



REGIONE
PUGLIA

COMUNE DI TROIA (FG)

Progettazione della Centrale Solare "Frutti Antichi Troia" da 21.890,40 kWp



Proponente:



Pacifico Ametista s.r.l.

Piazza Walther-von-der-Vogelweide,8 - 39100 (BZ)

Titolo: Relazione sui cavidotti C.02

	N° Elaborato: 34	Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi Arch. Alessandro Visalli Collaboratori: Agr. Rosa Verde Urb. Patrizia Ruggiero Arch. Anna Sirica Urb. Sara De Rogatis Paes. Rosanna Annunziata
	Cod:PR_04	
	tipo di progetto: <input type="radio"/> RILIEVO <input type="radio"/> PRELIMINARE <input checked="" type="radio"/> DEFINITIVO <input type="radio"/> ESECUTIVO	Progettazione elettrica e civile Progettista: Ing. Rolando Roberto Ing. Marco Balzano Collaboratori: Ing. Simone Bonacini Ing. Giselle Roberto Consulenza geologia Geol. Gaetano Ciccarelli Consulenza archeologia Archeol. Concetta Costa



Rev.	descrizione	data	formato	elaborato da	controllato da	approvato da
00		Luglio 2021	A4	Rolando Roberto	Simone Bonacini	Rolando Roberto
01	Nuova consegna	Febbraio 2023	A4	Rolando Roberto	Simone Bonacini	Rolando Roberto
02						
03						

Sommario

1	DATI CAVIDOTTI E TRACCIATI.....	2
1-1	Dati generali cavidotti	3
1-2	Tracciato linea cavidotto esterno linea MT	5
1-3	Tracciato cavidotto linea AT	15
2	SPECIFICHE TECNICHE CAVIDOTTI INTERRATI	19
2-1	Cavidotto interrato MT.....	20
2-1	Cavidotto interrato AT.....	1

1 DATI CAVIDOTTI E TRACCIATI

	RELAZIONE CAVIDOTTI	Pagina 2 / 26
--	---------------------	---------------

La centrale fotovoltaica, di potenza nominale pari a 21.890 kWp, sarà ubicata in località *Troia* comune di Foggia (FG) di cui è soggetto proponente la società Pacifico Ametista S.r.l.

E' prevista l'installazione a terra di moduli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 700 Wp. La superficie riporta un'estensione totale pari a 40,4 ha attualmente a destinazione agricola.

La centrale fotovoltaica in oggetto sarà composta sostanzialmente da tre componenti principali: il generatore fotovoltaico, i gruppi di conversione di energia elettrica e la stazione di elevazione MT/AT. Il generatore sarà costituito dai moduli fotovoltaici, connessi in serie/parallelo per ottenere livelli di tensione e corrente idonei all'accoppiamento con i gruppi di conversione.

È prevista l'installazione a terra di moduli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 700 Wp, da intendersi come potenza di picco espressa nelle condizioni standard meglio descritte nelle normative di riferimento (IEC 61215).

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV su amplimaneato della Stazione Elettrica di trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Troia".

1-1 Dati generali cavidotti

La realizzazione dei cavidotti interni e di collegamento d'impianto saranno realizzati completamente interrati. Come da particolari presenti in tavola tecnica "Tracciati BT-MT", i cavidotti BT ed MT interni d'impianto, i cavidotti MT di collegamento tra lotti d'impianto e la sottostazione utente avranno profondità e larghezza variabile.

Lungo il percorso delle tubazioni, saranno previsti pozzetti di sezionamento ed ispezione. Per la posa dei cavidotti sarà privilegiata quando possibile la posa in corrispondenza della viabilità esistente.

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.

	RELAZIONE CAVIDOTTI	Pagina 3 / 26
--	---------------------	---------------

Il cavidotto sarà posato quasi interamente in corrispondenza della viabilità esistente, che risulta essere sia asfaltata che sterrata (viabilità provinciale, comunale, consorziale e vicinale).

In alcuni limitati tratti il percorso del cavidotto attraverserà terreni privati, mantenendo comunque il suo percorso su strade sterrate esistenti, non censite in catasto e classificabili, quindi, come strade private.

Nelle zone in cui i cavidotti attraverseranno i corsi d'acqua si utilizzerà l'affiancamento ai ponti stradali esistenti. I cavidotti MT saranno posati in affiancamento alla viabilità esistente, risulteranno completamente interrati e quindi non visibili.

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

- tipo FG16 (o ARG16) se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;
- tipo FS17 se all'interno di cavidotti interni a cabine.

Si dovrà porre particolare attenzione alle tensioni di isolamento. In particolare le tratte di potenza in corrente alternata distribuite in bassa tensione saranno a 800V nominali (tensione di uscita degli inverter). Per queste tratte la tensione minima di isolamento dovrà essere 0,6/1 kV.

Le sezioni dei cavi per energia sono scelte in modo da:

- contenere le cadute di tensione in servizio ordinario entro il 4% (valore imposto dalla normativa vigente). Il valore deve intendersi riferito tra i morsetti di bassa tensione del punto di fornitura o del trasformatore, ed il punto di alimentazione di ciascuna utenza;
- rispettare le tabelle CEI-UNEL relative alla portata dai cavi, tenendo conto dei coefficienti correttivi in ragione delle condizioni di posa;
- le sezioni delle singole linee sono come da schema elettrico allegato e comunque mai inferiori a 1,5 mm².

Le condutture sono messe in opera in modo che sia possibile il controllo del loro isolamento e la localizzazione di eventuali guasti, in particolare è stato vietato l'annegamento sotto intonaco o nelle strutture.

Questa prescrizione vale anche per i conduttori di terra (con la sola esclusione dei collegamenti equipotenziali).

I tubi per la distribuzione delle condutture saranno in materiale plastico PVC flessibile di tipo pesante per la distribuzione nei tratti incassati nei pavimenti e nei tratti incassati nelle pareti. Tutte le curve saranno con largo raggio, le derivazioni saranno eseguite solamente a mezzo di cassette di derivazione.

I tubi per la posa a vista saranno di tipo rigido, ad elevata resistenza meccanica ed in materiale autoestinguente. I tubi avranno un percorso verticale od orizzontale sulle pareti. Saranno rigorosamente evitate le pose oblique.

Il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, con un minimo di 11 mm e con un coefficiente di riempimento 0,4. Eventuali canali portacavi saranno in lamiera di acciaio zincato.

Si utilizzerà un coefficiente di riempimento non superiore a 7/10, laddove si presentino rischi di abrasione delle condutture si utilizzano particolari accorgimenti per evitare detti rischi.

1-2 Tracciato linea cavidotto esterno linea MT

Dalla cabina di raccolta MT, posta nel lotto sud dell'impianto fotovoltaico, avrà origine il cavidotto di collegamento tra l'impianto e la Stazione utente MT/AT.

Tale cavidotto verrà realizzato tramite una terna di cavi Al del tipo ARG7H1R di sezione pari a 300 mmq.

Il tracciato del cavidotto, di lunghezza complessiva pari a circa **10,0 km**, nel primo tratto a partire dalla cabina di raccolta dell'impianto fotovoltaico, verrà posato prevalentemente su strade e aree interne all'impianto.

	RELAZIONE CAVIDOTTI	Pagina 5 / 26
--	---------------------	---------------

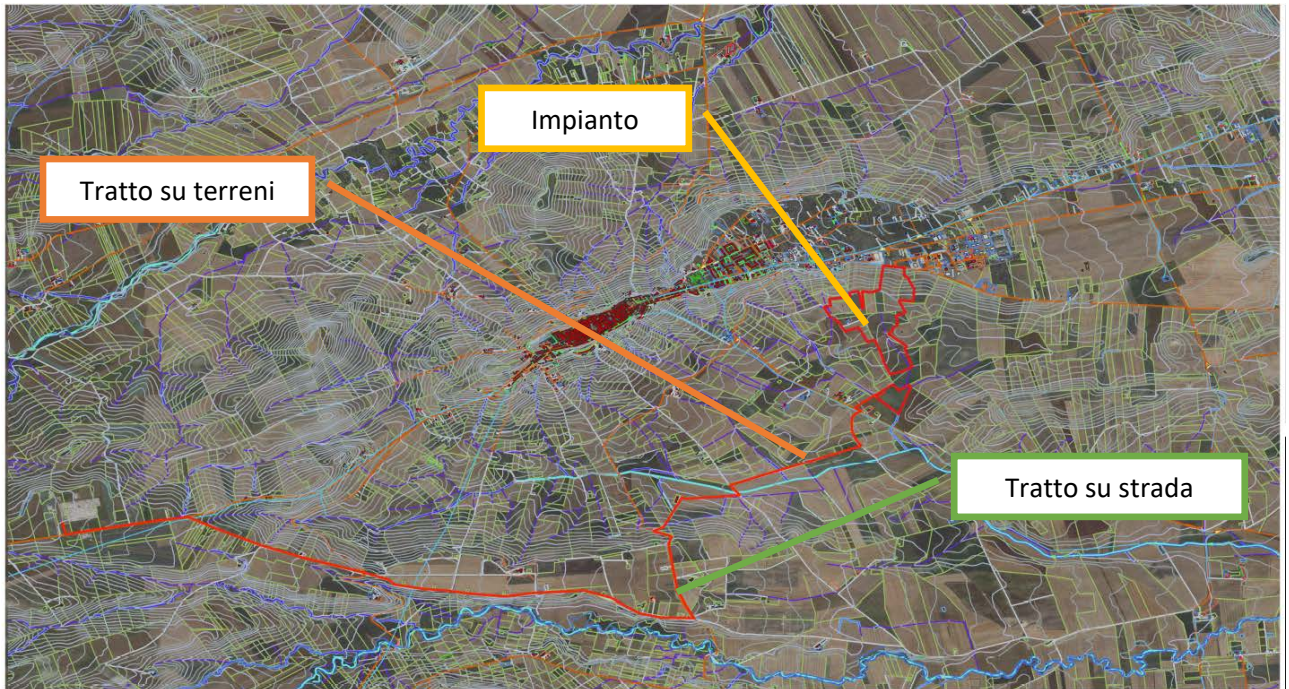


Figura 1a- Tracciato MT verso ampliamento SE Troia

L'elettrodotto si svilupperà lungo le sedi stradali pubbliche nella sua sezione iniziale e finale e lungo alcuni terreni agricoli nella parte centrale.

L'elettrodotto non attraversa corsi d'acqua, ponti, e corre per almeno due terzi sulla strada asfaltata pubblica. Tuttavia attraversa alcuni fossi agricoli lungo passaggi e cavalcavia esistenti.

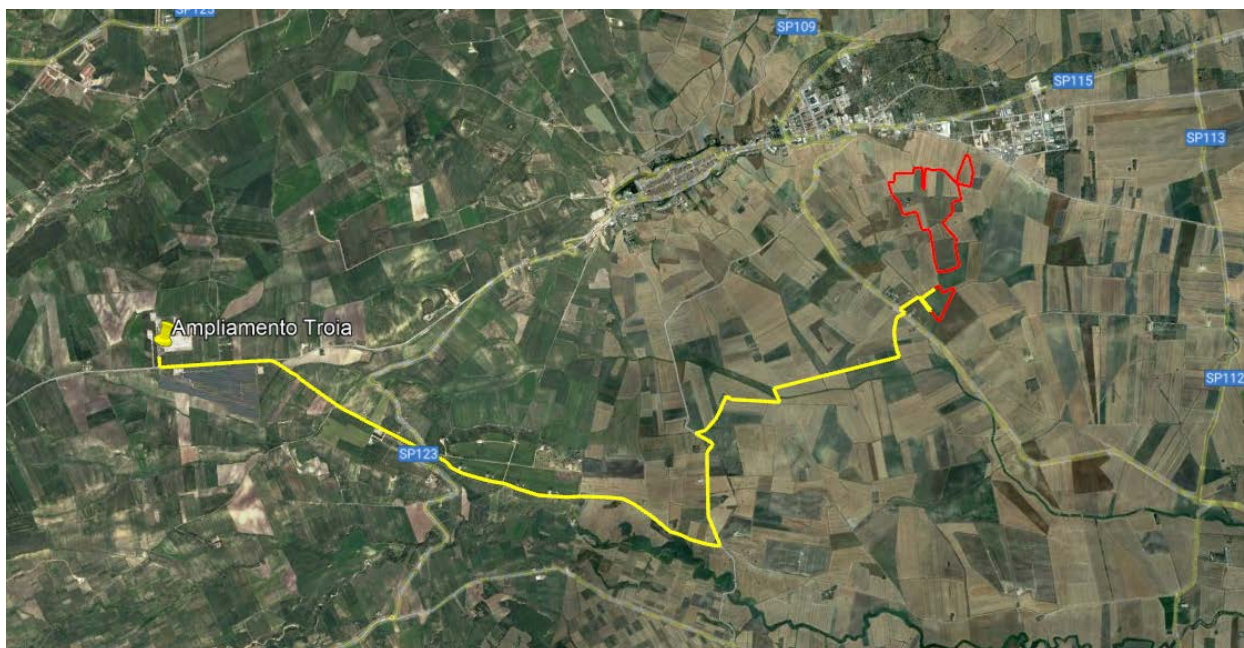


Figura 1b- Tracciato MT verso ampliamento SE Troia

Il tratto di cavidotto MT esterno all'impianto e oggetto del presente studio, avrà origine dal lotto sud del campo fotovoltaico attraversando nel primo tratto la strada provinciale S.P.109 in località Troia (FG).

Il passaggio del tracciato sarà effettuato su strade asfaltate, strade interpoderali non asfaltate e sul perimetro di confine di alcuni terreni agricoli, per cui si dovranno considerare differenti sezioni di posa.



Figura 2- Partenza tracciato su terreno agricolo da lotto sud verso intersezione S.P. 109

Il cavidotto sarà realizzato nel primo tratto all'interno del lotto per poi attraversare sul perimetro due campi agricoli fino ad intersecare ed attraversare la strada provinciale n. 109.



Figura 3- Tracciato su S.P. 109



Figura 4: Passaggio tracciato da SP 109 terreni agricoli ed interpoderale direzione sud-ovest

Il tracciato proseguirà sulla banchina destra della SP 109 per poi attraversare in direzione sud-ovest alcuni campi agricoli fino ad intersecare una strada interpodereale.



Figura 5: Passaggio tracciato strada interpodereale direzione sud, attraversamento ponte carrabile



Figura 6: Passaggio tracciato strada interpodereale direzione sud, attraversamento ponte carrabile

Proseguendo lungo la strada interpodereale il cavidotto verrà staffato lateralmente al ponte di attraversamento in Fig. 7a. La soluzione tecnica è rappresentata nel particolare costruttivo in Fig. 7b.



Figura 7a: Passaggio tracciato strada interpodereale direzione sud, attraversamento ponte carrabile

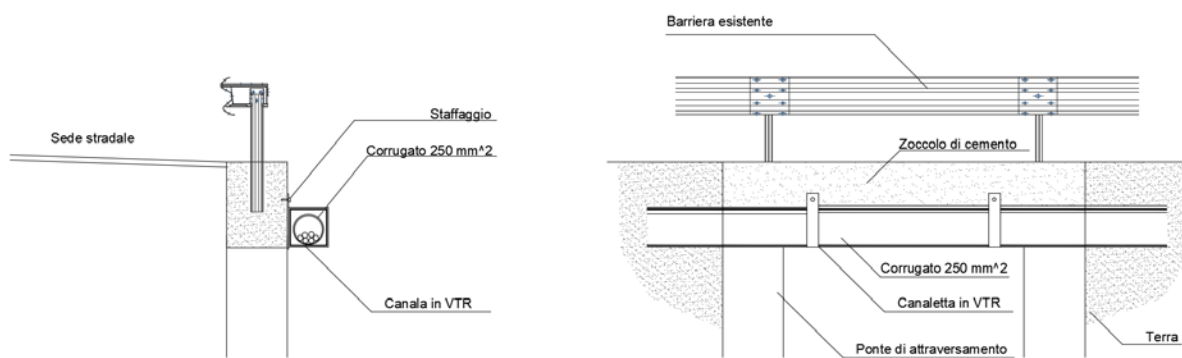


Figura 7b: particolare staffaggio ponte



Figura 8- Passaggio tracciato strada interpodereale direzione sud



Figura 9- Passaggio tracciato strada interpodereale direzione sud



Figura 10- Passaggio tracciato su strada via San Lorenzo



Figura 11- Passaggio tracciato su strada via San Lorenzo direzione sud



Figura 12- Tracciato su strada interpodereale, direzione ovest verso incrocio SP13



Figura 13- Tracciato su strada interpodereale, direzione ovest verso incrocio SP13



Figura 14- Tracciato su strada interpodereale, intersezione SP13 direzione ovest verso Contrada Serra Brisi



Figura 15- Tracciato su Contrada Serra dei Bisi in direzione ovest verso SE Troia



Figura 16- Tracciato su Contrada Serra dei Bisi in direzione ovest verso SE Troia

1-3 Tracciato cavidotto linea AT

La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Troia (FG), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA.

L'area individuata è identificata al N.C.T. di Foggia nel foglio di mappa 5 particelle 406 come rappresentato nella tavola allegata.



Figura 17- Stazione SE e futuro ampliamento

La stazione elettrica utente sarà dotata di un trasformatore di potenza con relativi edifici tecnici adibiti al controllo e alla misura dell'energia prodotta ed immessa in rete.

La connessione tra la sottostazione utente e la stazione Terna avverrà mediante raccordo in cavo 150 kV interrato.

Nella scelta dell'ubicazione della sottostazione utente e quindi del tracciato del raccordo AT si è cercato di ridurre al minimo le eventuali interferenze con altri produttori.

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1200 mm² tamponato(1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietilene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata(6), rivestimento in polietilene con grafitatura esterna (7).

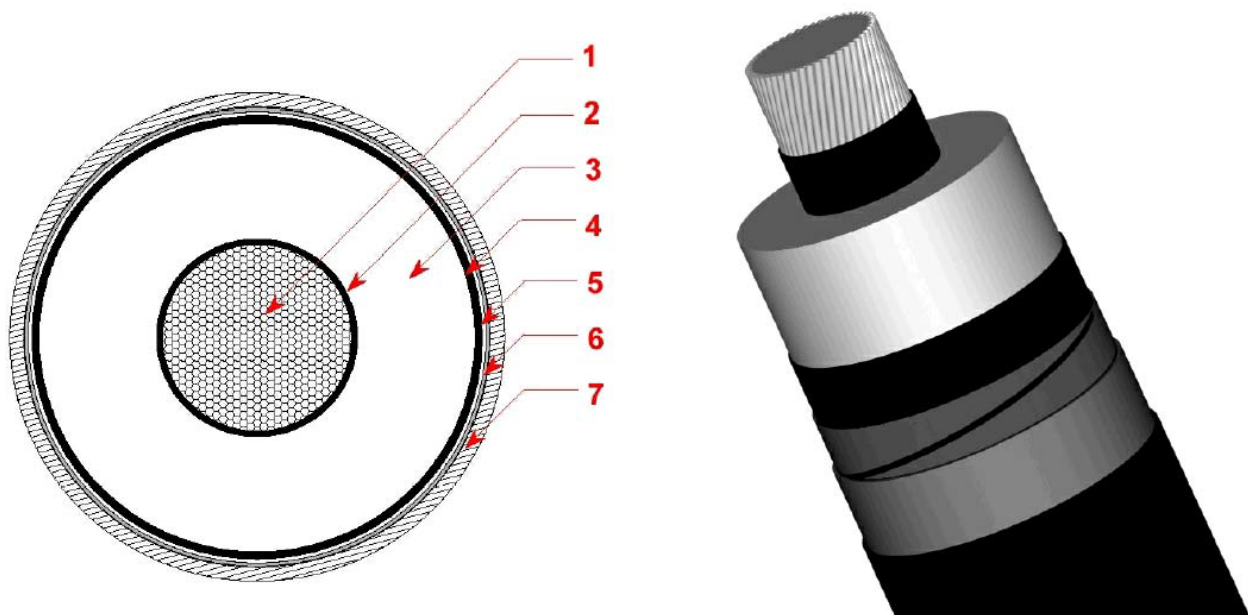


Figura 18- Sezioene cavo tipo AT

1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

Il cavidotto AT interrato avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale d'isolamento (U_0/U) kV 87/150
- Tensione massima permanente di esercizio (U_m) kV 170
- Norme di rispondenza IEC 60840
- Sezione 1200 mm² (per potenze fino a 300 MW)
- Conduttore: rame
- Isolante: XLPE
- Schermo in alluminio
- Guaina: PE

La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Il cavo sarà direttamente interrato con posa in piano e racchiuso in uno strato di calcestruzzo magro. Lo scavo sarà poi ripristinato con opportuno rinterro eventualmente eseguito con i materiali di risulta dello scavo stesso.

Il tracciato del cavidotto fino allo stallo AT di arrivo Terna è illustrato nelle tavole allegate.

2 SPECIFICHE TECNICHE CAVIDOTTI INTERRATI

	RELAZIONE CAVIDOTTI	Pagina 19 / 26
--	---------------------	----------------

2-1 Cavidotto interrato MT

Il cavo interrato in MT sarà posato su letto di sabbia secondo le Norme CEI 11-17. Sono state previste due tipologie di sezioni di scavo:

- terna di cavo per il collegamento della cabina di raccolta dell'impianto fotovoltaico alla stazione utente MT/AT su strade asfaltate;
- terna di cavo per il collegamento della cabina di raccolta dell'impianto fotovoltaico alla stazione utente MT/AT su strade non asfaltate.

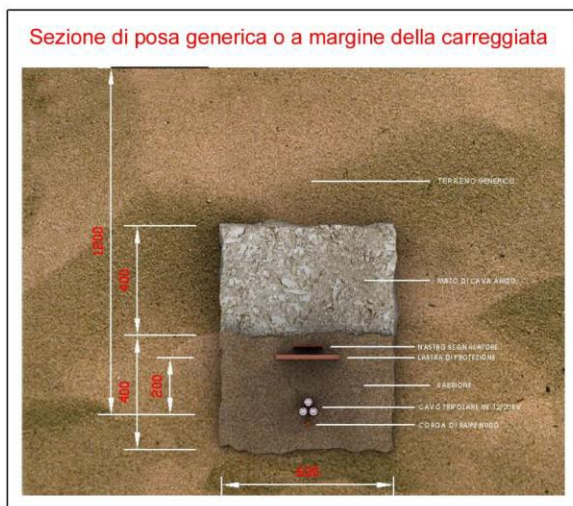
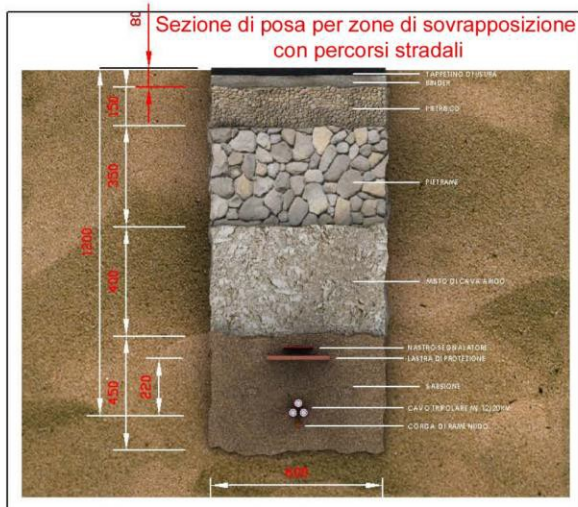
Sui fondi di terreno privati (ivi comprese le strade vicinali), interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 2 m a destra e sinistra dell'asse del cavidotto, come previsto dalla tabella con indicazione delle fasce di asservimento per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

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

Di seguito si riportano le modalità costruttive del cavidotto MT interrato:

- scavo della profondità di circa 1.20 metri;
- letto di sabbia pari a 15-20 cm su cui posizionare il cavidotto;
- letto di sabbia pari a 50 cm per alloggiamento del cavidotto;
- posa in opera di nastro di segnalazione;
- riempimento in materiale arido proveniente dallo scavo per una profondità di circa 40 cm;
- strato finale di completamento per sottofondo ed ripristino dello stato *quo ante*.

Nella seguente figura risulta descritto un tipico della modalità costruttiva in sezione.



DESCRIZIONE DEL CAVO

ANIMA

Conduttore: a corda rigida compatta di alluminio.

SEMICONDUTTIVO INTERNO

Elastomerico estruso.

ISOLANTE

Gomma etilpropilenica ad alto modulo elastico (qualità G7).

SEMICONDUTTIVO ESTERNO

Elastomerico estruso pelabile a freddo.

SCHERMATURA

A fili di rame rosso.

GUAINA

PVC, ci qualità Rz, colore rosso.



Figura 19- Sezione tipo cavo interrato MT

Il cavidotto di collegamento tra l'impainto e la cabina di trasformazione MT/AT avrà uno sviluppo di circa 10.000 m. Verrà realizzata una terna di cavo in alluminio ad elica visibile 3 x (1 x 300 mmq) cod. ARG7H1R o altro di caratteristiche equivalenti, in funzione della disponibilità dei fornitori.

ARG7H1R - 18/30 kV

U₀/U: 18/30 kV

U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portate di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 35	7,0	8,0	33,5	1045	144	152	142	149
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1155	174	183	168	177
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1545	218	229	207	218
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1290	266	280	247	260
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1670	309	325	281	296
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1790	352	371	318	335
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2005	406	427	361	380
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300	483	508	418	440
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2570	547	576	472	497
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3145	640	674	543	572
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3555	740	779	621	654
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4195	862	907	706	743

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:

- Resistività termica del terreno: 1 K·m/W
- Temperatura ambiente 20°C
- profondità di posa: 0,8 m

La massima potenza su cui è stato effettuato il dimensionamento del cavo in doppia terna corrisponde a quella di una connessione da 19.200 kVA. Considerando una tensione di generazione di 30kV e un $\cos\phi = 0,9$, si osserva che l'intensità di corrente prodotta nel punto di consegna è pari a:

$$I = \frac{P}{V_{eser} \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} \quad \text{da cui:} \quad I_{CONCATENATA} = 410 \text{ A}$$

Poiché il cavo scelto ha una portata di 472 A (cfr tabella precedente), ridotta a 413 A, stimando coefficienti correttivi che tengano conto della modalità di posa, si può concludere che la sezione dei cavi è adeguata all'energia da trasportare nelle condizioni di massima generazione. Si noti che la corrente di impegno calcolata è ampiamente cautelativa. La sezione scelta garantirà peraltro una caduta di tensione contenuta mediamente al 3% della tensione nominale. Per le giunzioni elettriche MT (ogni 200-300 m circa) saranno utilizzati connettori di tipo a compressione dritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti dritti 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 la necessità, la protezione meccanica potrà essere realizzata mediante tubazioni di materiale plastico (PVC), flessibili, di colore rosso, 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.

2-1 Cavidotto interrato AT

La connessione tra la sottostazione utente e la stazione Terna avverrà mediante raccordo in cavo 150 kV interrato.

Nella scelta dell'ubicazione della sottostazione utente e quindi del tracciato del raccordo AT si è cercato di ridurre al minimo le eventuali interferenze con altri produttori.

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1200 mm² tamponato(1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietilene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata(6), rivestimento in polietilene con grafitatura esterna (7).

Il cavidotto AT interrato avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale d'isolamento (U₀/U) kV 87/150

- Tensione massima permanente di esercizio (U_m) kV 170
- Norme di rispondenza IEC 60840
- Sezione 1200 mm² (per potenze fino a 300 MW)
- Conduttore: rame
- Isolante: XLPE
- Schermo in alluminio
- Guaina: PE

La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

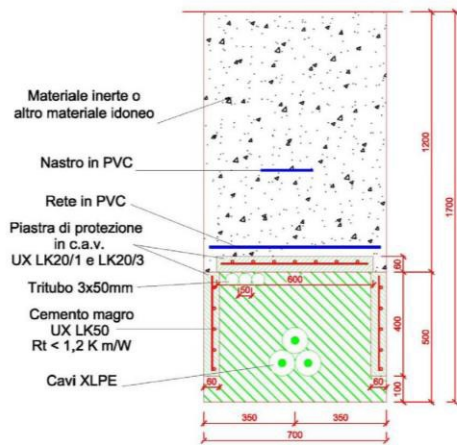
Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Il cavo sarà direttamente interrato con posa in piano e racchiuso in uno strato di calcestruzzo magro. Lo scavo sarà poi ripristinato con opportuno rinterro eventualmente eseguito con i materiali di risulta dello scavo stesso.

Il cavidotto AT interrato avrà le seguenti caratteristiche generali:

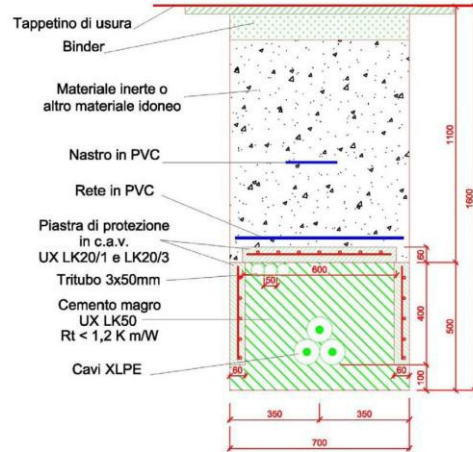
- Tensione nominale d'isolamento (U_o/U) kV 87/150
- Tensione massima permanente di esercizio (U_m) kV 170
- Norme di rispondenza IEC 60840
- Sezione 1200 mm² (per potenze fino a 300 MW)
- Conduttore: rame
- Isolante: XLPE
- Schermo in alluminio
- Guaina: PE

CAVO 150-220 kV a trifoglio
ALLEGATO "A1"
POSA IN TERRENO AGRICOLO



Sezione tipo A1: terreno agricolo

CAVO 150-220 kV a trifoglio
ALLEGATO "B1"
POSA SU STRADE URBANE ED EXTRAURBANE



Sezione tipo B1: strade urbane e extraurbane

Figura 20- Sezione tipo di posa cavidotto AT 150 kV