

Richiesta di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) da 35,37 MW, con una potenza massima in immissione pari a 29,4 MW.
Codice pratica: 201901792

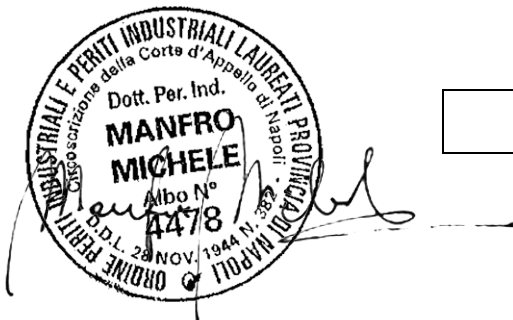
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Collegamento in antenna a 36 kV della futura Centrale REN190 su una futura Stazione Elettrica (SE) a 132/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea a 132 kV “Cossato - Gattinara”, previo potenziamento/rifacimento della linea a 132 kV della RTN “Masserano – Gattinara”.

ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva

Storia delle revisioni

Rev. 02	del 20/03/2023	Aggiornamenti a seguito commenti TERNA del 09/03/2023
Rev. 01	del 07/12/2022	Aggiornamenti a seguito disposizioni TERNA del 24/10/2022
Rev. 00	del 07/07/2022	Prima emissione



Uso Pubblico

Elaborato	Collaborazioni	Verificato	Approvato
M. Manfro	R. Izzo	BiProject Srl	REN 190 Srl

1	PREMESSA.....	4
1.1	Oggetto	4
1.2	Motivazione dell'opera.....	4
1.3	Comuni interessati	4
1.4	Elaborati di Progetto	4
2	DATI GENERALI DI PROGETTO.....	5
2.1	Ubicazione dell'intervento e opere attraversate	6
2.2	Descrizione dell'opera	6
2.2.1	Int. 1: Raccordo aereo DT 132kV Futura SE RTN Brusnengo.....	7
2.2.2	Int. 2: Ripotenziamento elettrodotto Masserano-Gattinara.....	7
2.2.3	Int. 3: Futura Stazione RTN 132/36kV Brusnengo	8
2.3	Valutazioni dell'opera.....	8
3	VINCOLI	8
3.1	Vincoli aeroportuali	9
3.2	Interferenza attività minerarie	11
3.3	Vincoli ambientali e tutela del territorio e delle acque	11
3.3.1	<i>Vincolo Idrogeologico</i>	11
3.4	Vincoli rispetto alla Pianificazione urbanistica comunale	12
4	Descrizione delle Opere	12
4.1	INTERVENTO N. 1: Collegamento in entra-esce in DT della futura SE RTN 132/36kV Brusnengo.....	12
4.2	INTERVENTO N. 2: Ripotenziamento Direttrice Masserano - Gattinara.	13
4.3	INTERVENTO N. 3: Realizzazione della futura SE RTN 132/36kV Brusnengo.	14
5	Caratteristiche tecniche elettrodotto	14
5.1	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto esistente.....	14
5.1	Conduttori futuri Ripotenziamento AT E futuri raccordi AT 132kV in doppia terna	15
5.2	Stato di tensione meccanica.....	15
5.3	DETERMINAZIONE DEI TIRI IN OPERA	17
5.4	Capacità di trasporto.....	19
5.5	Morsetteria ed armamenti.....	19
5.6	Sostegni futuri raccordi.....	19
5.7	Isolamento	21
5.7.1	<i>Caratteristiche geometriche</i>	21
5.7.2	<i>Caratteristiche elettriche</i>	22
5.8	Morsetteria ed armamenti.....	25
5.9	Fondazioni	25
5.10	Messa a terra dei sostegni.....	27
5.11	TERRE E ROCCE DA SCAVO	27

5.12	BILANCIO SCAVI E RIPORTI	31
5.13	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	32
5.14	RUMORE	32
6	DESCRIZIONE “INTERVENTO 3” STAZIONE RTN 132/36kV	33
6.1	Stazione Elettrica 132/36 kV	33
6.2	Ubicazione ed accessi.....	34
6.3	Disposizione elettromeccanica	34
6.4	Servizi Ausiliari	35
6.5	Rete di terra	35
6.6	Fabbricati.....	36
6.6.1	<i>Edificio integrato Quadri e Servizi Ausiliari</i>	36
6.6.2	<i>Edificio Servizi Ausiliari Sezione 36kV</i>	36
6.6.3	<i>Edificio Quadri 36kV</i>	37
6.6.4	<i>Edificio per punti di consegna MT</i>	37
6.6.5	<i>Chioschi per apparecchiature elettriche</i>	38
6.7	Movimenti terra	38
6.8	Varie	39
6.9	Macchinario ed Apparecchiature principali	40
6.9.1	<i>Macchinario</i>	40
6.9.2	<i>Apparecchiature</i>	40
6.9.3	<i>Deflusso acque meteoriche</i>	40
6.10	Rumore	41
6.11	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	42
6.12	AREE IMPEGNATE	42
7	AREE IMPEGNATE LINEA AEREA DT.....	42
8	SICUREZZA CANTIERI.....	43
9	CRONOLOGICO	43
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	44
10.1	Norme CEI	45
10.2	Norme tecniche diverse.....	45

1 PREMESSA

1.1 Oggetto

Il presente documento descrive in maniera dettagliata le caratteristiche tecniche e le opere necessarie a modificare l'elettrodotto esistente 132kV in semplice terna "MASSERANO – GATTINARA", codice 23-442-B1, onde consentire il collegamento in entra-esce della futura Stazione Elettrica RTN 132/36kV di BRUSNENGO, annessa in antenna alla Centrale elettrica utente 36kV della società "REN 190 Srl" della potenza di 35,37 MW, sita nel comune di Masserano (BI), previo il ripotenziamento della linea a 132 kV "MASSERANO – GATTINARA".

Le opere sopra elencate consentiranno di connettere il Parco fotovoltaico alla rete RTN.

L'ubicazione della futura Stazione Elettrica RTN "BRUSNENGO", le modalità di collegamento in entra-esce a 132kV e il ripotenziamento della tratta di linea esistente sono stabilite in conformità alla Soluzione Tecnica Minima di Dettaglio (STMG) del 09 febbraio 2022, codice pratica: 201901792.

Di seguito sono definite le caratteristiche degli impianti.

1.2 Motivazione dell'opera

L'opera è necessaria per trasferire l'energia prodotta dalla Centrale elettrica a fonte rinnovabile della Società "REN 190 S.r.l.", sita nel comune di Masserano (BI), alla RTN.

1.3 Comuni interessati

Le opere da realizzare, oggetto della presente Relazione Tecnico-Illustrativa, interessano i comuni di BRUSNENGO e MASSERANO, siti in Provincia di BIELLA, e quelli di ROASIO, ROVASENDA, LENTA, e GATTINARA, siti in Provincia di VERCELLI, nella Regione PIEMONTE.

1.4 Elaborati di Progetto

La documentazione di dettaglio è contenuta nell'elenco elaborati, doc. n. REN-23442-PTO-DOC 00.

Per una immediata visione dell'intera opera si allega la seguente figura di inquadramento dell'Area di intervento sulla Rete RTN:

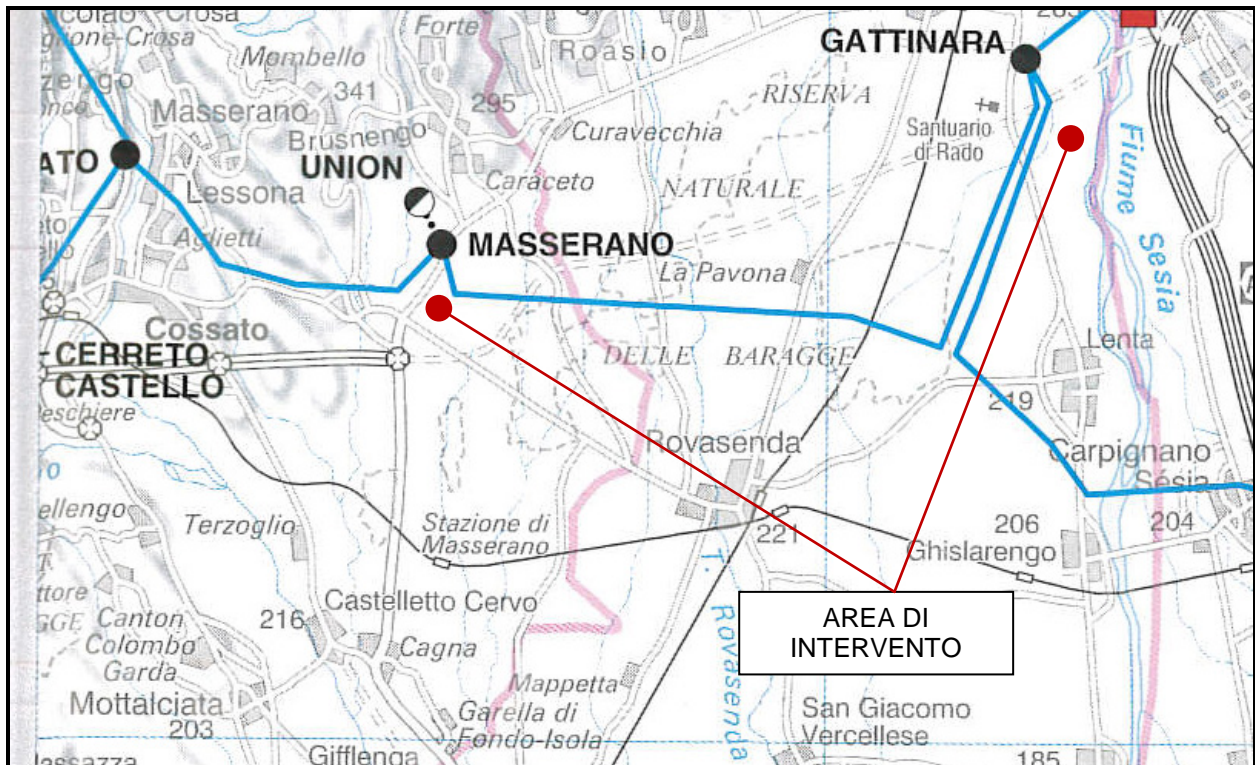


Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento

2 DATI GENERALI DI PROGETTO

Il progetto dei raccordi in entra-esce alla futura Stazione Elettrica RTN "BRUSNENGO" dalla linea esistente "Masserano - Gattinara", avente codice di rete 23442B1, prevede l'apertura della linea in prossimità del sostegno esistente P.2, mediante la realizzazione di un breve collegamento in Doppia terna, e prevede l'immissione di 2 nuovi sostegni del tipo a doppia terna che consentiranno di attestarsi sui portali della futura "SE BRUSNENGO", previo il ripotenziamento della dorsale mediante la sostituzione dei conduttori esistenti con conduttori speciali aventi caratteristiche di portata superiore a quella attualmente in esercizio.

La direttrice esistente da ripotenziare pertanto risulta così composta:

CP MASSERANO – P. 4: conduttore AA 31.5 ($\pm 0,840$ km) da ripotenziare.

P.4 – P. 41: conduttore AA 19.6 ($\pm 8,085$ km) da ripotenziare.

P. 41 - CP GATTINARA: conduttore AA 31.5 ($\pm 5,060$ km) da ripotenziare.

2.1 Ubicazione dell'intervento e opere attraversate

Tra le possibili soluzioni è stata individuata quella più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il progetto, quale risulta dalla Corografia Generale allegata, dis. n° **REN-23442-PTO-DIS 01** in scala 1:10.000, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti.

Nella scelta della soluzione è stata considerata la presenza dei vincoli esistenti, che esprimono situazioni di tutela riferite a precise emergenze territoriali, paesaggistiche e ambientali.

Prevalentemente il tracciato si sviluppa in aree ad uso agricolo.

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nell'elaborato:

- REN-23442-PTO-DOC 07 *Elenco Opere Attraversate*.

Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella corografia in scala 1:10000:

- REN-23442-PTO-DIS 11 *Corografia Opere Attraversate*.

2.2 Descrizione dell'opera

La soluzione tecnica prevista sia per la realizzazione dei nuovi raccordi AT e della futura SE RTN, che del ripotenziamento, è scaturita da una attenta e puntuale verifica del territorio circostante, i cui fattori principali sono stati i seguenti:

- evitare l'interferenza con aree adibite a insediamenti urbanistici, aree gioco, ambienti scolastici ecc.;
- evitare l'interferenza con aree protette o sottoposte a vincoli particolari quali zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- evitare qualsiasi contrasto con gli strumenti urbanistici adottati dai comuni attraversati, con particolare riferimento alle aree destinate da eventuali future trasformazioni;
- riutilizzo di "corridoi" che siano meno pregiudizievoli dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico dell'opera elettrica.
- ottimizzare i collegamenti elettrici utilizzando il tracciato esistente salvaguardando nello stesso tempo eventuali presenze di zone antropizzate;
- minimizzare l'impatto ambientale e le interferenze.

2.2.1 Int. 1: Raccordo aereo DT 132kV Futura SE RTN Brusnengo

Il preliminare studio di fattibilità del progetto ha consentito di confermare la soluzione tecnica consistente nell'infissione di due nuovi sostegno del tipo EE18 a doppia terna in amarro, armati con mensole quadre, della serie unificata TERNA 150 kV a tiro pieno, ai picchetti 1/1 e 1/2 nella campata 1-2 sull'elettrodotto in esame.

Dal nuovo sostegno P. 1/1, disposto in asse alla linea esistente, i conduttori attraverso il futuro sostegno P.1/2 si attesteranno sui relativi Pali Gatti, consentendo così di alimentare con un breve nuovo raccordo in doppia terna, 275 metri circa, la futura SE RTN "Brusnengo.

La scelta dell'altezza dei nuovi sostegni consente di rispettare quanto dettato dall'art. 2.1.05 del DM 21 marzo 1988 che disciplina le norme tecniche per la progettazione delle linee elettriche aeree esterne, e in particolare:

I conduttori aerei non devono avere in alcun punto una distanza verticale dal terreno e dagli specchi lagunari o lacuali non navigabili minore di:

- 5 m per le linee di classe zero e prima e per le linee in cavo aereo di qualsiasi classe;
- $(5,50 + 0,006 U)$ m e comunque non inferiore a 6 m per le linee di classe seconda e terza.

Nel caso in esame (linea di classe 3) l'altezza minima risulta essere di **6,30 m**.

2.2.2 Int. 2: Ripotenziamento elettrodotto Masserano-Gattinara

Il preliminare studio di fattibilità del progetto ha consentito di confermare la soluzione tecnica consistente nel sostituire il conduttore esistente della tratta P.4-P.41 avente le seguenti caratteristiche:

- conduttore a corda di alluminio-acciaio AA $\varnothing 19,6\text{mm}$, portata 353A zona "B";

con un nuovo conduttore avente le seguenti caratteristiche:

- conduttore a corda di lega di alluminio KTAL - lega Fe-Ni rivestita di alluminio (ACI) $\varnothing 19,6\text{mm}$, portata 839A "zona B";

lasciando in opera l'attuale fune di guardia sull'elettrodotto in esame.

Tale nuova condizione ha consentito di verificare i franchi sul terreno e sulle acque, oltre che sugli attraversamenti e si è prestata particolare attenzione alle verifiche strutturali dei sostegni esistenti, in particolare nell'utilizzare tiri quanto meno simili a quelli in esercizio.

2.2.3 Int. 3: Futura Stazione RTN 132/36kV Brusnengo

La futura stazione, destinata a ricevere l'energia prodotta dal parco Fotovoltaico della società REN 190 S.r.l, viene configurata conformemente alla soluzione tecnica minima generale (STMG), elaborata ai sensi dell'art. 3 del d. Lgs. n. 79/99, della deliberazione n. 281/05 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas e del Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete (Codice di Rete) riportante Codice identificativo 201901792; lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale utente venga collegata in antenna con la sezione a 36kV della nuova Stazione elettrica di trasformazione a 132/36 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 132 kV “Masserano – Gattinara” e da realizzare conformemente alla unificazione Terna.

2.3 Valutazioni dell'opera

Le valutazioni della nuova fascia D.p.A. emerse dai calcoli CEM, sia per i futuri raccordi che per il nuovo conduttore KTAL 19,6, confermano che il ripotenziamento dell'elettrodotto oggetto di questa relazione è stato sviluppato in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003.

In totale la linea da ripotenziare avrà una lunghezza pari a circa 8,1 Km, mentre i nuovi raccordi AT in Doppia Terna avranno una lunghezza di circa 275 metri.

Tutto il territorio interessato dal tracciato è destinato a uso agricolo (seminativi, pascoli, uliveti, vigneti, boschi e piccole aree a sistemi culturali permanenti).

Tali tracciati restano distanti da zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consentono di mantenere distanze dalle rare abitazioni tali da non indurre valori significativi di campi elettromagnetici.

A corredo delle descrizioni si rimanda alla consultazione della “Aerofotogrammetria con Fascia D.p.A. 1:5.000” allegata: REN-23442-PTO-DIS 03, mentre l'elaborato di seguito elencato riporta il tracciato sovrapposto alle carte catastali vigenti:

REN-23442-PTO-DIS 04 - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. 1:2000;

Inoltre nella relazione CEM allegata al PTO, doc. n. REN-23442-PTO-DOC 03, sono riportate le schede di dettaglio dei recettori interessati dal progetto.

3 VINCOLI

Il territorio interessato dai raccordi AT futuri riguarda i comuni di Masserano e Brusnengo, nella Regione PIEMONTE.

La sola parte delle opere ad incidere sulla componente paesaggio è chiaramente quella fuori terra, tra l'altro già esistente, che prevede nelle parti in variante la realizzazione di tralicci con prestazioni simili e si collocano in prevalenza in aree prettamente agricole distanti dall'ambito urbano.

Dalla lettura della carta dei vincoli è emerso che la zona di intervento non interessa aree con particolari connotazioni.


Per maggiori dettagli si rimanda alla consultazione delle tavole e relazioni specialistiche allegate al presente PTO.

3.1 Vincoli aeroportuali

La valutazione di compatibilità ostacoli comprende la verifica delle potenziali interferenze dei nuovi impianti e manufatti con le superfici, come definite dal Regolamento ENAC per la Costruzione ed Esercizio Aeroporti (superfici limitazione ostacoli, superfici a protezione degli indicatori ottici della pendenza dell'avvicinamento, superfici a protezione dei sentieri luminosi per l'avvicinamento) e, in accordo a quanto previsto al punto 1.4 Cap. 4 del citato Regolamento, con le aree poste a protezione dei sistemi di comunicazione, navigazione e radar (BRA - Building Restricted Areas) e con le minime operative delle procedure strumentali di volo (DOC ICAO 8168).

A seguito della "Verifica preliminare di potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea" (vedi fig.2) eseguita con il supporto dell'Utility di pre-analisi messa a disposizione da ENAV per quanto concerne le possibili interferenze con aeroporti dotati di procedure strumentali di competenza ENAV e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR, per gli interventi previsti il report generato ha evidenziato che NON sussistono interferenze per i sostegni in progetto e risulta che le opere in progetto NON sono di interesse aeronautico, e in particolare:

- "Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A."

REPORT						
Richiedente						
Nome/Società:	REN 192	Cognome/Rag.	srl			
C.F./P.IVA:	02686900990	Comune	GENOVA			
Provincia	GE	CAP:	16123			
Indirizzo:	SALITA DI SANTA CATERINA	N° Civico:	2/1			
Mail:	marco.	PEC:	ren192@pec.it			
Telefono:	0106422384	Cellulare:	3473128104			
Fax :	0106400260					
Tecnico						
Nome:	MICHELE	Cognome:	MANFRO			
Matricola:	4478	Albo:	PERITI INDUSTRIALI LAUREATI NAPOLI			
Ostacolo: Linea Elettrica						
Materiali:	ACCIAIO					
<input type="checkbox"/>	Ostacolo posizionato nel Centro Abitato					
<input type="checkbox"/>	Presenza ostacolo con altezza AGL uguale o superiore a 60 m entro raggio 200 m					
Gruppo Geografico		PIEMONTE-BI-MASSERANO-LA GATTESCA				
Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	45° 34' 29.84" N	8° 15' 11.82" E	257.35 m	32.6 m	289.95000000	0.0 m
2	45° 34' 31.0" N	8° 15' 16.47" E	258.72 m	32.6 m	291.32000000	0.0 m
Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)						

3.2 Interferenza attività minerarie

La verifica di non interferenza dell'opera in progetto con attività minerarie per ricerca, coltivazione e stoccaggio di idrocarburi, ha evidenziato l'insussistenza di interferenze.

Per maggiori approfondimenti si rimanda alla "DICHIAZIONE DI NON INTERFERENZA CON ATTIVITÀ MINERARIE" allegata al PTO.

3.3 Vincoli ambientali e tutela del territorio e delle acque

3.3.1 *Vincolo Idrogeologico*

Il Regio Decreto Legislativo 30 dicembre 1923, n. 3267, "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani", tuttora in vigore, sottopone a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di dissodamenti, modificazioni colturali ed esercizio di pascoli possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

Detto vincolo è rivolto a preservare l'ambiente fisico, evitando che irrazionali interventi possano innescare fenomeni erosivi, segnatamente nelle aree collinari e montane, tali da compromettere la stabilità del territorio. La normativa in parola non esclude, peraltro, la possibilità di utilizzazione delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico, che devono in ogni modo rimanere integre e fruibili nel rispetto dei valori paesaggistici dell'ambiente.

I futuri sostegni previsti non ricadono all'interno della perimetrazione delle aree tutelate ai sensi del RDL 3267/23.

3.3.1 *Vincolo Sismico*

L'area impegnata dalle opere del progetto rientra in zona 4. Pertanto il progetto delle opere di fondazioni e strutturali verrà effettuato tenendo conto dei parametri sismici validi per tale zona.

3.3.2 *Piano Tutela delle acque*

Per la parte di opera in progetto costituita dalle piccole varianti alla linea aerea esistente, si osserva che l'opera non interferirà con suolo a meno dei sostegni che saranno realizzati senza interferire in alcun modo con il deflusso superficiale o profondo delle acque.

L'intervento non modifica l'attuale sistema naturale di circolazione delle acque sia superficiali che sotterranee, pertanto risulta compatibile con gli indirizzi di tutela per le zone interessate dal progetto.

3.4 Vincoli rispetto alla Pianificazione urbanistica comunale

I comuni di Masserano e Brusnengo (BI) risultano interessati dalle varianti di progetto che prevedono la realizzazione di 2 sostegni futuri e della futura SE RTN Brusnengo.

3.4.1 **Regolamento Urbanistico Comune di Masserano**

Il comune di Masserano (BI) è dotato di Regolamento Urbanistico adottato con D.C.C. n. 4/2015 approvato con D.C:R. n° 54-2488 del 23.11.2015.

Sulla base dello strumento urbanistico vigente, si osserva che i nuovi sostegni P.1/1 e P.1/2 interessano in prevalenza le zone agricole del tipo E1 e Insediamenti produttivi D1.

L'elaborato di seguito elencato riporta il tracciato sovrapposto agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti ed esecutivi nei comuni interessati:

- Doc. n° REN-23442-PTO-DIS 10-1 - Planimetria degli interventi su base PRG – Comune di Masserano.

3.4.2 **Regolamento Urbanistico Comune di Brusnengo**

Il comune di Masserano (BI) è dotato di Regolamento Urbanistico approvato alla Delibera di Giunta Regionale del 18/09/2006 n. 14-3809.

Sulla base dello strumento urbanistico vigente, si osserva che la futura SE di Brusnengo interessa in prevalenza Aree a risaia e per insediamenti esistenti o previsti dal PRGI.

L'elaborato di seguito elencato riporta il tracciato sovrapposto agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti ed esecutivi nei comuni interessati:

- Doc. n° REN-23442-PTO-DIS 10-2 - Planimetria degli interventi su base PRG – Comune di Brusnengo.

4 Descrizione delle Opere

In particolare l'opera oggetto del presente documento consiste nei seguenti interventi:

4.1 **INTERVENTO N. 1: Collegamento in entra-esce in DT della futura SE RTN 132/36kV Brusnengo.**

Raccordo Aereo in doppia terna a 132 kV dalla linea esistente "Masserano – Gattinara" della lunghezza di circa 0,300 km consistente nell'installazione di 2 nuovi sostegni.

Nella tabella seguente il riepilogo degli interventi di realizzazione suddivisi per tipologia e Comuni interessati:

Comune	Lunghezza linea AT 132kV aerea futura da realizzare in DT km	Futuri sostegni linea aerea in DT N°
MASSERANO (BI)	0,245	2
BRUSNENGO (BI)	0,030	0
TOTALI	0.275	2

4.2 INTERVENTO N. 2: Ripotenziamento Direttrice Masserano - Gattinara.

Ripotenziamento Aereo in semplice terna a 132 kV della linea esistente "Masserano – Gattinara" della lunghezza di circa 14 km consistente nella sostituzione dei conduttori esistenti con conduttori speciali aventi caratteristiche di portata superiore a quella attualmente in esercizio. Nella tabella seguente il riepilogo degli interventi di realizzazione e demolizione suddivisi per tipologia e Comuni interessati:

Comune	Lunghezza linea aerea esistente in ST da ripotenziare km	Lunghezza recupero conduttori e armamenti linea aerea in ST esistente km
MASSERANO (BI)	1,700	1,700
BRUSNENGO (BI)	0,650	0,650
ROASIO (VC)	2,630	2,630
ROVASENDA (VC)	1,840	1,840
LENTA (VC)	3,950	3,950
GATTINARA (VC)	3,210	3,210
TOTALI	13,980	13,980

4.3 INTERVENTO N. 3: Realizzazione della futura SE RTN 132/36kV Brusnengo.

Nell'ambito dell'INTERVENTO 3 si descrivono in maniera dettagliata le caratteristiche tecniche e le opere necessarie per la costruzione di una nuova S.ne elettrica RTN Terna a 132/36 kV collegata in entra - esce sull'elettrodotto a 132 kV Masserano – Gattinara.

L'opera è necessaria per trasferire l'energia elettrica prodotta dal Parco fotovoltaico di REN 190 S.r.l., attualmente in fase di progettazione, alla RTN tramite l'elettrodotto a 132 kV denominato Masserano – Gattinara da ripotenziare. Il collegamento all'elettrodotto sarà realizzato in prossimità dell'attuale campata 1-2 a mezzo di un breve raccordo doppia terna a 132 kV.

5 Caratteristiche tecniche elettrodotto

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005. Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato TERNA, sono inseriti tutti i componenti (conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate nel Doc. n° I REN-23442-PTO-DOC 05 "Caratteristiche Componenti" allegato.

L'elettrodotto esistente è costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi ciascuna composta da un conduttore di energia e una corda di guardia, come meglio illustrato di seguito.

5.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto esistente

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto esistente sono le seguenti:

TRATTE CP MASSERANO – P.4 E P.41-CP GATTINARA	
Conduttore	1x31,5 mm (585,35 mm ²) AL-AC
Fune di Guardia	AW Ø 11,5 mm (7x3,83 mm ²)
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente nominale zona B	675 A

TRATTA P.4 - P.41	
Conduttore	1x19.6 mm (227.83 mm ²) AL-AC
Fune di Guardia	A Ø 9 mm (7x3 mm ²)
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente nominale zona B	353 A

La portata in corrente in servizio normale del conduttore è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 132 kV in zona B.

5.1 Conduttori futuri Ripotenziamento AT E futuri raccordi AT 132kV in doppia terna

Nella tratta determinante la futura direttrice MASSERANO-GATTINARA e i futuri Raccordi, ciascuna fase elettrica sarà costituita da 1 nuovo conduttore (singolo). Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di lega di alluminio (KTAL) della sezione complessiva di 227,83 mmq composta da n. 7 fili di ACI del diametro di 2,80 mm e da n. 30 fili di ZTAL del diametro di 2,80 mm, con un diametro complessivo di 19,6 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 8.793 daN. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nelle "Caratteristiche Componenti" allegate al presente progetto (tavola **REN-23442-PTO-DOC 05**). I nuovi conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 7,00, arrotondamento per accesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

5.2 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").

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). Ciò assicura un’uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni. 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.
- **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 KTAL del diametro da 19,6mm.
- **ZONA B** EDS=18% per il conduttore KTAL del diametro da 19,6mm.

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

- **0°C in zona B**

La direttrice ricade progettualmente in “**ZONA B**”.

5.3 DETERMINAZIONE DEI TIRI IN OPERA

Per la determinazione dei tiri in opera si è proceduto, a seguito dei rilievi topografici, a redigere il profilo rappresentando le catenarie rilevate alla temperatura compresa tra 4° e 12°.

La linea risulta essere composta da 3 tratte utilizzate con tiri difformi, di cui la seconda poco affidabile ai fini di calcolo, dovuto principalmente alla vetustà della linea, degli armamenti e della morsetteria e alla malleabilità del conduttore in opera.

Mediamente si riscontra un tiro del conduttore in opera a 10° di circa 850 kg.

La verifica dei tiri in opera è stata effettuata per il conduttore da sostituire sull'intera tratta di linea, con le seguenti ipotesi di calcolo:

- n° 3 conduttori in KTAL da 19,6 mm di diametro (peso 0,806 daN/m);
- Temperatura 40°C e vento 0 km/h MFB

Per determinare i tiri In MFB, che ipoteticamente potrebbero essere stati utilizzati all'atto dello stendimento originario dei conduttori, si è proceduto, partendo dai parametri di rilievo con temperatura di 10°, a calcolare il tiro corrispondente, dal quale poi si è determinato il tiro massimo per il tipo di conduttore utilizzato, che corrisponde a circa 2000 kg in MSB. I tiri risultanti sono scaturiti da cambiamenti di stato per ognuna delle tratte che compongono l'intero elettrodotto. Detti cambiamenti sono stati eseguiti con fogli di calcolo in Excel.

Le risultanze estratte dai calcoli evidenziano i seguenti tiri DA UTILIZZARE PER I NUOVI CONDUTTORI:

Elettrodotto 150 kV Masserano-Gattinara				SOSTEGNI UNIFICATI 31.5 TP	
				TRATTA FUTRA DT	
				1	2
KTAL	19.60	MSB	Tiro (kg)	1500	2000
temp conduttore	vento (km/h)	ghiaccio(mm)	Estremi Tratte	PG-1/2	1/2-1/1
-20	65	12	C eq (m)	171.75	106.94
MF (150°)	150	0	Tiro (kg)	485.8	492.5
			Freccia (m)		
			Parametro (m)	603	611
MFB (40°)	40	0	Tiro (kg)	540.6	663.1
			Freccia (m)		
			Parametro (m)	671	823

Figura 3 –Tabella Raccordi Futuri DT

Elettrodotto 150 kV Masserano-Gattinara				SOSTEGNI UNIFICATI 31.5	
				3	4
KTAL	19.60	MSB	Tiro (kg)	1500	2300
temp conduttore	vento (km/h)	ghiaccio(mm)	Estremi Tratte	PG-1/1	1/1-4
-20	65	12	C eq (m)	89.63	298.57
MF (150°)	150	0	Tiro (kg)	378.7	772.8
			Freccia (m)		
			Parametro (m)	470	959
MFB (40°)	40	0	Tiro (kg)	465	878.9
			Freccia (m)		
			Parametro (m)	577	1090

Figura 4 - Tabella tratta con sostegni unificati

Elettrodotto 150 kV Masserano-Gattinara				SOSTEGNI TUBOLARI		
				TRATTA FUTURA ST		
				5	6	7
KTAL	19.60	MSB	Tiro (kg)	2000	2000	2000
temp conduttore	vento (km/h)	ghiaccio(mm)	Estremi Tratte	4-14	14-34	34-41
-20	65	12	C eq (m)	217.34	227.05	232.31
MF (150°)	150	0	Tiro (kg)	641.1	648.9	652.80
			Freccia (m)			
			Parametro (m)	795	805	810
MFB (40°)	40	0	Tiro (kg)	741	744.1	745.60
			Freccia (m)			
			Parametro (m)	919	923	925

Figura 5 – Tratta con Sostegni tubolari

Elettrodotto 150 kV Masserano-Gattinara				SOSTEGNI UNIFICATI 31.5	
				8	9
KTAL	19.60	MSB	Tiro (kg)	2300	1500
temp conduttore	vento (km/h)	ghiaccio(mm)	Estremi Tratte	41-57	57-PG
-20	65	12	C eq (m)	323.74	89.8
MF (150°)	150	0	Tiro (kg)	786.30	379.10
			Freccia (m)		
			Parametro (m)	976	470
MFB (40°)	40	0	Tiro (kg)	881.90	465.30
			Freccia (m)		
			Parametro (m)	1094	577

Figura 6 - Tabella tratta con sostegni unificati

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 caldi e freddi.

Per il conduttore KTAL 19.60 risultano: $t= 150\text{ °C}$ Periodo Freddo **839A** – Periodo Caldo 780A. Il progetto di ripotenziamento 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.

5.5 Morsetteria ed armamenti

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.

I nuovi elementi di morsetteria per linee a 132 kV per conduttori di lega di alluminio Lega Fe.Ni, rivestita di alluminio per conduttore KTAL, sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

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

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

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

5.6 Sostegni futuri raccordi

I nuovi sostegni saranno del tipo a doppia terna a tiro pieno di altezza utile variabile a secondo delle caratteristiche altimetriche del terreno, del tipo tronco piramidale, costituiti da 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 sia in zona "A". 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 non sarà in ogni caso superiore a 50 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita. Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, senza però modificare sostanzialmente la tipologia dei sostegni

stessi e 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. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda 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. La serie 132 kV doppia terna è composta da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 12 m a 33 m). L'elettrodotto a 132 kV in doppia terna sarà realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettate) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili' come indicate nella tabella che segue. Il tipo di sostegno standard utilizzato e le sue prestazioni nominali riferite alla zona B, con riferimento al conduttore utilizzato KTAL \varnothing 19,6 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (α) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

Sostegni 132 kV doppia terna - ZONA B EDS 18 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	315 m	0°	0,2195
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	3°56'	0,2768
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	13°14'	0,4155
"V" Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	40°20'	0,4155
"E" Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°00'	0,4155

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:

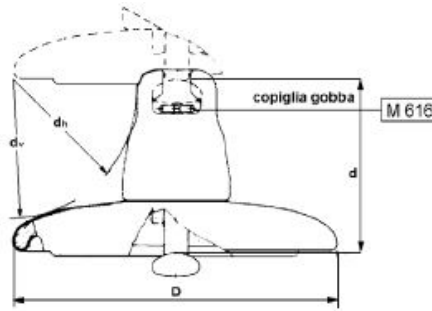
- Partendo dai valori di C_m , α e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.
- Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di α 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 , α e K , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

5.7 Isolamento

Per l'elettrodotto aereo 132 kV l'isolamento del nuovo sostegno, previsto per una tensione di esercizio di 132 kV, potrà essere realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN nei due tipi "normale", composito e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 10 elementi. Le catene in amarro saranno sempre due in parallelo. Relativamente al comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento sono riportate nella tabella LJ2 UE, 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. In alternativa, potrà essere realizzato con isolatori in vetro temperato del tipo a cappa e perno di tipo antisale preverniciati in officina con rivestimento siliconato del tipo RTV (Room Temperature Vulcanizing). Le caratteristiche degli isolatori risponderanno a quanto previsto dalle norme CEI.

5.7.1 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.



TIPO		2/1	2/2	2/3	2/4
Carico di Rottura (kN)		70	120	180	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/ m ²)		56	56	56	56

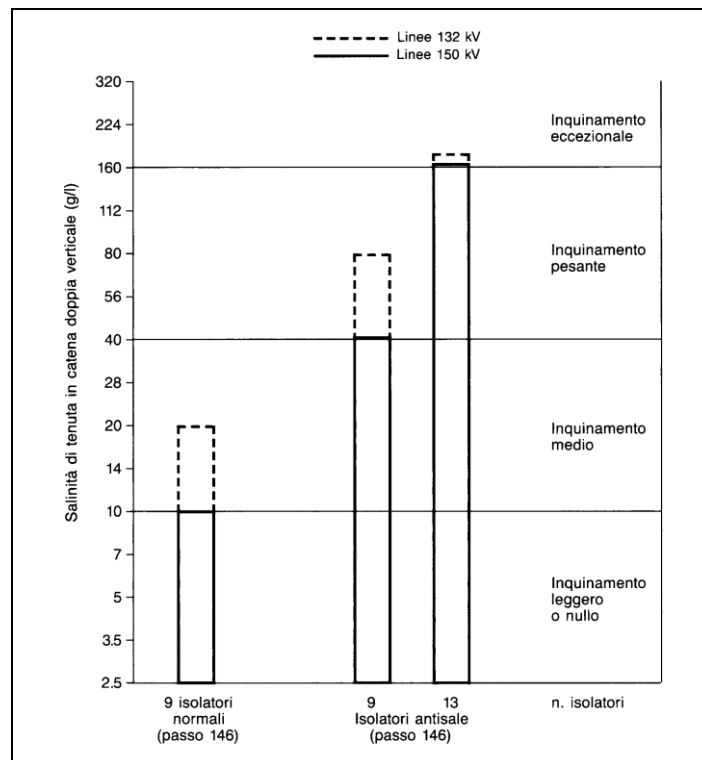
5.7.2 Caratteristiche elettriche

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 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 e da 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 prive di inquinamento atmosferico è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composto da 9 elementi di tipo "normale". Tale scelta rimane invariata, come si vede dal diagramma sopra riportato, per inquinamento "molto leggero" e che può essere accettata anche per inquinamento "leggero" (linee a 132 kV) secondo la classificazione riportata nella tabella precedente. Negli altri casi, al crescere dell'inquinamento, occorrerebbe aumentare il numero di elementi per catena. L'allungamento delle catene, d'altra parte, riduce ovviamente l'altezza utile del sostegno, ed anche le prestazioni geometriche dei gruppi mensole. Si ha perciò un aumento dei costi dello stesso ordine di quello derivante dall'impiego degli "antisale". Perciò se risultano insufficienti 9 elementi di tipo "normale" si passerà direttamente a 9 elementi "antisale". Nei pochi casi in cui anche tale soluzione risulta insufficiente si adotteranno fino a 13 elementi "antisale" che garantiscono una completa "copertura" del livello di inquinamento "pesante" (tenendo in conto le necessarie modifiche alle prestazioni dei gruppi mensole e all'altezza utile dei sostegni). Nei rari casi di inquinamento "eccezionale" si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggi, ecc. Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio/pesante e quindi in base alla zona si è scelta la soluzione degli isolatori composti del tipo antisale per gli armamenti in amarro.

5.8 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 132 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole. 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. Sono previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 120 kN. Per le linee a 132 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente:

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE	360/1	12.000	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA	360/2	12.000	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA	360/3	12.000	M
SEMPLICE PER AMARRO	362/1	12.000	SA
DOPPIO PER AMARRO	362/2	12.000	DA
MORSA	TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
DI SOSPENSIONE	501/2	12.000	S
DI SOSPENSIONE PER CONTRAPPESO	502/2	12.000	C
DI AMARRO	521/2	17.160	A

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel Progetto Unificato Terna, 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).

5.9 Fondazioni

Per fondazione è intesa la struttura (mista in acciaio-calcestruzzo) interrata, incaricata di trasmettere gli sforzi generati dai conduttori e dal peso proprio del sostegno (compressione e/o strappamento) al terreno.

Nei sostegni la fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. La fondazione sarà del tipo "Unificato TERNA", utilizzabile su terreni normali, di buona o media consistenza.

Le fondazioni unificate per i sostegni tronco piramidali della serie 132 kV doppia terna sono del tipo a piedini separati e sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- 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.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- D.M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D.M. 14 febbraio 1992: “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
- Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per

qualunque grado di sismicità. I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche).

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.

5.10 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 6 tipologie, adatti ad ogni tipo di terreno.

5.11 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il 6 ottobre 2012 è entrato in vigore il D.M. 10 agosto 2012 n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo" che definisce criteri per la gestione delle terre e rocce da scavo con il fine di migliorare l'uso delle risorse naturali e prevenire, nel rispetto dell'articolo 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, la produzione di rifiuti. Il decreto è stato aggiornato con DM n.120 del 13 giugno 2017 (pubblicato su G.U del 7-8-2017). Il Regolamento stabilisce, sulla base delle condizioni previste al comma 1, dell'articolo 184 -bis del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, i criteri qualitativi da soddisfare affinché i materiali di scavo, siano considerati sottoprodotti e non rifiuti (ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni), nonché le disposizioni comuni ad esso applicabile. Il regolamento stabilisce inoltre, le procedure e le modalità affinché la gestione e l'utilizzo dei materiali da scavo avvenga senza pericolo per la salute dell'uomo e senza recare pregiudizio all'ambiente.

La realizzazione di un elettrodotto è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. montaggio dei sostegni;
3. messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia.

Solo la prima fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interratoe atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- 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.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo rinterro e costipamento.

L’abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite “tabelle delle corrispondenze” tra sostegni, monconi e fondazioni. Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche. La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l’allestimento dei cosiddetti “microcantieri” relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all’assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un’area circostante delle dimensioni di circa 25x25 m e sono immuni da ogni emissione dannosa. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun “microcantiere” e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase

esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente. In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. Per tutte le tipologie di fondazioni, l'operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, ove possibile sollevando con una gru elementi premontati a terra a tronchi, a fiancate o anche ad aste sciolte. Ove richiesto, si procede alla verniciatura dei sostegni. Infine una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei "microcantieri", previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso. In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti. Di seguito sono descritte le principali attività delle varie di tipologie di fondazione utilizzate.

5.11.1 Fondazioni a plinto con riseghe

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m. Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento della fossa con una pompa di esaurimento. In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il

materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

5.11.2 Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.
- A fine stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

5.11.3 Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura; iniezione malta cementizia.
- Scavo per la realizzazione dei dadi di raccordo micropali-traliccio; messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera delle armature del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 mc.

A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà al disarmo dei dadi di collegamento; al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento. Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto

sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

5.11.4 Tiranti in roccia

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue.

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del “cappellaccio” superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d’armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassature. Si esegue quindi il rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

5.12 BILANCIO SCAVI E RIPORTI

La realizzazione delle opere precedentemente citate determinerà, durante la fase di cantiere:

- la formazione di volumi di scavo
- il riutilizzo dei volumi di scavo nell’ambito dei riporti previsti

La seguente tabella riporta di massima i quantitativi scavi – riporti previsti dal Progetto Definitivo ed il quantitativo del materiale di costruzione (calcestruzzo e magrone di sottofondazione) di cui è necessario l’approvvigionamento per la realizzazione di 1 nuovo sostegno:

Opere	Scavi (m ³)	Volume di terreno riutilizzato (m ³)	Calcestruzzo e magrone (m ³)
2 Sostegni DT di nuova infissione	400	150	250

Tab.: Scavi – riporti – Inerti

In fase di progettazione esecutiva ci si riserva di affinare i dati preliminari di cui sopra.

5.13 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Utilizzando prevalentemente il tracciato e la palificata esistente, come si evince dalle planimetrie CTR Doc. n.

- **REN-23442-PTO-DIS 03- Aerofotogrammetria con Fascia DpA;**

i tratti di elettrodotto da ripotenziare restano distanti da zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consentono di mantenere distanze dalle abitazioni tali da non indurre valori significativi di campi elettromagnetici.

Gli elaborati di seguito elencati riportano il tracciato sovrapposto alle carte catastali vigenti:

- **REN-23442-PTO-DIS 04 - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A.;**

mentre dagli elaborati dei profili longitudinali:

- Doc. **REN-23442-PTO-DIS 05** - Profilo esistente Dorsale MASSERANO-GATTINARA;
- Doc. **REN-23442-PTO-DIS 06** - Profilo futuro Dorsale MASSERANO-GATTINARA;
- Doc. **REN-23442-PTO-DIS 07** - Profilo futuro Raccordi SE RTN Brusnengo;

illustranti lo stato attuale e futuro, si possono evincere le quote dei recettori e dei conduttori dell'elettrodotto oggetto di studio.

Inoltre nella relazione CEM allegata al PTO, doc. n. **REN-23442-PTO-DOC 03**, sono riportati i calcoli e le schede di dettaglio dei recettori interessati dal ripotenziamento (Allegato **REN-23442-PTO-DOC 03-AII.A Schede Recettori**).

5.14 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, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria. Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 132 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB (A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. marzo 1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995). Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 132 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica. Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

6 DESCRIZIONE “INTERVENTO 3” STAZIONE RTN 132/36kV

Nell'ambito dell'INTERVENTO 3 si descrivono in maniera dettagliata le caratteristiche tecniche e le opere necessarie per la costruzione di una nuova S.ne elettrica di smistamento RTN Terna a 132/36 kV collegata in entra - esce sull'elettrodotto a 132 kV “Cossato - Gattinara”, previo potenziamento/rifacimento della linea a 132 kV della RTN “Masserano – Gattinara” L'opera è necessaria per trasferire l'energia elettrica prodotta dal Parco Fotovoltaico della società “REN 190 Srl” della potenza di 35,37 MW, attualmente in fase di progettazione.

6.1 Stazione Elettrica 132/36 kV

La stazione, destinata a ricevere l'energia prodotta dal parco Fotovoltaico da 35,37MW della società REN 190 S.r.l, viene configurata conformemente alla soluzione tecnica minima generale (STMG), elaborata ai sensi della delibera dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente ARG/elt 99/08 e s.m.i. (TICA) riportante Codice identificativo 201901794; lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 132 kV “Cossato – Gattinara”, previo potenziamento/rifacimento della linea RTN a 132 kV della RTN “Masserano – Gattinara”.

6.2 Ubicazione ed accessi

La nuova stazione a 132/36 kV sarà ubicata nei Comuni di Brusnengo e Masserano (BI) in prossimità dell'elettrodotto a 132 kV denominato "Cossato – Gattinara". In particolare, essa interesserà un'area di circa 21611 mq, pressoché pianeggiante, e che verrà opportunamente delimitata.

L'individuazione del sito ed il posizionamento della stazione nello stesso risultano dai seguenti disegni allegati:

- Corografia (dis. REN-23442-PTO-DIS 01 in scala 1:25.000) allegato al PTO;
- Planimetria catastale (dis. REN-23442-PTO-DIS 08 in scala 1:2.000), con indicazione delle aree potenzialmente impegnate ed allegato al PTO.

Tale ubicazione risulta idonea sia sotto il profilo della accessibilità esterna che per il collegamento alla rete AT.

6.3 Disposizione elettromeccanica

La nuova stazione di smistamento di BRUSNENGO a 132kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- n° 1 sistema a doppia sbarra con sezionatori di terra sbarre ad entrambe le estremità e TVC di sbarra su un lato;
- n° 3 stalli linea;
- n° 3 stalli trasformatore 132-150/36kV;
- n° 1 stallo per reattore;
- n° 2 stalli per parallelo sbarre;
- n° 1 stallo per TIP;
- n° 1 stallo disponibile.

I macchinari previsti consistono in:

- n° 3 Trasformatori 132-150/36 kV con potenza di 125 MVA provvisti di variatore di tensione sotto-carico.

Ogni "montante linea" (o "stallo linea") sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

Ogni "montante trasformatore" (o "stallo trasformatore") sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6, scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco e TA per protezioni e misure.

Le linee 150 kV afferenti si attesteranno su pali gatto a tiro pieno di altezza pari a 15m; l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre 150 kV) sarà di circa 12 m.

6.4 Servizi Ausiliari

I Servizi Ausiliari (S.A.) della nuova stazione elettrica, in relazione alla consistenza della stessa, saranno progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle stazioni elettriche di TERNA.

Saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla rete MT locale ed integrati da un gruppo elettrogeno da 160kVA di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza tensione alle sbarre dei quadri principali BT. Le principali utenze in corrente alternata sono: pompe e ventilatori aerotermi trasformatori, motori interruttori, raddrizzatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, ecc. Le principali utenze in corrente continua, tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori, sono costituite dai motori dei sezionatori.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc. saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

6.5 Rete di terra

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni a 132-150 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec. Sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm² interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1. Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica. Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore a mezzo corde di rame con sezione di 125 mm². Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati. I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della Stazione. L'impianto

sarà inoltre progettato e costruito in accordo alle raccomandazioni riportate nei parr. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11-1.

6.6 Fabbricati

Nell'impianto è prevista la realizzazione dei seguenti edifici:

6.6.1 *Edificio integrato Quadri e Servizi Ausiliari*

L'edificio integrato sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 25,40 x 13,60 m ed altezza fuori terra di circa 4,65 m, sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione nonché i quadri dei Servizi Ausiliari di stazione composti essenzialmente da Trasformatori MT/bt, quadri MT, quadri bt in c.a. e c.c., raddrizzatori e batterie stazionarie 110Vcc.

La superficie occupata sarà di circa 345 m² con un volume di circa 1606 m³.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato preverniciato.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

L'alimentazione MT dei trasformatori dei S.A. sarà prelevata da locale facente parte dell'edificio per i punti di consegna MT.

6.6.2 *Edificio Servizi Ausiliari Sezione 36kV*

L'edificio servizi ausiliari sezione 36kV sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 16,00 x 12,60 m ed altezza fuori terra di circa 4,65 m, sarà destinato a contenere i quadri dei servizi ausiliari (in c.a. e c.c.) necessari per alimentare i circuiti delle apparecchiature relative alla gestione del sistema a 36kV. La superficie occupata sarà di circa 201,6 m² con un volume di circa 937,44 m³.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura

portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato preverniciato .

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

6.6.3 Edificio Quadri 36kV

L'edificio quadri 36kV sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 61,00 x 9,10 m ed altezza fuori terra di circa 8,00 m e complessiva di 9,5m. Esso sarà destinato a contenere i quadri MT a 36kV per il collegamento degli impianti dei futuri produttori, ed i quadri di comando e controllo, con particolare riferimento alle apparecchiature necessarie per la gestione del sistema a 36kV.

La superficie occupata sarà di circa 549 m² con un volume di circa 5273 m³.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato preverniciato .

Le scale e le rampe esterne saranno scale e rampe di sicurezza, munite di parapetto regolamentare e realizzate con materiali di classe 0 di reazione al fuoco. Le pareti esterne dell'edificio su cui saranno

collocate tali scale, compresi gli eventuali infissi, possederanno, per una larghezza pari alla proiezione della scala, incrementata di 2,5m per ogni lato, requisiti di resistenza al fuoco almeno REI/EI 60.

Le uscite verso l'esterno avranno una altezza non inferiore a 2,00m e consentire il deflusso verso un luogo sicuro.

6.6.4 Edificio per punti di consegna MT

L'edificio per i punti di consegna MT sarà destinato ad ospitare i quadri contenenti i Dispositivi Generali ed i quadri arrivo linea e dove si attesteranno le due linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione e le consegne dei sistemi di telecomunicazioni.

Si prevede di installare tre manufatti prefabbricati di cui uno di dimensioni in pianta 7,98 x 2,74 m con altezza 3,2 m e due di dimensioni in pianta 6,8 x 2,74 m con altezza 2,70 m fuori terra. I locali dei punti di consegna saranno dotati di porte in vetroresina con apertura verso l'esterno rispetto alla stazione elettrica per quanto riguarda gli accessi ai fornitori dei servizi di energia elettrica e TLC.

6.6.5 Chioschi per apparecchiature elettriche

I chioschi sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; avranno pianta rettangolare con dimensioni esterne di 2,40 x 4,80 m ed altezza da terra di 3,20 m. Ogni chiosco avrà una superficie coperta di 11,50 m² e volume di 36,80 m³. La struttura sarà di tipo prefabbricato con pennellature coibentate in lamiera zincata e preverniciata. La copertura a tetto piano sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

6.7 Movimenti terra

L'area interessata è attualmente a destinazione agricola e non rientra nell'elenco dei siti inquinati.

Stante la natura prevalentemente pianeggiante del sito non sono previsti rilevanti movimenti terra se non quelli dovuti allo scotico superficiale (sino a circa 30 cm) ed al modesto livellamento.

Per la realizzazione delle opere sono previsti scavi a sezione obbligata con rinterro e trasferimento a discarica autorizzata del materiale in eccesso.

Ai sensi di quanto previsto dall' art. 186 TS del decreto legislativo 2 Aprile 2006 n. 152 e successive modifiche ed integrazioni, le terre e rocce da scavo possono essere utilizzate per rinterri, riempimenti rimodellazioni e rilevati purché rispondano alle seguenti prescrizioni:

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- c) l'uso integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari;
- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- e) sia accertato che non provengano da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica.

In fase di progettazione esecutiva saranno eseguite le opportune indagini documentali e chimiche per la caratterizzazione del terreno, che consentiranno di stabilire che il sito oggetto

degli interventi di completamento della stazione risulti non contaminati e pertanto rientri nella casistica del sopra riportato punto e) del D. Lgs. 152/2006.

Per la realizzazione delle opere di fondazioni (edifici, portali, fondazioni apparecchiature, etc.) sono previsti scavi a sezione obbligata con rinterro e trasferimento a discarica autorizzata del materiale in eccesso.

Tutta l'area della stazione e quella dell'antistante piazzale di raccordo alla strada, sarà scorticata per circa 0,5-1m per eliminare il terreno vegetale. Il terreno vegetale sarà conservato in cumuli per poter essere successivamente riutilizzato per il ricoprimento delle aree a verde.

6.8 Varie

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato. Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte in due distinte vasche di prima pioggia per essere successivamente conferite ad un corpo ricettore compatibile con la normativa in materia di tutela delle acque.

Le acque di scarico dei servizi igienici provenienti dall'edificio quadri, saranno raccolte in un apposito serbatoio a vuotamento periodico di adeguate caratteristiche.

Per l'ingresso alla stazione, saranno previsti due cancelli carrabili, (dis. REN-23442-PTO-SE 10), larghi 7,00 metri e due cancelli pedonali, ambedue inseriti fra pilastri e pennellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale sarà realizzata in cls prefabbricata a paramento pieno.

Per l'illuminazione esterna della Stazione è previsto un numero adeguato di torri faro a corona mobile alte 25,00m equipaggiate con proiettori orientabili tali da garantire una illuminazione sufficiente sia nel regolare servizio che per interventi di manutenzione notturni od in condizioni di scarsa visibilità.

6.9 Macchinario ed Apparecchiature principali

6.9.1 Macchinario

Il macchinario principale è costituito da n° 3 trasformatori 132-150/36 kV le cui caratteristiche principali sono:

Potenza nominale		125 MVA
Tensione nominale		132-150/36 kV
Vcc%	17,5%	
Commutatore sotto carico		variazione del $\pm 10\%$ Vn con +5 e -5 gradini
Gruppo		Ynd 11
Potenza sonora	95 db (A)	

6.9.2 Apparecchiature

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali (dis. REN-23442-PTO-SE 02 "Planimetria generale" e dis. REN-23442-PTO-SE 02 "Sezioni elettromeccaniche").

Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

- Tensione massima sezione 132-150 kV 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz

Correnti limite di funzionamento permanente:

- Sbarre 132-150 kV 2000 A
- Stalli linea 132-150 kV 1250 A
- Stallo di parallelo sbarre 132-150 kV 2000 A
- Stallo ATR 132-150 kV 2000 A
- Potere di interruzione interruttori 150 kV 31.5 kA
- Corrente di breve durata 150 kV 31.5 kA
- Condizioni ambientali limite -25/+40 °C

Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti:

- Elementi 150 kV 56 g/l

6.9.3 Deflusso acque meteoriche

Le acque di prima pioggia o di dilavamento possono essere oggetto di autorizzazione allo scarico, sulla base di quanto definito dalla disciplina regionale di competenza, in attuazione dell'art. 113 del D. Lgs. n. 152/2006. La norma nazionale prevede, infatti, che le Regioni, ai fini della prevenzione di rischi ambientali e idraulici, stabiliscano forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti di collettamento delle acque separate

(cioè adibite a raccogliere esclusivamente acque meteoriche), nonché i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate (diverse dalle reti fognarie separate), siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.

La nuova stazione elettrica 150/36 kV sarà realizzata in località La Gattesca nel Comune di Brusnengo (BI) ad una quota di circa 262 m s.l.m. e si estenderà su un'area di circa 25.000 m². L'area sarà in parte pavimentata con manto in conglomerato bituminoso e/o cemento e in parte ricoperta con ghiaietto e pietrisco. Lo smaltimento delle acque avverrà in un esistente fosso adiacente l'area di stazione.

Lo smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato mediante una rete di fognatura realizzata con tubazioni di diverso diametro in PVC poste al di sotto del piano di stazione e nelle quali afferiranno le acque superficiali attraverso dei pozzetti dotati di griglia in ghisa. In tali rete confluiranno anche dei tubi di drenaggio posti sotto le aree assorbenti rifinite con pietrisco e ghiaietto. Lo schema d'impianto prevede generalmente la realizzazione di collettori principali ai quali saranno collegati i tubi di raccolta sui piazzali, tali dorsali confluiranno in un unico condotto collegato all'impianto di trattamento acque di prima pioggia con annesso disoleatore. Lo scarico dell'impianto di trattamento s'immetterà nel corpo ricettore con opportuno manufatto d'allacciamento. Prima dell'immissione nell'esistente fosso sarà realizzato un pozzetto fiscale ove sarà possibile campionare le acque di scarico nel rispetto del D.Lgs. 152/99. Il tracciato dell'intero impianto fognario potrà essere rilevato nei seguenti elaborati allegati:

- REN-23442-PTO-DIS 08 – Planimetria Catastale con Fascia A.P.I. 1:2000;
- REN-23442-PTO-SE_0001 – Piano Quotato Stazioni.

6.10 Rumore

Nella stazione elettrica saranno presenti esclusivamente macchinari statici, che costituiscono una modesta sorgente di rumore, ed apparecchiature elettriche che costituiscono fonte di rumore esclusivamente in fase di manovra.

Il rumore sarà quindi prodotto in pratica dalle unità di trasformazione principali e dai relativi impianti ausiliari (raffreddamento).

Le macchine che verranno installate nella nuova stazione elettrica saranno dei trasformatori 132-150/36 kV a bassa emissione acustica.

Il livello di emissione di rumore sarà in ogni caso in accordo ai limiti fissati dal D.P.C.M. 1 marzo 1991, dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 e secondo le indicazioni della legge quadro

sull'inquinamento acustico (Legge n. 477 del 26/10/1995), in corrispondenza dei recettori sensibili.

L'impianto sarà inoltre progettato e costruito secondo le raccomandazioni riportate nei par. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11 -1.

6.11 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003). Si rileva che nella Stazione Elettrica, che sarà normalmente esercita in teleconduzione, non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

6.12 AREE IMPEGNATE

L'elaborato "Planimetria catastale" riporta l'estensione dell'area impegnata dalla stazione.

I terreni ricadenti all'interno di detta area, GIA' OPZIONATI DAL PROPONENTE IL PROGETTO, risulteranno soggetti al vincolo preordinato all'esproprio.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nell' "Elenco proprietà catastali" desunti dal catasto.

7 AREE IMPEGNATE LINEA AEREA DT

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti futuri, 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 pari a:

- 20 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132 kV in doppia terna.

Il **vincolo preordinato all'esproprio** sarà apposto per le tratte in variante sulle "**aree potenzialmente impegnate**" (previste dalla L. 239/04) che equivalgono alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di:

- 40 m dall'asse linea per lato per elettrodotti aerei a 132 kV in doppia terna futuri

La planimetria catastale, come evidenziato nei documenti allegati

- "**REN-23442-PTO-DIS 08** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata;

riporta il tracciato in variante dell'elettrodotto da ripotenziare con il posizionamento preliminare delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della nuova servitù di elettrodotto modificando quello esistente.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella, così come desunti dal catasto, sono riportati nei documenti:

- Doc. n. **REN-23442-PTO-DOC 06** - Elenco Proprietari beni da asservire.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa (asservimento), con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

8 SICUREZZA CANTIERI

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa e del D. Lgs. 81/08. Pertanto, in fase di progettazione, si provvederà a nominare le figure professionali occorrenti e abilitate ai sensi della predetta normativa per il rispetto della sicurezza e farà redigere il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'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.

9 CRONOLOGICO

I tempi di realizzazione del ripotenziamento della tratta di elettrodotto MASSERANO – GATTINARA, e della realizzazione della futura SE BRUSNENGO con i relativi Raccordi AT 132kV in DT, sono stimati in 18 mesi.

In ogni caso, in considerazione dell'urgenza e dell'importanza dell'opera, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento dell'impianto e la conseguente messa in servizio.

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.

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *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";*
- *Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";*
- *DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" 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;*
- *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";*
- *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";*
- *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;*
- *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";*
- *Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";*
- *Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";*
- *Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";*
- *D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;*
- *CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;*
- *D.lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*
- *Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni". Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». D. M. 17 gennaio 2018.*
- *C.N.R. 10012/85 "Istruzioni relative ai carichi e sovraccarichi ed ai criteri generali di sicurezza delle costruzioni"*
- *UNI 9858/91 "Calcestruzzo: prestazione, produzione, posa in opera e criteri di conformità"*
- *Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.*

- *D.M. del 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".*

10.1 Norme CEI

- *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, 2002-06;*
- *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 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;*
- *CEI 11-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata", nona edizione, 1999-01;*
- *CEI 304-1 "Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza", ed. prima 2005;*
- *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;*
- *CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";*
- *CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a";*
- *CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07.*

10.2 Norme tecniche diverse

- Unificazione TERNA, "Linee a 132 kV".