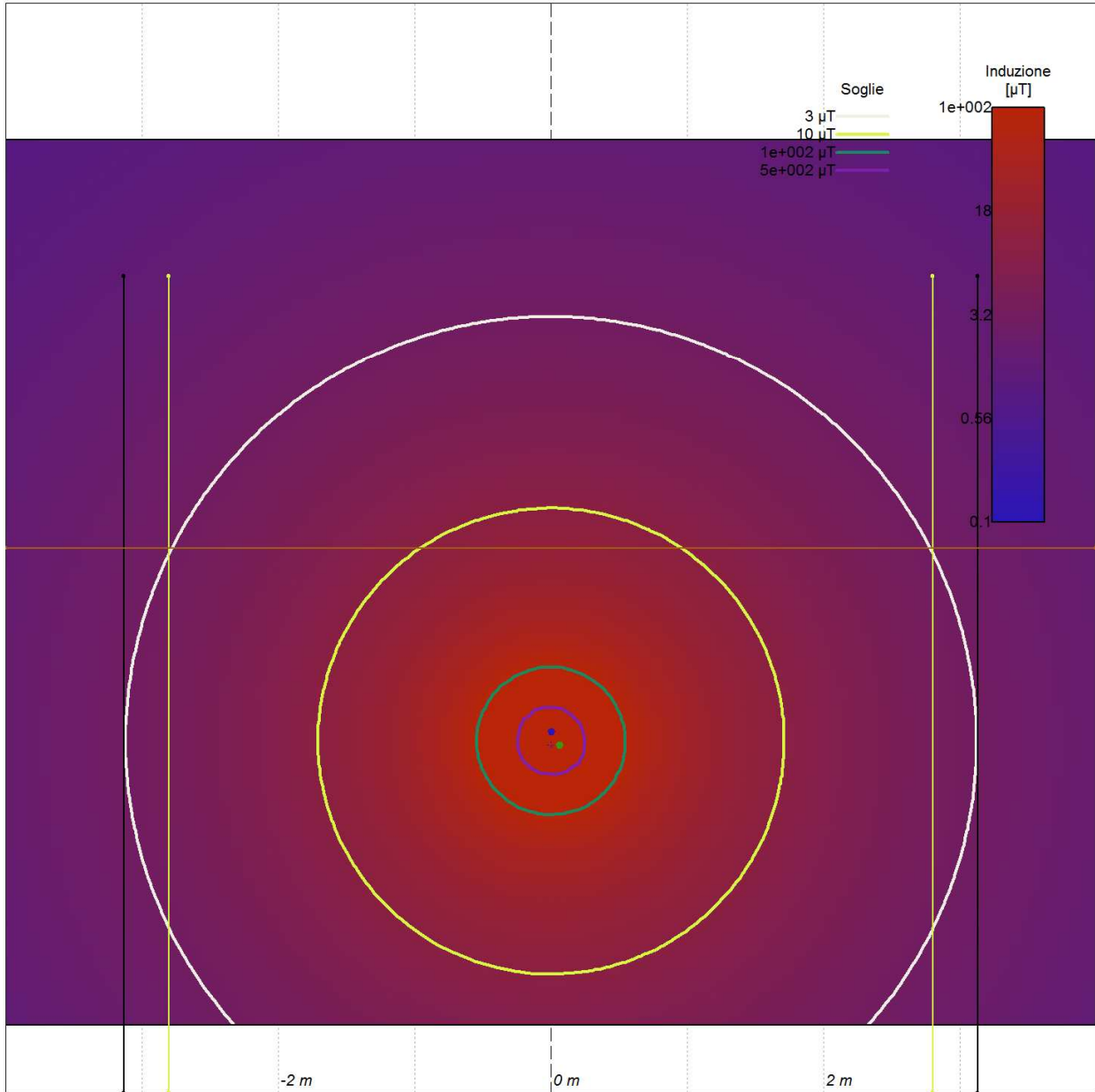
**Fascia 3  $\mu T$**  = 2,70 m per parte



Posa su strada

**Dpa** = 3,30 m per parte

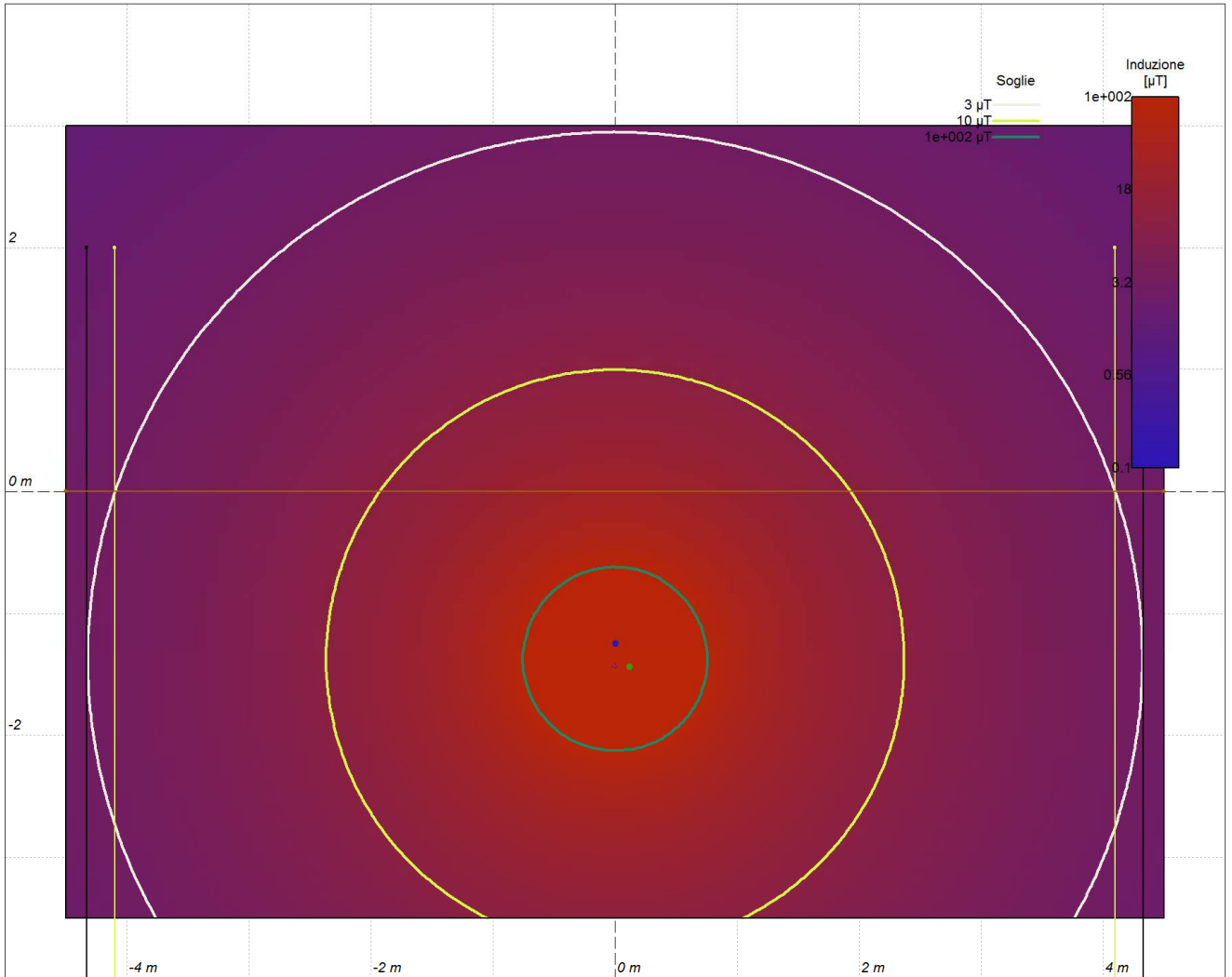
**Fascia 3  $\mu T$**  = 2,80 m per parte



Posa attraversamento stradale

**Dpa = 4,50 m**      per parte

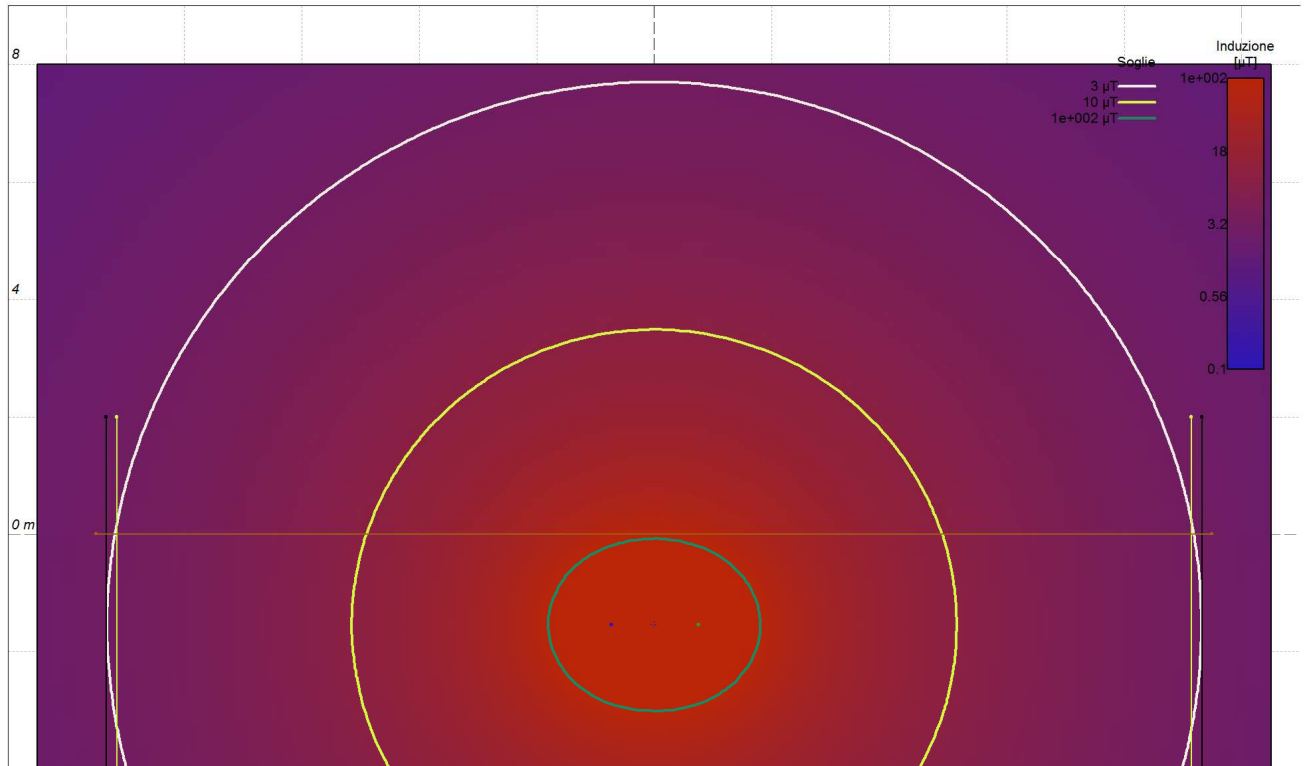
**Fascia = 4,20 m**      per parte



Buca giunti

**Dpa = 9,50 m per parte**

**Fascia = 9,20 m per parte**



Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a 3  $\mu T$  in corrispondenza di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore.

Tuttavia nei tratti ove la fascia di rispetto interessi le aree scoperte e recintate attinenti gli edifici con permanenza di persone superiore alle 4 ore, verrà effettuata la schermatura dell'elettrodotta.

La schermatura sarà realizzata inserendo i cavi AT in apposite canalette di materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata, che abbattano il livello di campo magnetico a valori estremamente bassi.

La planimetria catastale 1:2000 Doc. n. DV23745A1BAX10005 riporta l'asse indicativo del tracciato del cavo con la fascia delle distanze di prima approssimazione.

Le caratteristiche e la relazione di dettaglio sarà sviluppata in fase di progetto esecutivo.

## 12.2. Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto della tratta aerea

### 12.2.1. Correnti di calcolo

Nel calcolo si è considerata la portata in corrente in servizio normale del conduttore conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60 e conformemente al disposto del D.P.C.M. 08/07/2003 . Tenuto conto delle reali condizioni di progetto della linea, la portata è stata determinata secondo quanto previsto al punto 3.3, moltiplicando il valore della portata in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento nella zona climatica B - linee a 132 kV (Tab.1 -  $I_0=675A$ ) per il massimo fattore applicabile pari a 1,5 come indicato nella seguente tabella:.

TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE (A) DELLA LINEA	
	ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F
132 kV	862	1012

Non potendosi determinare un valore storico di corrente per un nuovo elettrodotto, nelle simulazioni, a misura di maggior cautela, conformemente al disposto del D.P.C.M. 08/07/2003 e del Decreto 29 maggio 2008, si fa riferimento per la mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo.

Nel caso in esame (zona B ) la portata in corrente della linea nel periodo freddo è pari a 1012 A per il livello di tensione a 132 kV.

### 12.2.2. Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

Per il calcolo è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.0” (o versione aggiornata) sviluppato per T.E.R.N.A. da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4, inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della distanza di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

In corrispondenza di cambi di direzione sono state riportate le aree di prima approssimazione calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

Dal sostegno n° 28 alla Stazione elettrica di Magliano, l'elettrodotto è in parallelismo con un'altra linea 132 kV e poco dopo sottopassa tre linee 380 kV ed infine entra in Stazione in mezzo ad altre due linee 132 kV, per cui essendo un caso complesso si è calcolata la DPA con una valutazione tridimensionale dell'induzione magnetica generata dagli elettrodotti usando il programma "WinEDT Vers 7.8.0" che combina la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e le portate delle linee.

Il valore di corrente considerato in fase di calcolo per gli elettrodotti esistenti è pari alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione è riportata nella planimetria in scala 1: 2 000 allegata.

Come si può osservare dalla planimetria allegata, all'interno delle distanze ed aree di prima approssimazione non ricadono edifici o luoghi destinati a permanenza non inferiore alle 4 ore.

### 12.2.3. Calcolo della tratta di linea:

La fig. 2 riporta schematicamente la sezione tipica dei conduttori del tratto di linea come calcolata dal programma "EMF Tools" con 1012 A di corrente.

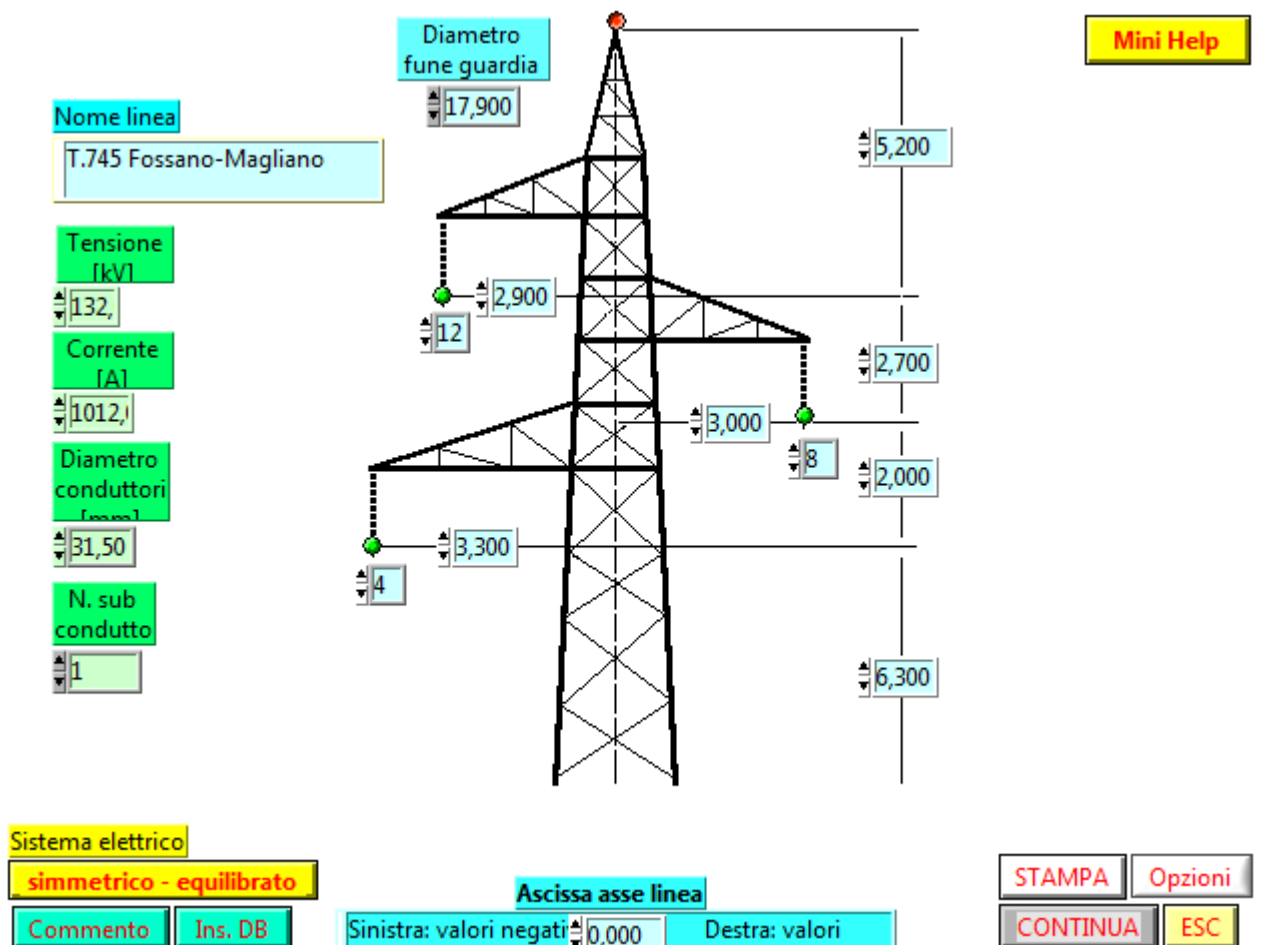


Figura 2 – Configurazione tipo dei conduttori della linea

Nella fig. 3 è riportato l'andamento dell'induzione magnetica ad 1 m da terra come prescritto dalle norme vigenti ai fini della misurazione dei campi elettromagnetici, originata dalla situazione descritta nella figura precedente.

Si può osservare quanto segue:

I valori di induzione magnetica più elevati di 3 microtesla si producono solo entro la distanza di circa 22 metri dall'asse del tracciato, come evidenziato dalle linee rosse tratteggiate nella figura 3.

In asse all'elettrodotto il valore massimo di induzione magnetica è di circa 26 microtesla, inferiore quindi al limite d'attenzione, che non deve mai essere superato, pari a 100 microtesla.

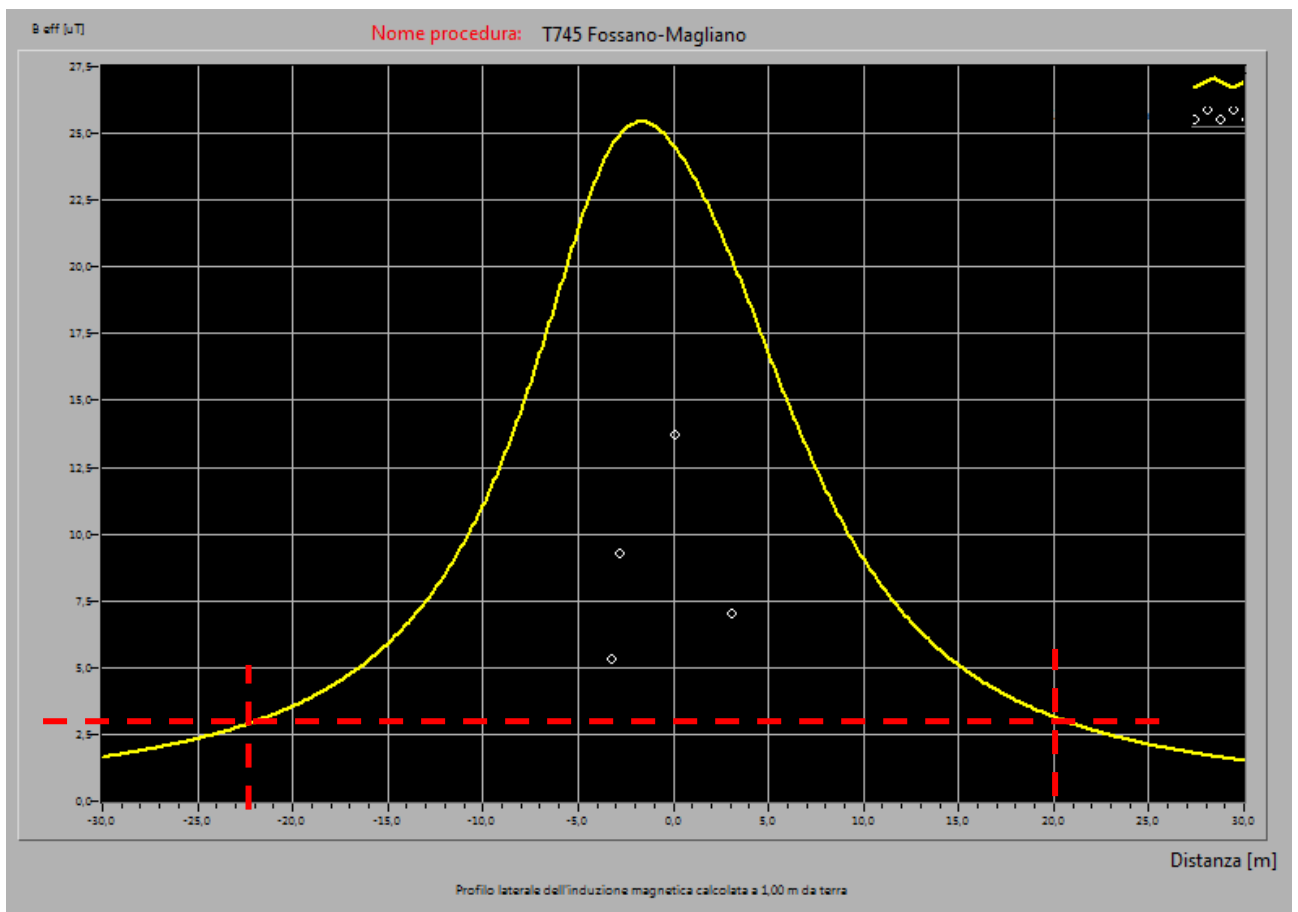


Figura 3 – Andamento dell'induzione magnetica efficace a 1 m dal suolo



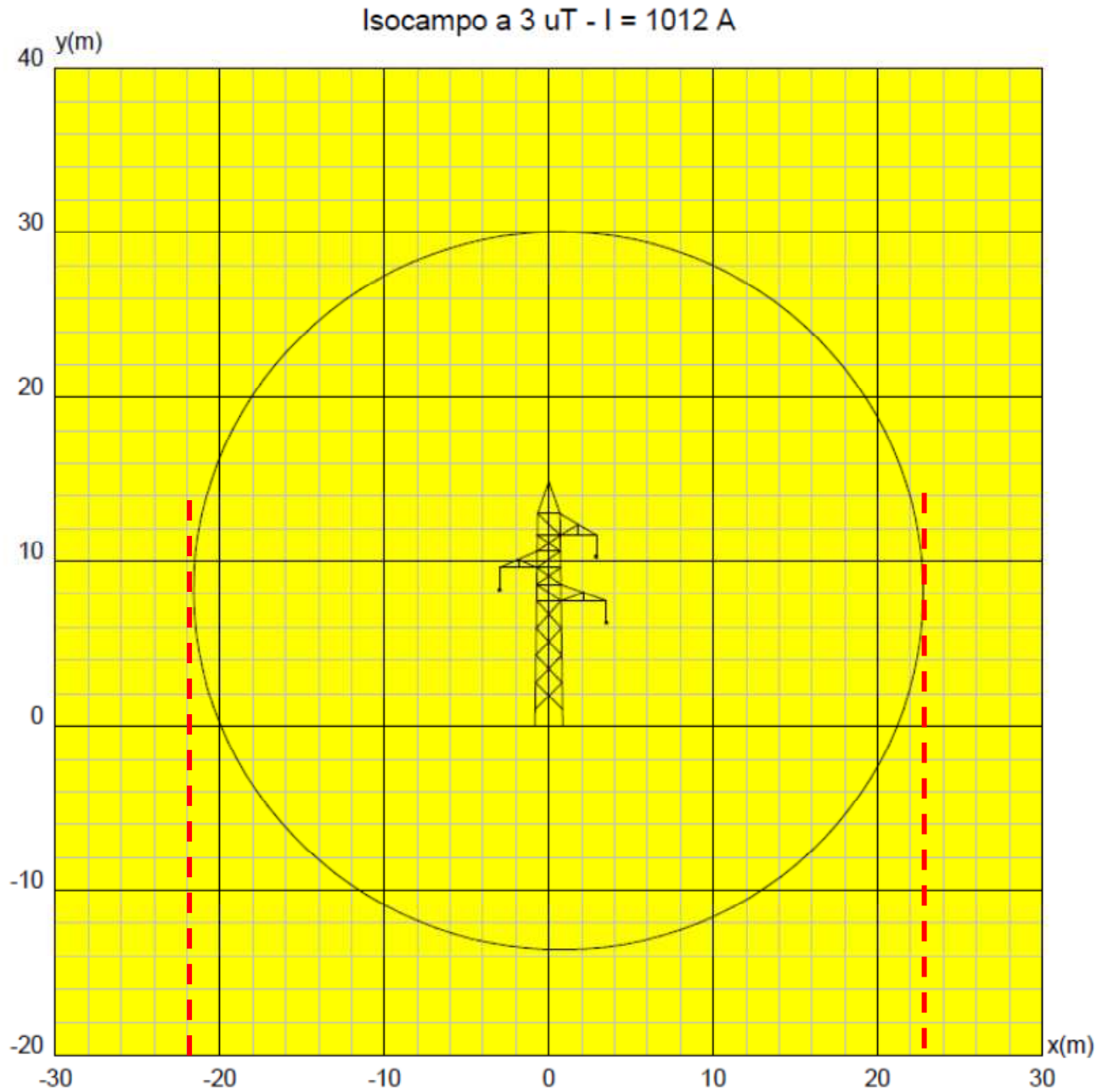


Figura 4 – Curva isocampo dell'induzione magnetica a 3 microtesla

Come ben evidenziato nella figura precedente dalle linee rosse tratteggiate, portando a terra i limiti della curva isocampo ed approssimando per eccesso, i valori di DPA ottenuti sono pari a 23 m rispetto all'asse linea.

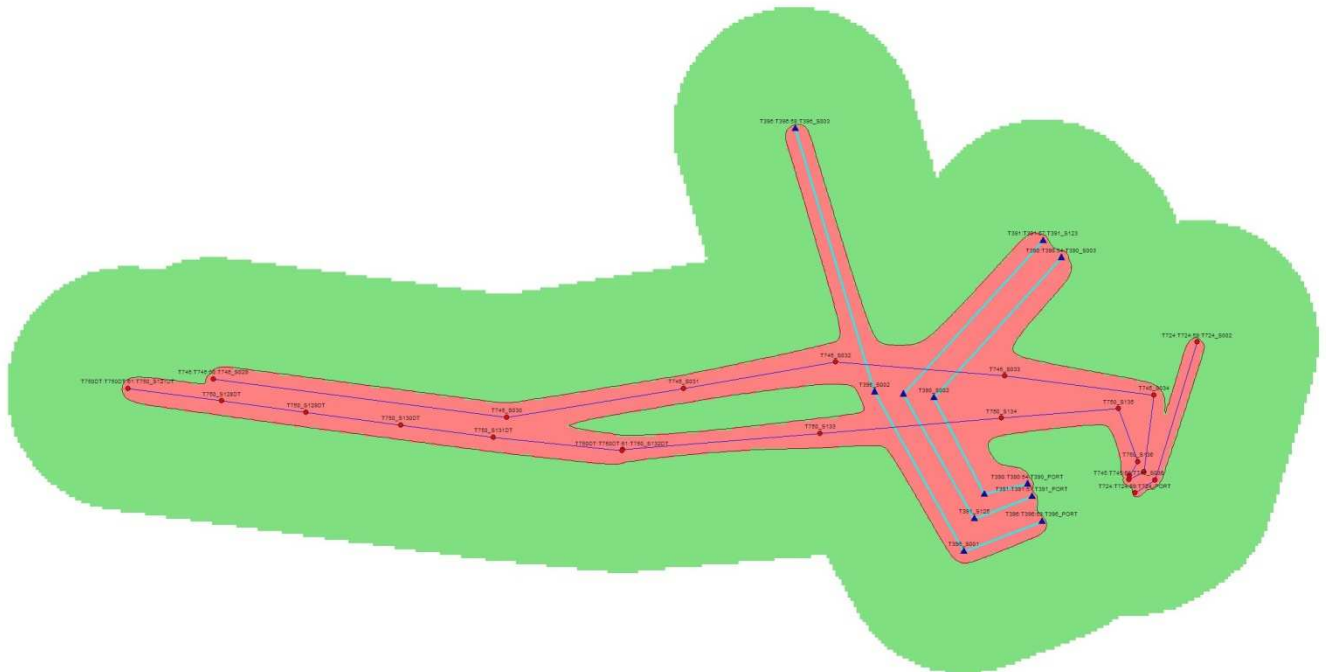


Figura 5 – Area dell'induzione magnetica a 3 microtesla del tratto dal sostegno n°28 alla Stazione di Magliano.

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della distanza di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

Le planimetrie catastali 1:2000 Doc. n. DE23745A1BAX00006, DE23745A1BAX00007, DE23745A1BAX00008, DE23745A1BAX00009 riportano l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare del sostegno e la fascia delle distanze di prima approssimazione.

Come si può osservare, all'interno della fascia di rispetto non ricadono edifici o luoghi destinati a persone con permanenza non inferiore alle 4 ore.

### 13. AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le **aree impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che sono di norma pari a circa:

- 2 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 132 kV;
- 15 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132 kV

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà apposto sulle **"aree potenzialmente impegnate"** (previste dalla L. 239/04).

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di circa:

- 6 m dall'asse linea per parte per elettrodotti in cavo interrato a 132 kV;
- 30 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132 kV

Le planimetrie catastali con scala 1:2.000, per la tratta in cavo doc. DV23745A1BAX10004 per la tratta in linea aerea doc. DE23745A1BAX00002-3-4-5, riportano l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare del cavo e dei sostegni e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nel piano particellare, doc. n. TE23745A1BAX10004 come desunti dal catasto.

### 14. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia (Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 ed eventuali aggiornamenti intervenuti).

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione Terna Rete Italia provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento ed il fascicolo dell'opera.

Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'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 di Coordinamento.

### 15. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

## **15.1. Leggi**

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n°1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;
- Legge 24 luglio 1990 n°241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";

## **15.2. Norme tecniche**

### **15.2.1. Norme CEI**

- 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 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 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
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06

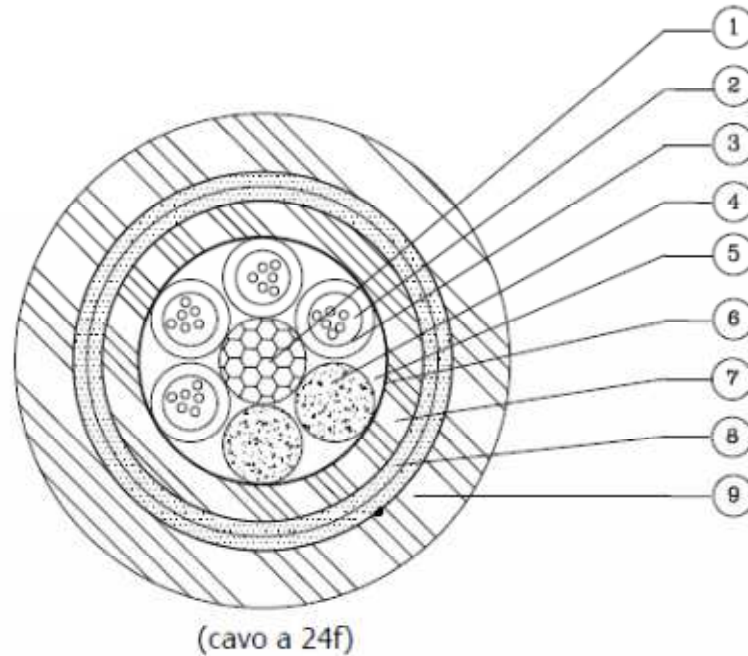
## 16. ALLEGATI

Costituiscono parte integrante della seguente relazione i seguenti allegati:

- Componenti tratto elettrodotto in cavo interrato
  - Cavo dielettrico con fibra ottica
  - Cavo AT
  - Giunto sezionato 132kV
  - Terminale per esterno in composito
  - Cassetta di sezionamento per cross-bonding
  - Traliccio porta terminale per installazione in stazione elettrica
  - Vasca di fondazione porta terminale per installazione in stazione elettrica
  - Buca giunti
- Componenti tratto elettrodotto aereo
  - Isolatore cappa e perno
  - Armamento per sospensione doppia
  - Armamento per amarro doppio
  - Conduttore Alluminio-acciaio diametro 31,5 mm
  - Corda di guardia di acciaio con fibre ottiche diametro 17,9 mm

## 16.1. Componenti tratto elettrodotto in cavo interrato

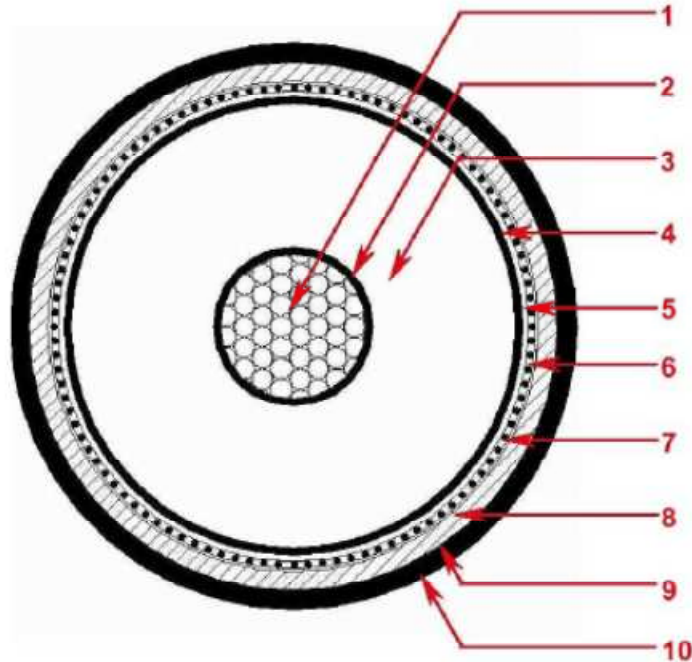
### CAVO DIELETTRICO CON FIBRA OTTICA



1. Elemento centrale di supporto;
2. Fibre ottiche;
3. Tubetti loose tamponati con jelly;
4. Riempitivi
5. Tamponatura nucleo;
6. Fasciatura con nastro sintetico;
7. Guaina interna in PE;
8. Filati aramidici;
9. Guaina esterna in PE

**CAVO AT**

**CAVO ARE4H1H5E – 150 kV – 1 x 1600 mm<sup>2</sup>**

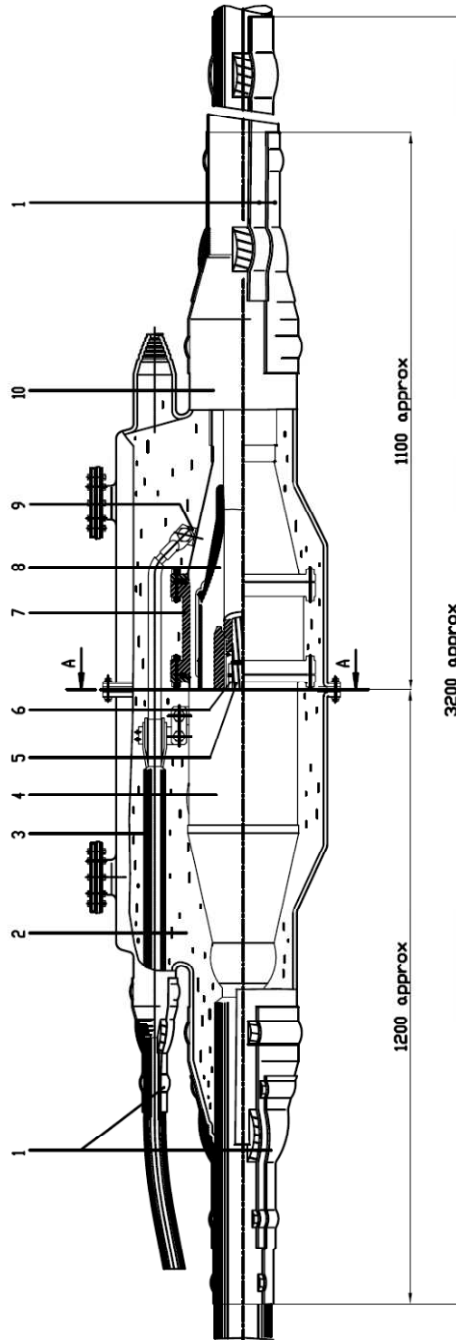


(Disegno indicativo – Non in scala)

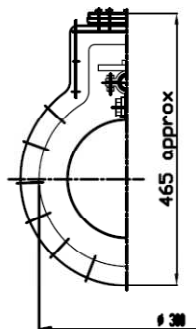
1	Conduttore	Corda rotonda compatta (tamponata) a fili di alluminio
2	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
5	Tamponamento longitudinale	Nastro semiconduttivo rigonfiante
6	Schermo metallico	Fili di rame
7	Controspirale	Nastro di rame
8	Tamponamento longitudinale	Nastro rigonfiante
9	Guaina metallica	Nastro longitudinale di alluminio monoplaccato
10	Guaina esterna	Polietilene (grafitato)
Diametro esterno ca. (mm)		108
Peso ca. (kg/m)		12,0



**GIUNTO SEZIONATO 132 kV**

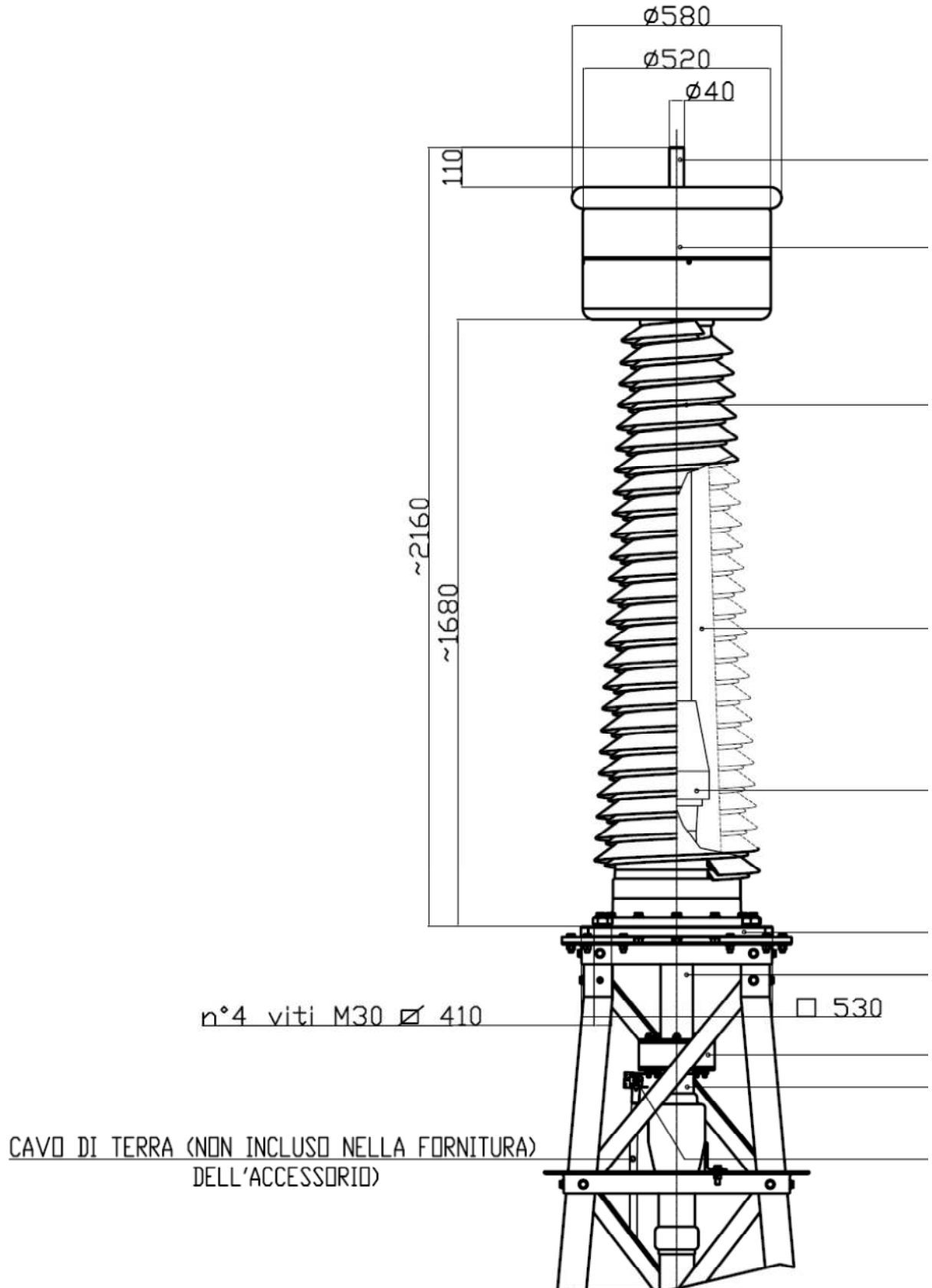


*Section A*

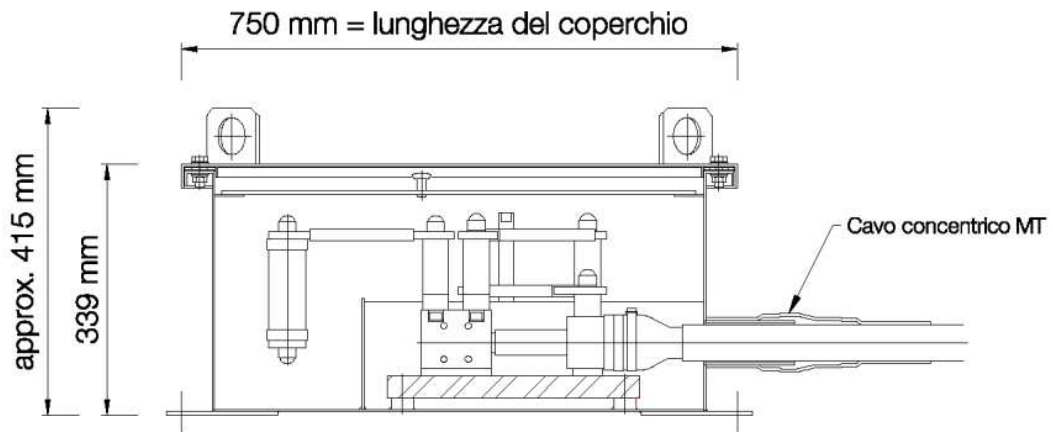


- 1 *HEATSHRINKABLE TUBES (Polyolephine)*
- 2 *INSULATING COMPOUND*
- 3 *CONCENTRIC CABLE FOR CROSS-BONDING (not included in the supply)*
- 4 *CASING (Copper)*
- 5 *CABLE CONDUCTOR*
- 6 *CONNECTOR (For Copper conductor) or WELDING (For Aluminium conductor)*
- 7 *INSULATING RING (Epoxy resin VOLTALIT®)*
- 8 *PREMOULDED SLEEVE (Rubber)*
- 9 *EARTHING CABLE END-CONNECTORS (Copper)*
- 10 *OUTER PROTECTION (XLPE) 99.741.3.067*

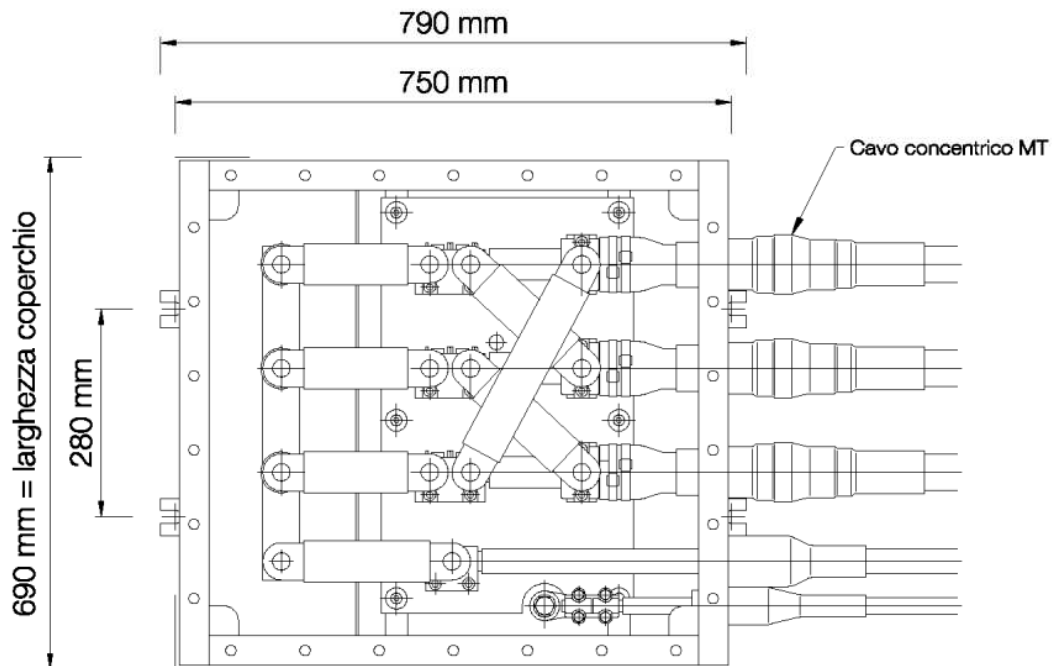
TERMINALE PER ESTERNO IN COMPOSITO 132 kV



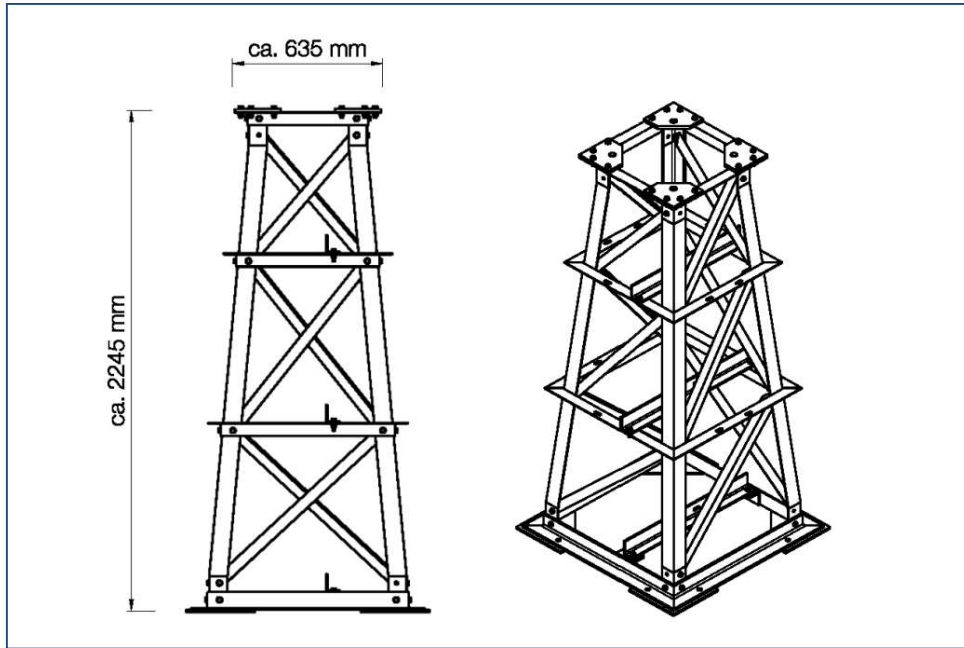
### CASSETTA DI SEZIONAMENTO PER CROSSBONDING



#### VISTA SENZA COPERCHIO



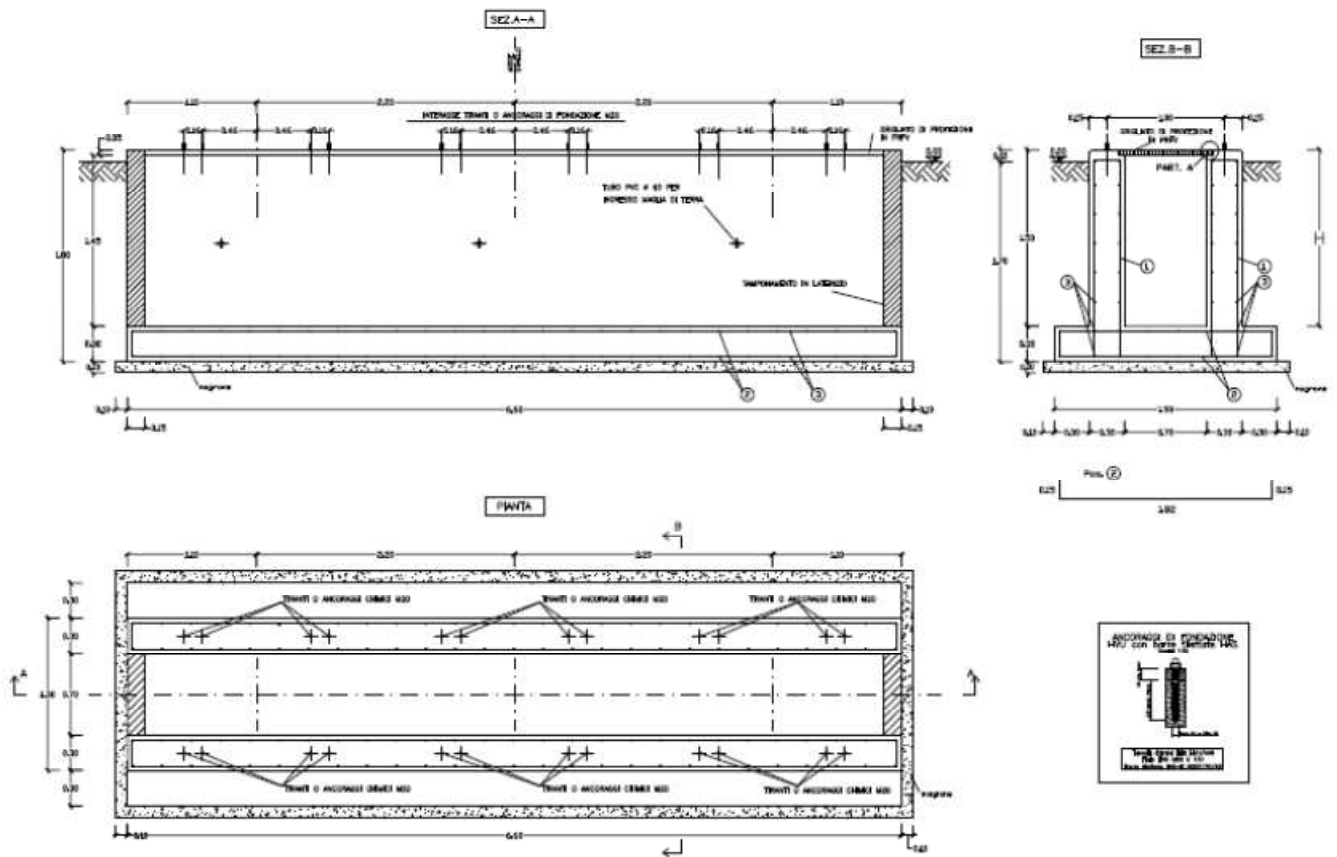
TRALICCIO PORTA TERMINALE PER INSTALLAZIONE IN STAZIONE ELETTRICA



VASCA DI FONDAZIONE PORTA TERMINALE PER INSTALLAZIONE IN STAZIONE ELETTRICA

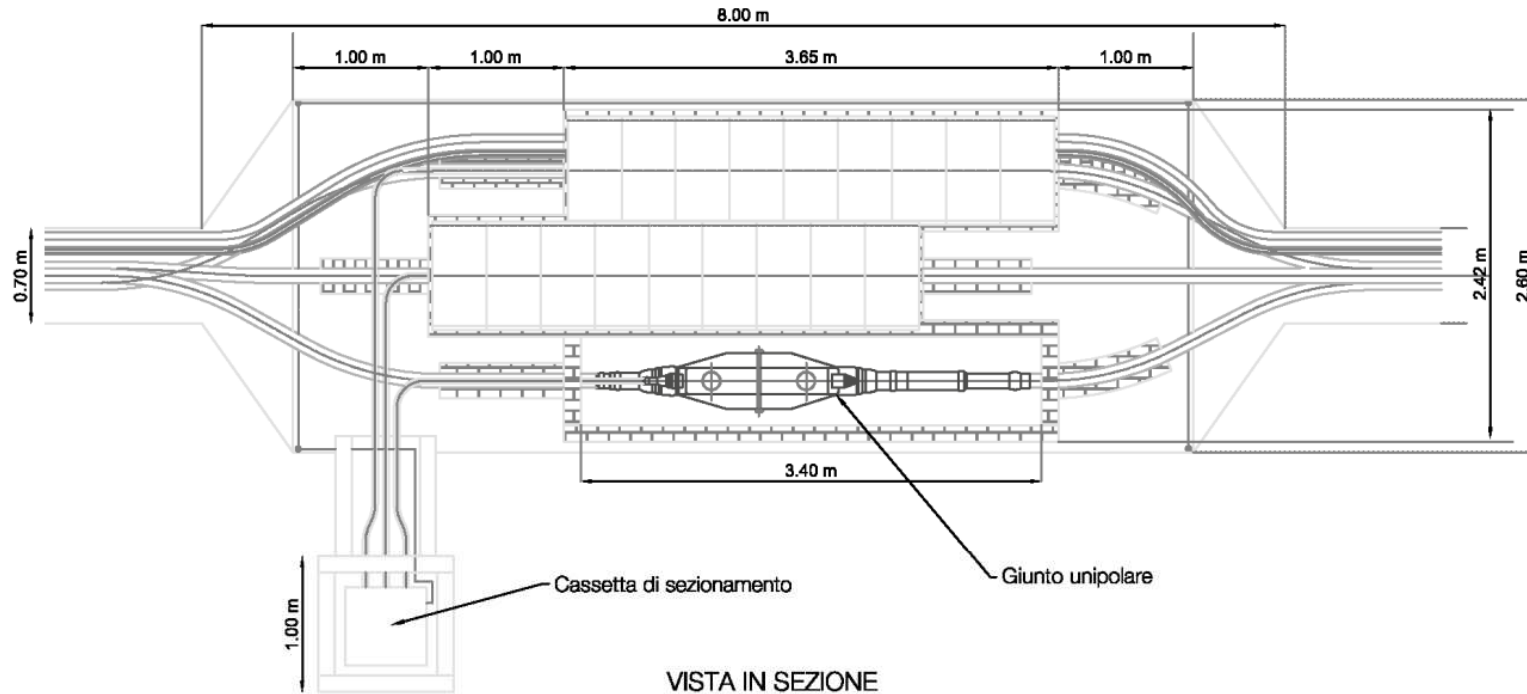
FONDAZIONE A VASCA PER PORTATERMINALI 132 kV:

- Interasse sbarre 220 cm
- H fondazione = 150cm

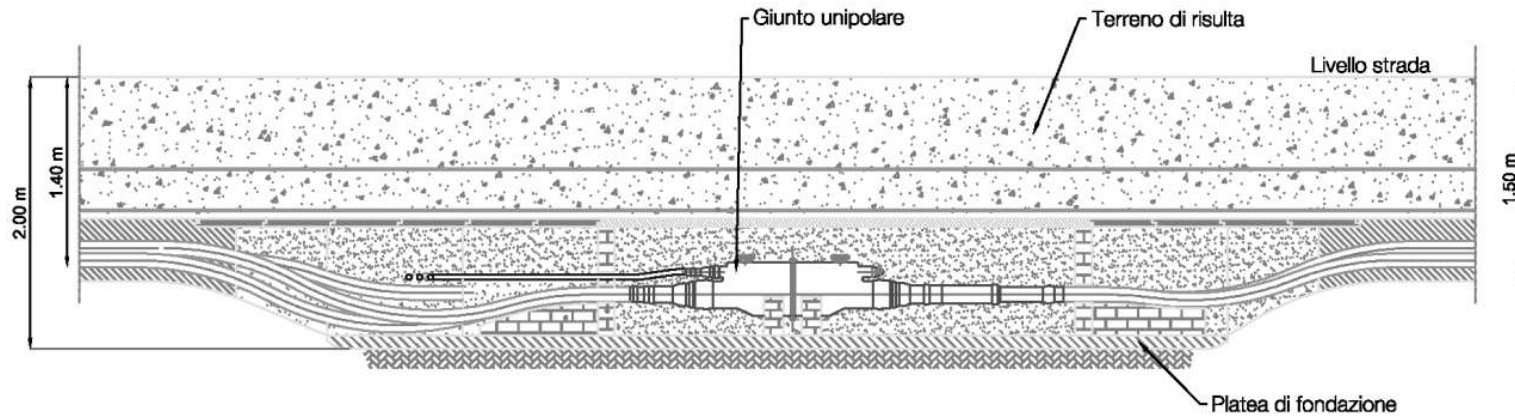


BUCA GIUNTI

VISTA IN PIANTA



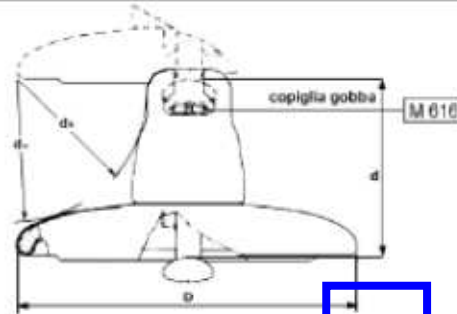
VISTA IN SEZIONE



16.2. Componenti tratto elettrodotto in linea aerea

Specifica di componente  
**ISOLATORI CAPPA E PERNO DI TIPO NORMALE IN VETRO TEMPRATO**

Codifica  
**LIN\_000000J1**  
 Rev. 00  
 del 30/03/2012 Pag. 1 di 1



TIPO		1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210	400	300
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		255	255	280	280	360	320
Passo (mm)		146	146	146	170	205	195
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16 A	16 A	20	20	28	24
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		205	205	315	370	525	425
dh Nominale Minimo (mm)		85	85	85	95	115	100
dv Nominale Minimo (mm)		102	102	102	114	150	140
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	21	18	15	16
	Tensione (kV)	98	142	243	243	243	243
Salinità di Tenuta (*) (kg/ m³)		14	14	14	14	14	14

(\*) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente considerata come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

**NOTE**

1. Materiali: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI EN 1562:2007) zincata a caldo oppure ghisa sferoidale di caratteristiche meccaniche equivalenti (UNI EN 1563:2009) e per basse temperature (LT); perno in acciaio al carbonio (UNI EN 10083-1:2006) zincato a caldo; copiglia in acciaio inossidabile austenitico UNI EN 10088-1:2005.
2. Tolleranze:
  - a) sul valore nominale del passo: secondo la pubblicazione IEC 305 (1974) par. 3.
  - b) sugli altri valori nominali: secondo la Norma CEI 36-20 (1998) par. 17.
3. Su ciascun esemplare deve essere marcata la sigla U seguita dal carico di rottura dell'isolatore, il marchio di fabbrica del costruttore e l'anno di fabbricazione.
4. Prescrizioni: per la costruzione, il collaudo e la fornitura LIN\_000J3900.
5. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica f.l.: in olio, 80 kV eff. (Tipo 1/1 e 1/2); 100 kV eff. (Tipo 1/3, 1/4, 1/5 e 1/6).
6. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,5 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
7. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari (n).
8. Per la nomenclatura dei componenti elementari in figura si rimanda al documento LIN\_00000000.

Storia delle revisioni		
Rev. 00	del 30/03/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Tema UX LJ1 rev. 00 del 03/04/2009 (M. Meloni - A. Posati - R. Rendina)

ISC - Uso INTERNO

Elaborato	Verificato		Approvato
ITI S.r.l.	M. Forfeleoni SRI-SVT-LAE	A. Guarni SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

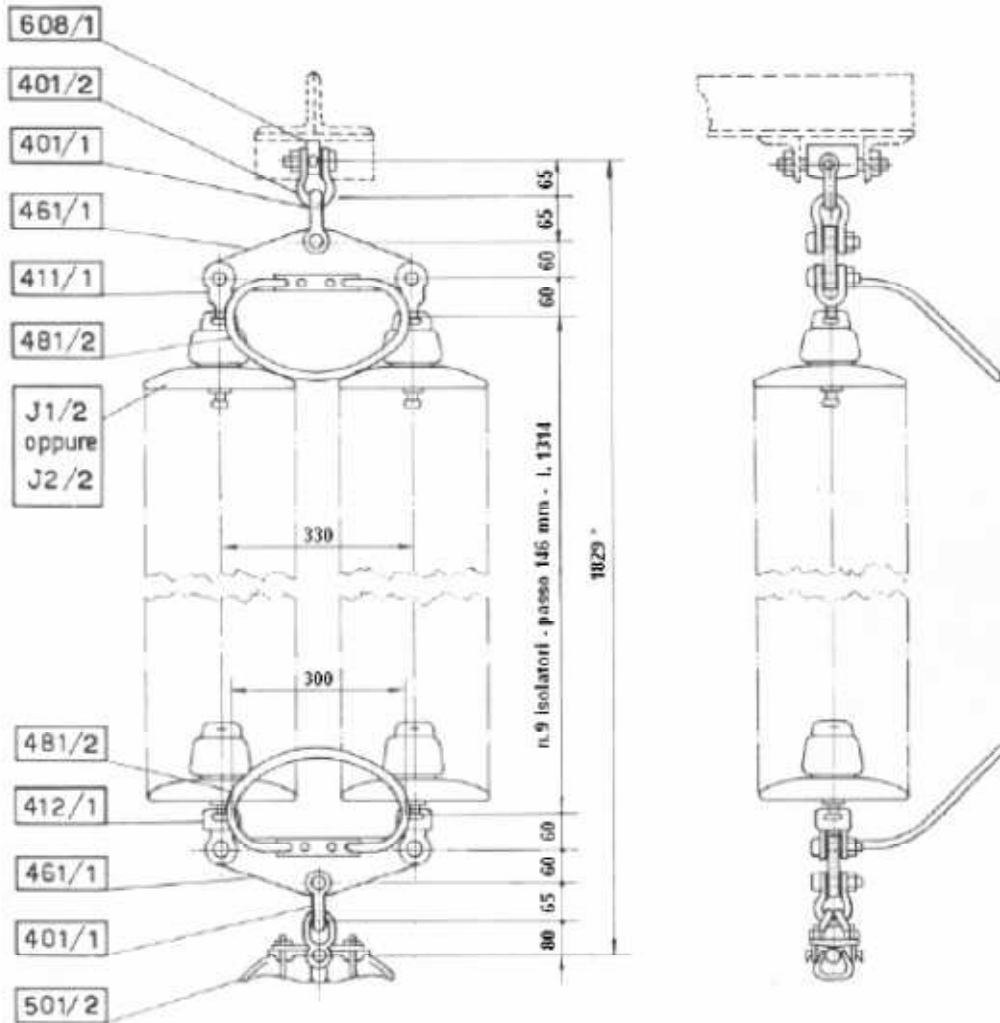
009000190-00

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



LINEE A 132 - 150 kV  
 CONDUTTORI ALL.-ACC. Ø31,5 - TIRO PIENO  
 ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DOPPIA

Codifica: **LM22**  
 Rev. 00      Pag. 1 di 1  
 del 29/06/2007



\* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n°13 isolatori J2/2 (vedi J121)

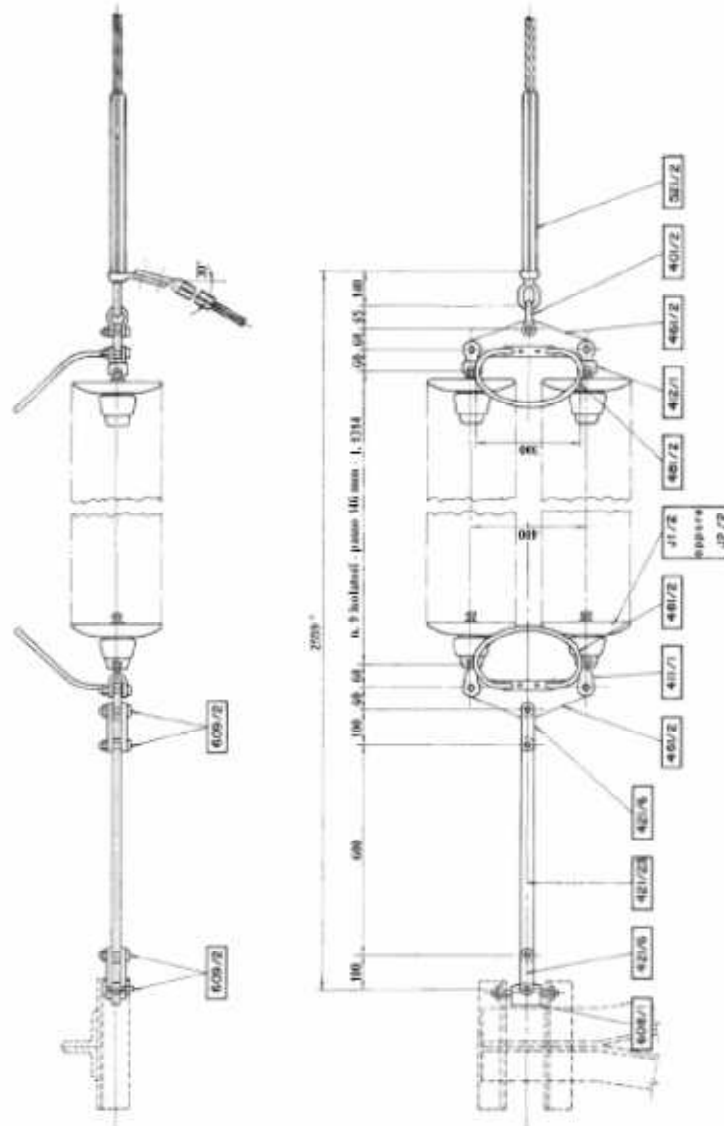
Riferimento: C2

Storia delle revisioni				
Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.		
Elaborato	Verificato		Approvato	
G. Lavechia ING-ILC-COL	A. Posati ING-ILC-COL	S. Tricoll ING-ILC-COL	R. Rendina ING-ILC	



LINEE A 132 - 150 kV  
 CONDUTTORI ALL.-ACC. Ø31,5 - TIRO PIENO  
 ARMAMENTO PER AMARRO DOPPIO

Codifica	
<b>LM122</b>	
Rev. 00 del 29/06/2007	Pag. 1 di 1



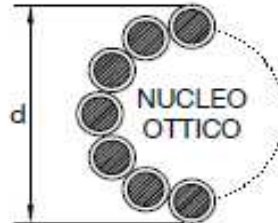
\* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n°13 isolatori J2/2 (vedi J121)

Riferimento C2

Storia delle revisioni				
Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.		
Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavechia		A. Posati	S. Tricoli	R. Rendina
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL	ING-ILC-COL	ING-ILC



 <b>Terna</b> Gruppo Enel	<b>LINEE AEREE A.T.</b> <b>CONDUTTORE A CORDA</b> <b>DI ALLUMINIO - ACCIAIO DIAMETRO 31,5</b>	<b>RQ UT 0000C2</b> Revisione: <b>01</b> Pagina: <b>1/2</b>																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">TIPO CONDUTTORE</th> <th>C 2/1</th> <th>C 2/2 (*)</th> </tr> <tr> <th>NORMALE</th> <th>INGRASSATO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">FORMAZIONE</td> <td>Alluminio</td> <td>54 x 3,50</td> <td>54 x 3,50</td> </tr> <tr> <td>Acciaio</td> <td>19 x 2,10</td> <td>19 x 2,10</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">SEZIONI TEORICHE (mm<sup>2</sup>)</td> <td>Alluminio</td> <td>519,5</td> <td>519,5</td> </tr> <tr> <td>Acciaio</td> <td>65,80</td> <td>65,80</td> </tr> <tr> <td>Totale</td> <td>585,30</td> <td>585,30</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO</td> <td>Normale</td> <td>Maggiorata</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MASSA TEORICA (Kg/m)</td> <td>1,953</td> <td>2,071(**)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (ohm/km)</td> <td>0,05564</td> <td>0,05564</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CARICO DI ROTTURA (daN)</td> <td>16852</td> <td>16516</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MODULO ELASTICO FINALE (N/mm<sup>2</sup>)</td> <td>68000</td> <td>68000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)</td> <td>19,4 x 10<sup>-6</sup></td> <td>19,4 x 10<sup>-6</sup></td> </tr> </tbody> </table>			TIPO CONDUTTORE		C 2/1	C 2/2 (*)	NORMALE	INGRASSATO	FORMAZIONE	Alluminio	54 x 3,50	54 x 3,50	Acciaio	19 x 2,10	19 x 2,10	SEZIONI TEORICHE (mm <sup>2</sup> )	Alluminio	519,5	519,5	Acciaio	65,80	65,80	Totale	585,30	585,30	TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata	MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	2,071(**)	RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (ohm/km)		0,05564	0,05564	CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16516	MODULO ELASTICO FINALE (N/mm <sup>2</sup> )		68000	68000	COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 x 10 <sup>-6</sup>	19,4 x 10 <sup>-6</sup>
TIPO CONDUTTORE		C 2/1			C 2/2 (*)																																												
		NORMALE	INGRASSATO																																														
FORMAZIONE	Alluminio	54 x 3,50	54 x 3,50																																														
	Acciaio	19 x 2,10	19 x 2,10																																														
SEZIONI TEORICHE (mm <sup>2</sup> )	Alluminio	519,5	519,5																																														
	Acciaio	65,80	65,80																																														
	Totale	585,30	585,30																																														
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata																																														
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	2,071(**)																																														
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (ohm/km)		0,05564	0,05564																																														
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16516																																														
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm <sup>2</sup> )		68000	68000																																														
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 x 10 <sup>-6</sup>	19,4 x 10 <sup>-6</sup>																																														
<p>(*) Per zone ad alto inquinamento salino          (**) Compresa massa grasso pari a 103,39 gr/m.</p>																																																	
<p><b>1. Materiale:</b>          Mantello esterno in Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950          Anima in acciaio a zincatura normale tipo 170 (CEI 7-2), zincato a caldo          Anima in acciaio a zincatura maggiorata tipo 3 secondo prescrizioni ENEL DC 3905 Appendice A</p>																																																	
<p><b>2. Prescrizioni:</b>          Per la costruzione ed il collaudo: DC 3905          Per le caratteristiche dei prodotti di protezione: prEN50326          Per le modalità di ingrassaggio: EN50182</p>																																																	
<p><b>3. Imballo e pezzature:</b>          Bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)</p>																																																	
00	21-01-2002	PRIMA EMISSIONE	RIS/ML	RIS/ML		RIS/ML																																											
01	25-07-2002	Aggiornata massa conduttore ingrassato																																															
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato																																											
Sostituisce il :																																																	



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	$\leq 17,9$		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	$\leq 0,82$		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	$\leq 0,28$		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	$\geq 10800$		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm <sup>2</sup> )	$\geq 8800$		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	$\leq 17,0E-6$		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	$\geq 20$		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	$\leq 0,36$
		a 1550 nm	(dB/km)	$\leq 0,22$
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	$\leq 3,5$
		a 1550 nm	(ps/nm · km)	$\leq 20$

**NOTE**

1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: LIN\_000C3907
2. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
3. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
4. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 01/06/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Terna UXLC60 rev. 00 del 06/10/2007 (S.Tricoli-A.Posati-R.Rendina)
---------	----------------	--

ISC – Uso INTERNO

Elaborato	Verificato	Approvato
ITI s.r.l.	A. Guameri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia Gruppo Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia Gruppo Terna S.p.A.