

**Razionalizzazione e sviluppo  
della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN)  
nella media valle del Piave**

**PIANO TECNICO DELLE OPERE – PARTE PRIMA  
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA  
Raccordi aerei direttrici 220KV Polpet – Vellai  
e 132KV Polpet – Nove cd La Secca**


**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 15/09/2010	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Elaborato		Verificato		Approvato
Carraretto F. AOT PD UPRI Lin		Montagner G. AOT UPRI Lin		Ferracin N. AOT PD UPRI

m010CI-LG001-r02

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	MOTIVAZIONI DELL'OPERA .....	3
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO .....	3
3.1	OPERE ATTRAVERSATE.....	3
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	4
4.1	Direttrice 220KV Polpet-Vellai .....	4
4.2	Direttrice 132KV Polpet-Nove cd La Secca.....	4
4.3	VINCOLI.....	9
4.4	DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI .....	9
5	CRONOPROGRAMMA .....	9
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE .....	9
6.1	PREMESSA.....	9
6.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO .....	10
6.3	DISTANZA TRA I SOSTEGNI .....	10
6.4	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA .....	10
6.4.1	Stato di tensione meccanica.....	11
6.5	CAPACITÀ DI TRASPORTO.....	12
6.6	SOSTEGNI .....	12
6.7	ISOLAMENTO .....	14
6.7.1	Caratteristiche geometriche.....	14
6.7.2	Caratteristiche elettriche.....	15
6.8	MORSETTERIA ED ARMAMENTI .....	18
6.8.1	Direttrice 220KV Polpet-Vellai .....	18
6.8.2	Direttrice 132KV Polpet-Nove cd La Secca.....	19
6.9	FONDAZIONI.....	20
6.10	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	21
6.11	CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	21
6.12	TERRE E ROCCE DA SCAVO .....	21
7	RUMORE.....	21
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	21
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	21
9.1	RICHIAMI NORMATIVI.....	21
9.2	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....	21
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	22
11	AREE IMPEGNATE.....	22
12	FASCE DI RISPETTO .....	22
13	SICUREZZA NEI CANTIERI.....	22
14	STIMA DEI COSTI.....	23

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 3 di 23

## 1 PREMESSA

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione.

Terna S.p.A., nell'ambito dei suoi compiti istituzionali e del vigente programma di sviluppo della Rete di Trasmissione (RTN), approvato dal ministero per lo Sviluppo Economico, intende realizzare un ampio piano di razionalizzazione della rete elettrica AT nell'area del medio Piave

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici, non contenuti nella Relazione Tecnica Generale relativa all'intero piano di razionalizzazione (Doc. n°RU22215A1BCX14001), dei raccordi aerei della direttrice 220KV Polpet-Vellai e della direttrice 132KV Polpet-Nove cd La Secca.

Per quanto riguarda i tratti interrati delle medesime direttrici si rimanda alla relazione tecnica specifica (Doc. n°RU22218B1BCX14181).

## 2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Si rimanda al paragrafo 2 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RU22215A1BCX14001)

## 3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

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.

I comuni interessati dal passaggio degli elettrodotti sono elencati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA
<i>Veneto</i>	<i>Belluno</i>	Ponte nelle Alpi	1.70 km
		Belluno	0.70 km

### 3.1 OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere attraversate dai raccordi aerei con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nella tabella sottostante. Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati nella planimetria in scala 1:10.000 Doc. n. DU22218B1BCX14191 allegata.

#### Direttrice 220KV Polpet - Vellai (tratto aereo)

Campata	Codice	Opera	Proprietario
01 02	D1	Fiume Piave	Genio Civile Regionale (Belluno)
05 06	D2	Valle detta Oltrevalle	Genio Civile Regionale (Belluno)
06 3a	D3	Valle di Maiucher	Genio Civile Regionale (Belluno)

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 4 di 23

## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

### 4.1 Direttrice 220KV Polpet-Vellai

L'intervento consiste nella realizzazione di un tratto di elettrodotto aereo in semplice terna in classe 220KV di raccordo tra il tratto in cavo interrato in uscita dalla stazione di Polpet e la restante parte di elettrodotto aereo in comune di Belluno.

Unitamente all'intervento sulla linea 220KV Soverzene-Scorzè, questo intervento consentirà la completa demolizione del tratto di elettrodotto in doppia terna 220KV che ora attraversa il centro abitato di Polpet.

Il tracciato, come risulta dalla planimetria con opere attraversate allegata (Doc. n° DU22218A1BCX14191) in scala 1:10.000, rientra nella fascia di fattibilità prevista nel protocollo d'intesa stipulato in data 31 marzo 2009 con i comuni di Soverzene, Ponte nelle Alpi e Belluno e la provincia di Belluno.

Il passaggio cavo-aereo avviene mediante l'impiego di un sostegno speciale dotato di una struttura montata sul tronco adatta a sostenere i terminali dei cavi e gli armadi delle apparecchiature di controllo e protezione. (cfr. doc. n° EU22215A1BCX1 4044).

Il sostegno viene infisso nelle immediate vicinanze del sostegno n° 13/1 in area golenale nei pressi del depuratore in comune di Ponte nelle Alpi.

Con un secondo sostegno sulla sponda opposta viene effettuato l'attraversamento del fiume Piave. Per i sostegni posti in area golenale in fase esecutiva verranno studiate fondazioni a trivellati che dovranno prevedere eventuali scalzamenti provocati dalla corrente e, per ridurre al minimo l'ostacolo al deflusso delle acque, posizionano la struttura metallica del traliccio ad una altezza superiore alla quota delle onde di piena previste con ritorni di 100 anni.

Da studi e simulazioni su documenti visionati anche presso Autorità di Bacino si può stimare che tali fondazioni potranno emergere dal piano campagna attuale di 1 o 2 metri.

Attraversato il Piave l'elettrodotto affianca la futura linea 220KV Polpet-Scorzè per poi raccordarsi al sostegno n° 3 (che verrà sostituito) in comune di Belluno.

Tale soluzione in variante rispetto al tracciato originario consente di eliminare l'attraversamento del nucleo abitato di Lastreghe in comune di Ponte nelle Alpi.

### 4.2 Direttrice 132KV Polpet-Nove cd La Secca

L'intervento consiste nella realizzazione in comune di Ponte nelle Alpi di un breve tratto di elettrodotto aereo in semplice terna in classe 132KV di raccordo tra il tratto in cavo interrato in uscita dalla stazione di Polpet e le restanti parti degli elettrodotti aerei Polpet-Nove e Polpet-La Secca che verranno messi in continuità. La nuova denominazione del collegamento sarà pertanto Polpet-Nove con derivazione (cd) La Secca.

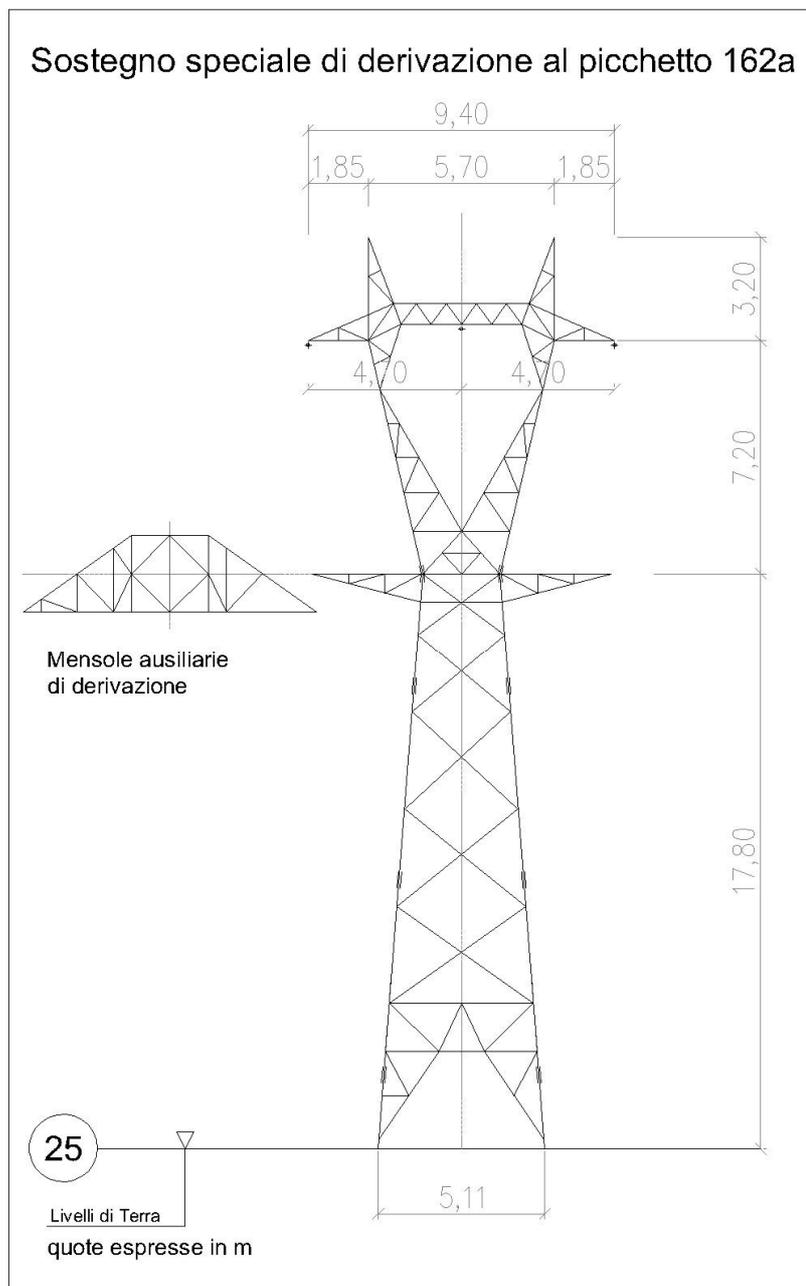
	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 5 di 23

Il tracciato, come risulta dalla planimetria con opere attraversate allegata (Doc. n° DU22218A1BCX14191) in scala 1:10.000, rientra nella fascia di fattibilità prevista nel protocollo d'intesa stipulato in data 31 marzo 2009 con i comuni di Soverzene, Ponte nelle Alpi e Belluno e la provincia di Belluno.

Il passaggio cavo-aereo avviene mediante l'impiego di un sostegno speciale dotato di una struttura montata sul tronco adatta a sostenere i terminali dei cavi e gli armadi delle apparecchiature di controllo e protezione. (cfr. doc. n°EU22215A1BCX1 4044).

Il sostegno viene infisso a monte del rione Santa Caterina tra le attuali campate 161-162 della linea Polpet-Nove. Verrà infisso inoltre un secondo sostegno nelle immediate vicinanze dell'attuale sostegno n°162 della stessa linea sul quale verranno raccordati i due elettrodotti.

Tale sostegno pur mantenendo la configurazione a delta sarà dotato di mensole ausiliarie poste alla sommità del tronco ove verranno ancorati i conduttori della derivazione come rappresentato nella figura sottostante.



La linea in direzione Nove verrà raccordata direttamente al sostegno di derivazione mentre per la linea in direzione La Secca sarà necessario sostituire il sostegno di rettifilo al picchetto n° 24 con un sostegno adeguato a sopportare le maggiori azioni dei conduttori dovute all'angolo di deviazione che si viene a creare.

La scelta progettuale di realizzare l'interramento degli elettrodotti da Polpet alla località Rione S. Caterina posta sulla sponda opposta al Piave è vincolata dalla realizzazione di una passerella ciclopedonale disposta per l'alloggiamento dei cavi che consentirà l'attraversamento del fiume Piave.

Infatti in questo punto il Piave ha scavato nella roccia un profondo canyon che ne rende impossibile dal punto di vista tecnico-economico l'attraversamento con un cavo interrato.

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 7 di 23

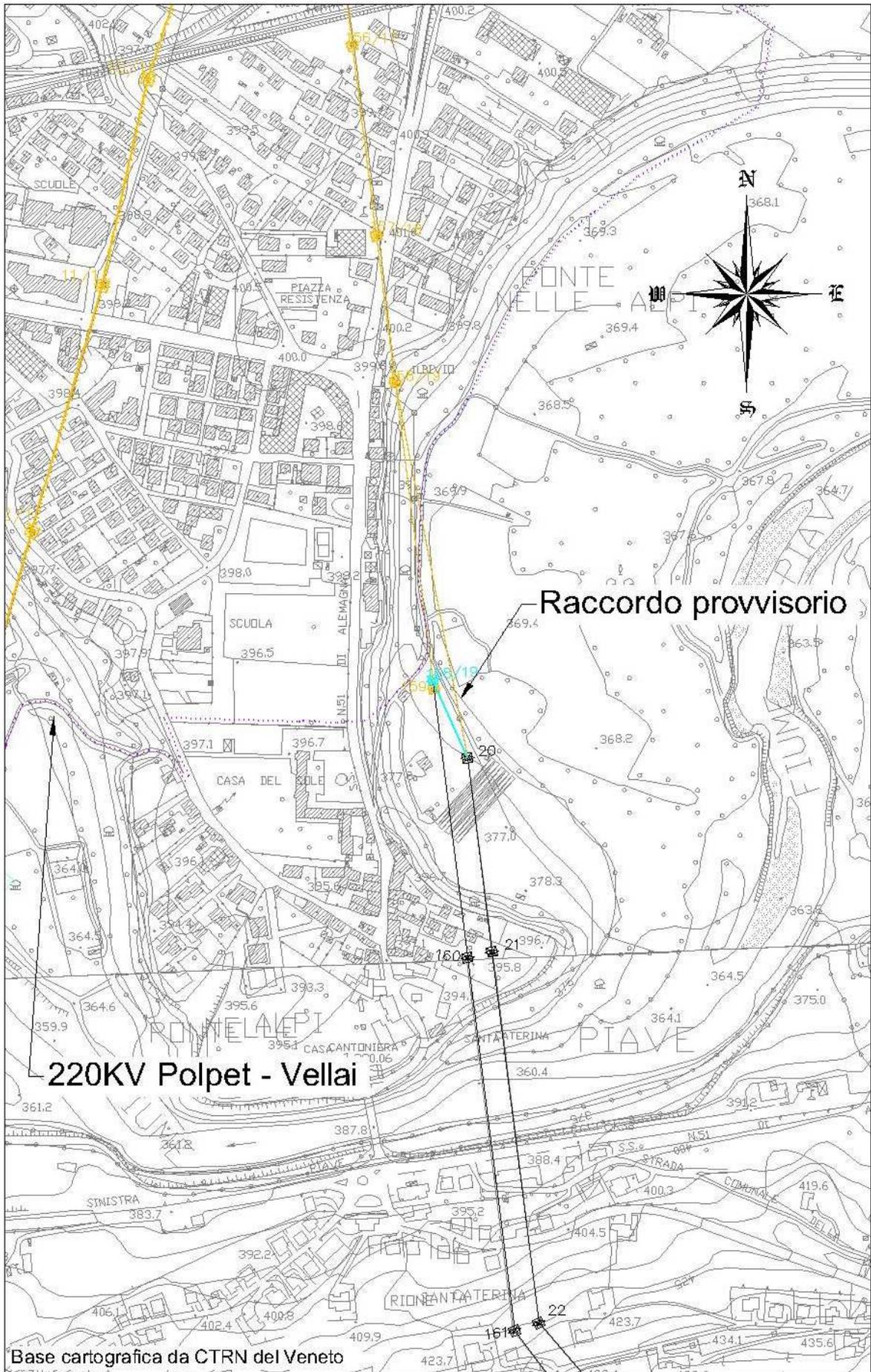
Tale passerella ciclopedonale verrà realizzata a circa 100m a valle dell'attuale ponte sulla strada statale n° 51 e sarà dotata di una struttura a cuni colo ove verranno disposti i cavi. È in fase di emissione un concorso di progettazione preliminare da parte del Comune di Ponte nelle Alpi ma alla data attuale non sono definibili i tempi di realizzazione dell'opera.

Come si evince dal programma cronologico gli interramenti soprattutto delle linee 132KV Polpet-Nove e Polpet - La Secca sono tra le prime opere da eseguirsi perché sono funzionali alla realizzazione della nuova sezione 220KV della stazione elettrica di Polpet e quindi dell'intera opera. Nelle more del completamento della passerella il progetto prevede quindi una eventuale fase provvisoria che effettua il l'attestamento del cavo interrato prima dell'attraversamento del Piave e consente così il rispetto del programma cronologico a prescindere dai tempi di realizzazione della passerella.

La posizione individuata corrisponde al punto ove il tracciato del cavo, subito dopo aver superato il centro abitato di Polpet, incrocia le linee aeree vedi stralcio CTR (non in scala) riportato nella figura sottostante.

Nelle immediate vicinanze del sostegno n° 159 della linea Polpet-Nove verrà infisso un sostegno speciale che consentirà l'ancoraggio delle due linee e sarà dotato di una struttura, analoga a quelle descritte sopra, per sostenere i terminali del cavo e le apparecchiature di controllo e protezione.

Quando verrà realizzata la passerella ciclopedonale, il progetto di interrimento verrà completato con la realizzazione del raccordo definitivo e tutte le strutture provvisorie sopra descritte verranno completamente demolite.



	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 9 di 23

### 4.3 VINCOLI

Il raccordo aereo della direttrice Polpet-Vellai , ricade in aree caratterizzate da vincoli sull'altezza di nuovi ostacoli derivanti dalla presenza dell'aeroporto 'Arturo dell'Oro' di Belluno,

In particolare ricade all'interno della Superficie Orizzontale Interna (IHS) definita dal "Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti" predisposto dall'ENAC, senza tuttavia che nessun sostegno fori tale superficie.

I sostegni e la fune di guardia, salvo diversa disposizione delle autorità competenti, saranno dotati di segnalazione diurna di ostacolo per il volo a bassa quota.

Relativamente ai vincoli di carattere paesaggistico, ambientale e archeologico che interessano l'area oggetto dell'intervento si faccia riferimento allo studio di impatto ambientale redatto dallo Studio Mastella (doc. n°22215A1BCX11380).

### 4.4 DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI

Si faccia riferimento al punto 4.6 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RU22215A1BCX14001).

## 5 CRONOPROGRAMMA

I raccordi aerei sono vincolati alla realizzazione dei tratti in cavo interrato ed al completamento della nuova sezione 220KV presso la stazione di Polpet.

Il programma di massima dei lavori è riportato nel documento TU22215A1BCX14005.

## 6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

### 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).

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 10 di 23

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, 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°EU22215A1BCX14046 "Caratteristiche componenti linee aeree classe 220KV".

## 6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche del raccordo 220KV Polpet-Vellai sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Corrente nominale (per fase)	500 A
Potenza nominale	200 MVA

Le caratteristiche elettriche del raccordo 132KV Polpet-Nove cd La Secca sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente nominale (per fase)	500 A
Potenza nominale	120 MVA

## 6.3 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; nei raccordi in oggetto la campata media si aggira a 340m per il raccordo 220KV e 180m per il raccordo 132KV.

## 6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Per entrambi i raccordi ciascuna fase elettrica sarà costituita 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 (Tavola RQUT0000C2 allegata).

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

Fermo restando le caratteristiche dimensionali che determinano le azioni sui sostegni e sulle fondazioni, in fase esecutiva potrà essere utilizzato un conduttore realizzato con materiali innovativi che garantiscono una maggiore vita utile del conduttore.

Gli elettrodotti saranno inoltre equipaggiati con una corda di guardia (due corde nel raccordo 132KV) destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

La corda di guardia sarà in acciaio zincato rivestito di alluminio (alumoweld) (LC51) del diametro di 11.50 mm e sezione 80.66 mm composta da 7 fili del diametro di 3.83mm.

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 11 di 23

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 9000 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio incorporante fibre ottiche, del diametro di 11.5 mm (tavola UX LC 59), 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

La linea in oggetto è situata totalmente in "ZONA B".

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

- **ZONA B**    EDS=18%    per conduttore tipo LC2 direttrice 220KV  
                   EDS=12%    per conduttore tipo LC2 direttrice 132KV

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:

- **ZONA B**    EDS=11.2%    per corda di guardia LC51

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 12 di 23

Per fronteggiare le conseguenze dell'asestamento 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:

- -22°C 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 della direttrice 132KV saranno del tipo a delta rovescio a semplice terna di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati.

I sostegni della direttrice 220KV saranno del tipo tronco piramidale a semplice terna di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati.

I sostegni di raccordo aereo-cavo saranno dotati di supporti atti a sostenere le terminazioni dei cavi e gli armadi del sistema di controllo e protezione. Si faccia riferimento alla citata relazione tecnica specifica relativa agli interramenti (doc. n°RU222 18B1BCX14181).

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 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. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

La tipologia dei sostegni con testa a delta rovesciato, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consente una drastica riduzione dell'ingombro verticale e quindi dell'impatto visivo ed inoltre, viste le caratteristiche climatiche dell'area, la maggiore separazione orizzontale delle fasi garantisce distanze maggiori in caso di sovraccarichi di neve e ghiaccio sui conduttori.

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 13 di 23

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 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. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde 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.

L'elettrodotto a 132 kV semplice terna è realizzato utilizzando una serie 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, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

**SOSTEGNI 220 kV semplice terna a triangolo - ZONA B**  
**Conduttore All-Acc D=31.50mm EDS 18 %**

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" Normale	12 ÷ 36 m	400 m	4° 40'	0,2080
"M" Medio	12 ÷ 36 m	400 m	9° 18'	0,2792
"P" Pesante	12 ÷ 36 m	400 m	17° 46'	0,3492
"V" Vertice	12 ÷ 48 m	400 m	32° 28'	0,3492
"C" Capolinea	12 ÷ 36 m	400 m	60°	0,3492
"E" Eccezionale	12 ÷ 36 m	400 m	90°	0,3492

**SOSTEGNI 132 kV semplice terna a delta - ZONA B**  
**Conduttore All-Acc D=31.50mm EDS 12 %**

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"MY" Normale	10 ÷ 34 m	350 m	5° 24'	0,1117
"VY" Vertice	10 ÷ 34 m	350 m	29°	0,3219
"EY" Capolinea	10 ÷ 34 m	350 m	88° 52'	0,3219

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:

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 14 di 23

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.

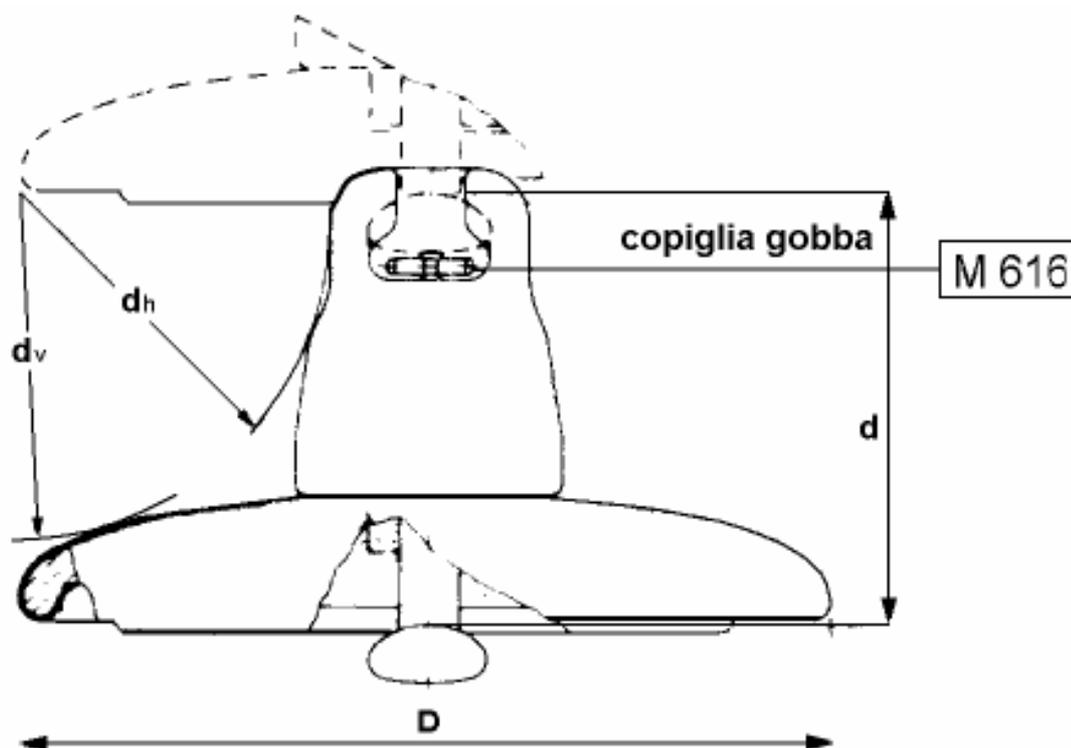
## 6.7 ISOLAMENTO

L'isolamento dell'elettrodotto in progetto, previsto per una tensione massima di esercizio di 240 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 9 elementi per le linee 132KV e 14 elementi per le linee 220 KV come indicato nei grafici riportati al successivo paragrafo 5.7.2. Le catene di sospensione saranno del tipo a I (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno due in parallelo.

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.

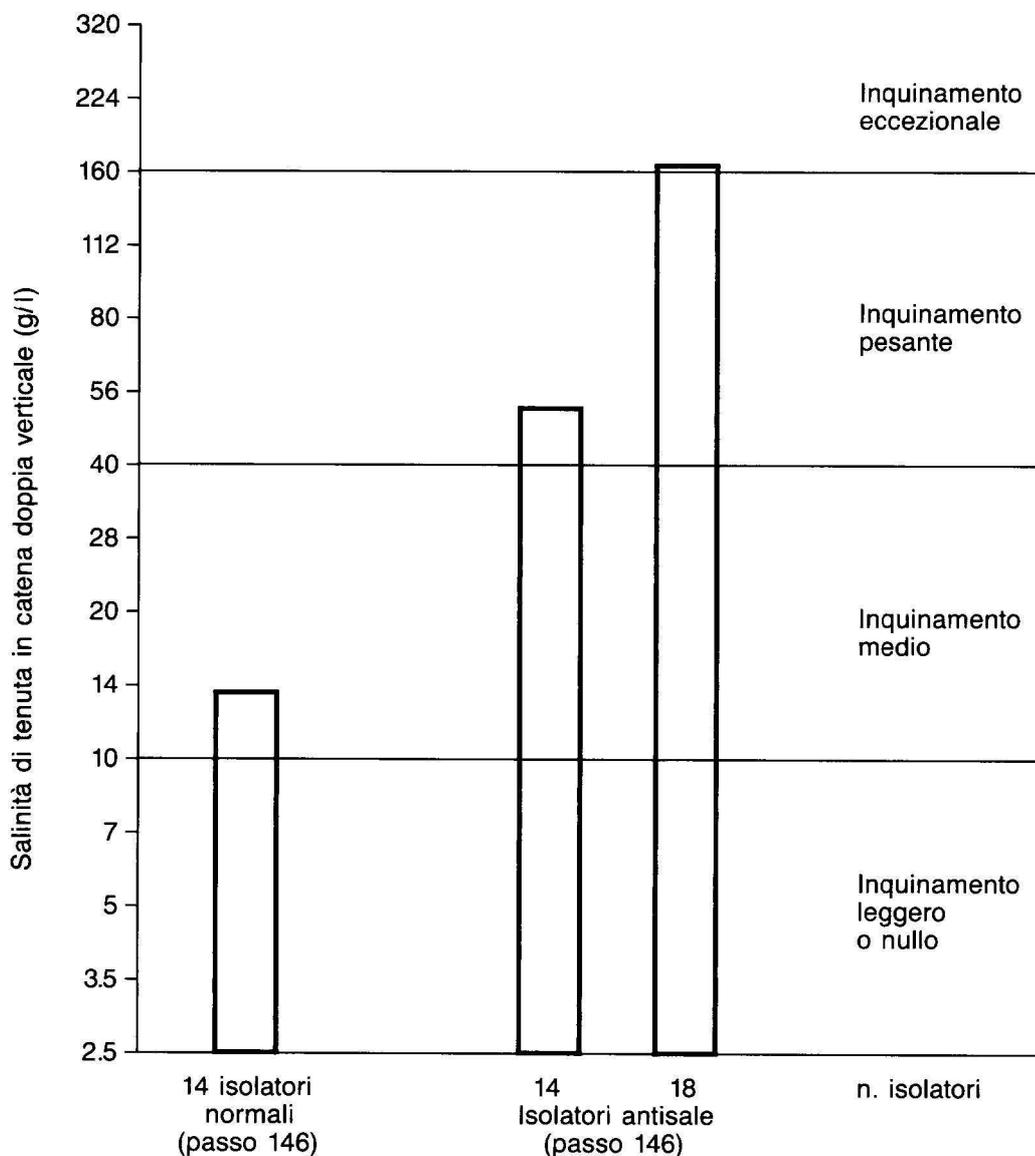
Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a 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> <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.

### Elettrodotti 220KV

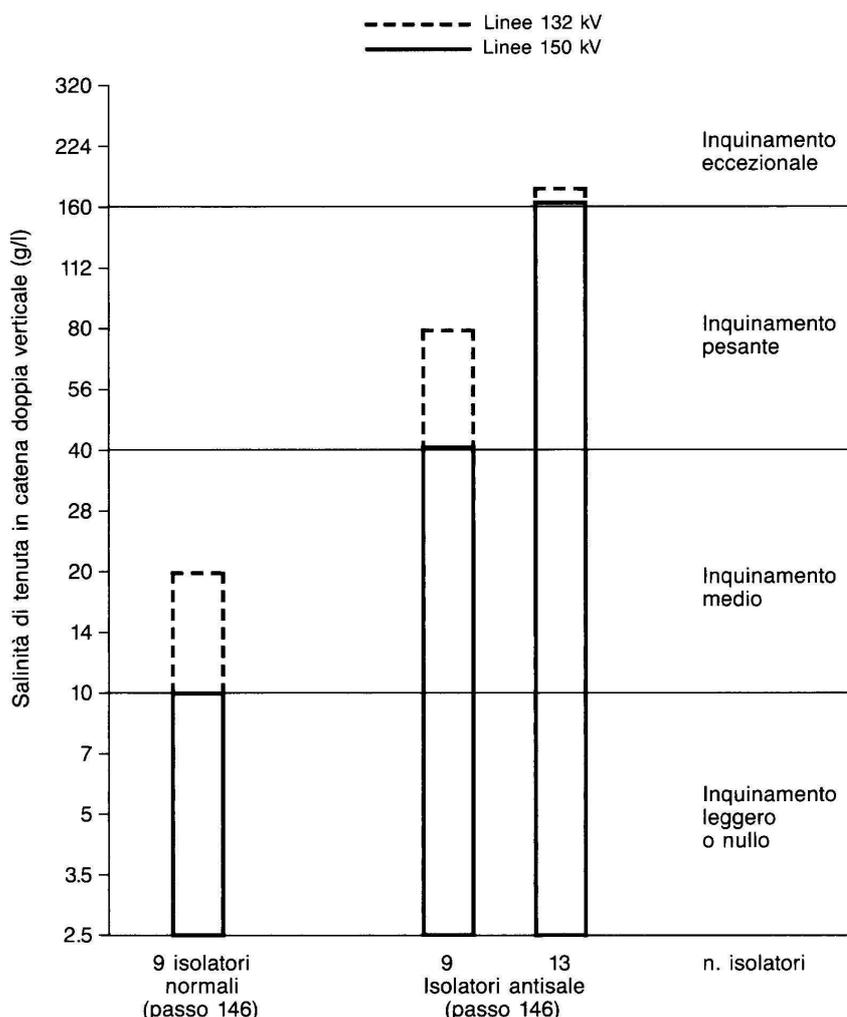


Per le linee che attraversano zone con inquinamento nullo o leggero si impiegano catene composte da 14 elementi di tipo 'normale'.

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. Perciò nel caso risultassero insufficienti 14 isolatori 'normali' si passerà direttamente a 14 elementi 'Antisale' e se ancora insufficiente si potranno adottare fino a 18 elementi 'Antisale' che garantiscono la completa copertura del livello di inquinamento 'pesante'. (In questo caso bisogna tener conto delle mutate prestazioni dei gruppi mensola e dell'altezza utile del sostegno).

Nei rari casi di inquinamento 'eccezionale' si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, in grassaggi ecc.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico nullo o leggero e quindi si è scelta la soluzione dei 14 isolatori (passo 146) tipo J1/2 (normale) per tutti gli armamenti.



Per le linee che attraversano zone con inquinamento nullo o leggero si impiegano catene composte da 9 elementi di tipo 'normale'.

Negli altri casi l'aumento del numero di elementi è sconsigliato poiché si ridurrebbero l'altezza utile del sostegno e le prestazioni geometriche dei gruppi mensola. Perciò nel caso risultassero insufficienti 9 isolatori 'normali' si passerà direttamente a 9 elementi 'Antisale' e se ancora insufficiente si potranno adottare fino a 13 elementi 'Antisale' che garantiscono la completa copertura del livello di inquinamento 'pesante'. (In questo caso bisogna tener conto delle mutate prestazioni dei gruppi mensola e dell'altezza utile del sostegno).

Nei rari casi di inquinamento 'eccezionale' si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, in grassaggi ecc.

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

## 6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

### 6.8.1 Direttrice 220KV Polpet-Vellai

Gli elementi di morsetteria per linee in classe 220 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 singolo ramo degli armamenti.

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 in classe 220 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA	SIGLA
		(kN)	
a "I" semplice	370/1	120	SS
a "I" doppio	370/2	120	DS
a "M" doppio	370/3	210	M
Singolo per amarro	372/1	120	SA
Doppio per amarro rovescio	372/2	210	DA

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).

### **6.8.2 Direttrice 132KV Polpet-Nove cd La Secca**

Gli elementi di morsetteria per linee in classe 132 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:

- 70 kN utilizzato per singolo ramo degli armamenti.
- 120 kN utilizzato per i componenti e le morse 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 in classe 132 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA	SIGLA
		(kN)	
a "I" semplice	360/1	70	SS
a "I" doppio	360/2	120	DS

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 20 di 23

a "M" semplice	360/3	120	M
Singolo per amarro	362/1	70	SA
Doppio per amarro	362/2	120	DA

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 quattro piedi e delle relative 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.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- 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.

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

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 21 di 23

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 fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia).

## **6.10 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.

## **6.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI**

Si rimanda alla consultazione dei seguenti elaborati:

EU22215A1BCX14044 "Caratteristiche componenti in cavo"

EU22215A1BCX14045 "Caratteristiche Componenti linee in classe 132KV"

EU22215A1BCX14046 "Caratteristiche Componenti linee in classe 220KV"

## **6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Si faccia riferimento a punto 6.1 della Relazione Tecnica Generale e alla Relazione Terre e Rocce da Scavo (Doc. n°RU22215A1BCX11383)

## **7 RUMORE**

Si faccia riferimento al punto 7.1 della relazione Tecnica Generale (Doc. RU22215A1BCX14001)

## **8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE**

Per l'inquadramento geologico dell'area si rimanda alla Relazione Geologica Preliminare (Doc. n°RU22215A1BCX11382).

## **9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

### **9.1 RICHIAMI NORMATIVI**

Si rimanda al punto 10.1 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n°RU22215A1BCX14001).

### **9.2 CALCOLO DEI 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

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 22 di 23

proporzionale alla corrente che vi circola, ed entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

Per l'analisi e i calcoli relativi all'andamento del campo elettrico e del campo magnetico prodotto si faccia riferimento all'Appendice 'C' - " Valutazioni sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati" (doc. n. EU22215A1BCX14050).

## 10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si faccia riferimento al punto 10 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RU22215A1BCX14001).

## 11 AREE 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 per parte rispetto l'asse linea per elettrodotti aerei 220 kV in semplice e doppia terna;
- 16 m per parte rispetto l'asse linea per elettrodotti aerei 132 kV in semplice e doppia terna;

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

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

- 40 m per parte rispetto l'asse linea per elettrodotti aerei 220 kV;
- 30 m per parte rispetto l'asse linea per elettrodotti aerei 132 kV;

Le planimetrie catastali 1:2000 riportano l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare dei sostegni e la fascia delle 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) sono stati censiti tramite visura presso l'Agenzia del Territorio e riportati nelle tabelle allegati.

Per la consultazione delle planimetrie e dell'elenco proprietari si rimanda all'Appendice A (Doc. n° EU22215A1BCX14030).

## 12 FASCE DI RISPETTO

Si faccia riferimento al punto 12 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n° RU22215A1BCX14001).

## 13 SICUREZZA NEI CANTIERI

Si faccia riferimento al punto 13 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n° RU22215A1BCX14001).

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Raccordi aerei direttrice 220KV Polpet-Vellai e</b> <b>132KV Polpet-Nove cd La Secca</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU22218B1BCX14190</b>	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 23 di 23

## 14 STIMA DEI COSTI

L'importo stimato dell'opera oggetto della presente relazione è di:

- € 1.0 milioni, di cui € 0.9 milioni di costo dei lavori al netto di IVA e € 0.1 milioni di spese generali al netto di IVA per il raccordo aereo 220KV Polpet-Vellai
- € 0.5 milioni, di cui € 0.45 milioni di costo dei lavori al netto di IVA e € 0.05 milioni di spese generali al netto di IVA per il raccordo aereo 132KV Polpet-Nove