

Committente:



Progetto:

Progetto di riqualificazione della Centrale del Teleriscaldamento Lamarmora (BS) mediante installazione di un gruppo di cogenerazione ad alta efficienza alimentato a gas metano.

Titolo Documento:

PROGETTO DI MASSIMA DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO INTERRATO, A 380 kV, DI COLLEGAMENTO DELLA CENTRALE TELERISCALDAMENTO LAMARMORA CON LA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE

Eseguito da:

RETI TRASMISSIONE ENERGIA ELETTRICA ASM srl
Sede: Via Lamarmora, 230 - 25124 Brescia
Tel. 030 35531 fax 030 3553204

SOCIETA' CONTROLLATA

7				
6				
5				
4				
3				
2				
1	MODIFICA ALLEGATI 1-2-3-4-5	GORNI SPEZIE	SPEZIE	12 / 10 / 2005
0	PRIMA EMISSIONE	GORNI SPEZIE	SPEZIE	02 / 04 / 2005
REVISIONE	OGGETTO DELLA MODIFICA	REDATTO	CONTROLLATO	DATA
DOCUMENTO NUMERO: RT - DT - 62	APPROVATO:		FILE: RT-DT-62-rev01.doc	
SOSTITUISCE DOCUMENTO NUMERO			N° Ordine:	

INDICE

1. RELAZIONE INTRODUTTIVA

1.1 SCOPO DELLE OPERE

1.2 NATURA DELLE OPERE

2. RELAZIONE TECNICA

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.2 PRESCRIZIONI TECNICHE

2.3 TRACCIATO DI PROGETTO

2.3-a *Descrizione del tracciato di progetto*

2.3-b *Interazione dell'opera con gli strumenti di pianificazione locali*

2.3-c *Interazione dell'opera con i vincoli ambientali*

2.3-d *Elenco degli attraversamenti*

2.3-e *Uso del suolo*

2.4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

2.4-a *Caratteristiche generali dell'elettrodotto in cavo*

2.4-b *Aspetti progettuali del cavo*

2.4-c *Sezioni tipiche di posa del cavo*

2.4-d *Stazione elettrica blindata a 380 kV di centrale*

2.4-e *Stallo in aria a 380 kV nella stazione elettrica di Flero*

2.5 ASPETTI REALIZZATIVI DELLE OPERE

2.5-a *Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere*

2.5-b *Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea*



2.5-c *Posa del cavo*

2.5-d *Ricopertura e ripristini*

2.5-e *Collaudo dell'elettrodotto*

2.6 VALUTAZIONI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

3. ELABORATI TECNICI

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 3 / 31	
--	-----------------------------------	-------------------	--

1. RELAZIONE INTRODUTTIVA

1.1 SCOPO DELLE OPERE

Allo scopo di immettere in rete l'energia elettrica prodotta dal futuro ciclo combinato cogenerativo (in seguito CCGT) della centrale di Teleriscaldamento di Lamarmora, sita nel Comune di Brescia, si rende necessaria la realizzazione del collegamento elettrico a 380 kV per garantire la connessione del nuovo gruppo con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) rappresentata dall'esistente stazione elettrica di smistamento a 380 kV di Flero, situata nell'omonimo Comune di Flero in provincia di Brescia.



Come prescritto dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN), nella risposta alla domanda di ASM Brescia S.p.A. di connessione alla RTN, la futura CCGT sarà inserita sull'esistente stazione elettrica della RTN di Flero tramite un collegamento *in antenna*, costituito da un elettrodotto in cavo interrato a 380 kV.

Si riportano pertanto nel seguito gli elementi progettuali significativi del suddetto collegamento in cavo interrato a 380 kV che, con la stazione elettrica blindata a 380 kV di centrale realizzata all'interno del perimetro della stessa, unitamente a un nuovo stallo in aria a 380 kV da realizzarsi nell'esistente stazione elettrica della RTN di Flero, costituiscono dunque le “*infrastrutture indispensabili all'esercizio*” della CCGT.

1.2 NATURA DELLE OPERE

Come raffigurato nel documento in *Allegato 1*, “*Tracciato di progetto – Scala 1 : 10.000*”, la nuova CCGT che sarà realizzata all'interno del perimetro dell'esistente centrale termoelettrica tradizionale di Lamarmora, sarà collegata alla RTN per il tramite di un nuovo elettrodotto in cavo interrato a 380 kV, con inserimento in antenna sull'esistente stazione elettrica di smistamento a 380 kV di Flero.

Il tracciato del nuovo elettrodotto, si snoderà su un tracciato stradale nel territorio del Comune di Brescia per uno sviluppo complessivo di circa 4,8 km .



	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 4 / 31	
--	-----------------------------------	-------------------	--

2. RELAZIONE TECNICA



2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le opere da realizzare sono state progettate nel rispetto dei seguenti riferimenti legislativi:

Legge 25 giugno 1865, n. 2359	<i>Espropriazioni per causa di utilità pubblica.</i>
R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267	<i>Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.</i>
R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775	<i>Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici.</i>
Istruzioni Ministeriali - Ministero dei Lavori Pubblici	
18 marzo 1936	<i>Istruzione sull'applicazione del Testo Unico di leggi sulle acque e sugli impianti elettrici.</i>
Legge 29 agosto 1939, n. 1497	<i>Protezione delle bellezze naturali.</i>
Legge 8 agosto 1985, n. 431	<i>Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.</i>
D.M. 24 novembre 1984	<i>Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8 .</i>
Legge 8 luglio 1986, n. 349	<i>Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale.</i>
D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377	<i>Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art.6 della legge 8 luglio 1986, n.349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale.</i>
D.P.C.M. del 27 dicembre 1988	<i>Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art.6 della Legge 8 luglio 1986, n.349, adottate ai sensi dell'art.3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n.377.</i>
Legge 9 gennaio 1991, n. 9	<i>Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.</i>

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 5 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	-------------------	---

D.M. 16 gennaio 1991	<i>Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne.</i>
Legge 6 dicembre 1991, n. 394	<i>Legge quadro sulle aree protette.</i>
D.P.C.M. 23 aprile 1992	<i>Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.</i>
D.P.R. 27 aprile 1992	<i>Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale e norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità ambientale di cui all'art.6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, per gli elettrodotti aerei esterni.</i>
Legge 22 febbraio 1994, n. 146	<i>Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee (Legge Comunitaria 1993).</i>
D.P.R. 12 aprile 1996	<i>Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1 della Legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale.</i>
D.P.R. 11 febbraio 1998	<i>Disposi integrative al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla legge 8 luglio 1986, n.349, art. 6 .</i>
D.P.R. 2 settembre 1999, n. 348	<i>Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere.</i>
D.P.C.M. 3 settembre 1999	<i>Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell'impatto ambientale.</i>
Legge Regione Lombardia 3 settembre 1999, n. 20	<i>Norme in materia di impatto ambientale.</i>
D.M. 22 dicembre 2000	<i>Approvazione della convenzione tipo di cui all'art.3, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.</i>
Legge 22 febbraio 2001, n. 36	<i>Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.</i>
D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327	<i>Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità.</i>

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 6 / 31	
--	-----------------------------------	-------------------	--

D.P.C.M. 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.

Legge 27 ottobre 2003, n. 290

Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 29 agosto 2003, n.239 recante disposizioni urgenti per la sicurezza del sistema elettrico nazionale e per il recupero di potenza di energia elettrica. Delege al Governo in materia di remunerazione della capacità produttiva di energia elettrica e di espropriazione per pubblica utilità.

Gli elementi tecnici di riferimento sono i seguenti:

Norma CEI 11-1

Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.

Norma CEI 11-17

Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.

Tabella CEI-UNEL 35011 (II ed.)

Cavi per energia e segnalamento – Sigle di designazione.

Norma CEI EN 50110

Esercizio degli impianti elettrici.

IEC 62067 - Power cables systems

Cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m = 170$ kV) up to 500 kV ($U_m = 550$ kV) - Test methods and requirements.

IEC 60287 and subsequent amendments

Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor).

IEC Publications 331 and 332

Test on electric cables under fire conditions.

IEC 60228

Conductors of insulated cables.

IEC 60229

Test on cables over sheaths which have a special protective function and are applied by extrusion.

IEC 60230

Impulse test on cables and their accessories.

IEC 60233



Test on hollow insulators for use in electrical equipment.

IEC 60270

Partial discharge measurements.

IEC 60811

Insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Common test method – Methods specific to

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 7 / 31	
--	-----------------------------------	-------------------	--



elastomeric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion test.

IEC 60853	<i>Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables.</i>
IEC 60859	<i>Cable connection for gas insulated metal enclosed switchgear for rated voltages of 72.5 kV and above.</i>
IEC 60949	<i>Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects.</i>
IEC 61000	<i>Electromagnetic compatibility (EMC).</i>
UNI 10742, 1999	<i>Impatto ambientale - Finalità e requisiti di uno studio di impatto ambientale.</i>
UNI 10745, 1999	<i>Studi di impatto ambientale – Terminologia.</i>

Gli schemi d'impianto, le apparecchiature ed i materiali previsti saranno conformi ai seguenti documenti:

<i>Guida Tecnica del GRTN N° INETI01030</i>	<i>REQUISITI E CARATTERISTICHE DI RIFERIMENTO DELLE STAZIONI ELETTRICHE DELLA RTN.</i>
<i>GRTN IN.S.T.X.1001 V.3 - 1 MAR. 2001</i>	<i>REGOLE TECNICHE DI CONNESSIONE.</i>
<i>Guida tecnica del GRTN N° INSX.1000</i>	<i>GUIDA AGLI SCHEMI DI CONNESSIONE.</i>
<i>Guida Tecnica del GRTN N° INEPI1108</i>	<i>REQUISITI DEI CAVI 220/380 KV CON ISOLAMENTO ESTRUSO IN XLPE (CROSS-LINKED POLYETHYLENE).</i>
<i>Guida Tecnica del GRTN N° INSTX1017</i>	<i>CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E TEMPO DI ELIMINAZIONE DEI GUASTI NEGLI IMPIANTI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV.</i>
<i>Guida Tecnica del GRTN N° INSTX1005</i>	<i>CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A 380–220–150-132 kV.</i>
<i>Guida Tecnica del GRTN N° IN.S.E.X.1002</i>	<i>GLOSSARIO E DEFINIZIONI.</i>

ed in generale alle prescrizioni tecniche del GRTN.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 8 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	-------------------	--

2.2 PRESCRIZIONI TECNICHE



Le norme CEI ed IEC prima citate hanno lo scopo di fornire le istruzioni per la progettazione, per l'esecuzione, per le verifiche e per l'esercizio delle linee di energia in cavo a corrente sia alternata sia continua e si applicano agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.

Le prescrizioni contenute nelle norme tecniche, nel loro insieme, sono relative:

- ❑ ai requisiti dei materiali;
- ❑ alle condizioni ambientali e di posa;
- ❑ alla definizione del cavo in funzione della tensione elettrica, con riferimento al regime di funzionamento normale, al comportamento alle tensioni impulsive e alle scariche parziali;
- ❑ alla definizione del cavo in relazione alla corrente elettrica;
- ❑ alla definizione delle protezioni dalle sovratensioni, dalle sovracorrenti e alla verifica del comportamento del cavo nelle condizioni di corto-circuito;
- ❑ alla protezione dalle sollecitazioni meccaniche e termiche esterne;
- ❑ allo studio delle protezioni in relazione alle condizioni climatiche, contro sostanze corrosive o inquinanti, contro la flora e la fauna o contro le influenze elettriche;
- ❑ ai criteri di comportamento dei cavi in caso di incendio;
- ❑ alla coesistenza tra i cavi di energia ed altre canalizzazioni, opere o strutture; in particolare:
 - *cavi di telecomunicazione;*
 - *cavi di comando e segnalamento;*
 - *tubazioni o serbatoi metallici interrati;*
 - *gasdotti ed ossigenodotti;*
 - *attraversamento con ferrovie, tranvie, autostrade, strade statali e provinciali.*

Sotto il profilo legislativo si osserva che il D.P.C.M. 23 aprile 1992, "*Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*", aveva stabilito le distanze minime di rispetto degli elettrodotti aerei da fabbricati adibiti ad abitazione o in cui sia presumibile una presenza prolungata di persone (art. 5). Tali distanze erano state stabilite in base alla classe di tensione delle linee elettriche aeree ed in particolare, per elettrodotti a 220 kV, era fissata in 18 m, misurati dal conduttore più vicino.



Nessuna distanza era invece stata stabilita per le linee elettriche in cavo aerei (rif. DM 16/01/1991).

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 9 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	-------------------	--

Tale decreto è stato poi superato con l’emanazione del D.P.C.M. 08/07/2003 “*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*“ che dà attuazione alla legge n. 36/2001, laddove questa prevede che i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell’inquinamento elettromagnetico e i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti debbano essere stabiliti, per la popolazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro dell’ambiente, di concerto con il Ministro della sanità.

Nel D.P.C.M. 08/07/2003 sono pertanto stabiliti, per gli elettrodotti, i seguenti parametri:

- Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l’induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l’esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l’induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore giornaliere nelle normali condizioni di esercizio.
- Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l’infanzia, ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell’esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l’obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell’induzione magnetica da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore giornaliere nelle normali condizioni di esercizio.
- Per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell’obiettivo di qualità, il sistema agenziale APAT-ARPA dovrà determinare le relative procedure di misura e valutazione, con l’approvazione del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 10 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	--------------------	--



- Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'articolo 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV.
L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

Con riferimento a quest'ultimo punto si precisa in particolare la definizione di fasce di rispetto, ai sensi della Legge 36/2001, art. 4 comma 1 lett. h):

“ ... all'interno di tali fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore “.

Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, sentito l'APAT, ha provveduto con nota n.prot. DSA//2004/25291 del 15/11/2004 ad indicare una metodologia di calcolo per la determinazione provvisoria delle fasce di rispetto pertinenti ad una o più linee elettriche aeree o interrate, che si può così rappresentare:

1. *Il gestore considera i dati caratteristici delle linee, ivi incluse le eventuali condizioni di fase relativa tra più linee elettriche intersecanti o vicine.*
2. *Si assume come portata in corrente circolante nelle linee, la relativa “corrente in servizio normale” così come definita all'interno della norma CEI 11-60. Nel caso di linee elettriche aeree con tensione maggiore di 100 kV, la corrente può essere definita secondo la stessa norma al cap. 3.1 .Negli altri casi viene definita dal gestore.*
3. *Le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 2111-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, cap. 4.1 . Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al cap. 4.3 .*
4. *Si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 μT (art. 4 DPCM 8 luglio 2003, obiettivi di qualità) in termini di valore efficace.*
5. *Le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto. Le relative dimensioni espresse in metri possono essere arrotondate all'intero più vicino.*

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 11 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

2.3 TRACCIATO DI PROGETTO

2.3-a Descrizione del tracciato di progetto

Il tracciato dell'elettrodotto è stato pianificato considerando i seguenti parametri di valutazione:



- *normative e legislazione di riferimento,*
- *caratteristiche antropiche della zona,*
- *aspetti derivanti da un eventuale impatto ambientale,*
- *caratteristiche geomorfologiche dell'area geografica,*
- *difficoltà tecniche di realizzazione ed esercizio dell'opera,*

mentre, con riferimento in generale ai vincoli, sono stati valutati i seguenti:

- possibilità di mantenere un idoneo distanziamento da ambienti abitativi, aree di gioco per l'infanzia, scuole ed in generale infrastrutture o luoghi dove sia previsto, o prevedibile, il soggiorno delle persone per più di 4 ore al giorno, al fine di garantire i livelli di campo magnetico prescritto dalla vigente normativa;
- evitare, per quanto possibile, interferenze con infrastrutture e reti viarie che comportino prolungati blocchi alla circolazione con conseguenti disagi per la popolazione, considerato che in una parte del tracciato si attraversano zone con presenza significativa di urbanizzazione;
- evitare zone destinate allo sviluppo sia urbanistico sia residenziale;
- evitare zone di interesse paesaggistico e ambientale, zone boscate o adibite a colture pregiate;
- evitare zone ad alto rischio idrogeologico;
- garantire per quanto possibile la massima accessibilità all'area per consentire di operare in sicurezza sugli impianti al personale preposto all'esercizio e all'eventuale manutenzione dell'elettrodotto.

Il tracciato è stato quindi individuato cercando un affiancamento alle opere lineari già presenti sul territorio (strade) ed evitando, per quanto possibile, l'attraversamento diretto di lotti agricoli; sarà quindi consentita la riduzione degli impatti sia in fase di costruzione, in quanto l'accesso ai cantieri avverrà tramite strade esistenti, sia in fase di esercizio, poiché non si rendono necessarie le acquisizioni delle servitù di elettrodotto.

Sulla planimetria in **Allegato 1** "Tracciato di progetto – Scala 1 : 10.000", si riporta dunque il **Tracciato di progetto** elaborato per l'elettrodotto in cavo interrato a 380 kV.



	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 12 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	--------------------	--

Esso si colloca principalmente su un percorso stradale che interessa il Comune di Brescia ed è stato definito in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze di pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici sia privati coinvolti.

L'elettrodotto in cavo a 380 kV si diparte dalla stazione AT della nuova CCGT ed interessa la zona meridionale del Comune di Brescia, seguendo un tracciato sostanzialmente stradale, secondo uno sviluppo complessivo di circa 4800 m, caratterizzato in linea generale dai seguenti tratti:

- Area di pertinenza dell'attuale C.le Lamarmora;
- Attraversamento di Via Ziziola;
- Attraversamento della SP BS 11 "Tangenziale sud di Brescia" e dell'Autostrada A4;
- Area di pertinenza della centrale del Termoutilizzatore fino all'uscita su via Codignole;
- Percorso stradale lungo via Codignole fino all'incrocio con via Flero;
- Percorso stradale lungo via Flero fino all'incrocio con via Case Sparse;
- Percorso stradale lungo via Case Sparse fino all'esistente stazione elettrica di smistamento a 380 kV della RTN di Flero, situata in Comune di Flero.

Nel documento *Allegato 2 "Tracciato di progetto – Documentazione fotografica"* si riportano alcuni riscontri fotografici del tracciato che, unitamente alla planimetria, consentono una percezione immediata delle caratteristiche del tracciato.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 13 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

2.3-b *Interazione dell'opera con gli strumenti di pianificazione locali*

Con riferimento al Piano Regolatore Generale del Comune di Brescia, sulla base di quanto riportato nello stralcio planimetrico dell'**Allegato 3** “*Tracciato di progetto – PRG Scala 1 : 10.000*“, il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato presenta i seguenti aspetti:



- Diparte dall'esistente C.le Lamarmora interessando una *zona a destinazione tecnologica*.
- Interessa una *zona a compensazione ambientale* nell'area di attraversamento della SP BS 11 “Tangenziale sud di Brescia” e dell'Autostrada A4.
- Nell'area di pertinenza della centrale del Termoutilizzatore interessa ancora una *zona a destinazione tecnologica*.
- All'inizio di via Codignole si colloca completamente su un percorso stradale e insiste su un territorio avente destinazione d'uso a *zona agricola*.
- Sul tracciato stradale di via Flero lambisce all'inizio dapprima una *zona residenziale* e una *zona d'edilizia agricola-industriale-commerciale*, pur mantenendo comunque ampiamente da queste una distanza ben superiore alle prescrizioni normative, per poi proseguire ed insistere su un territorio avente destinazione d'uso a *zona agricola*.
- Alla fine di via Flero lambisce una *zona a destinazione tecnologica*.
- In via Case Sparse il percorso stradale del cavo attraversa un territorio avente destinazione d'uso a *zona agricola*; nella parte finale del tracciato entra nell'area dell'esistente stazione elettrica di Flero avente la caratteristica di *zona a destinazione tecnologica*.

Si evince pertanto che il tracciato di progetto dell'elettrodotto presenta delle caratteristiche sostanzialmente conformi alle prescrizioni del PRGC del Comune di Brescia.

2.3-c *Interazione dell'opera con i vincoli ambientali*

La pianificazione del tracciato dell'elettrodotto è stata condotta in relazione ad un attento esame del territorio e dei vincoli ambientali presenti sullo stesso.

Sulla base di quanto riportato nello stralcio planimetrico dell'**Allegato 4** “*Tracciato di progetto – Carta dei Vincoli Scala 1 : 10.000*” si osserva in dettaglio che il tracciato di progetto interessa all'inizio una *zona di salvaguardia dei pozzi* e, in alcuni tratti del percorso, presenta dei parallelismi con delle *zone fascia di rispetto corsi d'acqua*. In tale senso si può comunque affermare che le attività svolte non creeranno sostanzialmente alcuna interferenza significativa con gli elementi sottoposti a vincolo.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 14 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

2.3-d *Elenco degli attraversamenti*

Le opere di interesse, sottoposte all'attraversamento dell'elettrodotto in cavo a 380 kV, saranno rilevate operativamente in dettaglio in sede di esecuzione del progetto esecutivo del tracciato.

I relativi attraversamenti saranno conformi alle Norme vigenti in materia e sarà inviata specifica documentazione agli Enti interessati:

<i>Cavo interrato a 380 kV</i>	- N° di attraversamento - Tipo di attraversamento	Ente interessato
	1 <i>Strada comunale via Ziziola</i>	Comune di Brescia
	2 <i>Strada Provinciale SP BS 11 " Tangenziale Sud di Brescia "</i>	Provincia di Brescia
	3 <i>Autostrada A4</i>	Società Autostrada Serenissima (Brescia-Verona-Vicenza-Padova)
	4 <i>Vaso Guzzetto secondario</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Guzzetto-Codignole
	5 <i>Vaso Guzzetto</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Guzzetto-Codignole
	6 <i>Vaso Codignole secondario</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Guzzetto-Codignole
	7 <i>Vaso Codignole</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Guzzetto-Codignole
	8 <i>Metanodotto SNAM in progetto</i>	Società SNAM Rete Gas
	9 <i>Vaso Codignole</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Guzzetto-Codignole
	10 <i>Vaso Fossetta Canalone</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Fossetta Canalone
	11 <i>Vaso Fossetta Canalone</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Fossetta Canalone
	12 <i>Metanodotti SNAM esistenti</i>	Società SNAM Rete Gas

	13 <i>Vaso Fossetta Canalone</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Fossetta Canalone
	14 <i>Vaso Fossetta Canalone Secondario</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Fossetta Canalone
	15 <i>Vaso Fossetta Canalone</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Fossetta Canalone
	16 <i>Vaso Codignole</i>	Comune di Brescia Consorzio Irriguo Guzzetto-Codignole
	17 <i>Canale di scolo acque</i>	Comune di Brescia

Nel documento **Allegato 5** “*Tracciato di progetto – Attraversamenti Scala 1 : 10.000*” si riporta la corografia del tracciato con l’indicazione degli attraversamenti.



Si osserva infine che il nuovo collegamento, essendo completamente interrato, non interferisce con i vincoli aeroportuali. L’area aeroportuale più prossima comunque è l’aeroporto di Montichiari (BS) che trova a circa 16,5 chilometri a Sud – Est della centrale Teleriscaldamento Lamarmora.

2.3-e *Uso del suolo*

Sulla base di quanto riportato nei seguenti documenti:

- **Allegato 2** “*Tracciato di progetto – Documentazione fotografica*”,
- **Allegato 3** “*Tracciato di progetto – PRG Scala 1 : 10.000*”,

è possibile cogliere la natura del territorio e le caratteristiche del tracciato dell’elettrodotto in cavo interrato che risulta peraltro essere caratterizzato da un tracciato quasi completamente su percorso stradale, fatta eccezione per la parte iniziale quando attraversa delle aree che hanno già una destinazione d’uso tecnologica.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 16 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	--------------------	--

2.4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

2.4-a Caratteristiche generali dell'elettrodotto in cavo

L'elettrodotto in cavo di collegamento della CCGT con la RTN, avrà la lunghezza di 4.8 km circa e sarà costituito da una terna di cavi interrati aventi una tensione nominale di 380 kV.

Le caratteristiche costruttive e dimensionali dell'elettrodotto in cavo, sono riassunte nell'*Allegato 6* "Sezione cavo 380 kV", in accordo alle Norme internazionali IEC. Il cavo sarà dunque costituito da un conduttore in rame con sezione di 1000 mm², schermo semi-conduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semi-conduttivo sull'isolamento, guaina metallica di alluminio saldato e rivestimento esterno in polietilene con grafitatura esterna.

I cavi verranno posati ad una profondità media di 1.4 m sotto il manto stradale.

Data la lunghezza del collegamento e il peso del cavo, per l'installazione, sono previste 6 pezzature per ogni fase connesse fra di loro per mezzo di giunti sezionati, in corrispondenza dei quali avverrà la trasposizione delle fasi.

Le guaine metalliche dei cavi delle diverse pezzature verranno connesse per mezzo di un sistema Cross-Bonding. Il sistema Cross Bonding si basa sulla trasposizione elettrica delle guaine metalliche rispetto alle fasi del sistema. Alla fine di ogni trasposizione completa, e quindi ogni tre sezioni, le guaine verranno collegate francamente a terra. Alle estremità del circuito, le guaine saranno collegate francamente a terra attraverso cassette unipolari di sezionamento.

L'elettrodotto in cavo, agli estremi, verrà terminato per mezzo di terminali per esterno presso la stazione RTN di Flero, mentre con accessori per entrata in blindato presso la stazione elettrica blindata in SF6 di centrale.

In *Allegato 7* "Schema unifilare elettrodotto in cavo" si riporta, a titolo indicativo, lo schema unifilare dell'elettrodotto in cavo.

I dati elettrici significativi sono i seguenti:

<i>Tensione concatenata nominale del sistema (U)</i>	380	kV
<i>Tensione massima del sistema (U_{max})</i>	420	kV
<i>Tensione di fase nominale del sistema (U₀)</i>	220	kV
<i>Tensione di manovra</i>	1050	kV
<i>Isolamento a impulso (B.I.L.)</i>	1425	kV
<i>Frequenza</i>	50	Hz
<i>Corrente di corto circuito monofase</i>	50/1	kA / s
<i>Fattore di carico giornaliero</i>	100	%
<i>Stato del neutro</i>	Francamente a terra	

I dati caratteristici dell'installazione sono:

<i>Numero di circuiti</i>	1	
<i>Numero di cavi per circuito</i>	3	
<i>Lunghezza del collegamento</i>	4.8	km
<i>Numero di pezzature per fase</i>	6	
<i>Quantità totale di cavo</i>	14.4	km
<i>Connessione delle guaine metalliche</i>	Cross Bonding	
<i>Tipo di posa</i>	Cavi in cunicolo interrato	
<i>Configurazione di posa</i>	A Trifoglio chiuso	
<i>Profondità di posa</i>	1400	mm

I dati riferiti alle condizioni ambientali sono:

<i>Resistività termica del suolo</i>	1.2 K m / W
--------------------------------------	-------------

<i>Temperatura ambiente:</i>	<i>Temperatura terreno</i>
-10 °C	10 °C
15 °C	20 °C
40 °C	25 °C

2.4-b Aspetti progettuali del cavo

I dettagli tecnici e costruttivi dei diversi elementi costituenti il cavo sono riportati nel seguito.

Conduttore



Il conduttore sarà costituito da una corda compatta composta da fili di rame, conforme alla Norma IEC 60228 per conduttori di Classe 2. Esso sarà inoltre tamponato tramite nastri igroespandenti applicati durante l'operazione di cordatura.

La sezione del conduttore sarà di 1000 mm².

Schermo sul conduttore

Lo schermo sul conduttore sarà costituito da uno strato polimerico semi-conduttivo estruso.

L'estrusione di questo strato avverrà in contemporanea a quella dell'isolante, in modo da garantire la perfetta adesione dei due strati polimerici.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 18 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

Isolamento

L'isolamento sarà composto da uno strato di Polietilene reticolato (XLPE) adatto a temperature di lavoro continuative del conduttore di 90°C. Esso verrà estruso simultaneamente agli schermi sul conduttore e sull'isolante (tripla estrusione).

Schermo semi-conduttivo sull'isolante

Lo schermo sull'isolamento sarà costituito da uno strato polimerico semi-conduttivo estruso. L'estrusione di questo strato avverrà in contemporanea a quella dello schermo sul conduttore e dell'isolante.

In tal modo lo schermo sopra l'isolamento rimarrà saldamente ancorato all'isolamento stesso.

Protezione longitudinale contro la penetrazione dell'acqua

Prima dell'applicazione della guaina metallica, il cavo viene fasciato per mezzo di nastri igroespandenti. Tali nastri hanno la funzione di limitare la penetrazione longitudinale dell'acqua all'interno dell'anima in caso di danneggiamento del cavo.

Guaina metallica

La guaina metallica sarà costituita da un nastro di alluminio applicato longitudinalmente e quindi saldato. Prove di laboratorio dimostrano come la saldatura sia adatta a garantire la protezione contro la penetrazione radiale dell'acqua all'interno dell'anima.

La guaina metallica di alluminio è dimensionata per portare la corrente di corto circuito specificata e pertanto, al termine del guasto, la temperatura della guaina sarà inferiore ai valori critici in corrispondenza dei quali si possono determinare danneggiamenti agli strati adiacenti la guaina stessa.

Protezione esterna

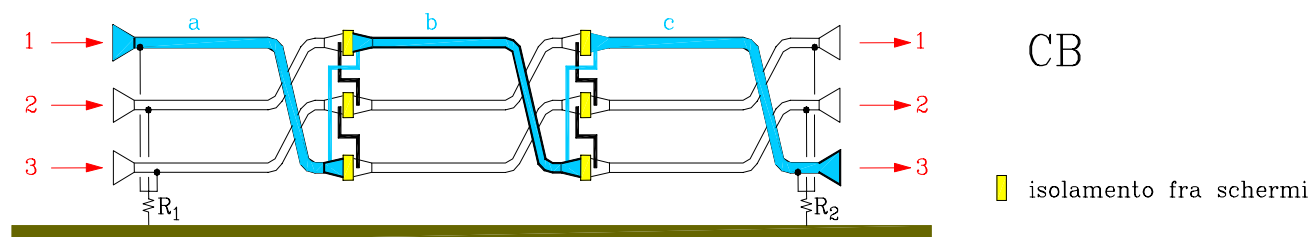
Il rivestimento esterno del cavo sarà costituito da uno strato di Polietilene estruso.

Tale strato ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione.

Sul rivestimento polimerico verrà infine applicato un sottile strato di grafite, necessario per effettuare le prove elettriche dopo posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

Metodo di trasposizione delle guaine in Cross-Bonding

Il metodo della trasposizione delle guaine in Cross Bonding (CB) consiste nell'isolare elettricamente una dall'altra e verso terra le guaine metalliche delle successive pezzature di cavo e nel collegare poi tra loro in serie le guaine appartenenti nell'ordine alle tre fasi del circuito dei conduttori.



I tre circuiti così ottenuti vengono poi messi in corto circuito agli estremi e messi a terra. In questo modo nelle tre guaine di ogni circuito vengono indotte tre f.e.m. sfasate di 120° . Se le tre pezzature hanno lunghezze uguali e le distanze interassiali sono uguali, le tre f.e.m. sono numericamente uguali e la f.e.m. risultante è nulla. Non vi saranno perciò né correnti di circolazione, né perdite di potenza.

E' abituale inoltre eseguire in corrispondenza dei giunti la trasposizione dei conduttori allo scopo di ridurre le tensioni indotte in eventuali cavi telefonici paralleli e per avere l'uguaglianza delle reattanze delle varie fasi.

Si osservi che è difficile fare in modo che la f.e.m. risultante nelle guaine sia rigorosamente nulla, sia perchè le pezzature non sono mai esattamente uguali sia perchè l'uguaglianza delle tre f.e.m. parziali si ha in realtà soltanto nel caso in cui i cavi siano disposti a trifoglio.



Le guaine metalliche sono sede in definitiva di tensioni elettriche indotte sia durante il funzionamento normale sia durante corto-circuiti.

Normalmente in esercizio normale le tensioni indotte sono contenute entro qualche decina di volt e a tale scopo la norma IEC60287 tiene conto, tramite opportune formule, dell'effetto termico delle correnti di circolazione residue nelle guaine per il dimensionamento del cavo.

In occasione di corto-circuiti le tensioni indotte raggiungono valori più elevati anche se tali comunque da non mettere in pericolo gli isolamenti. Si precisa a tale proposito che i resistori non lineari posti nelle cassette di sezionamento non funzionano da scaricatori per le tensioni alternate di frequenza industriale indotte dai corto-circuiti (essi vanno anzi dimensionati proprio per non intervenire a queste tensioni) ma solo per le sovratensioni impulsive od oscillanti indotte nel circuito delle guaine metalliche da eventuali sovratensioni provenienti dall'esterno.

Sistema di rilevazione della temperatura tramite fibra ottica

Al fine di monitorare con continuità lo stato dell'elettrodotto in cavo è stata prevista l'installazione di un sistema centralizzato di rilevazione della temperatura tramite cavo a fibra ottica posato in prossimità dei cavi.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 20 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	--------------------	--

2.4-c *Sezioni tipiche di posa del cavo*

In riferimento alle caratteristiche del tracciato dell'elettrodotto, alla tipologia di attraversamenti e delle soluzioni progettuali adottate nel progetto, sono state studiate delle specifiche sezioni di posa.

Posa cavi in trincea su sede stradale

Per la parte prevalente di tracciato i cavi saranno posati in trincea alla profondità di 1.4 m circa e disposti a trifoglio chiuso, secondo le modalità riportate in **Allegato 8** “ *Trincea posa cavi su strada* “. Per aumentare il livello di protezione da danni meccanici esterni, (scavi o lavori stradali di vario genere) i cavi saranno posti all'interno di un cunicolo interrato e, dopo la posa, conglobati in uno strato di cemento magro.

Si osserva inoltre la presenza di un tritubo in politene, in cui installare dei cavi in fibra ottica funzionali all'esercizio elettrico dell'elettrodotto, che si attesteranno nelle stazioni elettriche di Lamarmora e Flero. Lungo il tracciato, saranno quindi predisposti alcuni pozzetti, per permettere una corretta posa del cavo in fibra ottica.

Infine, nella parte superiore della trincea, saranno posati due monotubi in cui potranno installarsi altri cavi in fibra ottica che potranno essere collegati con un “*fault locator*” e daranno la possibilità all' esercente dell'elettrodotto, in caso di rottura delle fibre, di localizzare la presenza di lavori di scavo lungo il tracciato dell'elettrodotto.

Posa cavi per Sottopasso della strada provinciale SPBS11 “Tangenziale Sud di Brescia” e dell'Autostrada A4



Per il sottopasso della strada provinciale SPBS11 e dell'autostrada A4 è prevista la realizzazione di uno spingitubo di diametro 900 mm lungo circa 170 m, posto a una profondità di indicativa di 4 m sotto il piano stradale, secondo le modalità illustrate sul disegno **Allegato 9** “ *Sezione spingitubo* ”.

Al termine della posa i tubi, contenenti i cavi energia, saranno riempiti con una miscela di bentonite, al fine di favorire la dispersione del calore prodotto dai cavi stessi.

Posa cavi per attraversamento vasi o canali

In corrispondenza dei vasi e dei canali, i cavi saranno posati in un manufatto di calcestruzzo secondo le modalità illustrate sul disegno **Allegato 10** “ *Tipico attraversamento vasi o canali* ”.

Al termine della posa i tubi, contenenti i cavi energia, saranno riempiti con una miscela di bentonite, al fine di favorire la dispersione del calore prodotto dai cavi stessi.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 22 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

2.5 ASPETTI REALIZZATIVI DELLE OPERE

La realizzazione dell'elettrodotto in cavo interrato avverrà secondo fasi di lavoro sequenziali che consentiranno di contenere le attività in un tratto limitato del tracciato, avanzando progressivamente sul territorio.

Le attività si articoleranno secondo le seguenti:

- *realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;*
- *apertura della pista di lavoro e scavo della trincea di posa del cavo;*
- *posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;*
- *ricopertura della trincea e ripristini morfologici e vegetazionali;*
- *collaudo della linea.*

2.5-a Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere



Per l'esecuzione dell'opera si provvederà a predisporre delle aree adatte per l'installazione dei cantieri, ad attrezzarle con quanto necessario per il personale addetto ai lavori, per il deposito dei materiali e per la sorveglianza. Il tutto, in conformità con i regolamenti comunali sull'occupazione del suolo pubblico.

I cantieri saranno tenuti ordinati e puliti per quanto possibile; le baracche, ove utilizzate, saranno decorose ed alla fine di ogni giornata di lavoro saranno ritirati ed ordinati gli attrezzi ed i materiali in modo da dare un aspetto ordinato al cantiere stesso. A lavori ultimati saranno tempestivamente asportati tutti i materiali avanzati.

Con riferimento particolare alle piazzole di stoccaggio delle bobine contenenti i cavi, si provvederà, ove possibile, alla loro realizzazione in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto e contigue alle fasce di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

2.5-b Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

Considerando che il percorso del cavo si sviluppa quasi interamente sulla strada pubblica, le attività lavorative saranno organizzate in modo che il traffico veicolare e pedonale possa essere conservato sulle strade interessate dalle trincee. In particolare si prenderà contatto con la Vigilanza Urbana al fine di concordare preventivamente e tempestivamente ogni azione di avviso e segnalazione, nello spirito di arrecare il minor intralcio possibile alla circolazione stradale. I lavori saranno inoltre attuati in modo da causare i minori inconvenienti possibili alle proprietà pubbliche e private interessate, garantendone gli accessi.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 23 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

Le aree di cantiere verranno dunque approntate e debitamente recintate, prevedendo la posa ed il mantenimento in perfetta efficienza dei segnali prescritti dalle leggi e dai regolamenti, in conformità alle disposizioni prescritte dal Codice della Strada.

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio denominata "pista di lavoro", all'interno della quale si concentreranno tutte le operazioni.

Il fondo dello scavo sarà preparato in modo da risultare piano e libero da prominente di qualsiasi specie e dovrà essere compatto e le trincee saranno mantenute costantemente libere dall'acqua e dai detriti. Saranno pertanto messe in opera le necessarie sbatacchiature e le eventuali armature a sostegno dei cavi elettrici e telefonici, delle tubazioni del gas ed in genere di qualsiasi manufatto che avesse a trovarsi in corrispondenza dello scavo da eseguirsi.

Dove richiesto, saranno predisposti inoltre appositi ponteggi sugli scavi in modo da assicurare, in continuità ed in condizioni di sicurezza, il libero transito pedonale e carrabile.

La zona adiacente la trincea sarà tenuta libera dalla terra di scavo e il materiale di risulta sarà trasportato in discarica controllata.

Durante l'esecuzione dei lavori si presterà attenzione a non ricoprire con terra, od altri materiali, i chiusini e le botole di qualsiasi natura e che non ne venga impedito l'accesso.



In quei punti, lungo il tracciato degli scavi, in cui possono essere incrociati impianti sotterranei della rete dell'energia elettrica, del gas, dell'acqua, del teleriscaldamento, dei telefoni, delle fognature o altro, sarà usata la massima prudenza per evitare che siano arrecati danni agli impianti medesimi.

Al fine della preventiva individuazione degli impianti interrati, saranno effettuate tutte le ricerche necessarie per accertare l'eventuale esistenza ed ubicazione degli stessi, rivolgendosi ai vari Enti i cui impianti interessano il sottosuolo, quali: Comune, ASM, TELECOM, ENEL, SNAM, ecc. .

Infine per la migliore salvaguardia dell'efficienza ed integrità dei predetti impianti, sia durante i lavori sia dopo la loro ultimazione, verranno adottati tutti i provvedimenti tecnico-organizzativi che saranno richiesti dalla situazione specifica compreso, ove necessario, lo scavo a mano.

2.5-c Posa del cavo

Completato lo scavo, sul fondo dello stesso verrà posto del magrone, per uno spessore di circa 10 centimetri e sarà quindi posizionata la parte inferiore del manufatto in CA (cunicolo), posto a protezione meccanica dell'elettrodotto, entro il quale verranno posati, alla profondità indicativa di 1.4 metri dal manto stradale, i cavi stessi.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 24 / 31	SOCIETA' CONTROLLATA 
--	-----------------------------------	--------------------	--

I cavi arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina tipicamente viene montata su un cavalletto piazzato ad una opportuna distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato nella trincea.

La terna di cavi sarà quindi conglobata in uno strato di cemento magro di circa 0.5 metri.

Dopo la chiusura del cunicolo di protezione, con l'applicazione della parte superiore del manufatto in CA, sarà posta una rete di plastica rossa e nastro monitore in PVC, oltre ai tubi contenenti le fibre ottiche.

Il reinterro dello scavo avverrà con materiale termicamente idoneo (ad es. sabbia argillosa) prevedendo che il letto di posa e il materiale di riempimento dovranno essere accuratamente compattati a strati successivi di 25-30 cm di spessore massimo.

Normalmente le tratte interessate allo scavo, posa e reinterro saranno di circa 1000 - 1200 m.

In corrispondenza degli attraversamenti particolari esistenti sul percorso, saranno adottate le sezioni di posa descritte al § **2.4-c**, che prevedono l'impiego di specifiche soluzioni realizzative quali manufatti in calcestruzzo, tubi posati con la tecnica della trivellazione teleguidata e spingitubo.

2.5-d Ricopertura e ripristini



Al termine delle fasi di posa e di reinterro della trincea, i terreni e le aree interessate dal cantiere ed in particolare dallo scavo, saranno quindi ricoperti e ripristinati nelle condizioni preesistenti all'inizio dei lavori.

Durante tutto questo tempo saranno predisposti ponteggi sugli scavi in modo da assicurare, in continuità ed in condizioni di sicurezza, il libero transito pedonale e carrabile.

La ricopertura dello scavo sarà realizzata con terra di adeguata qualità, comporterà il costipamento dei materiali e sarà eseguito con attrezzi idonei (piastre vibranti o simili). Durante la messa in opera di materiale per i reinterri, in adiacenza a manufatti e servizi in genere, si impiegheranno tutti gli accorgimenti necessari in modo da evitare possibili sfiancamenti, deformazioni o danni, in particolare sarà accuratamente evitato lo scarico diretto dei materiali di reinterro contro i manufatti.

Per le aree di cantiere si procederà alle sistemazioni generali che consistono nella riprofilatura dell'area interessata dai lavori e nella riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno.

Per situazioni particolari si provvederà alla riattivazione di eventuali fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti; la funzione principale del ripristino idraulico è infatti

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 25 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

Successivamente si passerà, per gli interventi stradali, al ripristino definitivo del manto asfaltato, mentre per eventuali terreni vegetali interessati dai lavori, si procederà alle attività di ripristino vegetale aventi lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente.

Il ripristino, in questi casi avverrà con le seguenti modalità:



- ricollocazione dello strato superficiale del terreno precedentemente accantonato.
- inerbimento;
- messa a dimora, ove previsto, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le eventuali aree agricole interessate saranno invece ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

2.5-e Collaudo dell'elettrodotto

A fine lavori verranno effettuate delle prove per verificare la buona esecuzione dell'opera.

Il collaudo dell'elettrodotto in cavo verrà eseguito secondo le modalità dettate dalle norme tecniche in uso.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 26 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

2.6 VALUTAZIONI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

Il campo elettrico e quello magnetico, alla frequenza industriale, si possono considerare indipendenti tra loro e ciò permette di studiarne separatamente gli effetti.

Considerata la tipologia costruttiva dei cavi ed in particolare la presenza della guaina metallica di schermo, il campo elettrico esterno ai cavi è praticamente nullo e dunque di interesse trascurabile in relazione ai vincoli normativi.

In riferimento invece al campo magnetico prodotto da una linea trifase si osserva che questo è linearmente proporzionale con la corrente elettrica dell'elettrodotto ed è inoltre funzione dei seguenti parametri:

- a) geometria di posa;
- b) distanza interassiale tra le fasi;
- c) profondità di posa;
- d) correnti indotte dal campo magnetico stesso nelle guaine metalliche.

Ai fini della verifica di compatibilità del progetto del nuovo elettrodotto con le prescrizioni di legge relative al valore dell'induzione magnetica, si è proceduto a considerare, quali valori di riferimento, il *limite di esposizione* di 100 μT e l'*obiettivo di qualità* di 3 μT , che sono stati considerati nelle condizioni:

- al livello del suolo,
- all'altezza di un metro sul livello del suolo;

mentre, in relazione *alle fasce di rispetto*, è stato invece fatto riferimento alle proiezioni verticali, a livello del suolo, delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 μT (art. 4 DPCM 8 luglio 2003, obiettivi di qualità) in termini di valore efficace.

Con riferimento dunque alla definizione della corrente elettrica che interessa l'elettrodotto in progetto, si osserva che il documento del GRTN "*Regole Tecniche di Connessione*" considera i seguenti punti:

1. la tensione elettrica è contenuta, per la maggior parte del tempo, nell'intervallo del $\pm 5\%$ intorno al valore di 400 kV per il livello di tensione nominale di 380 kV;
2. il fattore di potenza nominale (in sovraeccitazione) ai terminali del generatore deve essere, per macchine a rotore liscio non superiore a 0,85 per taglie sino a 200 MVA e 0,9 per taglie superiori a 200 MVA.

Relativamente pertanto alla condizione tipica di esercizio dell'impianto sotto riportata, assumendo un fattore di potenza pari a 0.85 ed una tensione elettrica pari a 400 kV e 400 kV – 5% (380 kV),

Temperatura Aria [°C]	Potenza elettrica attiva della CCGT [MW]	cos φ	I (400 kV) [A]	I (380 kV) [A]
- 10	450	0.85	764	804
+ 15	415	0.85	704	741
+ 40	360	0.85	611	643

si ottiene la corrente elettrica, riporta nell'ultima colonna, applicando le seguenti formule:

$$A = \frac{P}{\cos \varphi}; \quad I = \frac{A}{\sqrt{3} \cdot V_n};$$

Si è considerato pertanto, ai fini del calcolo, secondo criteri cautelativi, la corrente di 800 A.

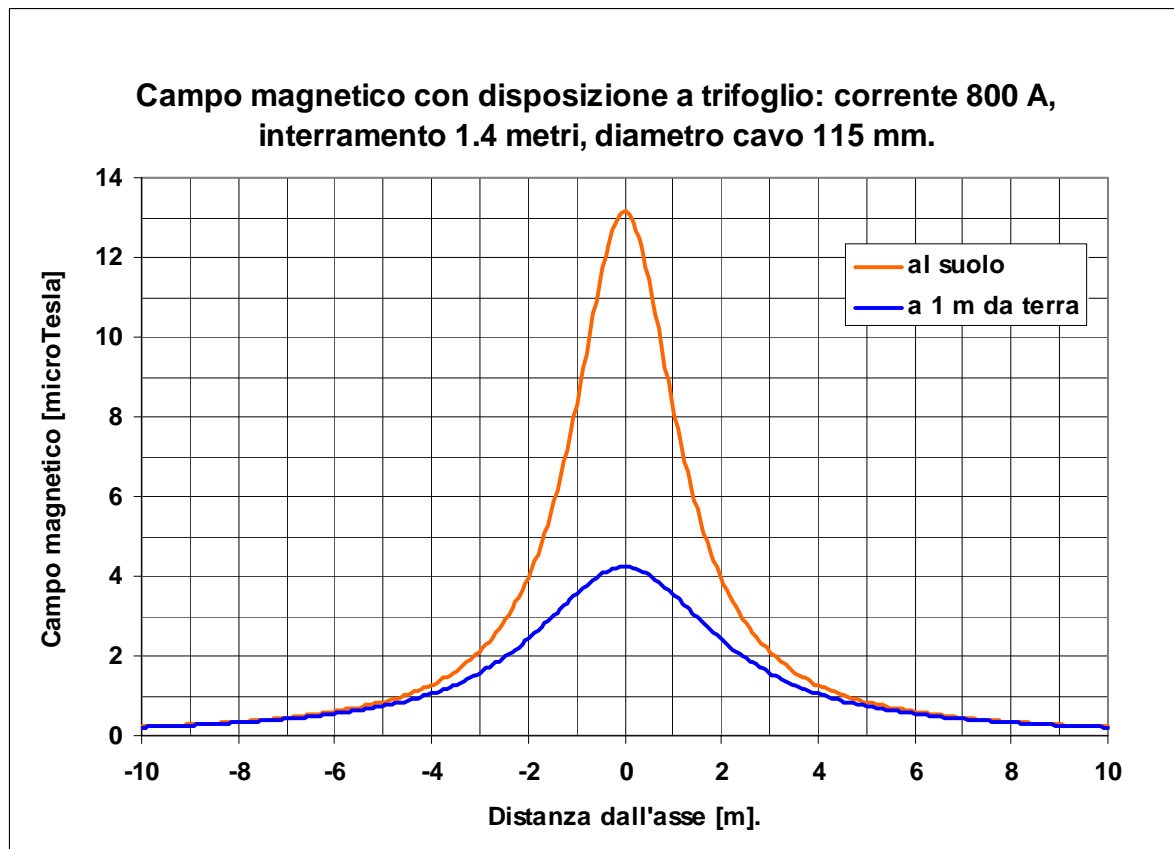
In riferimento alla configurazione geometrica di posa, è stata considerata la seguente condizione di sistema:

Geometria di posa	<i>Ai fini della riduzione del campo magnetico è stata scelta la disposizione a trifoglio che consente una distribuzione di campo inferiore rispetto a quella in piano.</i>
Distanza interassiale tra le fasi	<i>Si è fatto riferimento ad una terna di cavi a 380 kV, 1x1000 mm², con diametro del conduttore di 40 mm e diametro esterno di 115 mm, posati a contatto tra loro (trifoglio chiuso).</i>
Profondità di posa	<i>La profondità di posa al piano di appoggio è di 1400 mm .</i>
Correnti indotte dal campo magnetico stesso nelle guaine metalliche	<i>In riferimento a quest'ultimo punto si osservi che i cavi sono tipicamente provvisti di una guaina metallica che ha il duplice scopo di racchiudere il campo elettrico e di costituire una barriera impervia all'umidità. Le correnti circolanti nei conduttori determinano sullo schermo, data la messa terra di tipo "Cross-Bonded" della guaina, la presenza di correnti indotte di Foucault; queste determinano un effetto schermante sul campo magnetico dei conduttori che si può associare ad un avvicinamento apparente dei conduttori stessi. Si tratta comunque di un effetto limitato e per questa ragione trascurabile, nelle valutazioni numeriche sul campo magnetico prodotto dai cavi, in favore dell'applicazione del criterio cautelativo.</i>

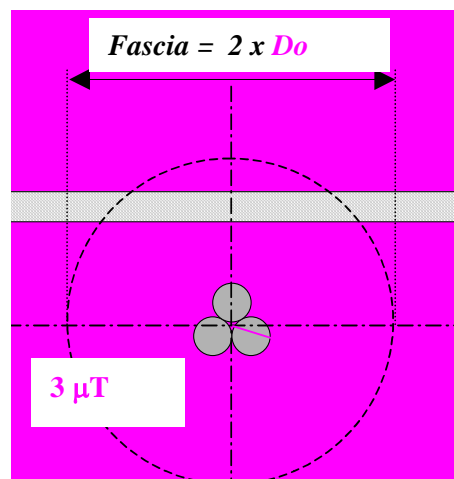
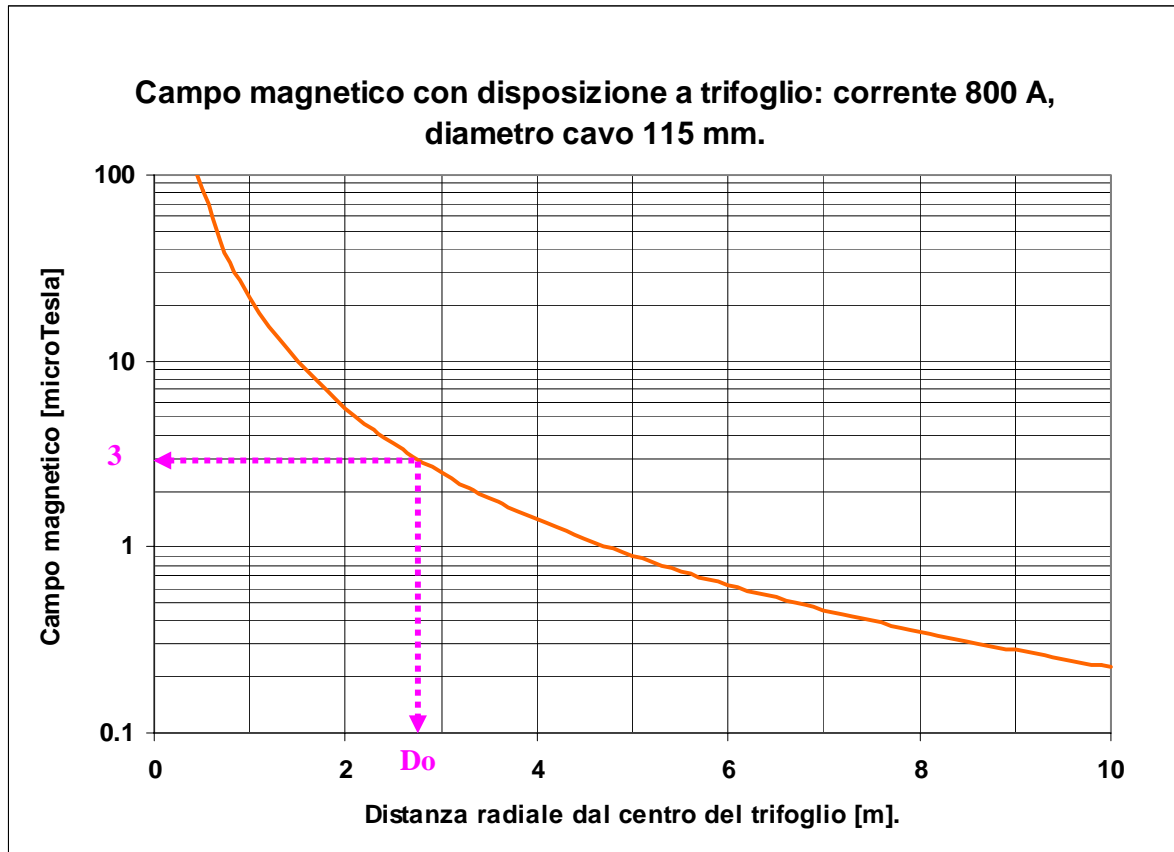
Il calcolo preciso dei livelli di induzione magnetica è stato quindi effettuato applicando al caso in esame il modello per il calcolo dell'induzione magnetica, descritto nella norma CEI 211-4, fascicolo 2840 (Luglio 1996) "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", che si basa sulla seguente schematizzazione:

- ❑ i cavi unipolari sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- ❑ i cavi unipolari sono considerati di forma cilindrica con diametro costante;
- ❑ la profondità di posa dei cavi (coordinata del centro geometrico di ciascun cavo) va introdotta con il segno negativo;
- ❑ il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- ❑ le correnti di fase (espresse in valore efficace) sono equilibrate e si trascurano le correnti indotte negli schermi dei cavi.

Nella configurazione tipica di posa del cavo si è ottenuta pertanto la seguente distribuzione di campo magnetico, che presenta un andamento compatto in prossimità dell'asse linea e decresce a mano a mano ci si allontana dall'asse dell'elettrodotto, da cui si evince il rispetto del *limite di esposizione* di 100 μ T.





Con riferimento invece al rispetto dell'*obiettivo di qualità* di $3 \mu\text{T}$ e alla individuazione della relativa *fascia di rispetto*, si consideri l'elaborazione seguente che raffigura l'andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza radiale dal centro del trifoglio.



E' possibile così evincere che le proiezioni verticali, a livello del suolo, delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$, definiscono una striscia di ± 2.7 metri circa rispetto all'asse della linea.



Il tracciato di progetto dell'elettrodotto è stato dunque studiato in modo da soddisfare ovunque tale condizione.

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 30 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

3. ELABORATI TECNICI

I seguenti elaborati tecnici formano parte integrante del presente documento:

- Allegato 1** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Tracciato di progetto – Scala 1 : 10.000
- Allegato 2** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Tracciato di progetto – Documentazione fotografica
- Allegato 3** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Tracciato di progetto – PRG Scala 1 : 10.000
- Allegato 4** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Tracciato di progetto – Carta dei Vincoli Scala 1 : 10.000
- Allegato 5** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Tracciato di progetto – Attraversamenti Scala 1 : 10.000
- Allegato 6** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Sezione cavo 380 kV
- Allegato 7** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Schema unifilare elettrodotto in cavo
- Allegato 8** *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*
Trincea posa cavi su strada

	Rev. : n° 1 Doc. : n° RT-DT-62	n° Pag. 31 / 31	
--	-----------------------------------	--------------------	--

Allegato 9 *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*

Sezione spingitubo

Allegato 10 *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*

Tipico attraversamento vasi o canali

Allegato 11 *Progetto di massima dell'elettrodotto in cavo interrato, a 380 kV, di collegamento della centrale Teleriscaldamento di Lamarmora con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale*

Tipico attraversamento metanodotti