

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE 20KV DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE FOTOVOLTAICA

REGIONE ABRUZZO - COMUNE DI GISSI (CH)

IMPIANTO da 12.000 kW sito in Via Fondovalle, snc - CUPELLO (CH) [T0738661 - 317078972]

IMPIANTO da 4.900 kW sito in Piano Dell'Ospedale, snc Gissi (CH) [303904809]

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO LINEA AT 150 kV ST "ALANNO-SCAFA"

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	Codice Rintracciabilità	Tipo docum.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALE
		R	04	00	18	R.04_R01 - Relazione Tecnica Illustrativa.docx	GENNAIO 2023	-

REVISIONI

MODIFICHE	3							
	2	Gennaio 2023	REVISIONE A SEGUITO COMMENTI TERNA		V.V.	V.V.	V.V.	V.V.
	1	Luglio 2022	PRIMA EMISSIONE		V.V.	V.V.	V.V.	V.V.
ES.	DATA	MODIFICA ESEGUITA O MOTIVO DELLA SOSTITUZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO	

NOME ELABORATO

R.04 - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

PROGETTAZIONE



Energy System Consulting S.r.l.
Piazzale Kennedy snc - 67051 Avezzano AQ
P.IVA 02011320666 Email: info@energysc.it



Ing. Vincenzo Vergelli
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N. A26107

GESTORE RETE ELETTRICA



T E R N A G R O U P

RICHIEDENTE

CAPOFILA PROGETTAZIONE (T0738661 - 317078972)
Società agricola ASCINA di Fausto Giuseppe & C. s.s.
Via Ballotti, 5 Castiglione del Lago 06061 (PG)
P.IVA/C.F. 03032040549 - aziendaagrariafausto@pec.it
ALTRO AUTOPRODUTTORE (303904809)
SSI s.r.l.

Via Nazionale Adriatica Nord, 348
65123 Pescara (PE) C.F.e P.IVA: 02294830688



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	COMUNI INTERESSATI	2
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE.....	3
4	ELENCO OPERE ATTRAVERSATE.....	3
5	CRONOPROGRAMMA.....	3
6	DESCRIZIONE DELLE OPERE	3
6.1	Vincoli	4
7	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA	4
8	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	5
8.1	Distanza tra i sostegni.....	5
8.2	Conduttori e corde di guardia	5
8.2.1.	Stato di tensione meccanica.....	8
8.3	Capacità di trasporto	9
8.4	Sostegni	9
8.5	Isolamento.....	11
8.5.1.	Caratteristiche geometriche.....	12
8.5.2.	Caratteristiche elettriche.....	12
8.6.	Morsetteria ed armamenti.....	14
8.7.	Fondazioni	15
8.8.	Messe a terra dei sostegni.....	15
8.9.	Rumore	16
9	SICUREZZA NEI CANTIERI	16
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	16
10.1.	Leggi.....	16
10.2.	Norme tecniche	17

1 PREMESSA

La società proponente **Società agricola ASCINA di Fausto Giuseppe & C. s.s.** nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili prevede di realizzare un impianto fotovoltaico nell'area dei comuni di Cupello e Montediorisio, entrambi nella provincia di Chieti (CH).

Per la connessione del suddetto impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale ("RTN") la stessa società ha inoltrato istanza all'Ente Gestore (TERNA) ottenendo dallo stesso una indicazione della soluzione tecnica minima generale di connessione (STMG). Ai sensi di quest'ultima lo schema di allacciamento alla RTN prevede che il nuovo impianto sia collegato alla esistente cabina primaria (CP) "GISSI", di proprietà di e-distribuzione, previo potenziamento dell'esistente linea elettrica a 150 kV "Alanno - Scafa", affinché abbia una portata in corrente di almeno 800 A.

La società proponente ha accettato detta soluzione e nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Gestore per la connessione degli impianti alla RTN ha predisposto il progetto delle opere da realizzare al fine di ottenere il previsto benessere dal Gestore stesso.

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del potenziamento dell'esistente linea elettrica in semplice terna a 150 kV tra la stazione elettrica (SE) "Alanno" e la CP "Scafa", ubicate rispettivamente nel comune di Alanno e di Turrivalignani, entrambi nella provincia di Pescara (PE), della quale vengono fornite le principali caratteristiche.

In particolare l'intervento proposto consiste in:

- 1) Sostituzione dei sostegni n. 2 e n. 3 attualmente installati con due di equivalente tipologia ma altezza utile maggiore, al fine di rispettare l'obiettivo di qualità previsto dalla normativa sui campi elettromagnetici;
- 2) Sostituzione del conduttore attuale, in Alluminio-Acciaio del diametro di 22,8 mm, con uno ad alta capacità, in lega speciale, del tipo ZTAL da 22,75 mm di diametro, che pur mantenendo caratteristiche meccaniche simili all'esistente, garantisce una portata in corrente come quella richiesta dal Gestore. Ciò consente di poter sfruttare, ove tecnicamente possibile ed ambientalmente compatibile, la palificazione attuale senza modificare i sostegni esistenti.

2 COMUNI INTERESSATI

La linea elettrica esistente a 150 kV, della lunghezza complessiva di circa 1,5 km, interessa i Comuni di:

- Alanno;
- Turrivalignani.

Entrambi nella provincia di Pescara (PE).

Si veda in proposito anche la "Corografia" allegata.

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

Il progetto del potenziamento della linea elettrica in oggetto prevede la sostituzione del conduttore della linea esistente mantenendo inalterato il tracciato, quale risulta dalla Corografia allegata. Tale tracciato, studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, è stato ottenuto comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Vista la natura del progetto non si ravvisano ulteriori porzioni di territorio interessate rispetto a quelle già individuate dal progetto originario.

4 ELENCO OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere pubbliche attraversate dalla linea, con l'indicazione degli enti competenti e la posizione di ciascuno di essi lungo il tracciato, è riportato nel documento allegato "Planimetria su CTR con indicazione delle Opere Attraversate" su base cartografica tecnica regionale

5 CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori per il rifacimento della linea prevede la rimozione dei conduttori attuali e quindi l'armamento di nuovi conduttori di diametro inferiore. I tempi per la realizzazione di tutte le azioni previste è stimato in circa 8 mesi + 1 mese/km, tenuto conto che i lavori si svolgeranno prevalentemente nei fine settimana al fine di lasciare in servizio la linea attuale durante i giorni lavorativi, nei periodi di maggior carico di potenza.

In ogni caso, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento delle opere e la conseguente messa in servizio.

6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Come detto il presente documento fornisce la descrizione generale della consistenza delle opere relative al potenziamento dell'esistente linea elettrica AT a 150 kV in semplice terna "Alanno – Scafa".

Con riferimento alla corografia allegata, il tracciato dell'elettrodotto n° 260, ha origine dalla SE "Alanno", ubicata nella frazione di Alanno Scalo in un'area delimitata a ovest da "via del villino", a est e a sud da "via san cassiano". L'elettrodotto lascia la SE Alanno in direzione sud-ovest, attestandosi al sostegno n.1 dopo

circa 90 m, per poi virare in direzione sud verso “via del villino”, dove si trova il sostegno n. 2 e quindi in direzione sud-est verso “via san cassiano”. Superata quest’ultima, il tracciato prosegue in direzione sud-est superando dapprima la ferrovia “Sulmona – Pescara”, quindi “via fiume pescara”, andandosi ad attestare al sostegno n. 3. La campata successiva, tra il sostegno n. 3 e il n. 4, è quella che sovrappassa l’autostrada A25 (E80) e prosegue in direzione sud-est attestandosi al sostegno n. 5 ed entrando nel comune di Turrivalignani. Dal sostegno n. 5, il tracciato prosegue in direzione sud fino al sostegno n. 6 prospiciente la CP “Scafa”, dove termina il suo percorso.

La linea si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 1,5 km, coinvolgendo prevalentemente sia zone antropizzate, sia agricole che scarsamente antropizzate. Si compone di sostegni a traliccio tronco piramidale in configurazione semplice terna con mensole a triangolo.

Nello specifico, il progetto prevede il potenziamento della linea attraverso la sostituzione del conduttore esistente con conduttore ad alta capacità e il riutilizzo di tutti i sostegni esistenti ad eccezione dei sostegni n. 2 e n. 3 che saranno sostituiti con equivalenti tipologie ma altezze maggiorate.

I nuovi sostegni saranno ubicati sotto linea a circa 20 m dagli attuali, in modo da consentire la gettata delle fondazioni e il posizionamento dei piedi/basi, senza la necessità di mettere fuori servizio la linea elettrica. Successivamente, con un tempo di fuori servizio piuttosto limitato (che si può far coincidere con l’installazione di tratte del nuovo conduttore), saranno installate le rimanenti componenti preassemblate di ciascun sostegno.

6.1 Vincoli

L’opera non ricade in aree soggette a vincolo aeroportuale.

Parte dell’elettrodotto ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico, tuttavia l’intervento di sostituzione del conduttore non comporta variazioni dell’assetto attuale della linea elettrica in tali aree.

Per quanto riguarda l’installazione dei due nuovi sostegni, essi non ricadono in aree sottoposte a vincolo ed inoltre l’attività di costruzione avverrà sotto linea, all’interno della fascia di servitù di elettrodotto, e a breve distanza (20 m) dai sostegni esistenti, che saranno in seguito smantellati, lasciando di fatto praticamente inalterato l’assetto attuale della linea elettrica.

7 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’OPERA

Per la linea aerea esistente in oggetto, 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 attuale è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni ’70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL.

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 sono riportate negli allegati alla presente relazione.

L'opera in oggetto è costituita in particolare da una palificazione a semplice terna armata con tre conduttori di energia tipo AT3 (ZTAL-INVVAR) in Lega di Alluminio, aventi diametro \varnothing 22,75 mm in luogo degli attuali All.-Acc. \varnothing 22,8 mm, ed una fune di guardia, per tutto il tracciato, le cui caratteristiche rimangono invece invariate.

Per quanto riguarda i sostegni, tutti in semplice terna, che saranno sostituiti, si avrà:

- Sostegno n.2: tipo E33 in luogo dell'attuale E21;
- Sostegno n.3: tipo V33 in luogo dell'attuale V24.

L'incremento dell'altezza dei conduttori nella campata interessata dai due sostegni permetterà di rispettare l'obiettivo di qualità previsto dalla normativa sui campi elettromagnetici.

8 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche della linea elettrica in seguito al potenziamento sono le seguenti:

- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione nominale 150 kV
- Corrente massima in servizio normale (Conduttore a 180°C) ≥ 800 A (*)

(*) Secondo indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale: Terna S.p.A.

8.1 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; nel caso in oggetto essa va da un minimo di 90 m a un massimo di 330 m (si veda il profilo allegato per la lunghezza di ciascuna campata).

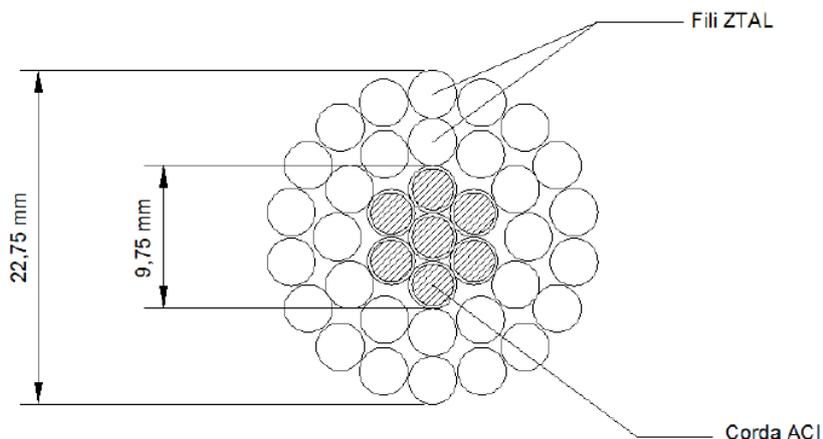
8.2 Conduttori e corde di guardia

La linea aerea, in semplice terna, sarà equipaggiata, in luogo degli attuali conduttori in corda di alluminio-acciaio dal diametro complessivo pari a 22,8 mm, con conduttori ad alta capacità AT3 (ZTAL-INVVAR) in Lega di Alluminio, dal diametro complessivo pari a 22,75 mm. In particolare, il conduttore sarà così formato:

- mantello in lega di alluminio ad alta temperatura di tipo AT3 (ZTAL: Super Thermal Resistant Aluminium Alloy) secondo le Norme IEC 62004;
- anima in lega Fe-Ni rivestita di alluminio (ACI: Aluminium Clad Invar); la sezione del rivestimento deve essere pari al 25 % della sezione del filo ACI (ACI20SA).
- Temperatura massima di esercizio continuativo: $T_{nom} = 180$ °C

Poiché i conduttori dovranno avere un'altezza da terra non inferiore a metri 6,4 m secondo quanto prescritto dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991, con riferimento alla temperatura del conduttore di 180 °C, l'altezza minima da terra di progetto (franco verso terra) è stata presa pari a 10 m.

Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella figura sottostante.



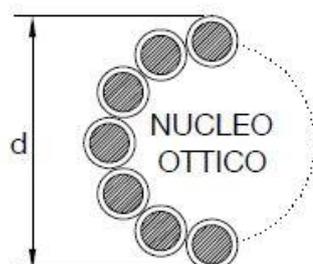
FORMAZIONE	AT3	30 x 3,25	
	ACI20SA	7 x 3,25	
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	AT3	248,87	
	ACI20SA	Lega Fe-Ni	43,55
		Alluminio	14,52
	Totale	58,07	
		306,94	
MASSA TEORICA (kg/m)	1,083		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω/km)	0,11068		
CARICO DI ROTTURA (daN)	9872		
TEMPERATURA DI TRANSIZIONE NOMINALE (°C)	119 (*)		
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)	Corda ACI	13850	
	Intero Conduttore	7230	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (**) (K ⁻¹)	Corda ACI	4,7E-6	
	Intero Conduttore	16,4E-6	

(*) La temperatura di transizione nominale è riferita a un conduttore cordato a 15°C e tesato su una campata di 400 m con un tiro base (EDS a 15°C) pari al 21% del carico di rottura.

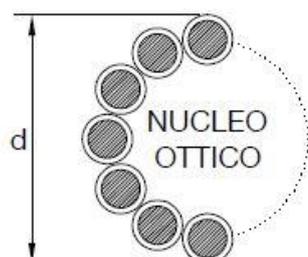
(**) Valore massimo nell'intervallo di temperatura 100÷180 °C

Il conduttore viene generalmente fornito in bobine aventi pezzatura da 2000 m.

La linea elettrica oggetto di intervento sarà equipaggiata con una corda di guardia avente caratteristiche tecniche similari:



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	$\leq 10,5$		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	$\leq 0,4$		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	$\leq 1,2$		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 5200		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 11500		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	$\leq 16,0E-6$		
MAX CORRENTE C. TO C. TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 7		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	$\leq 0,36$
		a 1550 nm	(dB/km)	$\leq 0,22$
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	$\leq 3,5$
		a 1550 nm	(ps/nm · km)	≤ 20



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	$\leq 11,5$		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	$\leq 0,6$		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	$\leq 0,9$		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 7450		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 10000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	$\leq 16,0E-6$		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 10		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	$\leq 0,36$
		a 1550 nm	(dB/km)	$\leq 0,22$
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	$\leq 3,5$
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

8.2.1. Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è 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 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.

La **Zona A** comprende le località ad altitudine non superiore agli 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare; mentre la **Zona B**, comprende tutte le località dell'Italia Settentrionale e comunque quelle ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare (prescrizioni del DM 21 marzo 1988 n. 449 e successive varianti (CEI 11 4)).

Gli “stati” che interessano, da diversi punti di vista, il progetto della variante 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;
- **MFA** Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MF180** Condizione di massima freccia: +180°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.

L'elettrodotto in oggetto si trova in zona A.

Per quanto concerne i nuovi conduttori ad alta temperatura i valori dei tiri in EDS, in valore percentuale rispetto al carico di rottura, sono pari al 21%, in tutto simile a quello di progetto della linea attuale (uguale al 21% del carico di rottura del conduttore da 22,8mm): si ottiene perciò un tiro in EDS del nuovo conduttore pari a 2073 daN contro i 2048 daN del conduttore attualmente installato, per cui con la sostituzione del conduttore i sostegni saranno sollecitati meccanicamente in maniera simile.

8.3 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto di un elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore di riferimento nelle terne a 150 kV preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60 è il conduttore alluminio-acciaio del diametro complessivo pari a 31,5 mm, per il quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo della Zona A, che risultano pari a 620 A e 870 A rispettivamente.

Tali valori di corrente sono presi a riferimento per definire la portata del conduttore ad alta capacità utilizzato, in modo che essa sia almeno pari a 800 A, come richiesto dalla soluzione di connessione rilasciata da TERNA.

Il conduttore in esame prevede una capacità di trasporto pari a:

- 1135 A nel periodo freddo;
- 1073 A nel periodo caldo.

Che rispetta il limite inferiore di 800 A richiesto dal Gestore.

Per i calcoli dei campi magnetici indotti si farà riferimento alla corrente massima nel periodo freddo (1135 A, si veda la relazione apposta), mentre i franchi di linea saranno verificati con la temperatura di 180 °C.

Si fa presente che la portata in corrente massima dell'attuale conduttore in opera (22,8 mm di diametro) secondo la Norma CEI 11-60, nel periodo freddo, è pari a 570 A per la zona A.

8.4 Sostegni

I sostegni utilizzati rimarranno gli stessi della soluzione attuale ad eccezione dei sostegni n.2 e n.3. Essi, in configurazione semplice terna, hanno le fasi disposte a triangolo (tavola allegata). I sostegni, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, sono in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni

meccaniche ed il dimensionamento delle membrature, è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego prevalente in zona "A".

Essi hanno 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 per quanto possibile inferiore a 50 m.

I sostegni saranno tutti provvisti di difese parasalita.

Ciascun sostegno si può, in generale, considerare composto dai piedi, dalla base, dal 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.

Ciascun elettrodotto aereo in alta tensione è realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate "altezze utili" (di norma variabili da 15 a 42 m).

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

Come indicato in precedenza, i due nuovi sostegni saranno ubicati sotto linea predisponendo dapprima le fondazioni, i piedi e la base al fine di evitare il fuori servizio della linea elettrica. L'altezza risultante totale di tali elementi sarà di circa 5,45 m, come illustrato nella figura seguente per il sostegno V33. Ciò non desta problemi poiché si hanno attualmente almeno 20 m di franco verso il terreno nei punti in cui saranno posizionate le basi dei nuovi sostegni, come illustrato nelle figure successive.

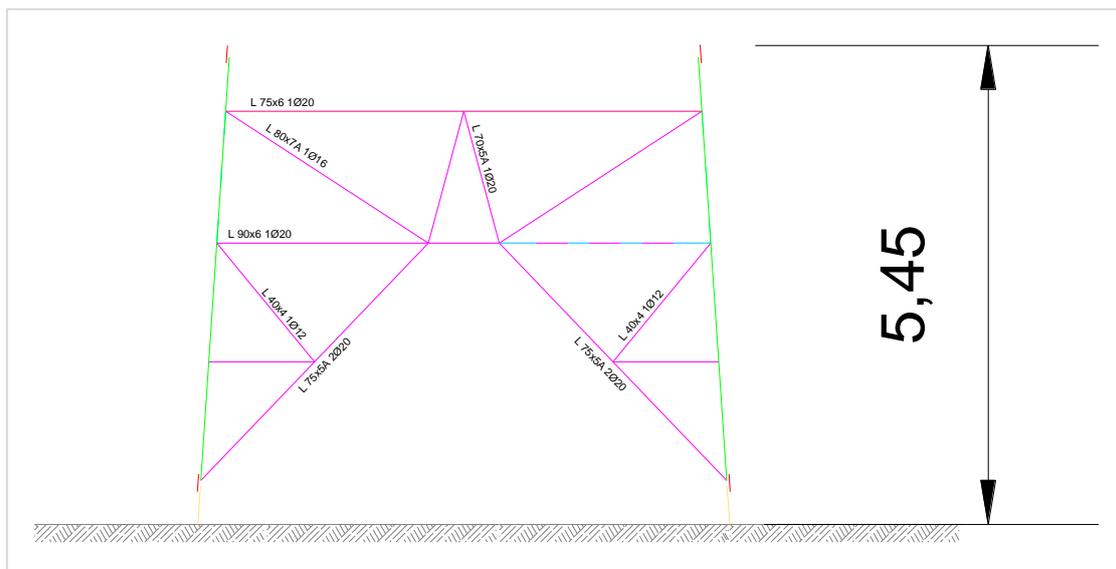


Figura 8-1: altezza insieme piedi e base del sostegno V33

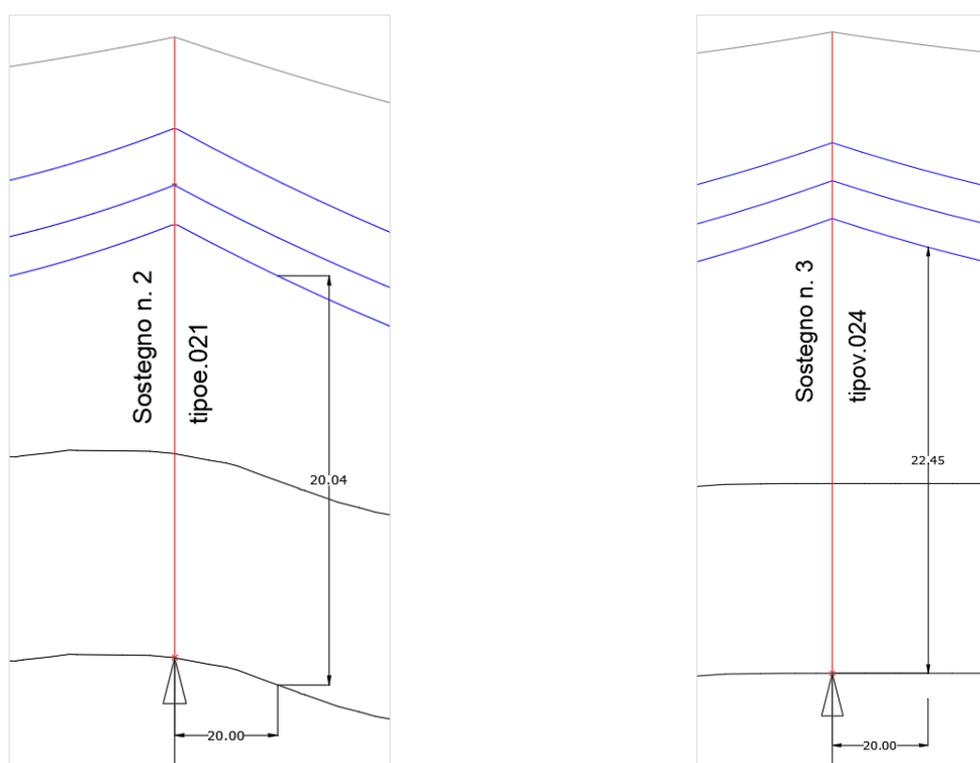


Figura 8-2: franco verso terra nel punto di ubicazione delle basi dei nuovi sostegni

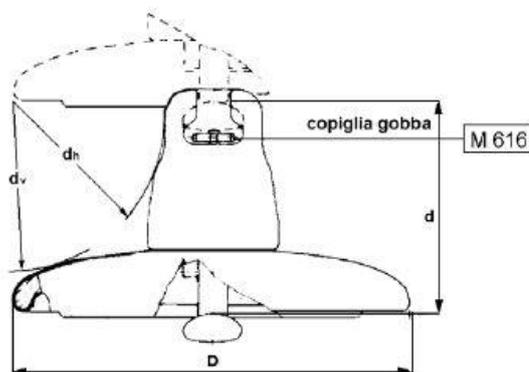
8.5 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, 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 70, 120 e 160 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 13 elementi negli amarri e nelle sospensioni.

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

8.5.1. Caratteristiche geometriche

Nel disegno allegato 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.



TIPO		2/1	2/2	2/3	2/4
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		280	280	320	320
Passo (mm)		146	146	170	170
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16A	16A	20	20
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		430	425	525	520
dh Nominale Minimo (mm)		75	75	90	90
dv Nominale Minimo (mm)		85	85	100	100
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	18	18
	Tensione (kV)	98	142	243	243
Salinità di Tenuta (*) (kg/ m³)		56	56	56	56

8.5.2. 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 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.

Nel grafico che segue viene 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.

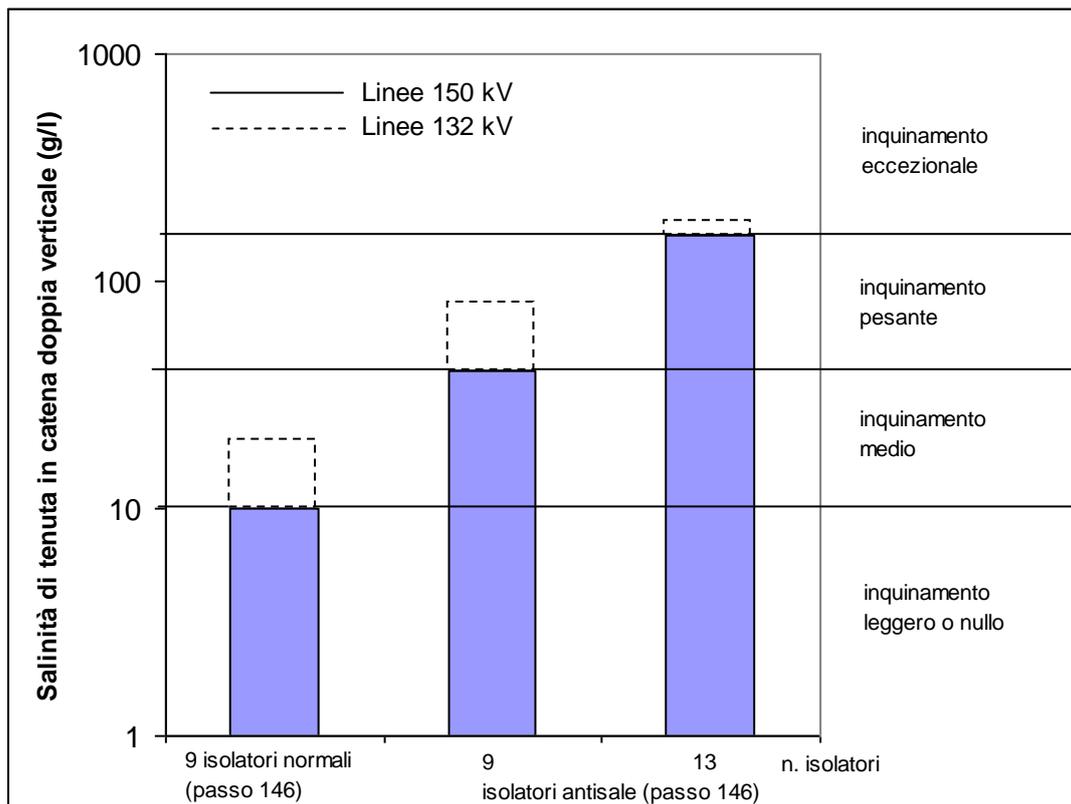
LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITÀ DI TENUA (Kg/m ³)
I - Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> — Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento. — Zone con scarsa densità di industrie ed abitazioni, ma frequentemente soggette 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. — Zona ad alta densità di industrie e/od 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.



Le caratteristiche della zona interessata dagli elettrodotti in esame sono di inquinamento atmosferico leggero e quindi si è scelta la soluzione dei 13 isolatori (passo 146 mm) tipo J2/2 (antisale) per tutti gli armamenti in sospensione e per quelli in amarro.

8.6. Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria sono dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

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

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

Le morse di amarro sono invece 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.

Nelle tavole allegate sono riportati gli schemi delle catene di sospensione ad "I" e quelle di amarro.

La scelta degli equipaggiamenti è stata 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).

8.7. 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.

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 possono, di volta in volta, essere progettate ad hoc.

Le tavole allegate sono relative alle fondazioni unificate in calcestruzzo armato a plinto con riseghe di base; fondazioni speciali profonde del tipo palo trivellato; fondazioni speciali profonde del tipo micropalo; fondazioni speciali su tirante.

8.8. 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, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

8.9. Rumore

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto.

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 150 kV, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate hanno evidenziato effetti insignificanti.

9 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.Lgs. 494/96, come modificato dal D.Lgs. 528/99 e al D.Lgs n° 81 del 09/04/2008 e successive integrazioni. Pertanto, durante la progettazione esecutiva la società proponente provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

10 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.

10.1. Leggi

- [1] Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- [2] Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- [3] Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- [4] 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"
- [5] DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi
- [6] Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" 15/2005 come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40.
- [7] 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".

- [8] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42”.
- [9] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”
- [10] Legge 5 novembre 1971 n. 1086. “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato”
- [11] Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"
- [12] Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”
- [13] Decreto Interministeriale del 05/08/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”
- [14] Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 “Norme tecniche per le costruzioni”
- [15] Ordinanza PCM 20/03/2003 n. 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- [16] Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 “Modifiche ed integrazioni all’ordinanza del PCM n. 3274 del 20/03/2003”;
- [17] Ordinanza PCM 23/01/2004 n. 3333 “Disposizioni urgenti di protezione civile”
- [18] Ordinanza PCM 3/05/2005 n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni all’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”;
- [19] D.M. 14 Gennaio 2008 (D.M. 14/1/08) - Norme tecniche per le costruzioni 2008 (NTC 2008);
- [20] D.Lgs. 81/08 - Testo Unico sulla sicurezza.

10.2. Norme tecniche

- [1] CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- [2] CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06
- [3] CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07

- [4] 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
- [5] CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12
- [6] CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02