

REGIONE PUGLIA

Comune di Canosa di Puglia (BT)



PROGETTO DEFINITIVO

Impianto agrovoltaico per la produzione di energia elettrica tramite la tecnologia solare fotovoltaica della potenza di picco di 18,12 MWp e di produzione agricola della lavanda, olivi e foraggiere, da realizzarsi sulla stessa superficie di circa 28 ha nel Comune di Canosa di Puglia (BT) e con potenza di immissione alla rete Enel "CP Lamalunga" pari a 17,69 MW presente nel Comune di Minervino Murge (BT)

TITOLO

Relazione tecnica dei cavidotti

PROGETTAZIONE

PROPONENTE



SR International S.r.l.
C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma
Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106
C.F e P.IVA 13457211004



DS ITALIA 5 SRL

DS Italia 5 S.r.l.
Con sede legale a Roma (RM)
Piazza del Popolo, 18 - 00187
C.F. e P.IVA 15946581004

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
00	01/12/2021	Lauretti	Bartolazzi	DS Italia 5 S.r.l.	Relazione tecnica dei cavidotti

N° DOCUMENTO

DVP-CNS-RTC

SCALA

--

FORMATO

A4

INDICE

INDICE DELLE FIGURE.....	2
INDICE DELLE TABELLE	2
1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FV	3
3. CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA	4
4. PROVINCE E COMUNI INTERESSATI	4
5. VINCOLI	5
6. ATTRAVERSAMENTO DI FOSSI, CORSI D'ACQUA E PONTI	5
7. PROGETTO DEL CAVIDOTTO IN MT INTERRATO DI EVACUAZIONE	6
7.1 PREMESSA	6
7.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
7.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT	6
7.4 DIMENSIONAMENTO DEL CAVO	8
7.5 MODALITA' DI POSA E RIPRISTINI	10
7.7 RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI	13
7.8 PROTEZIONE MECCANICA DEL CAVIDOTTO	14
7.9 SOLLECITAZIONI A TRAZIONE.....	15
7.10 PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	15
7.10.1 SOLLECITAZIONI TERMICHE E DINAMICHE	15
7.10.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....	16
7.10.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	16
7.10.4 PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO.....	16
7.11 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	17
7.11.1 USO DEI RIVESTIMENTI METALLICI DEI CAVI.....	17
7.11.2 MESSA A TERRA DEL RIVESTIMENTO METALLICO DEI CAVI.....	17
7.11.3 MESSA A TERRA DELLE PARTI METALLICHE DELLE CANALIZZAZIONI	18
7.12 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI	18
7.12.1 INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE	18
7.12.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....	18
7.12.3 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAMENTO	18
7.12.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI , SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI	19
7.12.5 SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI	20
7.13 CAMPI ELETTRROMAGNETICI.....	20
8. PERCORSO DEL CAVIDOTTO DI EVACUAZIONE ED INTERFERENZE	20

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Attraversamento mediante tecnica TOC dei fossi.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 – Sezioni dello scavi in MT esterno.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3 – Inquadramento su ortofoto: area d’impianto, connessione alla rete ed interferenze</i>	<i>21</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Dati tecnici impianto</i>	<i>3</i>
<i>Tabella 2 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT da 185 mmq</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 3 - Dimensionamento cavo MT di connessione tra le cabina di consegna e la CP 9</i>	
<i>Tabella 4 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT da 185 mmq</i>	<i>12</i>

1. PREMESSA

L'oggetto della seguente relazione tecnica è la descrizione dei cavidotti in MT a 20 kV interrati di evacuazione, che trasportano l'energia prodotta dai moduli FV del lotto d'impianti, fino alla Cabina Primaria "Lamalunga" di E-Distribuzione, ubicata nel territorio comunale di Minervino Murge (BT). Tali cavidotti verranno realizzati nei territori comunali di Canosa di Puglia (BT) e Minervino Murge (BT).

2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FV

L'impianto fotovoltaico in progetto, composto da n.1 lotto da n.3 impianti fotovoltaici, verrà realizzato su strutture tracker con una potenza nominale installata di circa 18,12 MWp. Per il layout d'impianto, in questa fase, sono stati scelti moduli fotovoltaici della potenza nominale di 550 Wp (in condizioni STC) bifacciali per un totale di circa 32.946. Verranno installati 92 inverter multistringa della potenza nominale in continua pari a 215 kVA ciascuno. Tali inverter saranno connessi elettricamente alle 6 cabine di trasformazione BT/MT ubicate all'interno dell'area del lotto, due per ciascun impianto. L'energia prodotta dagli impianti verrà inviata ognuna alla propria cabina di consegna (n.3 in totale) dalle quali avverrà la connessione con la CP Lamalunga.

Le connessioni in MT tra le cabine di consegna a "lobo" e tra queste con la CP, utilizzeranno tutte una terna di cavi unipolari della sezione di 185 mmq ciascuna ed avverranno nel modo seguente:

- Cabina di consegna 1 con la cabina di consegna 3;
- Cabina di consegna 3 con la cabina di consegna 2;
- Cabine di consegna 1, 2 e 3 con la Cabina Primaria.

Nei paragrafi successivi saranno descritti in dettaglio sia i percorsi dei cavidotti che il dimensionamento dei cavi elettrici in MT. Di seguito sono riportati invece in tabella 1 i dati tecnici riassuntivi dell'impianto FV:

Potenza nominale dell'impianto [MWp]	18,12
Potenza modulo fotovoltaico monocristallino [Wp]	550
Numero di moduli totali	32946
Area d'impianto [ha]	28
Superficie captante fotovoltaica [ha]	8,6
N° cabine di trasformazione	6
N° cabine di consegna	3
N° cabina control room	1
Lunghezza cavo da 6 mmq in BT CC [m]	24630
Lunghezza terna di cavi unipolari da 300 mmq in BT in ac [m]	29662
Lunghezza terna di cavi unipolari da 95 mmq in MT a 20 kV [m]	286
Lunghezza terna di cavi unipolari da 185 mmq in MT a 20 kV [m]	11027
Lunghezza cavi illuminazione e videosorveglianza da 2,5 mmq in BT in ac [m]	3000

Tabella 1 – Dati tecnici impianto

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di cavi con pari prestazioni.

3. CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA

I cavidotti in BT e MT interni all'impianto saranno realizzati posandoli direttamente nello scavo ed avranno rispettivamente una profondità di $0,6 \div 0,9$ m (dipendente dal numero di terne di cavi in BT interrati) ed 1 m dal piano campagna, per una larghezza variabile da un minimo di 0,5 m, subordinata al numero di cavi posati nello scavo. Lo scavo esterno contenente i cavidotti in MT che collegano le 3 cabine di consegna alla cabina CP, e le cabine di consegna tra loro, avrà una larghezza minima di 0,5 m ed una profondità massima di 1,2 m ed avranno una protezione meccanica in PVC per tutta la lunghezza del percorso.

Lo schema di posa dei cavidotti citati prevede un allettamento in sabbia, il riempimento col terreno escavato e una copertura superficiale con materiale inerte di cava. Sul percorso saranno previsti dei pozzetti di sezionamento e d'ispezione, indicativamente ogni 100 m per i cavi interni all'area d'impianto e circa 200/300 m, per quelli esterni. I cavidotti realizzati sui percorsi accessibili agli automezzi, saranno provvisti di telaio e di coperchio di tipo carrabile in ghisa. I cavidotti di evacuazione in MT saranno posati quasi interamente in corrispondenza della viabilità esistente, che risulta essere asfaltata o sterrata. La posa avverrà, fin quando possibile, in affiancamento nella banchina stradale, e si interesserà la sede stradale solo ove non sia disponibile uno spazio di banchina.

Per le giunzioni elettriche in MT (ogni 100 m circa) saranno utilizzati connettori di tipo a compressione diritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti diritti adatti al tipo di cavo in materiale ritraibile. Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina si dovranno applicare terminali unipolari per interno con isolatore in materiale ritraibile e capicorda di sezione idonea. In casi particolari e secondo le varie necessità, potrà essere adottata una protezione meccanica aggiuntiva, realizzata mediante l'uso di tubazioni in materiale plastico (PVC), rigide o flessibili, di diametro nominale 160 mm o 200 mm, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza al furto. I montaggi delle opere elettromeccaniche dovranno essere eseguiti a "perfetta regola d'arte". Prima della messa in servizio dovranno essere eseguite le prove di isolamento prescritte dalla Norma CEI 11-7.

4. PROVINCE E COMUNI INTERESSATI

Il tracciato dell'elettrodotto in MT interessa i Comuni di Canosa di Puglia (BT) e Minervino Murge (BT) e la provincia di Barletta-Andria-Trani.

5. VINCOLI

Per un'analisi dettagliata, si rimanda alle tavole vincolistiche ed alla relazione paesaggistica allegate. Possiamo affermare che i lavori per la realizzazione dei cavidotti verranno effettuati nel rispetto dei limiti imposti dalla legislazione vigente in modo da garantire la salvaguardia dell'ecosistema. Il cavidotto in MT esterno all'area d'impianto, verrà interrato mediante realizzazione di scavi che rispettano le normative vigenti, cosicché non si andrà di fatto a modificare visivamente lo stato dei luoghi.

6. ATTRAVERSAMENTO DI FOSSI, CORSI D'ACQUA E PONTI

Lungo il tracciato il cavidotto di evacuazione in MT risulta attraversare un fosso di competenza del demanio idrico, indicato su mappa catastale ma non riscontrato in loco.

Il suddetto attraversamento potrebbe essere realizzato in sub alveo (al di sotto dell'alveo del corso d'acqua o fosso), con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). Tale tecnica permette di alloggiare il cavidotto nel sottosuolo, lasciando del tutto inalterato il fondo dell'alveo. La distanza tra la generatrice superiore del cavidotto e il fondo alveo sarà superiore a 2 m. Con tali soluzioni si evita qualsiasi tipo di interferenza dei cavidotti con la sezione di deflusso dei fossi, e in ogni caso sarà garantita la non interferenza con le condizioni di officiosità e funzionalità idraulica dei corsi d'acqua attraversati, e non sarà minimamente alterato né perturbato il regime idraulico. Analogamente, tale soluzione progettuale risulta pienamente compatibile con i vincoli paesaggistici, tra i quali anche quello della fascia di rispetto delle acque pubbliche e della tutela delle visuali dei percorsi panoramici, in quanto non comporta alcuna alterazione visibile dello stato dei luoghi.

Saranno in particolar modo seguite le indicazioni della Provincia di Barletta - Andria - Trani per l'attraversamento in sub alveo del fosso demaniale. Tutti gli attraversamenti saranno realizzati con direzione ortogonale all'asse (per le tre tipologie di interferenze elencate in precedenza), per limitarne la porzione interessata dai lavori di scavo e ripristino.

Qualora ci fossero attraversamenti di metanodotti, gasdotti, acquedotti, ecc.. interrati, l'attraversamento sarà effettuato in riferimento alla norma CEI 11-17 e in accordo con il rispettivo gestore di rete.

Nella Figura 1 successiva è riportata la soluzione da adottare per l'attraversamento di un fosso. Ovviamente, la soluzione adottata andrà contestualizzata in fase esecutiva in relazione, prevedendo variazioni dimensionali opportune che saranno valutate all'atto della realizzazione dell'attraversamento.

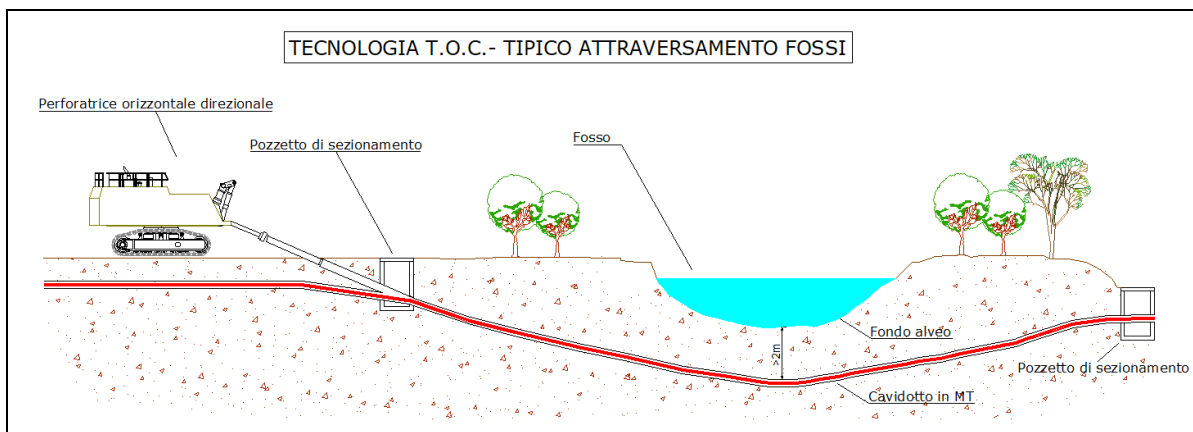


Figura 1 – Attraversamento mediante tecnica TOC dei fossi

7. PROGETTO DEL CAVIDOTTO IN MT INTERRATO DI EVACUAZIONE

7.1 PREMESSA

L'elettrodotto, che collega le cabine di consegna con la CP "Lamalunga", sarà costituito da cavi trifase con sezione da 185 mmq ciascuno e verrà interrato, con protezione meccanica aggiuntiva. I cavi utilizzati in questa fase di progettazione saranno cordati in alluminio, con isolante in XLPE, ad elica visibile, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene e disposti a trifoglio nello scavo. Di seguito verranno descritti in dettaglio sia i vari percorsi che le tipologie di scavo adottate.

7.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto dei cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

7.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT

Di seguito è riportata una tabella esaustiva in cui sono descritte le caratteristiche tecniche ed elettriche del tipo di cavo utilizzato in questa fase della progettazione, per il collegamento elettrico tra:

- le cabine di consegna tra di loro;
- le cabine di consegna con la CP.

ARE4H5EX COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
($R_{max} 3\Omega/Km$)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (**) ARE4H5EX <tensione> <sezione>
<fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied
($R_{max} 3\Omega/Km$)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARE4H5EX <rated voltage> <cross-section>
<phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5EX

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	approximate weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	open air installation	underground installation trefoil p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	28	1730	550
70	9,7	20,8	29	1940	570
95	11,4	22,1	30	2230	590
120	12,9	23,2	32	2510	630
150	14,0	24,3	33	2800	660
185	15,8	26,1	35	3260	700
240	18,2	28,5	37	3930	740
300	20,8	31,7	42	4730	820

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	186	175	134
70	230	214	164
95	280	256	197
120	323	291	223
150	365	325	250
185	421	368	283
240	500	427	328
300	578	483	371

Tabella 2 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT da 185 mmq

7.4 DIMENSIONAMENTO DEL CAVO

I valori delle potenze nominali degli impianti fotovoltaici del lotto sono i seguenti:

- Impianto 1: 6.096,2 [kWp]
- Impianto 2: 5.853,1 [kWp]
- Impianto 3: 6.171,0 [kWp]

il criterio utilizzato per determinare la sezione dei conduttori in MT è della massima caduta di tensione ammissibile. Dopo aver effettuato la scelta della sezione commerciale del cavo, è stata eseguita la verifica con il criterio termico, con la condizione cioè che la massima densità di corrente non superi determinati valori di sicurezza. In base ai valori limite delle portate di corrente stabiliti dai costruttori dei cavi, nelle varie condizioni di posa, esse devono essere superiori alle correnti di impiego calcolate in ogni tratto del circuito elettrico.

Il valore della generica corrente d'impiego dell'impianto FV (I_{IMP}) che percorre ognuno dei cavi, è stata calcolata mediante la seguente formula:

$$I_{IMP}(A) = \frac{P_N(MW)}{\sqrt{3} \times V_N(kV) \times \cos(\varphi)}$$

dove:

- P_N è la potenza nominale dei singoli impianti
- V_N è la corrispondente tensione nominale di 20 [kV]
- $\cos(\varphi)$ che corrisponde al fattore di carico, pari a 0,95.

Nella tabella successiva è riportato il calcolo del dimensionamento dei cavi di connessione tra le cabine di consegna con la CP Lamalunga, tenendo conto delle lunghezze dei cavi, del tipo di posa, della temperatura ambiente e della resistività termica del terreno:

DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DEI CAVI MT- 185 [mmq]

Tipo di collegamento	Tra la cabina di consegna n.1 e la CP	Tra la cabina di consegna n.2 e la CP	Tra la cabina di consegna n.3 e la CP
Lunghezza cavo (m)	2300	3420	3380
Intensità di corrente (A)	185,2	177,9	187,5
Conduttori per fase	1	1	1
Temp. Terreno (°C)	25	25	25
Coefficiente di correz.	0,96	0,96	0,96
Resistività termica 1,0 [Km/W]	1	1	1
Posa in tubo-trifoglio	0,61	0,61	0,61
Profondità di posa (m)	1,2	1,2	1,2
Coefficiente di correz.	0,98	0,98	0,98
N. cavi per scavo	3	3	3
Coefficiente totale	0,57	0,57	0,57
Sezione (mm ²)	185	185	185
Portata ammissibile (A)	211,2	211,2	211,2
$\Delta V\%$ sul tratto di cavo	0,9	1,3	1,4
ΔP (kW)	52	71	78

Tabella 3 - Dimensionamento cavo MT di connessione tra le cabina di consegna e la CP

Poiché il cavo scelto ha una portata stimata di circa 368 A (cfr tabella precedente), applicando dei coefficienti correttivi, legati alla tipologia di posa del cavo, alla temperatura ed alla resistività termica del terreno, si avrà un valore di portata diminuito e pari a circa 211,1 A, il quale, per la scelta della sezione commerciale del cavo, deve essere maggiore del valore della corrente d'impiego calcolata. Per tal motivo si può concludere che la sezione dei cavi utilizzata è adeguata a trasportare l'energia nelle condizioni di massima generazione dell'impianto FV e inoltre, si ottiene un valore di caduta di tensione entro i limiti.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica elettrica allegata.

Per quanto riguarda i collegamenti "a lobo" tra le cabine di consegna, essendo questi dei cavi che verranno utilizzati in seguito a guasti sui cavi principali di collegamento tra le cabine e la CP, non si riporta il calcolo del dimensionamento adottando la stessa sezione commerciale di 185 mmq che, in base ai valori delle correnti che trasportano, le condizioni di posa, ecc.. è da ritenersi corretta.

In base al dimensionamento eseguito emerge che il valore percentuale della caduta di tensione totale della linea MT di collegamento tra le cabine di consegna e la cabina primaria è al di sotto del valore del 2%, avendo considerato la produzione massima dell'impianto.

7.5 MODALITA' DI POSA E RIPRISTINI

I cavi saranno interrati, protetti da tubo in PVC opportunamente dimensionato con diametro minimo di 160 mm, ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,2 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'. Saranno segnalati superiormente da un nastro segnaletico e potranno essere protetti anche da una rete in PVC. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera o in tubazioni di PVC, potranno essere adottate per attraversamenti specifici. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, essi saranno posati in fasi successive in modo da poter destinare al transito veicolare, in qualsiasi condizione, almeno una metà della carreggiata.

Sono state previste n.2 tipologie di sezioni di scavo per il cavidotto lungo tutto il percorso:

- scavo su terreno agricolo e strade non asfaltate;
- scavo su strade asfaltate.

Nella figura successiva sono riportate le sezioni degli scavi progettati per i cavidotti in MT, riportati in maggior dettaglio nella tavola allegata DVP-CNS-IE-09-Tracciato Linea MT esterna, scavi e interferenze:

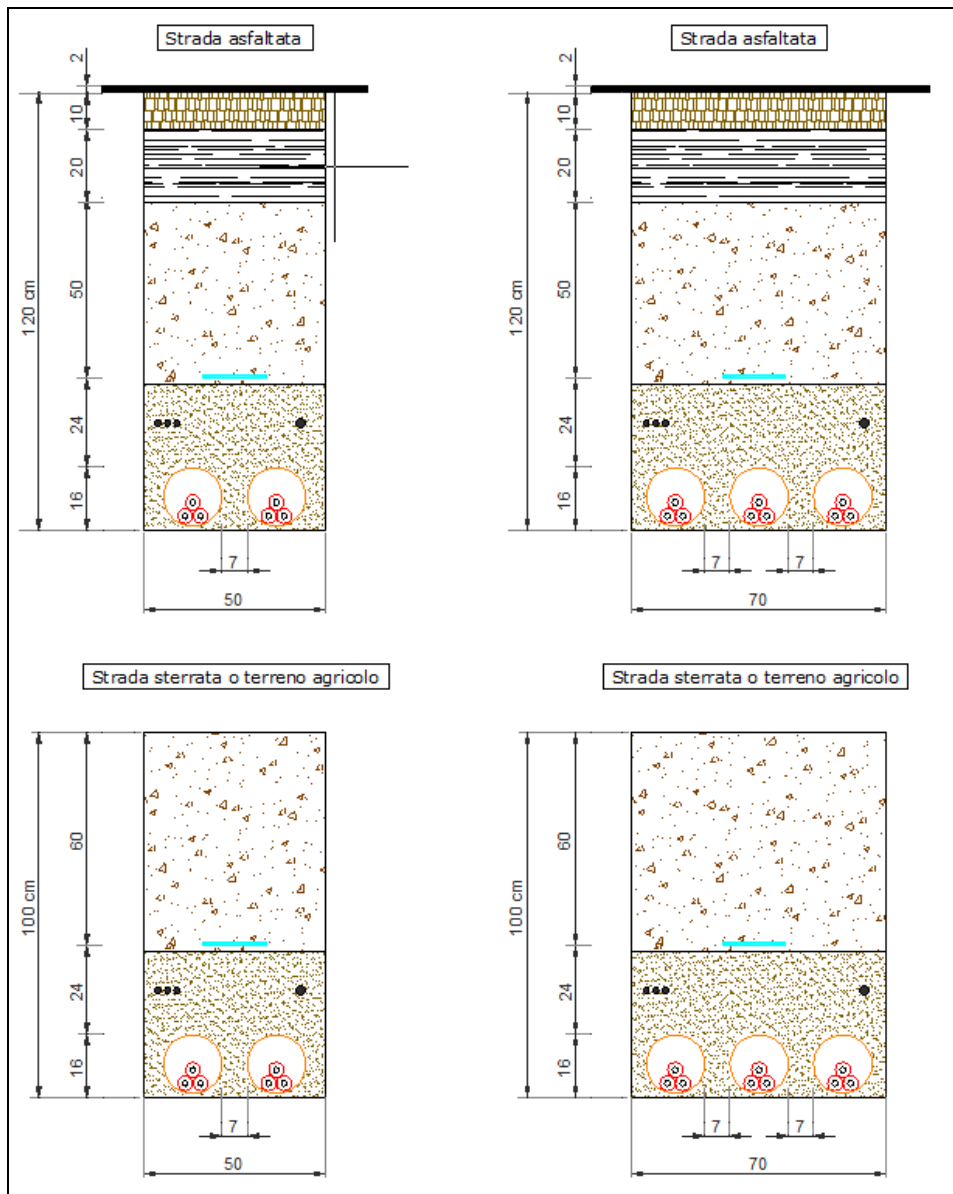











Figura 2 – Sezioni dello scavi in MT esterno

Di seguito si riportano i materiali di riempimento per le tre tipologie di scavi:

	Sottofondo Geomix
	Terreno di risulta
	Sabbia o inerte prescritto
	Manto d'usura
	Pavimentazione in conglomerato bituminoso
	Nastro monitore
	Cavo (3x1x185) mmq-12/24 kV in MT
	Tubo di protezione-sez.min. 160mm
	Tritubo 3x50 mm
	Cavo fibra ottica

Nella tabella 4 riepilogativa c'è la descrizione delle connessioni elettriche sopra citate come da progetto con cavidotto interrato nonché la tipologia di scavo da realizzare:

RIEPILOGO CONNESSIONI ELETTRICHE IN MT-20 kV		
	Lunghezza cavo [m]	N° cavi per scavo
Cabina di consegna n.1 - Cabina di consegna n.3	1820	2/3
Cabina di consegna n.3 - Cabina di consegna n.2	75	2
Cabina di consegna n.1 - CP "Lamalunga"	2300	2/3
Cabina di consegna n.2 - CP "Lamalunga"	3420	3
Cabina di consegna n.3 - CP "Lamalunga"	3380	3

Tabella 4 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT da 185 mmq

Sui fondi di terreno privati interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 2 m a destra e a sinistra dell'asse del cavidotto, come previsto dalla tabella "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione", di seguito riportata, con indicazione delle fasce di asservimento per tipologia di cavidotto:

Tipo di linea	Natura conduttore	Sezione o diametro	Palificazione	Armamento	Lunghezza campata ricorrente (1)	Larghezza fascia (2)
BT	Cavo interrato	qualsiasi				3 m
MT	cavo aereo	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	4 m
	Cavo interrato	qualsiasi				4 m
	rame nudo	25/35 mm ²	qualsiasi	qualsiasi	160 m	11 m
	rame nudo	70 mm ²	qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m
	Al- Acc. Lega di Al	Qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m
	Qualsiasi	Qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	250 m	19 m
AT fino a 150 kV	All-Acc	$\Phi = 22,8$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	400 m	27 m
			tralicci doppia terna	sospeso	400 m	28 m
	All-Acc	$\Phi = 31,5$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	350 m	29 m
			tralicci doppia terna	sospeso	350 m	30 m
	Cavo interrato	qualsiasi				5 m

Il rispetto delle prescrizioni sulle distanze, di cui ai precedenti paragrafi, sarà accertato con rilievi diretti eseguiti sul campo e saranno determinate in base alle strutture preesistenti, quale risulta dalle registrazioni disponibili presso i relativi esercenti e, se del caso, mediante sondaggi di verifica effettuati sul luogo.

Il riempimento della trincea e il ripristino della superficie devono essere effettuati, nella generalità dei casi, in assenza di specifiche prescrizioni imposte dagli enti proprietari dei terreni, con sezioni stradali standard, rispettando i volumi dei materiali stabiliti dal "Capitolato tecnico per l'appalto dei lavori di e-distribuzione".

7.7 RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI

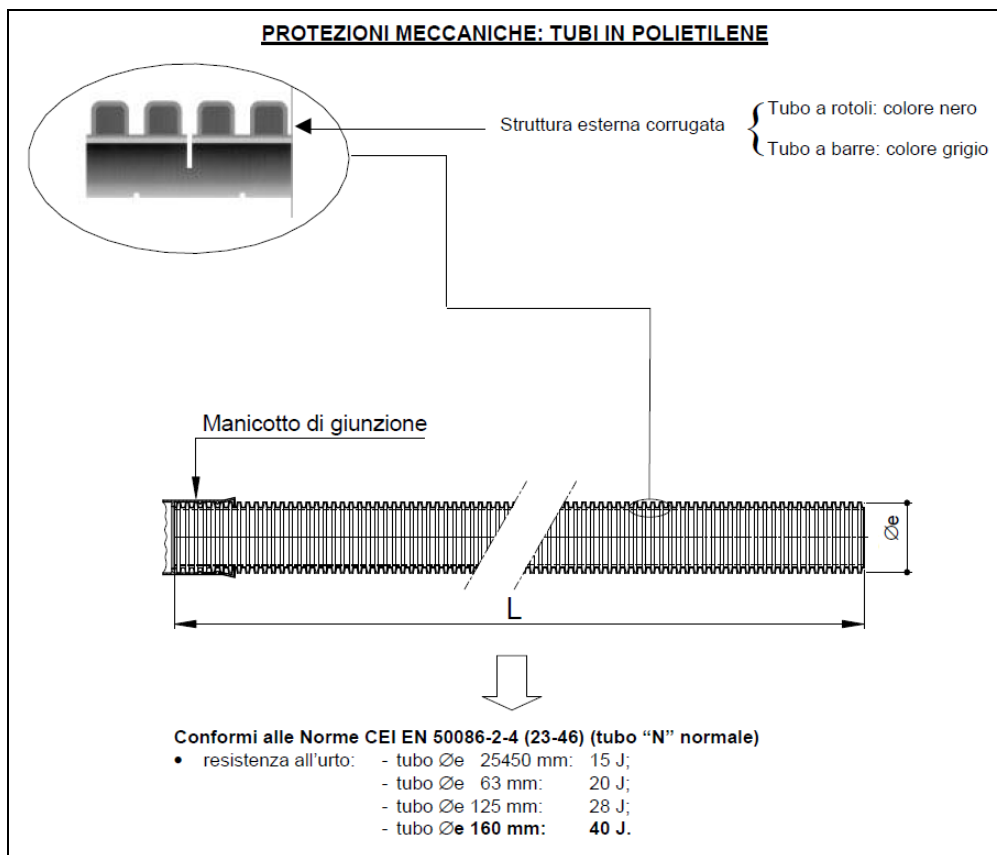
La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi. Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, se non altrimenti specificato dalle norme specifiche o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere inferiori a:

- cavi sotto guaina di alluminio, con o senza altri tipi di rivestimento metallico, 30 D;
- cavi senza guaina di alluminio, sotto guaina di piombo, con o senza altri tipi di rivestimento metallico, 16 D;
- cavi senza guaina di alluminio o di piombo, ma dotati di altro rivestimento metallico quale armatura, conduttore concentrico, schermatura a fili o nastri (inclusi i nastri sottili longitudinali placati o saldati), 14 D;
- cavi senza alcun rivestimento metallico, 12 D;

dove D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior diametro. Nel caso di cavi senza alcun rivestimento metallico, il raggio minimo di curvatura sopra indicato vale per conduttori di classe 1 e 2 (definita secondo la Norma CEI 20-29); per cavi con conduttori di classe 5 e 6 (sempre secondo la Norma CEI 20-29) tale raggio può essere ridotto del 25%. Nel caso di posa in condizioni favorevoli, i raggi di curvatura sopra indicati possono essere ridotti per arrivare fino alla metà per curvatura finale eseguita su sede sagomata e con temperatura non inferiore a 15°C, salvo diversa indicazione del fabbricante.

7.8 PROTEZIONE MECCANICA DEL CAVIDOTTO

Il cavo sarà dotato di una protezione meccanica agli urti, situata al di sopra della guaina esterna del cavo, che garantisce una elevata protezione meccanica, assorbendo gli urti e riducendo il rischio di deformazioni o danneggiamenti degli strati sensibili sottostanti, come l'isolante o lo schermo metallico. Tale tubo, ha una sezione minima pari a 160 mmq, omologato ENEL.



7.9 SOLLECITAZIONI A TRAZIONE

Durante l'installazione i cavi saranno soggetti a sforzi permanenti di trazione, pertanto si adotteranno cavi (autoportanti con organo portante) in grado di sopportare la trazione. Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non vanno applicati ai rivestimenti protettivi, bensì ai conduttori, per i quali d'altronde sarà garantito di non superare una sollecitazione di 18 kN per conduttori di alluminio. Se il cavo è provvisto di un'armatura, a fili o piattine, necessaria quando il previsto sforzo di tiro supera il valore sopportabile dai conduttori come detto sopra, la forza di tiro va applicata all'insieme dei conduttori e dell'armatura, ma non deve superare del 25% le sollecitazioni ammissibili sui conduttori di cui al capoverso precedente. Si adotteranno accorgimenti tali da impedire la rotazione del cavo sul proprio asse quando è sottoposto a tiro.

7.10 PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI

7.10.1 SOLLECITAZIONI TERMICHE E DINAMICHE

Il riscaldamento dovuto ad una sovracorrente provoca dilatazioni tra i vari componenti metallici e non metallici del cavo le quali, sovrapponendosi alle condizioni di ridotta resistenza dei materiali riscaldati, possono causare lesioni o invecchiamenti tali da rendere inutilizzabile il cavo. Le protezioni contro le sovracorrenti saranno previste in maniera tale da contenere le temperature massime dei conduttori entro i limiti stabiliti in questo caso i valori delle temperature massime di esercizio e di cortocircuito nel caso

dell'isolante in cavo di polietilene reticolato XLPE, con temperatura massima di esercizio 90 °C e Max temperatura di corto circuito pari a 250°C che danno un valore del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori in alluminio di 92.

Per i cavi unipolari e per i cavi multipolari ad elica visibile, gli effetti dinamici sono assorbiti dai dispositivi di fissaggio dei cavi che devono essere conseguentemente dimensionati e distanziati.

7.10.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Nelle linee in cavo i conduttori attivi devono essere protetti mediante installazione di uno o più dispositivi di interruzione automatica, tra loro coordinati, contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti che assicurino l'interruzione dei conduttori di fase . Tali dispositivi possono assicurare:

- a) unicamente la protezione contro sovraccarichi;
- b) unicamente la protezione contro i cortocircuiti;
- c) la protezione contro entrambi i tipi di sovraccorrente.

Nel caso:

- a) essi possiedono generalmente un potere di interruzione inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nell'impianto, ma devono essere in grado di sopportare tale corrente per la durata richiesta per il funzionamento dei dispositivi di protezione contro cortocircuito;
- b) essi devono possedere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono stati installati;
- c) essi devono sopportare e interrompere ogni corrente compresa tra il valore della loro corrente convenzionale di funzionamento ed il valore della corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono installati.

7.10.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Le linee in cavo devono essere di norma protette contro le correnti di cortocircuito da dispositivi situati a monte della linea, con tempi di intervento sufficientemente rapidi da evitare danni non accettabili al cavo. Ad evitare il deterioramento dell'isolamento, il tempo di intervento deve essere tale che la temperatura dei conduttori non superi il limite massimo ammesso per qualunque valore di sovraccorrente risultante da un cortocircuito in ogni punto del cavo protetto.

7.10.4 PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO

La protezione dei cavi contro i sovraccarichi avrà lo scopo di prevedere la loro interruzione prima che si possano verificare effetti nocivi sia ai componenti del cavo, sia alle connessioni, sia all'ambiente esterno limitrofo. Le protezioni saranno situate sia a monte che a valle del cavo, in corrispondenza dei punti di prelievo del carico.

7.11 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

7.11.1 USO DEI RIVESTIMENTI METALLICI DEI CAVI

Le guaine metalliche, i conduttori concentrici, gli schermi metallici e le armature, se rispondenti alle prescrizioni delle norme relative, sono mezzi di protezione sufficienti contro i contatti diretti, purchè siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- 1) il rivestimento metallico sia posto sotto una guaina non metallica qualora esista pericolo di danneggiamento chimico meccanico;
- 2) sia assicurata la continuità longitudinale del rivestimento metallico per tutto il percorso del cavo;
- 3) il rivestimento metallico sia messo a terra rispettando le disposizioni;
- 4) la resistenza elettrica del rivestimento metallico insieme con quella dei relativi collegamenti a terra e di continuità sia tale da rispondere ai requisiti.

Nel caso di terne di cavi unipolari, la continuità dei rivestimenti metallici sarà assicurata anche quando si ricorra alla loro trasposizione ciclica su tre tratti di lunghezza praticamente uguale in modo da annullare la tensione complessiva indotta nella guaina o schermo metallico.

7.11.2 MESSA A TERRA DEL RIVESTIMENTO METALLICO DEI CAVI

Tutti i rivestimenti metallici dei cavi saranno messi a terra almeno alle estremità di ogni collegamento, per collegamenti di grande lunghezza sarà inserita la messa a terra del rivestimento metallico in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. Per collegamenti corti, in genere non superiore al Km, è pure consentita la messa a terra del rivestimento metallico in un sol punto purchè vengano adottate le seguenti precauzioni:

- in corrispondenza delle terminazioni e delle interruzioni dei rivestimenti metallici, se accessibili, devono essere applicate opportune protezioni attive ad evitare tensioni di contatto superiori ai valori ammessi dalla Norma CEI 11-1;

- la guaina non metallica di protezione del cavo deve essere in grado di sopportare la massima tensione totale di terra dell'impianto di terra al quale il rivestimento metallico è collegato.

Per i sistemi in AT dove il neutro è francamente collegato a terra e le correnti di guasto a terra sono molte elevate, sarà raccomandabile installare parallelamente ai cavi un conduttore di terra di sezione adeguata a sopportare le correnti di guasto e ridurre le sovratensioni transitorie di sequenza zero. Dove il cavo ha più rivestimenti metallici, essi saranno connessi in parallelo, salvo nel caso di cavi appartenenti a circuiti di misura o segnalamento. Per il collegamento tra il rivestimento metallico del cavo ed il conduttore di terra, verrà ammesso l'impiego di adeguati connettori a compressione; inoltre, per i cavi con rivestimento metallico a nastri o a tubo, è anche ammessa la saldatura dolce o la brasatura. In ogni caso occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche delle guaine o dei rivestimenti metallici, i loro collegamenti a terra, incluse le connessioni, siano tali da escludere il proprio danneggiamento e quello delle guaine o rivestimenti metallici per effetto delle massime correnti che vi possono circolare.

7.11.3 MESSA A TERRA DELLE PARTI METALLICHE DELLE CANALIZZAZIONI

Tutte le parti metalliche destinate a sostenere o contenere cavi di energia ed i loro accessori verranno elettricamente collegate tra loro a terra secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-1.

7.12 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI

7.12.1 INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE

Quando entrambi i cavi sono direttamente interrati, saranno osservate le seguenti prescrizioni:

- il cavo di energia deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m;
- il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con uno dei dispositivi.

Detti dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo dove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima della linea precedente, sarà applicata su entrambi i cavi la protezione suddetta. Quando almeno uno dei cavi sarà posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione verranno, di regola, posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso per es. di posa lungo la stessa strada, possibilmente ai lati opposti di questa.

7.12.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

I dispositivi di protezione saranno costituiti da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo o inossidabile, con pareti di spessore non inferiore a 2mm. Sono ammessi involucri protettivi differenti da quelli sopra descritti purchè presentino adeguata resistenza meccanica e sono, quando il materiale di cui sono costituiti lo renda necessario, protetti contro la corrosione.

7.12.3 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAMENTO

I circuiti di comando e segnalamento potrebbero essere oggetto di disturbi, tali da alterarne il regolare funzionamento, causati da fenomeni dovuti a transitori sui circuiti di energia accoppiati con i circuiti di comando e segnalamento stessi. Per ciò che attiene alla mutua influenza dovuta a interferenze elettromagnetiche tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento, valgono le prescrizioni contenute nelle norme CEI 304; per

le interferenze di tipo elettrico o meccanico, qualora gli esercenti di questi cavi sono diversi e non esistano tra loro particolari accordi, valgono le prescrizioni precedenti.

7.12.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI , SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI

Gli incroci fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non dovrà effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito. Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazione metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0,5 m. Tale distanza sarà ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Per quanto riguarda i parallelismi fra cavi di energia e le tubazioni metalliche saranno posati alla maggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m. Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le strutture elementari separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non saranno mai disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni per altro uso. Tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra gli Enti interessati, purchè il cavo di energia e le tubazioni non saranno posti a diretto contatto fra loro.

La coesistenza tra gasdotti interrati e cavi di energia posati in cunicoli od altri manufatti, è regolamentata dal D.M. 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8". Pertanto, nel caso di incroci e parallelismi tra cavi di energia e tubazioni convoglianti gas naturali, le modalità di posa ed i provvedimenti da adottare al fine di ottemperare a quanto disposto dal detto D.M. 24.11.1984, saranno definiti con gli Enti proprietari o Concessionari del gasdotto.

7.12.5 SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI

Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

7.13 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Si rimanda alla relazione d'impatto elettromagnetico allegata al seguente per il calcolo del campo magnetico generato dai cavi in MT. A titolo riassuntivo, tale studio ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana dovuti alla tipologia di posa dei cavi utilizzati, alla posizione dei cavidotti interrati e ai valori di corrente che li percorrono. I ricettori sensibili che i cavidotti incontrano durante i loro percorsi infatti, sono esterni dalle fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa risulta inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge. Si ricorda che il valore del campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

8. PERCORSO DEL CAVIDOTTO DI EVACUAZIONE ED INTERFERENZE

Come riportato in precedenza al paragrafo 2, dalle cabine di consegna dell'area d'impianto, avrà origine il cavidotto di collegamento con la CP "Lamalunga". Il tracciato del cavidotto, in giallo nella figura 4 successiva, si svilupperà esternamente all'area d'impianto sia su strade sterrate che su strade asfaltate.

Di seguito sono riportati i nomi dei percorsi stradali per ciascuna tratta di collegamento, con le rispettive lunghezze:

- cabina di consegna 2-cabina di consegna 3 e cabina di consegna 3-punto A, su Strada Provinciale SP219, per circa 410 m;
- A-B, su Strada consorziale privata, per circa 1.080 m;
- cabina di consegna 1-B, su Strada Vicinale Gaudiano, per circa 366 m;
- B-CP Lamalunga su Strada Vicinale Gaudiano, per circa 1.930 m

Nel seguito si riporta un inquadramento su ortofoto utile ad una visione complessiva del percorso del cavidotto MT (in giallo) in cui sono visibili:

- l'area d'impianto (tratteggiata in bianco),
- le cabine di consegna, in rosso;
- la CP in blu;
- il cavidotto di collegamento tra le cabine di consegna e tra queste con la CP;
- la posizione del fosso, cerchietto in ciano vicino la CP "Lamalunga", visibile solo su mappa catastale ma non riscontrato sul territorio.

Si rimandando agli elaborati di progetto per le rappresentazioni cartografiche e catastali di dettaglio.

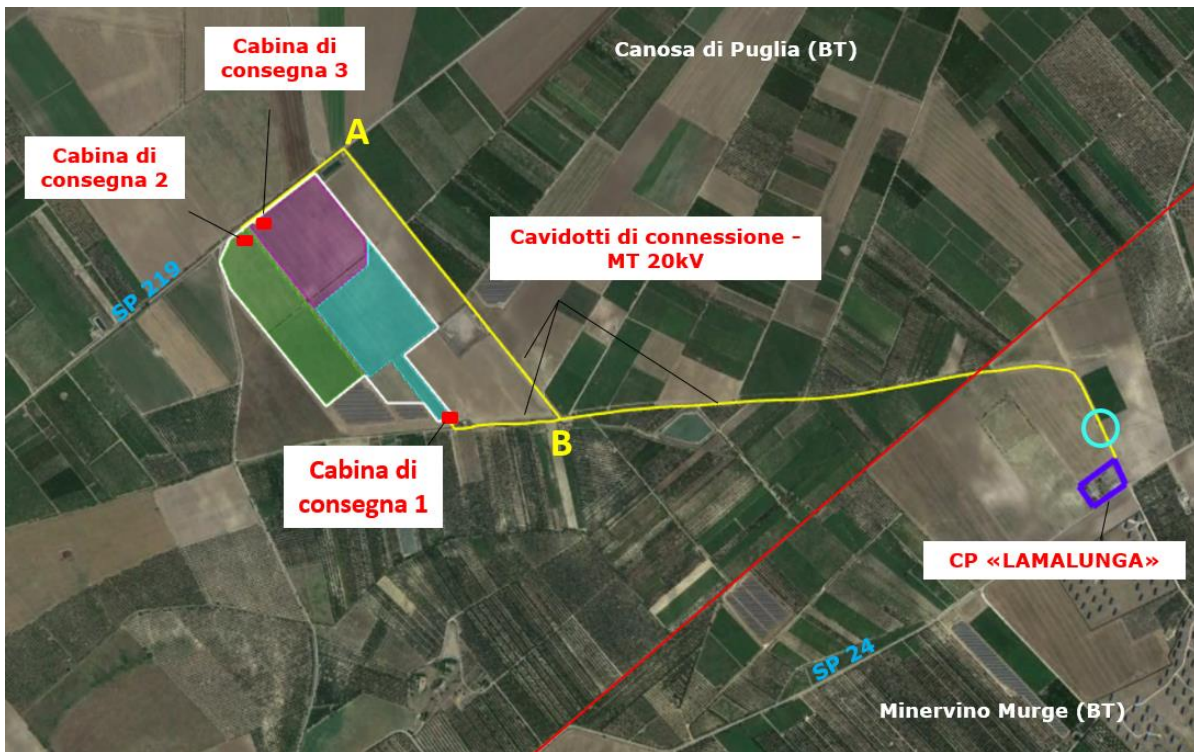


Figura 3 – Inquadramento su ortofoto: area d’impianto, connessione alla rete ed interferenze