



COMUNE DI
VILLACIDRO



COMUNE DI
SAN GAVINO MONREALE



PROVINCIA DEL
MEDIO CAMPIDANO



MINISTERO DELLA
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE DI
SANLURI



COMUNE DI
SERRAMANNA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "VILLACIDRO 3" E OPERE CONNESSE

COMUNI DI VILLACIDRO E SAN GAVINO MONREALE (VS)

POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE IN RETE 50.000 kW
POTENZA MASSIMA INSTALLATA PANNELLI 51.300 kWp

B

PROGETTO OPERE DI RETE

DATA
25/02/2022

REVISIONE
1

SCALA
-

CODICE

B.17

TITOLO

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA MISE TELECOMUNICAZIONI

IL PROPONENTE

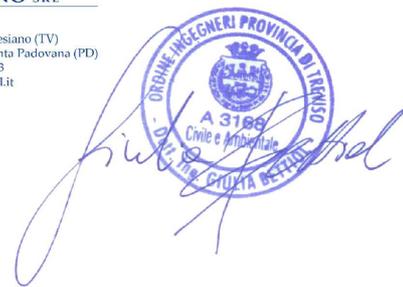
GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.
Piazza del Grano, 3
39100 Bolzano (BZ)

IL PROGETTISTA



BETTIOL ING. LINO S.R.L.
Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)
S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)
Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273
E-mail: bettiolinglinosrl@legalmail.it



GREENENERGYSARDEGNA2

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 39100 Bolzano (BZ)



Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. MOTIVAZIONI DELL'OPERA	4
3. UBICAZIONE E OPERE ATTRAVERSATE	6
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	9
5. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO	10
5.1. PREMESSA.....	10
5.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	10
5.3. CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	11
5.1.1. Stato di tensione meccanica.....	11
5.4. CAPACITÀ DI TRASPORTO	12
5.5. SOSTEGNI	13
5.1.2. Distanza tra i sostegni	14
5.6. FONDAZIONI.....	14
5.7. MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI.....	15
5.8. ISOLAMENTO	16
5.3.1. Caratteristiche geometriche.....	16
7.8.1. Caratteristiche elettriche.....	16
5.9. MORSETTERIA ED ARMAMENTI	18
5.10. ALTRI ELEMENTI TECNICI DI IMPIANTO	20
5.11. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	20
6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	21
6.1. LEGISLAZIONE NAZIONALE	21
6.2. NORME TECNICHE	22
7. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	23
7.1. LEGISLAZIONE NAZIONALE	23
7.2. NORME TECNICHE	24
8. ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	25
9. INTERVENTI PREVISTI AL FINE DI RISOLVERE L'INTERFERENZA ELETTROMAGNETICA CON L'INFRASTRUTTURA DI TELECOMUNICAZIONE	26

1. PREMESSA

Green Energy Sardegna 2 S.r.l. con sede in Piazza del Grano 3, Bolzano è una società che opera nel settore della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Su incarico di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. si è provveduto a redigere il progetto definitivo delle opere di rete per la connessione necessarie a connettere un nuovo impianto da fonte rinnovabile, di proprietà della stessa, alla SE di Serramanna (SU).

Le opere di seguito descritte costituiscono ai sensi dell'art. 12 D.Lgs. 387/2003 e delle linee guida nazionale D.M. 10/09/2010 infrastruttura indispensabile alla costruzione e all'esercizio dell'impianto a fonte rinnovabile e pertanto vengono autorizzate nell'ambito del procedimento di autorizzazione unica.

Per tali opere il progetto sarà presentato alla Regione Sardegna, Direzione generale dell'industria Assessorato dell'industria Servizio energia ed economia verde che rilascerà l'Autorizzazione Unica ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387 del 2003.

Infatti, ai sensi dell'articolo 20 comma 2 della L.R. n. 9 del 2006 e dell'articolo 1 comma 17 della L.R. n. 5 del 2009, confermata dall'articolo 58 della L.R. n. 24 del 2016, l'amministrazione procedente, competente al rilascio dell'Autorizzazione unica per la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con potenza termica installata inferiore ai 300 MW, e relative opere connesse, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387 del 2003, è la Regione Autonoma della Sardegna.

2. MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Green Energy Sardegna 2 S.r.l. intende realizzare un impianto di produzione da fonte rinnovabile di tipo solare-fotovoltaico da 50MW.

La realizzazione del sopracitato campo fotovoltaico consente di aumentare la produzione di energia da fonti rinnovabili immessa nella rete elettrica nazionale che non comportano nessun tipo di emissione di anidride carbonica e di altri agenti inquinanti. Tali opere consentono quindi di rispondere alla sempre maggior richiesta di energia eliminando però l'emissione di quelle sostanze (combustione da fossile) che sono le principali responsabili dell'aumento dell'inquinamento e dell'effetto serra che sta subendo il pianeta.

Green Energy Sardegna 2 S.r.l. ha chiesto ed ottenuto da Terna un preventivo di connessione con numero di protocollo P20200080099 in data 10/12/2020.

Di tale preventivo fa parte integrante la Soluzione Tecnica Minima Generale (S.T.M.G.) per connettere il nuovo impianto da fonte rinnovabile di Green Energy Sardegna 2 alla SE di Serramanna (SU).

Il codice pratica assegnato da Terna è il seguente: 201900605.

Terna individua nella STMG le seguenti opere da realizzare per connettere il nuovo impianto di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. alla SE di Serramanna:

1. *Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di smistamento (SE) della RTN 150 kV di Serramanna, previo potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV "Serramanna – Villasor".;*

Gli interventi sono funzionali alla connessione in rete di più impianti di produzione da fonte rinnovabile.

Le opere di seguito descritte costituiscono pertanto, ai sensi dell'art. 12 D.Lgs. 387/2003 e delle linee guida nazionale D.M. 10/09/2010, infrastruttura indispensabile alla costruzione e all'esercizio dell'impianto a fonte rinnovabile e pertanto vengono autorizzate nell'ambito del procedimento di autorizzazione unica.

Gli interventi previsti oggetto del progetto definitivo sono dunque i seguenti:

- il completo rifacimento (con demolizione dell'esistente) della linea aerea a 150 kV "Serramanna - Villasor" nel tratto compreso tra la CP di Serramanna e la CP di Villasor;

Tali opere di rete, oggetto del presente progetto, sono indispensabili per poter trasportare l'energia pulita prodotta dal campo fotovoltaico a cui sono connesse. Senza tali opere infatti si creerebbe un esubero di energia che non potrebbe essere trasportata e di conseguenza distribuita alle utenze creando problematiche al sistema elettrico locale.

3. UBICAZIONE E OPERE ATTRAVERSATE

I comuni coinvolti dall'intervento sopra descritto sono Serramanna e Villasor tutti facenti parte della provincia Sud Sardegna (SU).

Lo sviluppo generale delle opere è evidenziato nell'elaborato "*B.18 Corografia di inquadramento*".

Le aree coinvolte dal rifacimento linea "Serramanna - Villasor" sono le medesime di quelle occupate dall'esistente elettrodotto, in particolare sarà utilizzato un tracciato parallelo. Il progetto di rifacimento prevede l'installazione di un nuovo conduttore, di diametro maggiore a quello esistente, che consenta una maggior portata di corrente. Tale intervento comporta però la sostituzione di tutti i sostegni che non sono in grado di resistere alle nuove sollecitazioni indotte dal nuovo conduttore. Inoltre l'installazione del nuovo conduttore, che è più pesante di quello esistente, ha delle frecce maggiori di quello esistente e non consente quindi di rispettare le distanze di sicurezza imposte da normativa. I nuovi sostegni che saranno installati saranno posti su un tracciato parallelo a quello esistente.

L'elettrodotto "Serramanna - Villasor" parte dalla CP di Villasor, posta nel comune di Villasor, a nord di esso, lungo la SS196 e ad ovest del centro abitato di Villasor. L'elettrodotto continua poi verso nord-ovest, in modo rettilineo, senza deviazioni, per circa 1,4 km fino ad entrare nel comune di Serramanna. Dopo questo tratto rettilineo iniziale, l'elettrodotto devia verso sinistra in direzione Sud-Est/Nord-Ovest e con un tratto rettilineo di circa 8,5km, con qualche piccola deviazione, termina nella CP di Serramanna dopo aver attraversato anche la SS293.

Nella sottostante tabella viene riportato l'elenco di tutti i comuni attraversati ed interessati dall'opera:

Comune	Provincia	Regione
Serramanna	Sud Sardegna	Sardegna
Villasor	Sud Sardegna	Sardegna

Con riferimento alle campate previste dalla soluzione progettuale che sarà descritta di seguito, nella sottostante tabella viene riportato l'elenco delle principali interferenze che sono evidenziate anche in una apposita planimetria "B.24 Corografia con attraversamenti":

NUM Attrav.	Campata	Tipologia di attraversamento	Comune	Ente proprietario o gestore
1	CP Villasor	Linea AT	Villasor	E-distribuzione
2	CP Villasor	Linea AT	Villasor	E-distribuzione
3	1-2	Linea AT	Villasor	E-distribuzione
4	2-3	Linea AT	Villasor	E-distribuzione
5	2-3	Strada vicinale	Villasor	
6	3-4	Strada vicinale	Villasor	
7	4-5	Strada vicinale	Villasor	
8	4-5	Strada vicinale	Villasor	
9	4-5	Strada vicinale	Villasor	
10	5-6	Linea MT	Serramanna	E-distribuzione
11	5-6	Strada vicinale	Serramanna	
12	5-6	Strada vicinale	Serramanna	
13	6-7	Strada vicinale	Serramanna	
14	7-8	Strada vicinale	Serramanna	
15	8-9	Linea MT	Serramanna	E-distribuzione
16	9-10	Linea telefonica	Serramanna	
17	9-10	Strada comunale	Serramanna	Comune
18	10-11	Strada vicinale	Serramanna	
19	10-11	Strada vicinale	Serramanna	
20	11-12	Linea MT	Serramanna	E-distribuzione
21	11-12	Strada vicinale	Serramanna	
22	12-13	Strada vicinale	Serramanna	
23	12-13	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
24	12-13	Strada comunale	Serramanna	Comune
25	12-13	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
26	12-13	Strada comunale	Serramanna	Comune
27	12-13	Strada vicinale	Serramanna	

28	13-14	Strada vicinale	Serramanna	
29	13-14	Linea MT	Serramanna	E-distribuzione
30	14-15	Strada vicinale	Serramanna	
31	14-15	Strada vicinale	Serramanna	
32	15-16	Strada vicinale	Serramanna	Comune
33	15-16	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
34	16-17	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
35	16-17	Strada vicinale	Serramanna	Comune
36	16-17	Strada vicinale	Serramanna	
37	17-18	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
38	18-19	Linea telefonica	Serramanna	
39	18-19	Strada comunale	Serramanna	Comune
40	18-19	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
41	19-20	Strada comunale	Serramanna	Comune
42	19-20	Linea telefonica	Serramanna	
43	19-20	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
44	19-20	Strada comunale	Serramanna	Comune
45	20-21	Strada vicinale	Serramanna	
46	20-21	Strada vicinale	Serramanna	
47	21-22	Strada vicinale	Serramanna	
48	22-23	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
49	23-24	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
50	24-25	Strada vicinale	Serramanna	
51	24-25	Torrente Leni	Serramanna	
52	25-26	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
53	25-26	Strada statale 293	Serramanna	Anas
54	25-26	Strada comunale	Serramanna	Comune
55	25-26	Linea MT	Serramanna	E-distribuzione
56	26-27	Linea BT	Serramanna	E-distribuzione
57	26-27	Strada vicinale	Serramanna	
58	26-27	Linea MT	Serramanna	E-distribuzione

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Gli interventi in progetto sono dunque i seguenti:

- rifacimento del tratto di linea aerea a150 kV "Serramanna - Villasor" nel tratto compreso tra la CP di Villasor e la CP di Serramanna,

Di seguito si riporta una descrizione dettagliata dell'intervento

- RIPOTENZIAMENTO DEL TRATTO DI LINEA AEREA A 150 KV "SERRAMANNA - VILLASOR" NEL TRATTO COMPRESO TRA LA CP DI VILLASOR E LA CP DI SERRAMANNA

Il ripotenziamento dell'elettrodotto aereo 150 kV Serramanna-Villasor prevede la sostituzione dell'esistente conduttore di diametro 22,8mm con nuovo conduttore ACSR di diametro Ø31.5mm in grado di trasportare una maggiore intensità di corrente rispetto a quello esistente. Poiché il nuovo conduttore pesa di più, aumentando quindi la freccia e diminuendo quindi la conseguente distanza di sicurezza (franco) dal terreno o dalle altre opere attraversate, e considerando che i tiri più elevati comportano sollecitazioni maggiori sui sostegni esistenti, si rende necessaria la sostituzione di tutti i sostegni. I nuovi sostegni che saranno installati su un nuovo tracciato, parallelo a quello esistente, saranno tralicci unificati Terna della serie 150 Kv Semplice terna conduttore 31,5mm a tiro pieno. I tralicci saranno del tipo troncopiramidali, dotati di tre mensole alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia. La geometria sarà dunque simile a quella dei sostegni esistenti.

La progettazione dell'intero intervento è stata eseguita pensando di ridurre al minimo la lunghezza dei tratti di nuovi elettrodotti da realizzare. Per l'elettrodotto "Serramanna-Villasor" da rinforzare l'impatto sul territorio è ridotto in quanto i sostegni andranno a sostituire quelli esistenti e sono posti su un tracciato parallelo.

I sostegni nuovi saranno messi in posizione tale da ridurre al minimo gli inconvenienti dovuti alla loro presenza (per esempio si è cercato di posizzarli in prossimità dei confini dei fondi).

L'orografia del territorio è pressoché pianeggiante. Si va dai 25 m.s.l.m. per la CP di Villasor ai circa 78 m.s.l.m. per la CP di Serramanna.

Tutti i sostegni della linea "Serramanna-Villasor" dovranno essere demoliti e sostituiti con nuovi sostegni aventi prestazioni meccaniche migliori e altezze tali da rispettare le distanze di sicurezza previste da normativa.

5. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO

5.1. 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 e 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 regolamento annesso al 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 al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

L'intervento 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 DPCM 21/10/2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri - Dipartimento Protezione Civile). Nel progetto unificato ENEL sono inseriti tutti i componenti (sostegni, fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. Le caratteristiche dei componenti impiegati sono comprese negli elaborati allegati.

5.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto a seguito dell'intervento in progetto rimangono invariate in termini di tensione e frequenza mentre viene modificato il valore di intensità di corrente e quindi la potenza trasportabile.

Le caratteristiche elettriche sono le seguenti:

Elettrodotto Villasor-Serramanna

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente periodo freddo	1037A
Corrente periodo caldo	739 A
Potenza periodo freddo	270 MW
Potenza periodo caldo	192 MW

5.3. CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Nel rifacimento della linea elettrica 150 kV "CP Villassor - CPSerramanna" i conduttori esistenti di diametro 22,8mm verranno sostituiti con nuovi conduttori ACSR di diametro 31,5mm. La fune di guardia sarà sostituita con una nuova corda di guardia in acciaio zincato incorporante 48 fibre ottiche di diametro pari a 11,50 mm.

Ciascuna fase elettrica delle linee 150kV sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato 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, con carico di rottura teorico di 16.852 daN.

I franchi minimi da terra sono riferiti al conduttore più basso in massima freccia a 55°C; in ogni caso i conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 6.4, ovvero quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del regolamento annesso al D.M. 16/01/1991.

Gli elettrodotti saranno inoltre dotati della corda di guardia in acciaio zincato incorporante 48 fibre ottiche di diametro pari a 11,50 mm destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

5.1.1. 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 della linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (condizione EDS – "Every Day Stress"); ciò assicura uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stat" 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 posizione geografica.

Gli "stat" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nel prospetto 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 secondo CEI 11-4 (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio;

- **MFB** – Condizione di massima freccia secondo CEI 11-4 (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h;
- **CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h;
- **CVS3** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h;
- **CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h;

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

- **ZONA A** EDS=21% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm
- **ZONA B** EDS=18% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm

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

Sono stati ottenuti i seguenti valori:

ZONA A EDS=10.6% per corda di guardia tipo LC 51

ZONA B EDS=9.1% per corda di guardia tipo LC 51

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:

- di 16°C in zona A
- di 22°C in zona B

La linea in oggetto è situata in "zona A".

5.4. CAPACITÀ DI TRASPORTO

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

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, considerando una portata in corrente indicata nella Norma CEI 11-60 incrementata del 19% grazie all'extra franco al fine di ottemperare alla richiesta del TSO (*Transmission System Operator*) che gestisce l'elettrodotto ovvero Terna Rete Italia s.p.a.

5.5. SOSTEGNI

I sostegni previsti per il rifacimento della linea in oggetto saranno a semplice terna con fusto tronco-piramidale costituiti da angolari di acciaio zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali in numero diverso in funzione dell'altezza.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature dei nuovi sostegni sono stati eseguiti conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego in zona A.

I sostegni, che saranno provvisti di difese parasalita, 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.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai seguenti elementi strutturali: piedi, base, tronchi, parte comune e mensole. I piedi del sostegno sono l'elemento di congiunzione con il terreno e possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento in caso di terreni acclivi; alle mensole sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I nuovi sostegni saranno realizzati utilizzando quelli della serie unificata con conduttore da 31,5mm a tiro pieno.

Per ogni tipo di sostegno standard sono definite delle prestazioni nominali (riferiti sia alla zona A che alla zona B), con riferimento al conduttore utilizzato alluminio – acciaio \varnothing 31.5 mm, in termini di campata media (C_m), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K): per ogni tipo di sostegno, così, viene definito un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campata media C_m), trasversali (angolo di deviazione δ) 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 Cm, δ e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

Per quanto concerne le fondazioni e i relativi calcoli di verifica, ci 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.

In allegato sono riportate le asseverazioni dei nuovi sostegni utilizzati sulla linea.

Per i sostegni esistenti che non vengono modificati è stato fatto un confronto tra le azioni (TPL) dei nuovi conduttori con i TPL con cui sono stati calcolati i sostegni esistenti. Se i primi risultano inferiori ai secondi il sostegno è idoneo a sopportare i nuovi carichi.

5.1.2. Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati.

5.6. 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 da:

- 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;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Per il calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato, ovvero il D.M. 17/01/2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*", oltre alle 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 ad hoc.

Nel caso specifico, in base ai sopralluoghi e alla relazione geologica, si ritiene che tutti i sostegni possano essere realizzati su fondazioni superficiali unificate.

Nel caso in cui, in fase esecutiva, in base alle indagini eseguite, dovessero manifestarsi situazioni in cui i terreni siano di scarse caratteristiche geotecniche, saranno realizzate fondazioni di tipo profondo su pali trivellati o micropali.

L'utilizzo di fondazioni profonde permette inoltre di ridurre le dimensioni delle fondazioni e pertanto limitare le aree di occupazione al suolo.

5.7. MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI

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

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

Nel caso vengono realizzate fondazioni di tipo profondo, le stesse verranno utilizzate anche come dispersore di fatto connettendo elettricamente i ferri di armatura con i monconi del sostegno.

In casi particolari potranno essere scelti altri tipi di impianto opportunamente documentati.

5.8. ISOLAMENTO

L'isolamento dell'elettrodotto, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN del tipo "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 13 elementi negli amari e 13 nelle sospensioni, per i sostegni a 150 kV. Le catene saranno del tipo a I singole o doppie per i sostegni in sospensioni in relazione al picchetto in cui verranno installate. Saranno invece doppie su ogni amarro.

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

5.3.1. Caratteristiche geometriche

Si rimanda al relativo elaborato "B.14 Relazione elementi tecnici di impianto" in cui sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali oltre alle due distanze "dh" e "dv" atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.

7.8.1. 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.

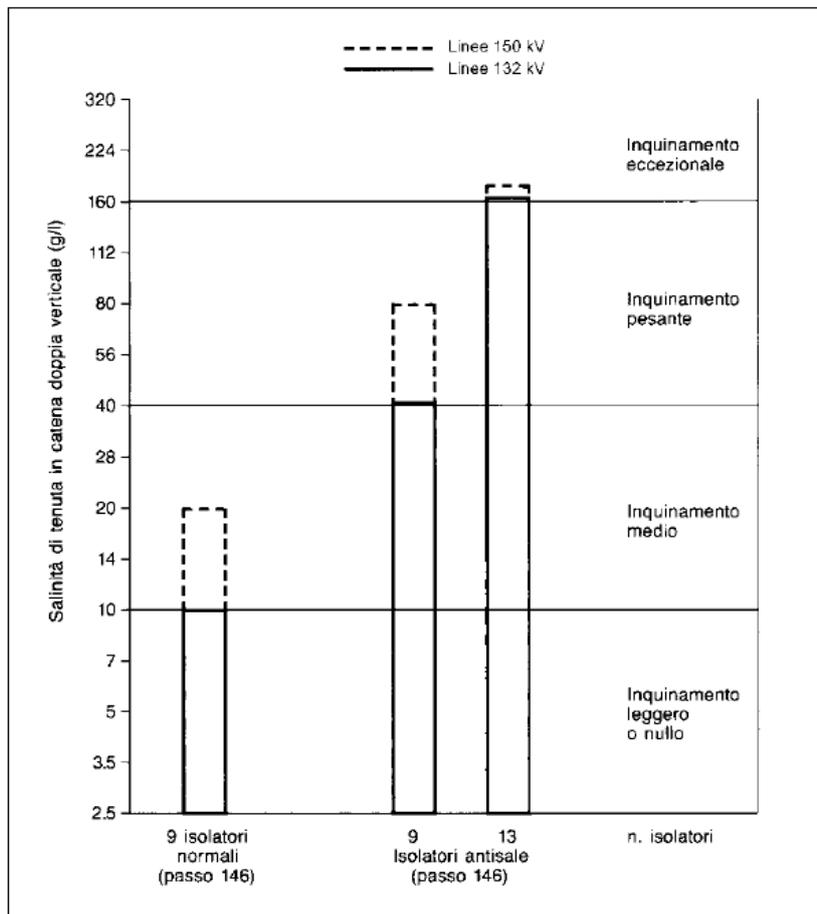
Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle inserite di seguito sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a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

Nelle tabelle che seguono 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.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in oggetto sono di inquinamento eccezionale pertanto verrà adottata la soluzione dei 13 isolatori antisale (passo 146 mm) tipo J2/2.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ³)
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 Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	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.



5.9. MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria che saranno utilizzati nell'elettrodotto in progetto saranno del tipo unificato per elettrodotti con livello di tensione pari a 132-150 kV. In ogni caso tutti gli elementi 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. Nel caso in oggetto, la morsetteria prevista presenta un carico di rottura minimo pari a 120 kN.

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. 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). Gli elementi costituenti la morsetteria sono realizzati con materiali adatti allo scopo e collaudati secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 7-9.

Per ciascun armamento si distinguono i tipi seguenti tipi di catene di isolatori:

Catene di isolatori		Carico di rottura (kN)
Isolatori antisale	Semplice	120
	Doppia	2x120

I seguenti tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente:

Equipaggiamento	Carico di rottura (kN)	Sigla
Semplice per sospensione	120	SS
Doppio per sospensione con morsa unica	120	DS
Doppio per sospensione con morsa doppia	210	M
Semplice per amarro	120	SA
Doppio per amarro	210	DA

I seguenti tipi di morsa riportati nella tabella seguente:

Morsa	Carico di rottura (kN)	Sigla
Di sospensione	70	S
Di sospensione con attacco per contrappeso	70	C
Di amarro	100	A

I seguenti tipi di contrappesi riportati nella tabella seguente:

Contrappeso	Sigla
25 kg	1 x 25
50 kg	2 x 25
.....
300 kg	12 x 25

La composizione degli armamenti da installare sui sostegni è riportata, in dettaglio, nell'elaborato "B.13 – Tabella di picchettazione".

Tutti gli armamenti saranno dotati di racchette di guardia mentre gli armamenti di amarro dei pali gatto di stazione potranno essere dotati di corna spinterometriche per la scarica delle sovratensioni di origine atmosferica o di manovra.

Per quanto riguarda la fune di guardia, saranno utilizzati sia gli armamenti di sospensione sia quelli di amarro.

5.10. ALTRI ELEMENTI TECNICI DI IMPIANTO

In fase esecutiva verrà valutata la possibilità di mantenere o eliminare gli smorzatori di vibrazione.

In relazione ad eventuali prescrizioni degli enti autorizzanti potranno essere installati sulla fune di guardia dispositivi di segnalazione per l'avifauna o dispositivi di segnalazione per la navigazione aeree.

Quest'ultimi verranno comunque installati su tutte le funi di guardia ove il franco sul terreno risulta superiore a 61 m.

5.11. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Per le caratteristiche dei componenti si rimanda alla consultazione dell'elaborato "B.14 – Relazione elementi tecnici dell'impianto".

6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

6.1. LEGISLAZIONE NAZIONALE

- **Regio Decreto 11 dicembre 1933 n. 1775**, "*Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici*";
- **Legge 28 giugno 1986 n. 339**, "*Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne*";
- **Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449**, "*Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne*";
- **Legge 24 luglio 1990 n. 241**, "*Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi*" come modificata dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- **Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260**, "*Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne*";
- **DPCM 1 marzo 1991**, "*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*";
- **Legge 26 ottobre 1995, n. 447**, "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*";
- **Decreto Interministeriale 05 maggio 1998**, "*Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne*";
- **Legge 21 novembre 2000, n. 353**, "*Legge-quadro in materia di incendi boschivi*";
- **Legge 22 febbraio 2001, n. 36**, "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*";
- **DPR 8 giugno 2001 n. 327**, "*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità*" e smi;
- **DPCM 8 luglio 2003**, "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*";
- **DPCM 21 ottobre 2003**, "*Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*";

- **Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42**, "*Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137*";
- **Legge 23 agosto 2004, n. 239**, "*Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia*";
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152**, "*Norme in materia ambientale*" e smi;
- **Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81**, "*Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*";
- **Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 29 maggio 2008**, "*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*";
- **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**, "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*";

6.2. NORME TECNICHE

- **CEI 11-4**, "*Esecuzione delle linee elettriche esterne*", quinta edizione, 1998:09
- **CEI 11-60**, "*Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne*", seconda edizione,
- **CEI 211-4**, "*Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche*", seconda edizione, 2008-09
- **CEI 211-6**, "*Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana*", prima edizione, 2001-01
- **CEI 304-1**, "*Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza*";
- **CEI 7-9**, "*Morsetteria per linee elettriche aeree per trasporto d'energia con conduttori nudi*."

7. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

7.1. LEGISLAZIONE NAZIONALE

- **Regio Decreto 11 dicembre 1933 n. 1775**, "*Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici*";
- **Legge 28 giugno 1986 n. 339**, "*Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne*";
- **Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449**, "*Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne*";
- **Legge 24 luglio 1990 n. 241**, "*Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi*" come modificata dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- **Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260**, "*Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne*";
- **DPCM 1 marzo 1991**, "*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*"
- **Legge 26 ottobre 1995, n. 447**, "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*";
- **Decreto Interministeriale 05 maggio 1998**, "*Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne*";
- **Legge 21 novembre 2000, n. 353**, "*Legge-quadro in materia di incendi boschivi*";
- **Legge 22 febbraio 2001, n. 36**, "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*";
- **DPR 8 giugno 2001 n. 327**, "*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità*" e smi;
- **DPCM 8 luglio 2003**, "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*";
- **DPCM 21 ottobre 2003**, "*Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*";

- **Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42**, "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- **Legge 23 agosto 2004, n. 239**, "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152**, "Norme in materia ambientale" e smi;
- **Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81**, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- **Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 29 maggio 2008**, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**, "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";

7.2. NORME TECNICHE

- **CEI 11-4**, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- **CEI 11-60**, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione,
- **CEI 211-4**, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09
- **CEI 211-6**, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- **CEI 304-1**, "Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza";
- **CEI 7-9**, Morsetteria per linee elettriche aeree per trasporto d'energia con conduttori nudi.

8. ELABORATI DI RIFERIMENTO

- B. 2 Relazione tecnico illustrativa
- B. 3 Elenco interferenze
- B. 13 Tabella di picchettazione
- B. 14 Relazione elementi tecnici di impianto
- B. 19 Relazione tecnico illustrativa Mise Telecomunicazioni
- B. 20 Corografia di inquadramento
- B. 21 Ortofotocarta
- B. 22 Planimetria di progetto
- B. 23 Planimetria di inquadramento - CTR
- B. 26 Corografia con interferenze
- B. 27 Corografia con coordinate dei sostegni
- B. 48 Corografia con interferenze con reti di telecomunicazione
- B. 58 Profilo altimetrico

**9. INTERVENTI PREVISTI AL FINE DI RISOLVERE L'INTERFERENZA
ELETTROMAGNETICA CON L'INFRASTRUTTURA DI TELECOMUNICAZIONE**

Per tutte le interferenze con linee di telecomunicazione aeree è previsto l'interramento della linea di telecomunicazioni secondo quanto disposto dall'ente proprietario dell'infrastruttura interferita.

Il progettista
Ing. Giulia Bettiol