

**Elettrodotto a 380 kV in doppia terna  
"S.E. Udine Ovest - S.E. Redipuglia"**

**PIANO TECNICO DELLE OPERE "PARTE PRIMA"  
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**



**Storia delle revisioni**

Rev. 02	Del 15/09/2015	Emissione per riformulazione istanza
Rev. 01	Del 29/06/2012	Aggiornamento progetto per prescrizioni decreto VIA
Rev. 00	Del 01/09/2008	Emissione PTO

Elaborato		Verificato		Approvato	
Carradore L.		Salaro S.	Sperti D.	Pazienza G.	
ING-REA_APRI NE		ING-REA_APRI NE	ING-REA_APRI NE	ING-REA_APRI NE	

m010CI-LG001-r02

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MOTIVAZIONI DELL'OPERA .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>3</b>
4.1	Vincoli Aeroportuali.....	5
4.2	Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi .....	5
<b>5</b>	<b>CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....</b>	<b>5</b>
6.1	Premessa.....	5
6.2	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto .....	6
6.3	Distanza tra i sostegni .....	6
6.4	Conduttori e corde di guardia .....	6
6.4.1	Stato di tensione meccanica .....	7
6.5	Capacità di trasporto.....	8
6.6	Sostegni .....	8
6.7	Isolamento .....	9
6.7.1	Caratteristiche geometriche .....	10
6.7.2	Caratteristiche elettriche .....	10
6.8	Morsetteria ed armamenti.....	13
6.9	Fondazioni .....	13
6.10	Messe a terra dei sostegni .....	14
6.11	Caratteristiche dei componenti .....	14
6.12	Terre e rocce da scavo .....	14
<b>7</b>	<b>RUMORE.....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE .....</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....</b>	<b>15</b>
<b>10</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>15</b>
<b>11</b>	<b>AREE IMPEGNATE.....</b>	<b>15</b>
<b>12</b>	<b>FASCE DI RISPETTO .....</b>	<b>15</b>
<b>13</b>	<b>SICUREZZA NEI CANTIERI .....</b>	<b>15</b>

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici, non contenuti nella Relazione Tecnica Generale, del nuovo collegamento a 380 kV in doppia terna ottimizzata da realizzarsi tra le esistenti Stazioni Elettriche di Udine Ovest e Redipuglia.

## 2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Tale intervento rientra in un più ampio piano di razionalizzazione della rete elettrica AT del Friuli Venezia Giulia per le cui motivazioni si rimanda alla Relazione Tecnica Generale (doc. n. PSPPRI08078).

## 3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

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

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA (km)
Friuli Venezia Giulia	Udine	Basiliano	3.6
		Campoformido	2.0
		Lestizza	1.8
		Pozzuolo	4.1
		Mortegliano	3.6
		Pavia di Udine	1.7
		Santa Maria la Longa	6.3
		Trivignano Udinese	2.8
		Palmanova	1.3
		San Vito al Torre	3.9
		Campolongo Tapogliano	2.9
	Gorizia	Villesse	4.0
		San Pier d'Isonzo	1.3

**Si precisa che il Comune di Pasian di Prato verrà interessato unicamente ed in maniera marginale dalla fascia di rispetto di cui al par. 12.**

L'elenco delle opere principali attraversate con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nell'elaborato Doc. n. PSPPEI08084 (Elenco opere attraversate). Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella corografia in scala 1:10 000 Doc. n. PSPPDI08085 allegata.

## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'opera oggetto della seguente relazione tecnica consiste nella realizzazione di un nuovo collegamento a 380 kV in doppia terna ottimizzata tra le esistenti stazioni elettriche di Udine Ovest e Redipuglia.

Per meglio comprendere la presente descrizione si fa specifico riferimento alla corografia allegata Doc. n. PSPPDI08085.

Il tracciato dell'elettrodotto 380 kV in progetto, può essere suddiviso in due tratti, il primo dalla esistente SE di Udine Ovest alla nuova SE di Udine Sud, ed il secondo dalla nuova SE di Udine Sud alla esistente SE di Redipuglia.

Tratto "S.E. Udine Ovest – S.E. Udine Sud"

Il tracciato dell'elettrodotto parte dalla esistente stazione elettrica di Udine Ovest (Comune di Basiliano) in direzione sud.

Partendo dal sostegno capolinea, identificato con il numero 1 nella planimetria allegata, il tracciato si dirige verso sud mantenendosi parallelo a quello dell'esistente elettrodotto a 380 kV "Udine Ovest – Planais". Successivamente il tracciato, dopo essere transitato ad est della località "la Pianina", arriva sul sostegno 4 ed attraversare il confine comunale tra Basiliano e Campofornido, transitando ad Ovest dell'abitato di Bressa. Da qui il tracciato, proseguendo sempre in direzione sud, attraversa prima la SP n. 99 "di Basiliano" e successivamente la ferrovia "Venezia – Udine", fino ad arrivare sul sostegno 10, in corrispondenza del quale rientra nel territorio comunale di Basiliano, transitando ad Ovest dell'abitato di Orgnano; in questo tratto sarà effettuata una variante sull'esistente elettrodotto a 380 kV "Planais – Udine Ovest" per evitare il sovrappasso da parte del nuovo elettrodotto a 380 kV e nel contempo per consentire un allontanamento parziale dall'abitato di Orgnano. Successivamente il tracciato, dopo aver attraversato la SS n. 13 "Pontebbana", continua la sua percorrenza in direzione sud, transitando nei pressi della località "San Valentino". Arrivato sul sostegno 13, il tracciato devia verso sud-est entrando dapprima nel Comune di Pozzuolo del Friuli (UD) e successivamente nel Comune di Lestizza (UD).

In corrispondenza del sostegno 22, il tracciato devia ulteriormente in direzione sud - est interessando il Canale di Passons, per poi entrare nuovamente nel territorio comunale di Pozzuolo del Friuli dove incrocia dapprima una linea MT e successivamente la S.P. n. 7 di Latisana.

Entrato nel territorio di Mortegliano (UD) il tracciato supera il torrente Cormor, la S.S. n. 353 della bassa friulana e la S.P. n. 82 di Chiasellis (queste ultime due nuovamente nel Comune di Pozzuolo del Friuli).

A partire dal sostegno 36, il tracciato prosegue in direzione est ed entra nuovamente nel Comune di Mortegliano mantenendosi a nord dell'abitato di Lavariano attraversando la S.P 78 di Mortegliano, fino a giungere sul sostegno 46 in corrispondenza del quale devia in direzione nord – est.

Da qui il tracciato entra nel Comune di Pavia di Udine ed attraversa l'autostrada A23 Palmanova - Tarvisio, per poi entrare nel Comune di Santa Maria La Longa (UD) attraversando la ferrovia Udine – Cervignano, fino ad attestarsi sugli stalli ad esso dedicati all'interno dell'area della nuova stazione elettrica di "Udine Sud".

Tratto "S.E. Udine Sud – S.E. Redipuglia"

Il tracciato esce dalla nuova stazione elettrica di Udine Sud in direzione sud-est, mantenendosi in prossimità del confine comunale tra Santa Maria La Longa e Trivignano Udinese (UD), che viene attraversato in direzione est in corrispondenza del sostegno 15(70).

Dopo aver attraversato la S.P. n. 33 di Clauiano e la Roggia Milleacque in corrispondenza del sostegno 22(77) il tracciato entra nel Comune di Palmanova (UD) a nord dell'abitato di Ialmicco.

Successivamente il tracciato entra nel territorio comunale di San Vito al Torre (UD), dove attraversa la linea a 220 kV "Udine Nord-Est – Redipuglia – der. SAFAU" nel tratto di futura demolizione.

Arrivato sul sostegno 27(82) il tracciato devia in direzione sud-est, parallelamente a est del tratto di elettrodotto 220kV Udine NE - Redipuglia di futura demolizione, attraversando prima la S.P. Triestina e poi la S.S. n. 252, per poi entrare, in corrispondenza del sostegno 37(92), nel territorio comunale di Campolongo Tapogliano (UD).

Arrivato sul sostegno 39(94), il tracciato devia in direzione sud, rimanendo ad est dell'abitato di Tapogliano, fino ad arrivare in corrispondenza del sostegno 45(100), dove entra nel comune di Villesse in provincia di Gorizia in prossimità dell'attraversamento del fiume Torre. Superata l'autostrada Torino – Trieste in prossimità del viadotto che attraversa il fiume Torre e successivamente una linea elettrica 132 kV della RFI, in corrispondenza del sostegno 49(104) il tracciato devia ad est in parallelo all'esistente elettrodotto 380kV Planais - Redipuglia, attraversando prima la S.S. n. 35 e successivamente la linea 132 kV “Ca’ Poia – Redipuglia” ed una serie di metanodotti.

Superato dapprima il “fiume Isonzo” e nuovamente l'autostrada Torino – Trieste, il tracciato entra nel Comune di San Pier d'Isonzo; qui, dopo aver attraversato alcune linee MT, alcuni metanodotti e la S.P. n. 1 “Fogliano – Pieris” entra nell'area della esistente stazione elettrica di Redipuglia per attestarsi agli stalli linea di stazione dedicati.

Lo sviluppo complessivo del tracciato è circa pari a 39.2 km.

#### **4.1 Vincoli Aeroportuali**

I vincoli aeroportuali sono illustrati nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

#### **4.2 Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi**

Per le distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi si faccia riferimento alla Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

### **5 CRONOPROGRAMMA**

Il programma di massima dei lavori è illustrato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

### **6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA**

#### **6.1 Premessa**

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 TERNA, 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 è riportato nel Doc. n. PSPPDI08094 "Componenti elettrodotti aerei a 380 kV ST e DT" contenuto nel Doc. n. PSPPEI08093 "Appendice B – Caratteristiche componenti elettrodotti aerei".

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a doppia terna armata con due terne di fasi ciascuna composta da un fascio di 3 conduttori di energia (con un totale di 18 conduttori) e una corda di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea; lo stesso assetto, ma con fascio di conduttori binato, si ha tra il sostegno capolinea e i portali di stazione, come meglio illustrato di seguito.

## **6.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto**

Per le caratteristiche principali dell'elettrodotto a 380 kV si faccia riferimento alla Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona B.

## **6.3 Distanza tra i sostegni**

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 400 m.

## **6.4 Conduttori e corde di guardia**

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm<sup>2</sup> 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.

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella tavola RQUT0000C2 allegata nel Doc. n. PSPPDI08094 "Componenti elettrodotti aerei a 380 kV ST e DT".

Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato). I conduttori di energia saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di circa 1000 mm<sup>2</sup>, composti da n. 91 fili di alluminio del diametro di 3,74 mm, con un diametro complessivo di 41,1 mm (tavola LC8 allegata nel Doc. n. PSPPDI08094 "Componenti elettrodotti aerei a 380 kV ST e DT"). Il carico di rottura teorico di tale conduttore sarà di 14486 daN. I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 12, arrotondamento per accesso di 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, in alluminio-acciaio con fibre ottiche, sarà del diametro di 17,9 mm (tavola LC 50 nel Doc. n. PSPPDI08094 "Componenti elettrodotti aerei a 380 kV ST e DT"), da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

#### **6.4.1 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 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
- **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 RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio
- **ZONA B** EDS=20% per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio

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, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

<b>ZONA A</b>	EDS=12.18%	per corda di guardia tipo	LC 23
	EDS=15%	per corda di guardia tipo	LC 50
<b>ZONA B</b>	EDS=11.60%	per corda di guardia tipo	LC 23

EDS=13,9 % per corda di guardia tipo LC 50

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

- -16°C in zona A
- -25°C in zona B.

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

## 6.5 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.

## 6.6 Sostegni

I sostegni saranno del tipo a doppia terna di tipologia tubolare monostelo, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, realizzati con elementi tronco-conici di acciaio zincati a caldo assemblati tramite innesto e/o bullonatura.

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.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto, da un tronco di fondazione, 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. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

L'elettrodotto a 380 kV doppia terna è 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 (di norma vanno da 15 a 54 m).



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

**SOSTEGNI 380 kV Doppia Terna TUBOLARI, ZONA B - EDS 20 %**

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“NDT” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	300 m	0°	0,10
“MDT” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	300 m	6°	0,15
“PDT” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	300 m	12°	0,20
“RDT” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	300 m	10°	0,20
“AL” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	600 m	15°	0,20
“AN” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	600 m	22°	0,20
“AM” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	800 m	30°	0,25
“AP” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	600 m	45°	0,30
“AC” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	600 m	66°	0,35
“AE” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	400 m	0-45°	0,35
“MV” Tubolare Monostelo	18 ÷ 51 m	400 m	6°	0,25

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 Cm,  $\delta$  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 Cm,  $\delta$  e K, ricade o meno all’interno dell’area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

**6.7 Isolamento**

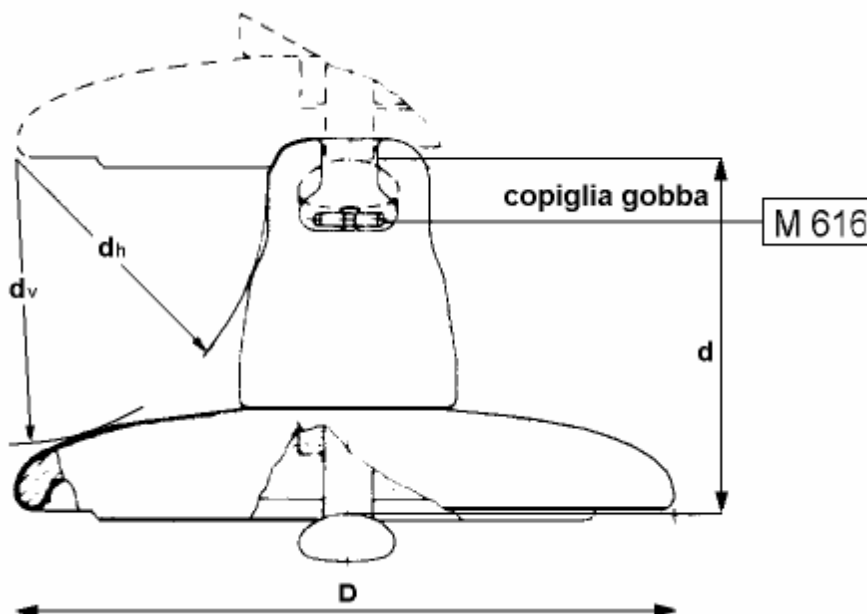
L’isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160 e 210 kN nei due tipi “normale” e “antisale”, connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amari e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 6.7.2. Le catene di sospensione saranno del tipo a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) o a mensole isolanti, mentre le

catene in amarro saranno tre in parallelo. Inoltre per i sostegni tubolari monostelo saranno utilizzati anche isolatori a bastone in porcellana (tav. LJ 21).

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

### 6.7.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate 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.



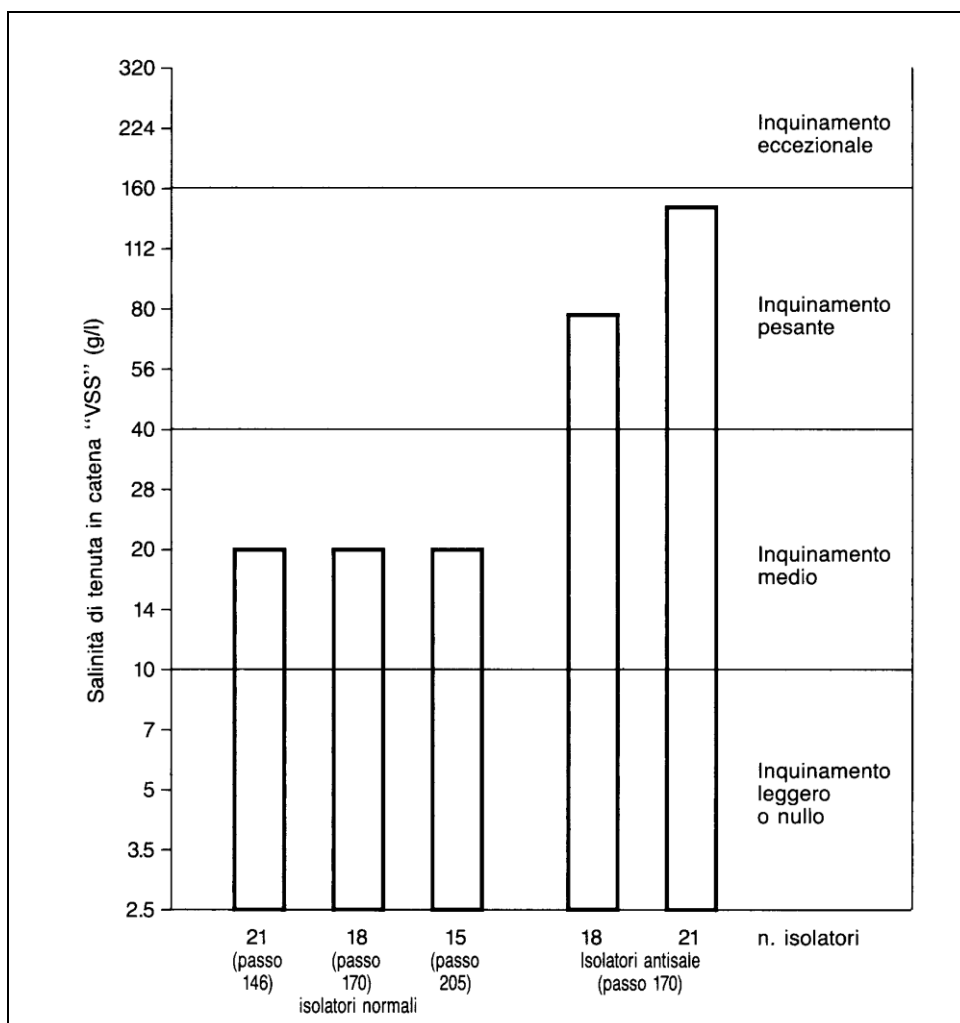
### 6.7.2 Caratteristiche elettriche

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, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate 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> </ul>	40

	<ul style="list-style-type: none"> <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>	
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.



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti a "isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc.

Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J1/3 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normale) per gli armamenti in amarro. Per i tratti di linea che verranno realizzati con sostegni a mensole isolanti, si è scelta la soluzione dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normale) e 2 isolatori (2x1650) tipo J21/1 (normale).

## 6.8 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 210 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.
- 360 kN utilizzato nei rami doppi degli armamenti di sospensione.

Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

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 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
		Ramo 1	Ramo 2	
a "V" semplice	380/1	210	210	VSS
a "V" doppio	380/2	360	360	VDD
a "L" semplice-	380/3	210	210	LSS
a "L" semplice-doppio	380/4	210	360	LSD
a "L" doppio-semplce	380/5	360	210	LDS
a "L" doppio	380/6	360	360	LDD
a mensole isolanti	LM86/LM90	2x210	300	MI
triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
doppio per amarro	387/2	2 x 120		DA
ad "I" per richiamo collo morto	392/1	30		IR

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

## 6.9 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di 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.

Per quel che riguarda i sostegni monostelo, le fondazioni sono di caratteristica a blocco unico, formata da parallelepipedi di base quadrata. Talvolta per adeguare la fondazione alla morfologia del terreno ed agli spazi, si ricorre al contributo con delle fondazioni profonde come trivellati, micropali, ancoraggi (di profondità variabile in funzione della litologia del terreno), collegati con un unico dado come blocco di fondazione.

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. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni";
- 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";
- Decreto Interministeriale 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

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 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 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.

### **6.10 Messe a terra dei sostegni**

In funzione della resistività del terreno misurata in sito, sarà redatto il progetto ad hoc per le messe a terra, in base alla normativa vigente.

### **6.11 Caratteristiche dei componenti**

Si rimanda per la parte relativa al 380 kV alla consultazione dell'elaborato Doc. n. PSPPEI08093 "Caratteristiche componenti elettrodotti aerei".

### **6.12 Terre e rocce da scavo**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

## **7 RUMORE**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

## **8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

## **9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

## **10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

## **11 AREE IMPEGNATE**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

## **12 FASCE DI RISPETTO**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).

## **13 SICUREZZA NEI CANTIERI**

Si faccia riferimento a quanto riportato nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. PSPPRI08078).