

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

**PIANO TECNICO DELLE OPERE – PARTE PRIMA
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
Direttrice 132KV Polpet - Belluno**



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	VINCOLI AEROPORTUALI	6
4.2	DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI	7
5	CRONOPROGRAMMA	7
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	7
6.1	PREMESSA.....	7
6.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	8
6.3	DISTANZA TRA I SOSTEGNI	8
6.4	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	8
6.4.1	Stato di tensione meccanica.....	9
6.5	CAPACITÀ DI TRASPORTO.....	10
6.6	SOSTEGNI	10
6.7	ISOLAMENTO	12
6.7.1	Caratteristiche geometriche.....	12
6.7.2	Caratteristiche elettriche.....	13
6.8	MORSETTERIA ED ARMAMENTI.....	15
6.9	FONDAZIONI.....	16
6.10	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	17
6.11	CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	17
6.12	TERRE E ROCCE DA SCAVO	17
7	RUMORE.....	17
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	17
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	18
9.1	RICHIAMI NORMATIVI.....	18
9.2	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	18
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	18
11	AREE IMPEGNATE.....	18
12	FASCE DI RISPETTO	18
13	SICUREZZA NEI CANTIERI.....	19
14	STIMA DEI COSTI.....	19

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), della direttrice 132KV Polpet-Belluno comprensiva dei raccordi delle linee 132KV Sospirolo-Belluno e 132KV Sedico-Belluno alla cabina primaria di Belluno.

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 dell'elettrodotto sono elencati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA
Veneto	<i>Belluno</i>	Ponte nelle Alpi	2.2 km
		Belluno	6.2 km

3.1 OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere attraversate 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. DU23798A1BCX14202 allegata.

Collegamento 132KV Polpet-Belluno

Campata	Codice	Opera	Proprietario
1 2	E1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
	E2	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave
	E3	Strada comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
12 13	E4	Rio Secco	Genio Civile Regionale (Belluno)
22 23	E5	Rio Angela	Genio Civile Regionale (Belluno)
25 26	E6	Valle di Vio	Genio Civile Regionale (Belluno)
27 28	E1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 132KV Polpet- Belluno Relazione tecnico illustrativa		Codifica RU23798A1BCX14201	
			Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 4 di 19

29	30	E7	Strada comunale	Comune di Belluno
		E8	Rio di Cusighè	Genio Civile Regionale (Belluno)
31	32	E1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A.
		E7	Strada comunale	comune di Belluno
		E9	Valle Cruda	Genio Civile Regionale (Belluno)
32	33	E1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A.
35	101b	E10	Rio della Gola	Genio Civile Regionale (Belluno)
		E7	Strada comunale	Comune di Belluno

Raccordo 132KV Sospirolo -Belluno

Campata	Codice	Opera	Proprietario	
41	40a	E7	Strada comunale	Comune di Belluno
		E1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A.
		E1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
40a	101b	E7	Strada comunale	Comune di Belluno

Raccordo 132KV Sedico -Belluno

Campata	Codice	Opera	Proprietario	
98	99a	E11	Torrente Ardo	Genio Civile Regionale (Belluno)
100a	101a	E7	Strada comunale	Comune di Belluno
		E1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

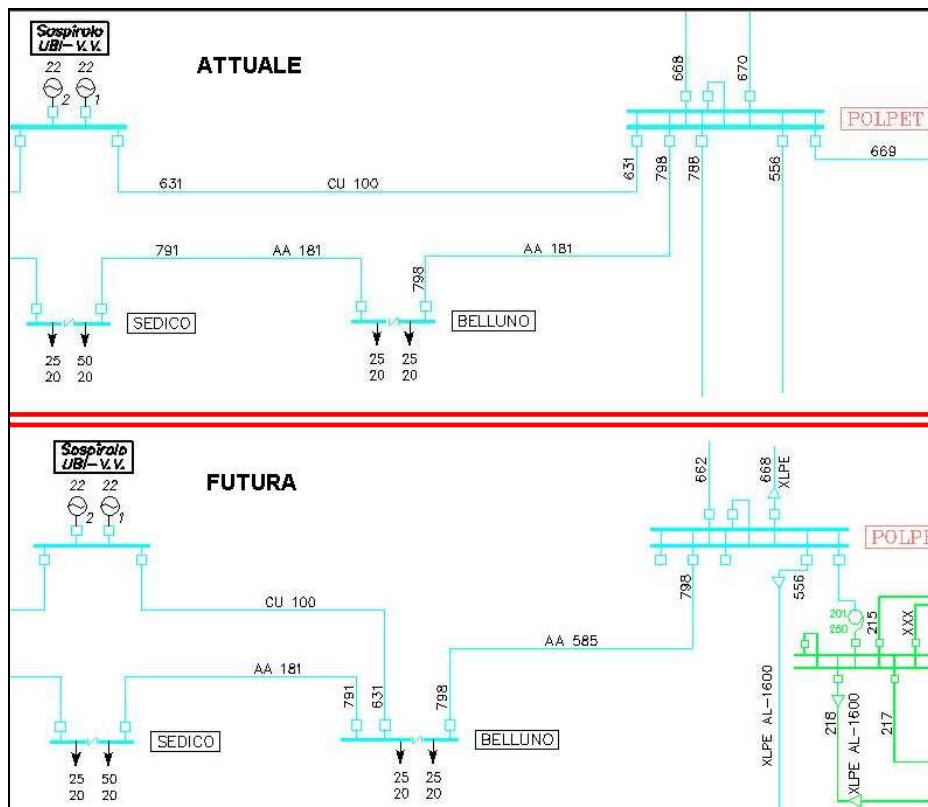
L'intervento qui descritto comprende le seguenti attività:

- Il potenziamento del collegamento Polpet - Belluno
- L'adeguamento ed il raccordo dell'attuale ingresso in doppia terna alla CP di Belluno
- La realizzazione di un nuovo ingresso alla CP di Belluno della linea 132KV Sedico-Belluno.

I tracciati, come risultano dalla planimetria con opere attraversate allegata (Doc. n° DU23662A1BCX14202) in scala 1:10.000, rientrano 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.

Attualmente la Cabina Primaria (CP) di Belluno è connessa alla stazione di Polpet e alla CP di Sedico mentre l'elettrodotto 132kV Polpet – Sospirolo transita nei pressi della CP parallelo al collegamento Polpet - Belluno.

Nella figura sottostante si riporta uno stralcio dello schema (Doc. n° WU22215A1BCX14003) che mostra l'assetto attuale e futuro della rete peresso la cabina primaria di Belluno.



Collegamento 132KV Polpet-Belluno

L'intervento di razionalizzazione prevede l'accorpamento delle due linee in uscita dalla stazione di Polpet (Polpet-Belluno e Polpet-Sospirolo) nel tratto Polpet – Belluno realizzando un unico elettrodotto aereo in semplice terna con sostegni e componenti in classe 132kV.

Per consentire la realizzazione della nuova sezione 220KV nella stazione di Polpet l'elettrodotto si atterrerà sul lato nord della sezione 132KV di Polpet quindi con due sostegni che deviano la linea di 90° il tracciato punta in direzione sud.

In uscita dalla stazione elettrica vengono sottopassati gli elettrodotti 220KV Polpet-Lienz e Polpet-Soverzene quindi il tracciato risale leggermente il pendio del monte Serva affiancando a 40-50m a l'elettrodotto 220KV Polpet-Scorzè.

Raggiunto il comune di Belluno l'elettrodotto si separa dalla linea 220KV che punta a sud-est e si raccorda all'attuale tracciato della linea Polpet-Sospirolo. e successivamente utilizza la fascia delle linee esistenti (Polpet-Belluno e Polpet-Sospirolo) scegliendo il percorso che ottimizza i passaggi in prossimità delle abitazioni rurali lì presenti.

Raggiunta località Pianon si raccorda al tratto in doppia terna in ingresso alla Cabina primaria (CP) di Belluno con un nuovo sostegno, al picchetto n° 101, in doppia terna posto nelle immediate vicinanze di quello attuale. Terna si riserva di utilizzare il sostegno 101 esistente a fronte di un esito positivo di approfondite verifiche strutturali sulla struttura a traliccio e sulle fondazioni.

Nel tratto in doppia terna in ingresso a Belluno per garantire la stessa capacità di trasporto della dorsale senza aumentare le azioni trasmesse ai sostegni ed alle fondazioni e senza diminuire i

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 132KV Polpet- Belluno Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU23798A1BCX14201	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 6 di 19

franchi verso terra e verso le opere attraversate verrà installato un conduttore innovativo in lega di alluminio (cfr. punto 6.4).

Questa soluzione progettuale consente di non intervenire nel tratto in doppia terna mantenendo i sostegni attuali.

Raccordo 132KV Sospirolo-Belluno

A seguito dello smantellamento del tratto Belluno-Polpet la linea verrà raccordata in località Pianon al tratto in doppia terna in ingresso alla CP di Belluno utilizzando la terna di conduttori ora della linea Sedico-Belluno.

Il raccordo viene eseguito con l'infissione di un nuovo sostegno al picchetto n° 40 posto nelle immediate vicinanze dell'attuale che verrà demolito che consente la deviazione al tracciato per raggiungere il nuovo sostegno di raccordo al picchetto n° 101.

Raccordo 132KV Sedico-Belluno

Poiché l'attuale ingresso alla CP di Belluno viene utilizzato dalla futura linea Sospirolo-Belluno si rende necessario realizzare un breve tratto di elettrodotto in semplice terna che raccorda la linea proveniente da Sedico alla CP di Belluno.

Presso la CP di Belluno, di proprietà e a cura di Enel Distribuzione, verrà allestito un nuovo stallo linea su un'area già predisposta.

4.1 VINCOLI AEROPORTUALI

L'elettrodotto, 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 Conica ed Orizzontale Interna (IHS) definita dal "Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti" predisposto dall'ENAC, con alcuni sostegni che foreranno tali superfici.

A riguardo è stato predisposto uno specifico studio aeronautico che dimostra la compatibilità dell'opera con le operazioni di volo dell'aeroporto.

Si riportano in calce le note conclusive dello studio aeronautico il cui documento (doc. DA22217B1BCX13575) è allegato al presente progetto:

Dalle analisi condotte sulla base del modello tridimensionale dello scenario aeroportuale e attraverso l'applicazione delle normative aeronautiche, possiamo concludere che dei nuovi elettrodotti in progetto, la linea 798 risulta essere ininfluente ai fini della sicurezza in quanto ricade in un'area occupata dalle pendici del Monte Serva che la rendono di fatto area interdotta alla circuitazione. Lo stesso si può dire per il tratto iniziale della linea 217 prima dell'attraversamento del prolungamento asse pista. Per la parte restante di linea 217 nelle due varianti A e B, in entrambi i casi i tralicci che attraversano le superfici ostacolo non diminuiscono la sicurezza delle operazioni in quanto, nel caso della variante A, tali ostacoli non vanno a diminuire la separazione minima richiesta nell'area di circuitazione di 90 m ed inoltre il numero

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 132KV Polpet- Belluno Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU23798A1BCX14201	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 7 di 19

complessivo di attraversamenti dei panni ostacoli diminuisce rispetto allo stato di fatto. Nel caso B i tralicci si trovano in un'area, che con la sua orografia (in alcuni punti più alta della cima dei più alti ostacoli) non rispetta la separazione richiesta. Quindi, o viene considerato questo settore come area di non circuitazione o viene rivista la quota di circuitazione considerando come ostacolo prevalente il terreno, in entrambi i casi la presenza dei tralicci è ininfluente.

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).

4.2 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

Per la direttrice in oggetto l'attività realizzativa è vincolata all'allestimento del terzo stallo linea presso la cabina primaria di Belluno.

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).

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°EU22215A1BCX14045 "Caratteristiche componenti linee aeree classe 132KV".

6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto 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; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 250m.

6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da un conduttore costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585.3 mm² 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.

Nel tratto in doppia terna in ingresso alla cabina primaria di Belluno per il solo collegamento Polpet-Belluno verrà sostituito il conduttore esistente con un conduttore avente la stessa capacità di trasporto del conduttore impiegato nella dorsale ma avente caratteristiche meccaniche tali da garantire la stabilità dei sostegni e delle fondazioni esistenti e nel contempo garantire gli stessi franchi verso il suolo e le opere attraversate.

Il conduttore utilizzato è una corda in lega di alluminio (ZTAL) – lega Fe-Ni rivestita di alluminio (ACI) del diametro complessivo di 22.75mm , sezione 306.94 mm² e composta da 30 fili in lega di alluminio del diametro di 3.25mm e 7 fili in lega Fe-Ni del diametro di 3.25mm (Tavola UX LC17).

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 9872 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 11,00 superiore a quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto Polpet-Belluno sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia (una corda di guardia per il raccordo Sedico-Belluno) destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Ciascuna corda di guardia, in acciaio zincato del diametro di 10,50 mm e sezione di 65.81 mm², sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,10 mm (tavola LC 21).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 10196 daN.

La fune di alumoweld (LC51) del diametro di 11.50 mm, sezione 80.66 mm² avendo conducibilità elettrica doppia della fune di acciaio sarà installata nelle prime campate in uscita-ingresso dalle stazioni elettriche.

In alternativa è possibile l'impiego di una o di due corde di guardia in alluminio-acciaio con 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=12% per il conduttore tipo LC 2 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:

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 132KV Polpet- Belluno Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU23798A1BCX14201	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 10 di 19

- **ZONA B** EDS=11.4% per corda di guardia LC21
 EDS=11.2% per corda di guardia LC51

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:

- -9°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.

Anche il tratto in doppia terna in ingresso alla cabina primaria di Belluno, il quale impiega il conduttore ZTAL-ACI, avrà la stessa capacità di trasporto della dorsale.

6.6 SOSTEGNI

I sostegni del collegamento Polpet-Belluno 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 del raccordo Sedico-Belluno saranno del tipo tronco-piramidale e testa a 'pino' a semplice terna di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati.

Il sostegno in doppia terna di raccordo tra la dorsale Polpet-Belluno-Sospirolo e l'ingresso in doppia terna alla cabina primaria di Belluno sarà sostituito con un sostegno avente le stesse caratteristiche geometriche ma con prestazioni meccaniche atte a sopportare i nuovi conduttori.

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 riducendo così l'impatto nelle aree soggette a vincolo aeronautico.

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 (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

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

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

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" Normale	9 ÷ 33 m	350 m	0°44'	0,0770
"M" Medio	9 ÷ 33 m	350 m	5°24'	0,1117
"P" Pesante	9 ÷ 48 m	350 m	14°44'	0,1816
"V" Vertice	9 ÷ 33 m	350 m	31°12'	0,4857
"C" Capolinea	9 ÷ 33 m	350 m	59°06'	0,1816
"E" Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	88°52'	0,3219

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 132KV Polpet- Belluno Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU23798A1BCX14201	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 12 di 19

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 , δ 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 δ 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 , δ e K , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

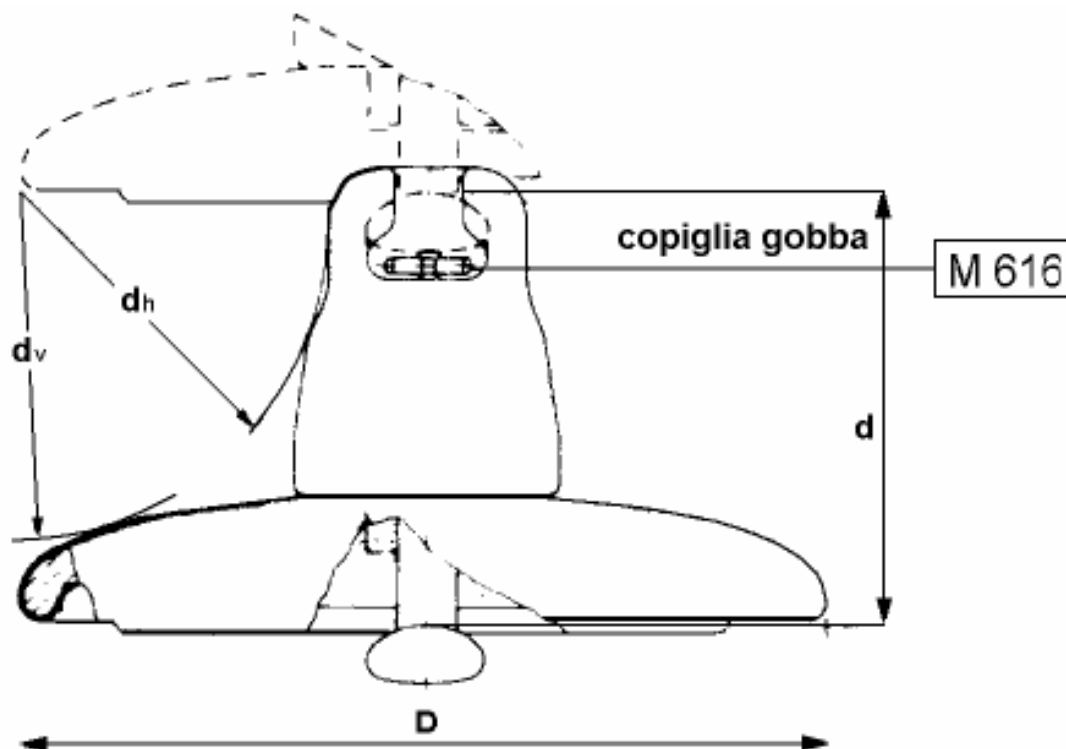
6.7 ISOLAMENTO

L'isolamento dell'elettrodotto in progetto, previsto per una tensione massima di esercizio di 170 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 come indicato nel grafico riportato 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

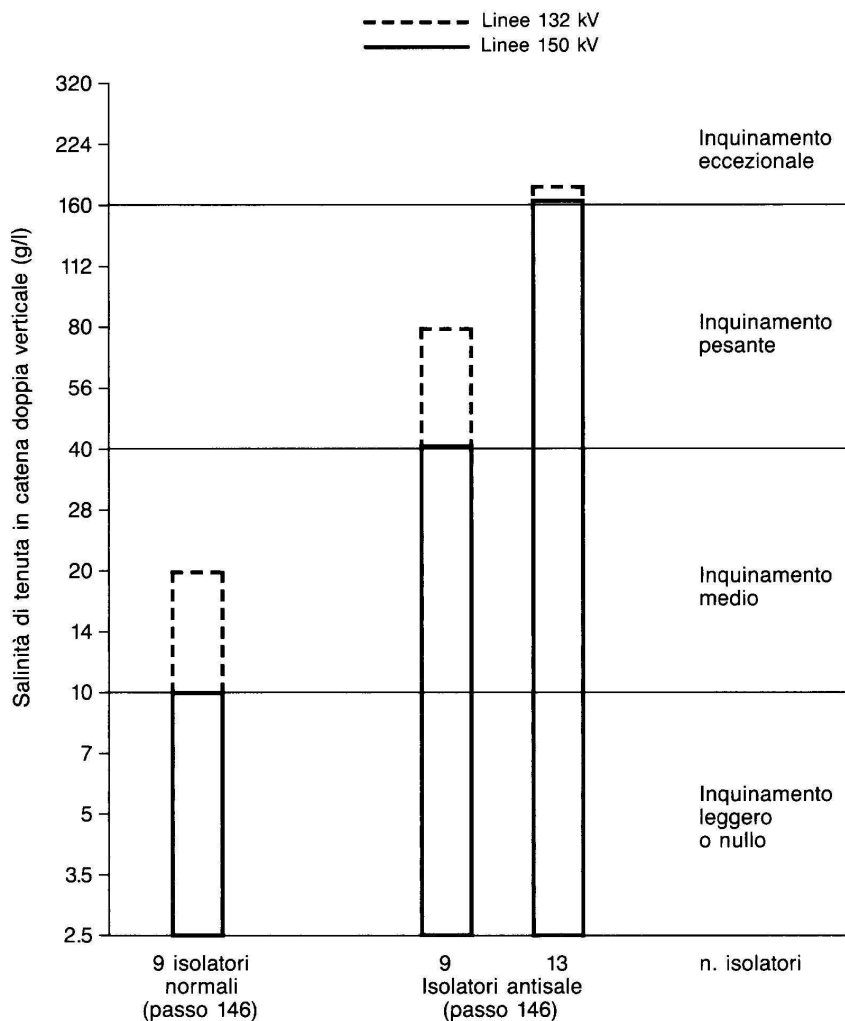
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

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 ²)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose <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"> • Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3) 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> • Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> • Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(*)

- (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 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

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
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.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 132KV Polpet- Belluno Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU23798A1BCX14201	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 17 di 19

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

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 dell'elaborato Doc. n. EU22215A1BCX14045 "Caratteristiche Componenti linee in classe 132KV"

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).

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 132KV Polpet- Belluno Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU23798A1BCX14201	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 18 di 19

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 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 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 16 m per parte dall'asse linea.

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

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di circa 30 m per parte dall'asse linea.

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'Agencia 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).

14 STIMA DEI COSTI

L'importo stimato dell'opera oggetto della presente relazione è di € 3,0 milioni, di cui € 2.8 milioni di costo dei lavori al netto di IVA e € 0.2 milioni di spese generali al netto di IVA.