

REGIONE EMILIA ROMAGNA



PROVINCIA DI PARMA



COMUNE DI TORNOLO

**PROGETTO PARCO EOLICO****"MONTE FOPPO"****in località Monte Foppo - Comune di Tornolo (PR)****POTENZA COMPLESSIVA 4 MW**

FASE PROGETTO

**PROGETTO DEFINITIVO**

PROPONENTE

**GEA Energie Srl**

PI e CF: 07746350961  
Corso Sempione 33, 20145 Milano (MI)

PROGETTISTA

Dott. Ing. Flavio Friburgo - Ordine degli ingegneri di Genova n. 9611 A  
16038 S. Margherita Ligure (GE) C.so Matteotti 7/5  
e.mail: flavio.friburgo@ingpec.eu - tel/fax: 0185283918

ELABORATO  TOR-RC-T0.1		TITOLO  RELAZIONE TECNICA RACCORDI A.T.		DATI GENERALI	
				ESEGUITO	G.N.
				VERIFICATO	F.F.
				FIRMATO	F.F.+G.N.
				SCALA	-
REVISIONI	DATA	MOTIVAZIONE	CONTR.	FIRMA	
01	01/2022	INTEGRAZIONE	FF	<div><div><div>REGIONE DELLA VALLE D'AOSTA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div><div>DOCCIA</div></div></div>	

## Sommario

0	PREMESSA.....	2
1	LA NORMATIVA TECNICA PER LA REALIZZAZIONE DI LINEE AT.....	2
2	MOTIVAZIONE DELL'OPERA.....	2
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE .....	3
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	4
4.1	DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI E INTERVENTI MINORI.....	5
5	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE .....	6
5.1	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto.....	6
5.2	Conduttori.....	6
5.3	Corde di guardia .....	7
5.4	Stato di tensione meccanica.....	8
5.5	Capacità di trasporto .....	9
5.6	Sostegni .....	9
5.7	Portale di amarro interno alla stazione e collegamento alle apparecchiature elettromeccaniche di CP.....	10
5.8	Isolamento .....	12
5.8.1	<i>Caratteristiche geometriche</i> .....	12
5.8.2	<i>Caratteristiche elettriche</i> .....	12
5.9	Morsetteria ed armamenti .....	13
5.10	Fondazioni .....	14
5.11	Messa a terra dei sostegni .....	15
6	VERIFICA DEI SOSTEGNI DI PROGETTO .....	16
7	DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE .....	18
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO e IDROGEOLOGICO PRELIMINARE – SISMICITA' .....	21
8.1	Inquadramento geologico e idrogeologico.....	21
8.2	Caratteristiche sismiche .....	21
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	21
10	AREE POTENZIALMENTE IMPEGNATE .....	21

## **0 PREMESSA**

La società *GEA ENERGIE Srl*, con il presente documento e gli altri ad esso allegati, descrive il progetto definitivo delle opere di rete, costituito da una nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 220 kV e dai relativi raccordi elettrici aerei alla esistente linea RTN a 150 kV “San Colombano - Avenza”, sulla base delle indicazioni fornite da Terna nonché sulle risultanze dei sopralluoghi eseguiti in sito e degli accordi con la committenza.

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici del raccordo aereo a 220 kV in ST per l’inserimento in entra-esce della nuova stazione di smistamento. Le linee di nuova realizzazione attraversano il territorio del Comune di Tornolo in Provincia di Parma - Regione Emilia Romagna.

## **1 LA NORMATIVA TECNICA PER LA REALIZZAZIONE DI LINEE AT**

In ambito internazionale e nazionale l’esecuzione delle linee aeree esterne è attualmente normata da:

- IEC IEC 60826: “Design criteria of overhead transmission lines”
- CENELEC EN 50341: “Overhead electrical lines exceeding AC 45 KV”
- CEI CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”

In Italia la suddetta Norma CEI 11-4 viene recepita come Decreto attuativo della legge 28.06.1986 n. 339, acquisendone con ciò valore legislativo.

Il Decreto attualmente vigente è il DM 2.03.1988 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne” con aggiornamenti successivi 16.01.1991 e 03.08.1998.

La puntuale applicazione del DM 2.03.1988 e successivi aggiornamenti, nella progettazione, costruzione ed esercizio delle linee elettriche in Italia, diventa quindi obbligatorio oltre che per il rispetto della regola d’arte anche per espresso vincolo legislativo.

La normativa ha previsto la divisione dell’Italia in due zone: A e B: la prima copre il territorio dell’Italia centro-meridionale ed insulare al di sotto degli 800 m s.l.m.; la seconda il territorio dell’Italia centro-meridionale ed insulare al di sopra degli 800 m s.l.m. e quello dell’Italia settentrionale.

Partendo da questa suddivisione, la normativa fissa le temperature di riferimento ed i sovraccarichi, nei vari stati derivati, con cui eseguire i calcoli di progetto e/o verifica dei sostegni e dei conduttori.

## **2 MOTIVAZIONE DELL’OPERA**

La realizzazione dei nuovi raccordi si rende necessaria al fine di permettere la corretta connessione della nuova Cabina Primaria di E Distribuzione Spa alla Rete Elettrica Nazionale (RTN) di proprietà della Terna SpA. Tale opera diventerà quindi parte dell’infrastruttura elettrica nazionale consentendo nell’immediato l’immissione in rete dell’energia elettrica prodotta dell’impianto

eolico di cui al presente progetto nonché l'integrazione della rete elettrica di media tensione inoltre potrà essere utilizzata in futuro per ulteriori connessioni sia in ingresso che in uscita.

Tale soluzione è quanto previsto in dalla STMG fornita da E Distribuzione Spa con Codice Pratica: 200598232 che prevede che la connessione dell'impianto in oggetto avvenga mediante la realizzazione di una nuova stazione di smistamento da collegarsi in entra-esce sulla sezione a 220 kV della linea AT "San Colombano - Avenza".

### **3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSALE**

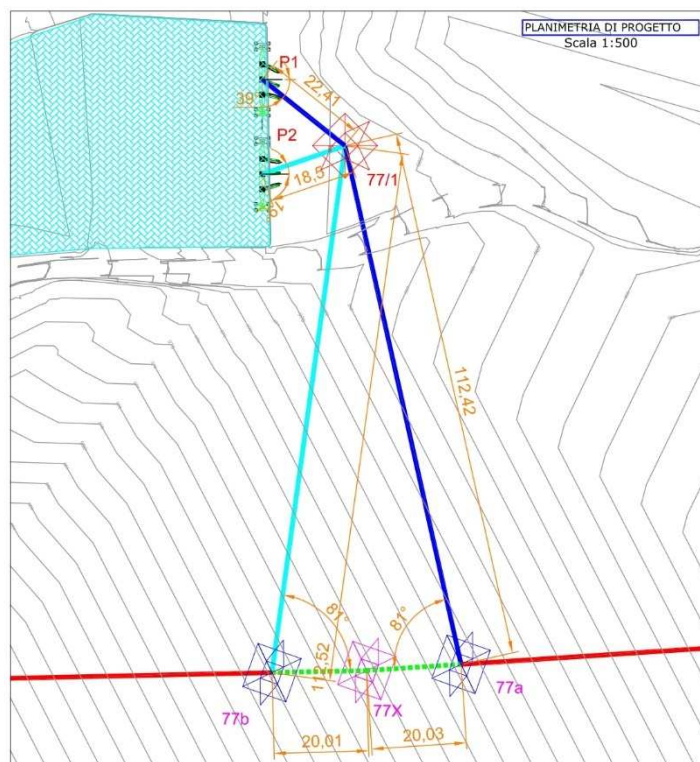
La progettazione dell'intervento oggetto della seguente Relazione Tecnica Illustrativa è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato 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.

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia oltre che dell'iter autorizzativo già in essere al momento della redazione della presente.

Il tracciato dell'elettrodotto, quale risulta dalle planimetrie allegate al Piano Tecnico delle Opere, 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 degli elettrodotti.

Il Comune interessato dai raccordi e dalla stazione elettrica è esclusivamente quello di Tornolo, Provincia di Parma – Regione Emilia Romagna, per una lunghezza rispettivamente di circa 134 m e 130 m, come riportato nell'immagine seguente.



La documentazione definitiva è corredata dai profili longitudinali relativi all'andamento altimetrico del tracciato riferito al piano campagna, con evidenziata la fascia altimetrica compresa tra l'altezza massima prevista per i sostegni ed il franco minimo rispetto al piano campagna.

#### 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

I raccordi verranno effettuati mediante la realizzazione di tre nuovi sostegni singola terna 220 kV; di questi due saranno montati per consentire la connessione della stazione sulla linea 220 kV a sud della stessa, mentre uno sarà installato quale sostegno capolinea per consentire la realizzazione della connessione con il portale 220 kV di stazione.

Con riferimento al raccordo aereo, i nuovi sostegno assumeranno la denominazione di:

- 77/a: sostegno che sarà inserito lungo l'asse della linea esistente, a circa 20 metri ad est del sostegno 77X
- 77/b: sostegno che sarà inserito lungo l'asse della linea esistente, a circa 20 metri ad ovest del sostegno 77X ;
- 77/1: che sarà inserito in prossimità della stazione per fungere da sostegno capolinea di entrambi i raccordi.

Si prevede, quindi la rimozione dell'unico sostegno 77X, l'inserimento lungo linea dei sostegni 77/a e 77/b, l'installazione del sostegno 77/1 come capolinea, la ritesatura di parte della linea esistente, la realizzazione dei nuovi raccordi aereo tra il portale 220 kV di stazione e i nuovi sostegni.

Verrà infine rimossa la porzione di linea tra 77/a e 77/b (in alternativa si potrà lasciare il conduttore per eseguire manovra di esclusione della SET e ripristino della configurazione ante operam).

I raccordi a 220 kV si sviluppano su un territorio montano (con altitudini variabili dai 950 ai 980 m s.l.m), seguendo il profilo del terreno.

Lo sviluppo complessivo dell'intervento è così distribuito:

- Circa 135 ml di elettrodotto per la realizzazione del raccordo aereo a ovest;
- Circa 131 ml di elettrodotto per la realizzazione del raccordo aereo a est.

Sempre con riferimento all'immagine, quindi si individuano:

- Linee blu: nuovo raccordo aereo verso est;
- Linee ciano: nuovo raccordo aereo verso ovest;
- Linee rosse: linea 220 kV esistente;
- Sostegno viola: sostegno esistente;
- Sostegni rossi e blu: sostegni di nuova installazione.

Tutto il territorio interessato dal tracciato è destinato ad uso agricolo (bosco, seminativo incolto e piccole aree a sistemi colturali permanenti).

Tale tracciato non interferisce con zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consente di mantenere distanze dalle abitazioni e dalle infrastrutture viarie rurali tali da rispettare i valori limite, in corrispondenza di esse, di campo elettrico e magnetico generati previsti dalla normativa vigente.

Nella definizione dei profili longitudinali delle nuove linee aeree in progetto si è considerato esclusivamente il raccordo tra il portale di stazione e i nuovi tralicci installato lungo la linea esistente; non si è considerato il profilo della linea 220 kV esistente in quanto la stessa sarà solo ritesata sui nuovi sostegni (77/a e 77/b) mantenendo gli stessi franchi dal terreno e all'incirca le stesse campate (tratto in rosso).

A valle del portale di ammarro avviene il collegamento con le apparecchiature elettromeccaniche della CP. Nella fattispecie i conduttori AT che scendono dal portale sono "appoggiati" su isolatori portanti AT. A partire da essi la successione delle apparecchiature per ciascuna fase, dall'amarro sino al blindato in SF6, è la seguente: isolatore AT -> scaricatore AT -> isolatori passanti del blindato in SF6. Maggiori dettagli sono riportati al paragrafo 5.7 cui si rimanda.

#### **4.1 DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI E INTERVENTI MINORI**

La porzione di conduttore in verde (indicata come da rimuovere) potrà essere preservata qualora Terna lo richieda; la realizzazione di colli morti normalmente aperti consentirà di poter disporre di una connessione di backup sulla linea, qualora la stazione dovesse essere off line per un certo periodo.

## 5 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

I calcoli delle frecce e 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; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti 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) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

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

I raccordi saranno costituiti da una palificazione a semplice terna armata ciascuna con una terna di fasi composta da un conduttore di energia e con una corda di guardia, fino al raggiungimento del sostegno capolinea.

### 5.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Tensione nominale	220 kV in corrente alternata
Frequenza nominale	50 Hz
Intensità di corrente nominale	500 A <sup>1</sup>
Potenza nominale	200 MW per terna
Corrente max (norma CEI 11.60)	792 A

<sup>1</sup> La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 220 kV in zona A e per conduttori 31,5 mm

### 5.2 Conduttori

I conduttori sono i principali componenti di una linea elettrica aerea in quanto:

- Svolgono innanzitutto una funzione elettrica finalizzata al trasporto ed alla distribuzione dell'energia elettrica e se nudi sfruttano il miglior dielettrico esistente in natura ovvero l'aria in cui sono immersi.
- In conseguenza del loro posizionamento, acquisiscono poi una seconda funzione di tipo meccanico, che deriva dal loro diverso stato di sollecitazione sotto l'azione del peso proprio

e delle forze esterne ad essi applicate, che consiste nel trasferire, tramite gli elementi di morsetteria e di isolamento, le suddette azioni ai sostegni e quindi alle fondazioni.

Dal punto di vista della Tecnica delle costruzioni offre quindi interesse lo studio dei conduttori come elementi strutturali, soggetti a specifiche condizioni di carico statico e dinamico.

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda in alluminio-acciaio da 583,5 mmq, con carico di rottura teorico di 16852 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10, ampiamente superiore a quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia è in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 11,50 mm e sezione di 80,65 mmq, sarà costituita da n° 7 fili del diametro di 3,83 mm (tavola LC 51 allegata). Il carico di rottura teorico della corda sarà di 9.000 daN. In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche sempre del diametro di 11,50 mm.

Il calcolo dei conduttori è stato eseguito nell'ipotesi di curva di equilibrio della catenaria ovvero di carico uniformemente ripartito lungo la curva funicolare (filo omogeneo di sezione costante):

$$y=a \cosh(x/a)$$

Viene introdotto poi il concetto di parametro così definito:

- $P = T_0/p_0 = \text{PARAMETRO}$  in metri dove
  - $P$ = Parametro
  - $T_0$ = Componente orizzontale del tiro
  - $P_0$ = peso del conduttore per U.L.

La sua unità di misura, essendo esso il rapporto fra il tiro orizzontale ed il peso per unità di lunghezza del conduttore ovvero daN/(daN/metro) = metro, è quella di una lunghezza.

Il significato fisico del parametro  $P$  è il seguente: al crescere del valore del parametro diminuisce la curvatura della catenaria ed aumenta la tensione nel conduttore fino a degenerare la catenaria in una retta e la sollecitazione ad un tiro infinito.

### 5.3 Corde di guardia

Le attuali serie di sostegni unificati Terna sono state progettate per resistere alle azioni trasmesse dai tipi di funi di guardia funi con fibre ottiche (OPGW = OPTical Ground Wire) con diametri nominali Ø10,5 mm, Ø11,5 mm e Ø17,9 mm (a 24 o 48 Fibre ottiche) tesate in condizioni EDS secondo i valori di tiro riportati nelle rispettive utilizzazioni.

Tali valori, oltre ad assicurare la resistenza strutturale del sostegno, garantiscono anche l'efficacia della copertura elettrica sui conduttori e il mantenimento dei franchi rispetto ad essi, in tutte le condizioni di progetto.



## 5.4 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde 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 dei raccordi di linea sono riportati nello schema generale 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
- **CVS3** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
- **CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

- **ZONA A** EDS=21% per il conduttore tipo Al-Ac  $\Phi$  31.5 mm;
- **ZONA B** EDS=18% per il conduttore tipo Al-Ac  $\Phi$  31.5 mm;

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore in condizione EDS.

Sono stati ottenuti i seguenti valori:

- ZONA A** EDS=12,9 % per corda di guardia tipo LC 51
- ZONA B** EDS=11,2 % per corda di guardia tipo LC 51

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori si rende necessario aumentare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura  $\Delta\theta$  nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- $-9^{\circ}\text{C}$  in zona A
- $-7^{\circ}\text{C}$  in zona B.

La linea in oggetto è situata in **“ZONA B”**

## 5.5 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.

## 5.6 Sostegni

Per la scelta dei sostegni si è tenuto conto di:

- Le definizioni fissate dalle norme che sono importanti perché definiscono in modo rigoroso il campo di applicazione
- Le Norme per la messa a terra dei sostegni
- Le distanze imposte ai sostegni ed alle relative fondazioni dalle opere interferenti
- Le ipotesi di calcolo, le modalità di calcolo e le sollecitazioni massime ammesse.

I due sostegni lungo linea saranno del tipo Eccezionali (tipo E) a singola terna, di altezza pari a 30 e 33m, del tipo a bandiera, saranno costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Il sostegno capolinea sarà del tipo a doppia terna, di tipo E, altezza 21 metri. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature 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 non sarà in ogni caso superiore a 50 m.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse 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 possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi. La serie 220 kV singola terna è composta da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 12 m a 36 m).

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campata 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  $C_m$ ,  $\alpha$  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  $\alpha$  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  $C_m$ ,  $\alpha$  e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

Nel piano di utilizzazione trasversale ( $C_m, \alpha$ ) un insieme di punti ai quali corrisponde una azione trasversale complessiva non superiore a quella che sarà utilizzata per il calcolo.

Nel piano verticale ( $C_m, K$ ) un insieme di punti ai quali corrisponde una azione verticale complessiva non superiore a quella che sarà utilizzata per il calcolo.

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche ( $C_{m1}, \alpha_1$ ) e ( $C_{m1}, K_1$ ) è necessario che i suddetti punti siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione verticale e trasversale.

La verifica della bontà dei sostegni prescelti è stata già effettuata in fase preliminare e definitiva e pertanto se ne conferma il risultato.

## **5.7 Portale di amarro interno alla stazione e collegamento alle apparecchiature elettromeccaniche di CP**

L'accesso della linea in stazione avverrà a mezzo di un sostegno a traliccio di caratteristiche meccaniche e dimensionali tali da poter essere ubicato all'interno della stazione elettrica in prossimità degli stalli. È destinato al fissaggio (amarro) dell'ultima campata di linea e al supporto dei collegamenti della stessa alle apparecchiature dello stallo.

I sostegni di ingresso linea devono essere realizzati con strutture tralicciate formate da profilati aperti del tipo a L ed a T, collegati fra loro mediante giunzioni bullonate. I collegamenti saldati tra le diverse membrature devono essere ridotti al minimo indispensabile. Non è ammessa la realizzazione di aste mediante saldature di testa di due spezzoni.

Il portale in progetto avrà una altezza di 16 metri e sarà equipaggiato con i seguenti isolatori: Vetro temprato a cappa e perno in catene doppie di 14 elementi (passo 146 mm) lato linea e di 16 elementi (passo 146 mm) lato portale.

Gli angoli di uscita della linea saranno rispettivamente di 19,5 e 39 gradi in conformità a quanto previsto dal documento Terna sulle prestazioni meccaniche dello stesso:

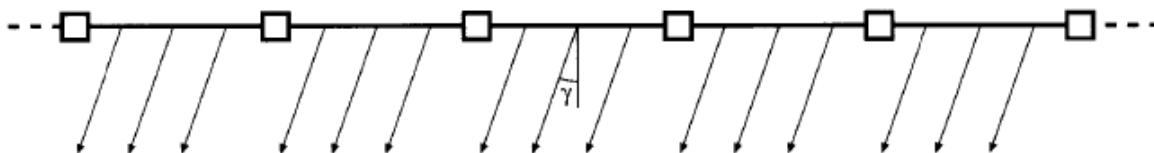


Fig.1

Le prestazioni di ciascun elemento modulare (stallo) costituente il portale di stazione sono :

$$\begin{aligned} C_m &= 100 \text{ m (*)} \\ \gamma &= 15^\circ \\ K &= 0,05 \text{ (vedi nota al paragrafo 4.)} \end{aligned}$$

Per semplicità si rinuncia, in questo caso, alla equivalenza esistente tra  $C_m$  e  $\gamma$  e tra  $C_m$  e  $K$ . Si vuole sfruttare, per contro, la possibilità di avere su alcuni stalli angoli di ingresso superiori a  $15^\circ$  (in ogni caso però  $\leq 45^\circ$ ) se su altri stalli si hanno angoli di ingresso minori di tale valore, o addirittura di segno opposto.

Come anticipato al paragrafo 4, a valle del portale di ammarro avviene il collegamento con le apparecchiature elettromeccaniche della CP. Nella fattispecie i conduttori AT che scendono dal portale sono ammortati e fissati su isolatori portanti AT. Ad essi è demandato il compito di sostenere le corde, assorbendo al contempo gli sforzi derivanti da eventuali sollecitazioni in particolare di carattere ambientale (vento, carico di neve ecc.).

A partire da detti isolatori per ciascuna fase la successione delle apparecchiature, dall'ammarro sino al blindato in SF6, è la seguente: isolatore AT -> scaricatore AT -> isolatori passanti del blindato in SF6.

Come è noto il blindato è un componente particolarmente compatto che racchiude in sé sia l'interruttore, sia i sezionatori (di linea, di terra e di sbarra), sia i TA e sia, infine, i TV. Relativamente a questi ultimi si sottolinea che è strettamente necessario siano a bordo del blindato stesso. Per motivi di spazio nell'installazione oggetto della presente non è possibile infatti che i trasformatori di tensione siano di tipo tradizionale e montati esternamente al compatto GIS. Come è possibile notare dalla planimetria, è prevista la realizzazione nella nuova CP di due distinti montanti trasformatore ciascuno dei quali è collegato ad un distinto portale. Un sistema di sbarre consente infine la possibile congiunzione in parallelo, nonché il ripristino della continuità della linea.

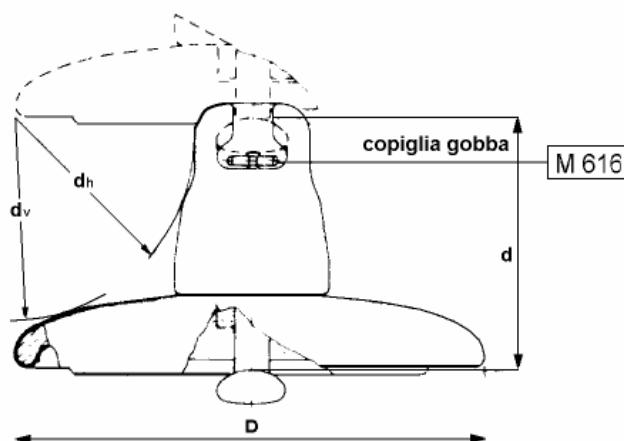
## 5.8 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 245 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 14 elementi. Le catene di sospensione saranno del tipo a I semplici o doppia, mentre le catene in amarro saranno del tipo ad I doppia.

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

### 5.8.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabella LJ1 sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



### 5.8.2 Caratteristiche elettriche

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 LJ1 sono riportate, 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></ul>	10

	<ul style="list-style-type: none"> <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>	
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> <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 ed 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 prive di inquinamento atmosferico è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composto da 9 elementi di tipo "normale".

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico leggero e quindi si è scelta la soluzione dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei n. 9 isolatori in doppia catena (passo 146) tipo J1/1 (normale) per gli armamenti in amarro.

## 5.9 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 220 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole.

Sono stati previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro.

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

Per le linee a 220 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente:

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA kN	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE	370/1	120	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA	370/2	120	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA	370/3	210	M
SEMPLICE PER AMARRO	372/1	120	SA
DOPPIO PER AMARRO	372/2	210	DA

## 5.10 Fondazioni

Per fondazione è intesa la struttura (mista in acciaio-calcestruzzo) interrata, incaricata di trasmettere gli sforzi generati dai conduttori e dal peso proprio del sostegno (compressione e/o strappamento) al terreno. Le fondazioni unificate per i sostegni della serie 220 kV doppia terna sono del tipo a piedini separati e sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza. Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggi sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- 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. Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- D.M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D.M. 14 febbraio 1992: “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
- Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Sono inoltre 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, infine, prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità. I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche). L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente. Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

## 5.11 Messa 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 tipologie, adatte ad ogni tipo di terreno. Con riferimento alla relazione geologica fornita dal committente è stato confermato il dispositivo MT3 di cui si riporta la scheda tecnica.

UNIFICAZIONE

ENEL

23 XX W

LF 91

Dicembre 1993

Ed. 6 — 2/8

ELEMENTI STRUTTURALI COSTITUENTI I DISPERSORI

DISPOSITIVO	Rif.	IMPIEGO PER RESISTIVITÀ DEL TERRENO ( $\Omega \cdot m$ ) da ..... a .....	N. BRACCI PER SOSTE- GNO	TRATTO AUSI- LIARIO	ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I BRACCI DEL DISPERSORE									
					I Tratto		II Tratto		III Tratto		IV Tratto		V Tratto	
					N.	Piega	N.	Piega	N.	Piega	N.	Piega	N.	Piega
MT1	91/1	0 ÷ 50	2	—	701/1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
MT2	91/2	50 ÷ 150	4	—	701/1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
MT3	91/3	150 ÷ 300	4	—	701/1	3	701/2	1	—	—	—	—	—	—
MT4	91/4	300 ÷ 600	4	—	701/1	3	701/2	2	701/2	1	—	—	—	—
MT5	91/5	600 ÷ 1300	4	—	701/1	3	701/2	2	701/2	2	701/2	2	701/2	1
MT6	91/6	1300 ÷ 2000	12	701/3	701/2	2	701/2	2	701/2	1	—	—	—	—



## 6 VERIFICA DEI SOSTEGNI DI PROGETTO

Gli attuali sostegni sono del tipo unificato Terna e del tipo E seppure in configurazione ad altezza diversa:

- Sostegno 77/a: sostegno vertice (E33), h: 33 m, con armamento di amarro doppio, tipo AA, disallineamento: 81°;
- Sostegno 77/b: sostegno vertice (E30), h:30 m, con armamento di amarro doppio, tipo AA, disallineamento: 81°.
- Sostegno 77/1: sostegno capolinea (E21), h: 21 m, con armamento di amarro doppio, tipo AA.

Questi sostegni sono costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature sono stati eseguiti 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 hanno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme, che nel caso in oggetto risulta superiore a 10 ml.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse 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 possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia.

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione 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.

Di seguito sono riportati i diagrammi di utilizzo con i relativi calcoli per il sostegno nella nuova configurazione geometrica delle campate dopo l'introduzione dei raccordi verso la stazione di smistamento.

Nei calcoli a seguire i sostegni saranno così identificati:

Sostegno 77/a → E - H: 33 m

Sostegno 77/b → E - H: 30 m

Sostegno 77/1 → E - H: 21 m

Sostegno **P1** → Portale 220 kV singolo Ø 31,5 – Tiro pieno – H: 16 m

Quota Portale P1:	966 m	altezza: 16 m → Htot. : 982
Quota sostegno 77/a:	970 m	altezza: 33 m → Htot. : 1003
Quota sostegno 77/b:	978 m	altezza: 30 m → Htot. : 1008
Quota sostegno 77/1:	966 m	altezza: 21 m → Htot. : 987

### **Verifica del sostegno 1 (77/a)**

Campata media

$$Cm: (112,42+121) / 2 = 116,71$$

Costante altimetrica

$$K: (16/112,42) - (22/121) = \mathbf{0,3241}$$

Angolo di deviazione

$$\Delta = 81 \rightarrow \sin(\Delta) = 0,987$$

### **Verifica del sostegno 2 (77/b)**

Campata media

$$Cm: (112,52+312) / 2 = 212,26$$

Costante altimetrica

$$K: (21/112,52) - (27/312) = \mathbf{0,1001}$$

Angolo di deviazione

$$\Delta = 81 \rightarrow \sin(\Delta) = 0,987$$

### **Verifica del sostegno 3 (77/1) – calcolo nella situazione più gravosa**

Campata media

$$Cm: (21+112) / 2 = 66,5$$

Costante altimetrica

$$K: (5/22,4) + (16/112) = \mathbf{0,08}$$

Angolo di deviazione

$$\Delta = 39^\circ \rightarrow \sin(\Delta) = 0,629$$

## 7 DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE

Sostegno 77/a



### UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "E" CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

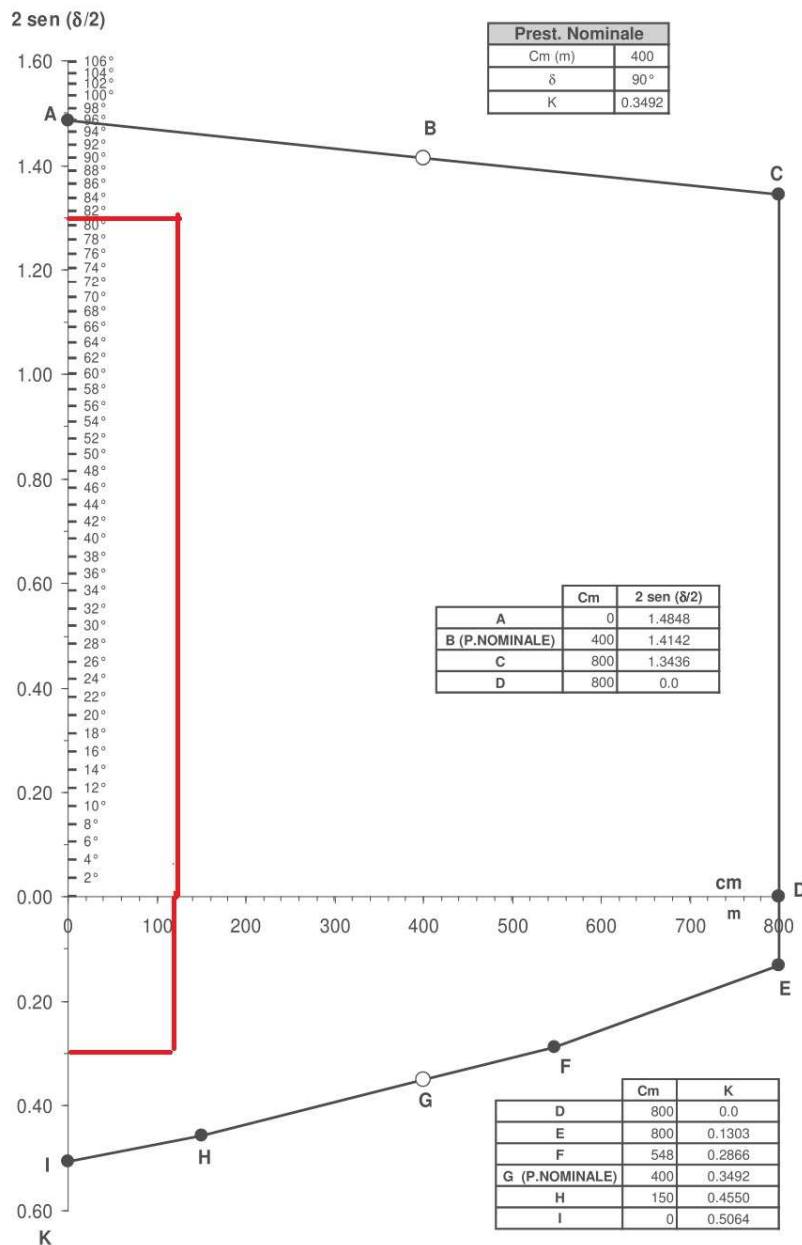
Codifica

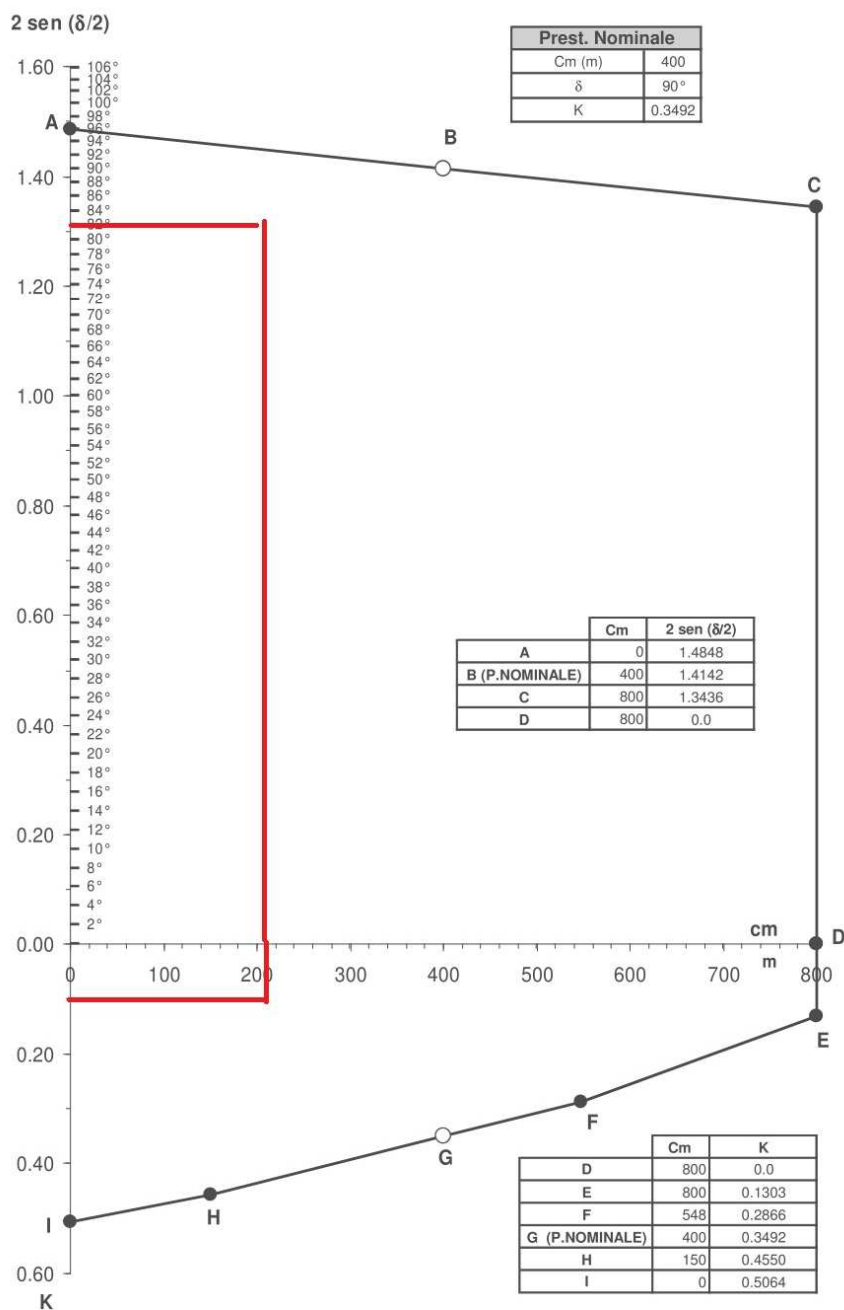
UL00205

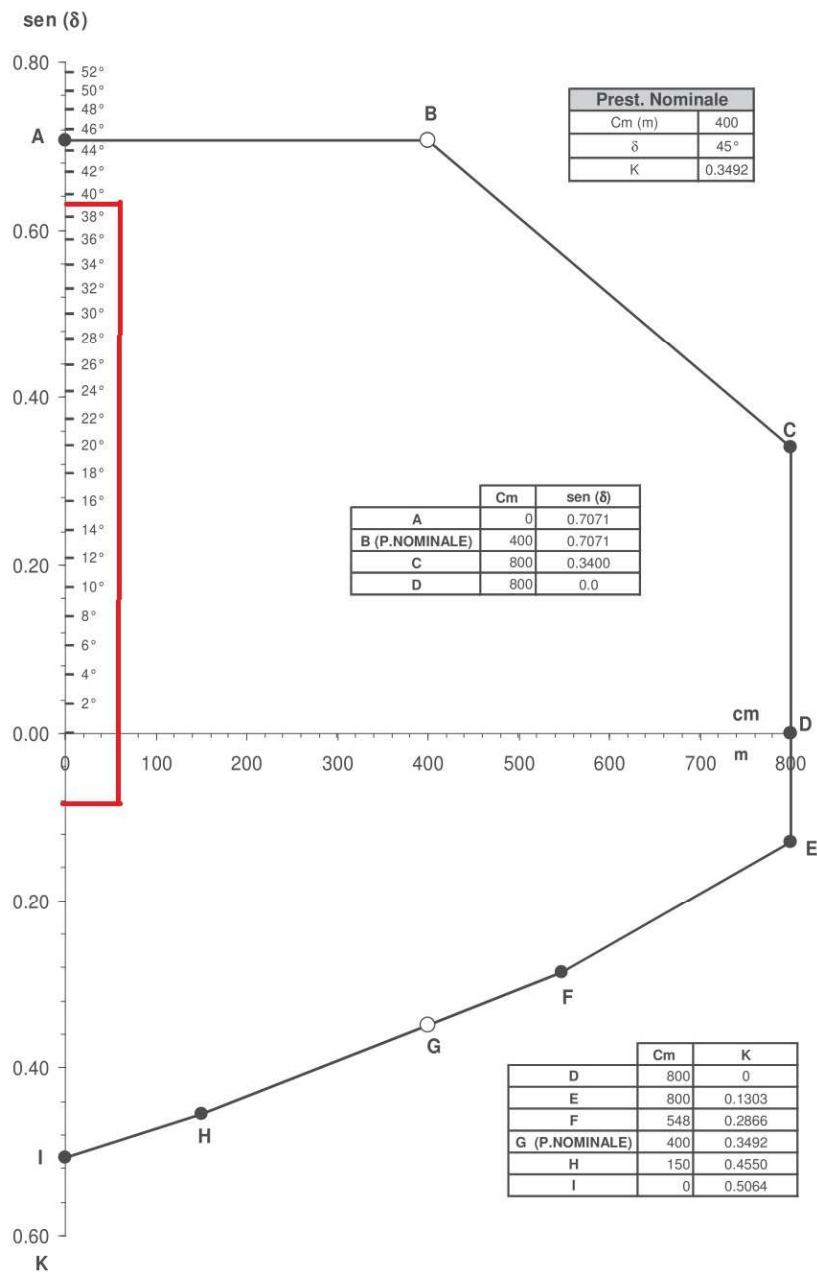
Rev. 00  
del 01/11/2006

Pag. 6 di 10

### 3.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



**3.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO**



## 8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO e IDROGEOLOGICO PRELIMINARE – SISMICITA’

### 8.1 Inquadramento geologico e idrogeologico

Per quanto concerne l’inquadramento geologico e idrogeologico preliminare dell’area interessata dall’intervento si rimanda alla relazione specifica.

### 8.2 Caratteristiche sismiche

Secondo la nuova classificazione sismica delle NTC 2018 le nuove opere ricadono nel territorio del Comune di Tornolo (PR) con “definizione di classe zona 2”.

## 9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Per lo studio dei campi elettrici e magnetici generati dai raccordi oggetto della presente relazione, si rimanda alla relazione specialistica.

## 10 AREE POTENZIALMENTE IMPEGNATE

In merito all’attraversamento di aree da parte dell’elettrodotto, 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 20 m dall’asse linea per parte per elettrodotti aerei a 220 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 40 m dall’asse linea per parte per elettrodotti aerei a 220 kV.

Negli elaborati, laddove la distanza dall’asse linea è maggiore della distanza di cui sopra, se ne è tenuto conto al fine di comprendere all’interno le distanze ed aree di prima approssimazione previste dal DM 29 maggio 2008.

Si segnala, inoltre, che vista la particolarità del tracciato dei raccordi, che le aree impegnate e quelle potenzialmente impegnate, qualora rientranti nelle aree impegnate e potenzialmente impegnate delle linee elettriche aeree AT esistenti di Terna non necessitano di esproprio, in quanto sono già state espropriate da Terna in fase di progettazione delle sue linee. Per tale motivo non saranno considerate nel piano particellare.

Santa Margherita Ligure, 11.01.2022

I tecnici

