



REGIONE SICILIA  
 PROVINCIA DI PALERMO  
 COMUNE DI PETRALIA SOTTANA



PROGETTO IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA  
 REALIZZARE NEL COMUNE DI PETRALIA SOTTANA (PA)  
 CONTRADA CHIBBO', E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE, DI  
 POTENZA PARI A **32.821,88 kW**, DENOMINATO **CHIBBO'**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica dimensionamento cavi e verifica della caduta di tensione



livello prog.	STMG	N° elaborato	DATA	SCALA
PD	202102497	RS06ADD31	26.06.2023	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

HF SOLAR 12 S.r.l.

ENTE

PROGETTAZIONE

**HORIZONFIRM**  
 Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

Arch. A. Calandrino	Ing. D. Siracusa
Arch. M. Gullo	Ing. A. Costantino
Arch. S. Martorana	Ing. C. Chiaruzzi
Arch. F. G. Mazzola	Ing. G. Schillaci
Arch. G. Vella	Ing. G. Buffa
Dott. Agr. B. Miciluzzo	Ing. M. C. Musca



Il Progettista

Il Progettista

**Progetto di un impianto agrivoltaico da 32.821,88 kWp  
da realizzare nel territorio Comunale di  
Petralia Sottana (PA) denominato  
“CHIBBO”**

**Dimensionamento cavi a 36 kV e verifica della caduta di  
tensione**

**Relazione tecnica**

## Sommario

1 Definizioni.....	1
2 Adempimenti e riferimenti normativi .....	2
3 Premessa .....	3
4 Criteri di dimensionamento dei cavi.....	6
5 Criterio di verifica .....	12
6 Dimensionamento e verifica delle linee di campo .....	13
7 Dimensionamento e verifica della dorsale a 36 kV di collegamento con la Stazione Elettrica RTN .....	15
8 Criteri per l'individuazione del tracciato .....	19
9 Progettazione della canalizzazione.....	19

# 1 Definizioni

Ai fini del presente elaborato, oltre alle definizioni contenute nel Glossario dei termini del Codice di Rete e nella normativa di settore, si adottano specificatamente le seguenti:

- **Impianto di Rete per la connessione:** porzione di impianto per la connessione, di competenza del Gestore di rete, compreso tra il punto di inserimento sulla rete esistente e il punto di connessione;
- **Impianto di Utenza per la Connessione:** porzione di impianto per la connessione la cui realizzazione, gestione, esercizio e manutenzione rimangono di competenza dell'Utente;
- **Impianto per la Connessione:** insieme degli impianti di rete e di utenza necessari per la connessione alla rete di un Utente;
- **Impianto di Utenza:** impianto di produzione nella disponibilità dell'Utente;
- **Stazione Elettrica di Smistamento:** officina elettrica che consente di ripartire l'energia elettrica tra linee di una rete elettrica ad uno stesso livello di tensione;
- **Stazione Elettrica di Trasformazione:** officina elettrica che consente di trasferire l'energia elettrica tra reti a tensioni diverse.

## 2 Adempimenti e riferimenti normativi

Le norme amministrative che regolano il procedimento di autorizzazione per la costruzione di linee elettriche sotterranee sono le seguenti:

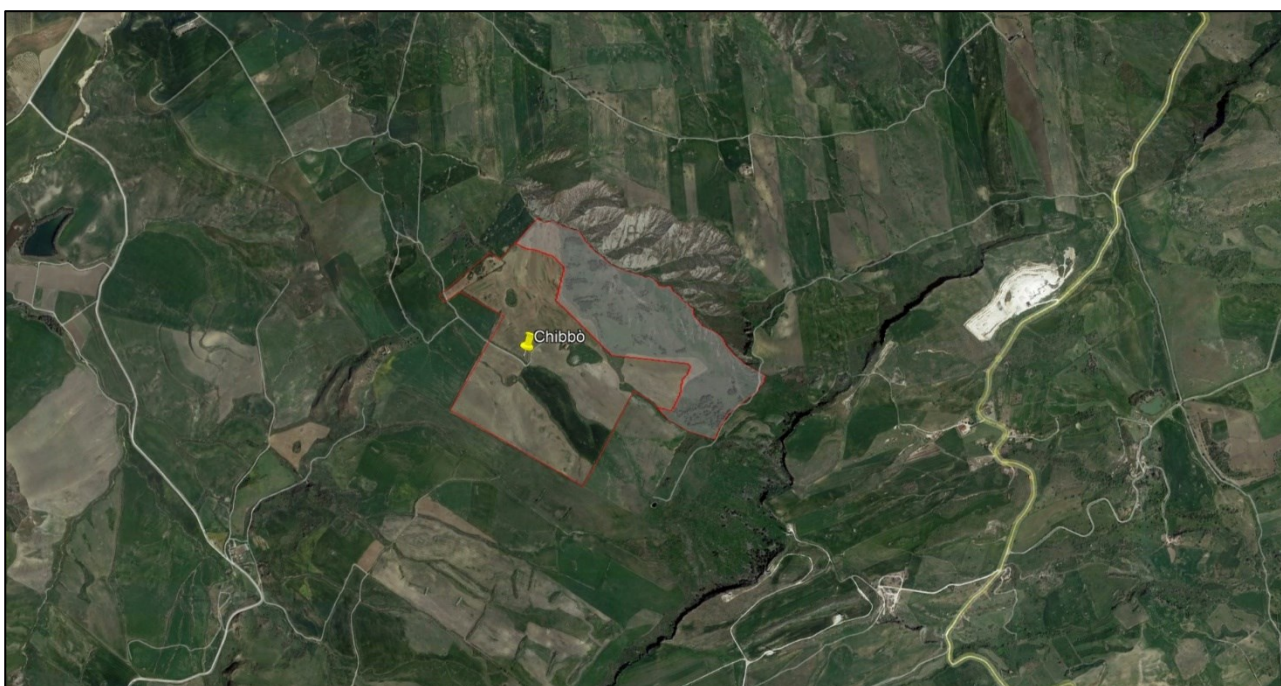
- Regio Decreto 11/12/1933 n° 1775 recante il "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici";
- Legge Regionale, se vigente, in materia di autorizzazione per la costruzione di linee ed impianti elettrici fino a 150 kV.

Per quanto attiene l'aspetto tecnico le norme che disciplinano la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle linee elettriche sotterranee della distribuzione sono:

- DM 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";
- DM 21/03/1988 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione, e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne", limitatamente all'art. 2.1.17;
- D. Lgs. 285/92 "Codice della strada";
- DPR 16/12/92 n° 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada";
- DPR 16/09/96 n° 610 "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n° 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada";
- Direttiva della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento delle Aree Urbane 03/03/1999 "Sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici"
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo";
- Norma CEI 11-46 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza";
- Norma CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa".
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati".

### 3 Premessa

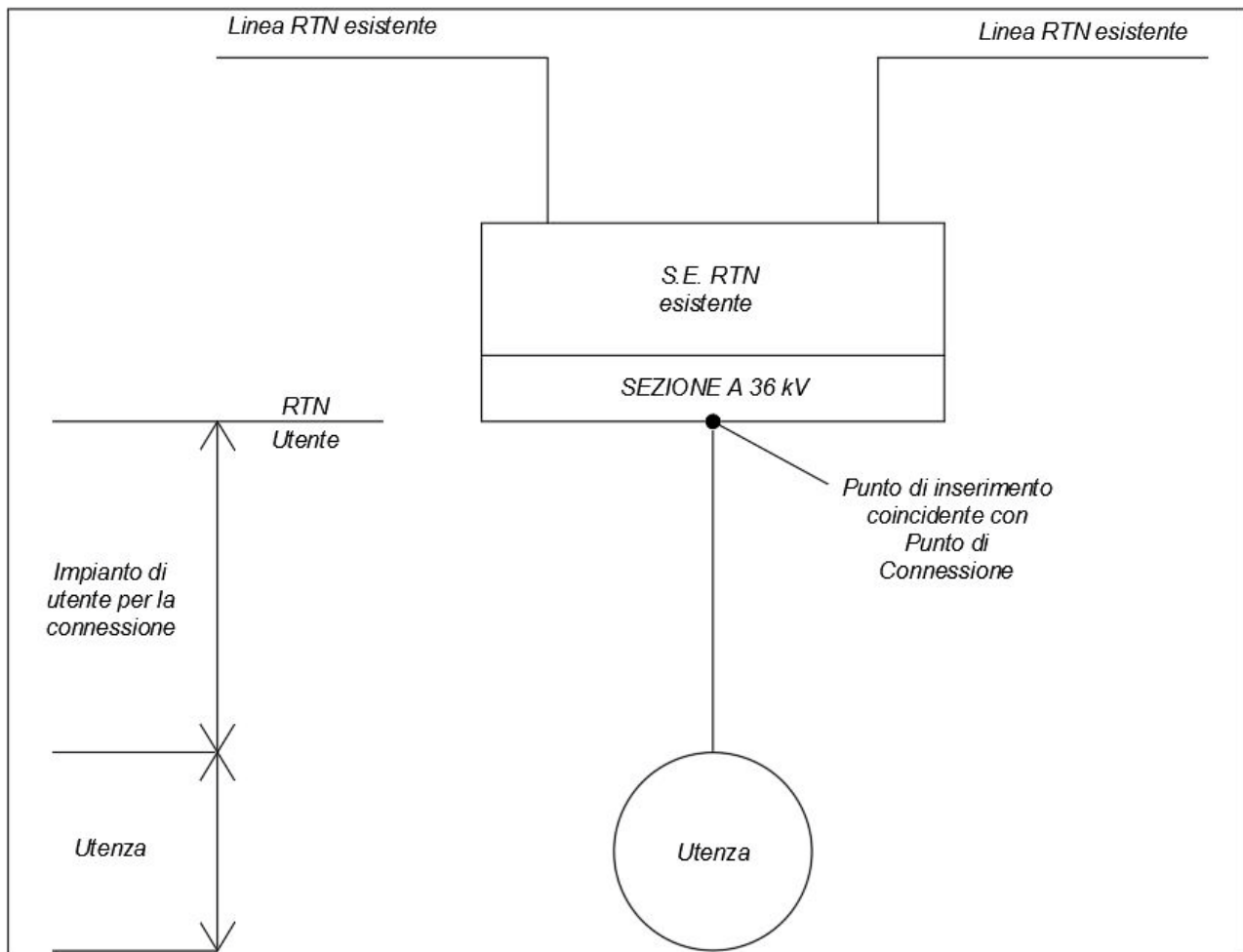
La Società “**HF SOLAR 12 S.r.l.**” intende realizzare nel territorio comunale Petralia Sottana (PA), in località Chibbò su lotti di terreno distinti al N.T.C. Foglio 115 p.lle 16, 53, 54, 69, 87, 88, 89, 90, 91, 146, 193, 194 e 195 il quale, conformemente a quanto prescritto dal Gestore della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale RTN con preventivo di connessione **Codice Pratica STMG 202102497**, verrà collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta.



*Figura 1: inquadramento territoriale area di impianto su ortofoto*

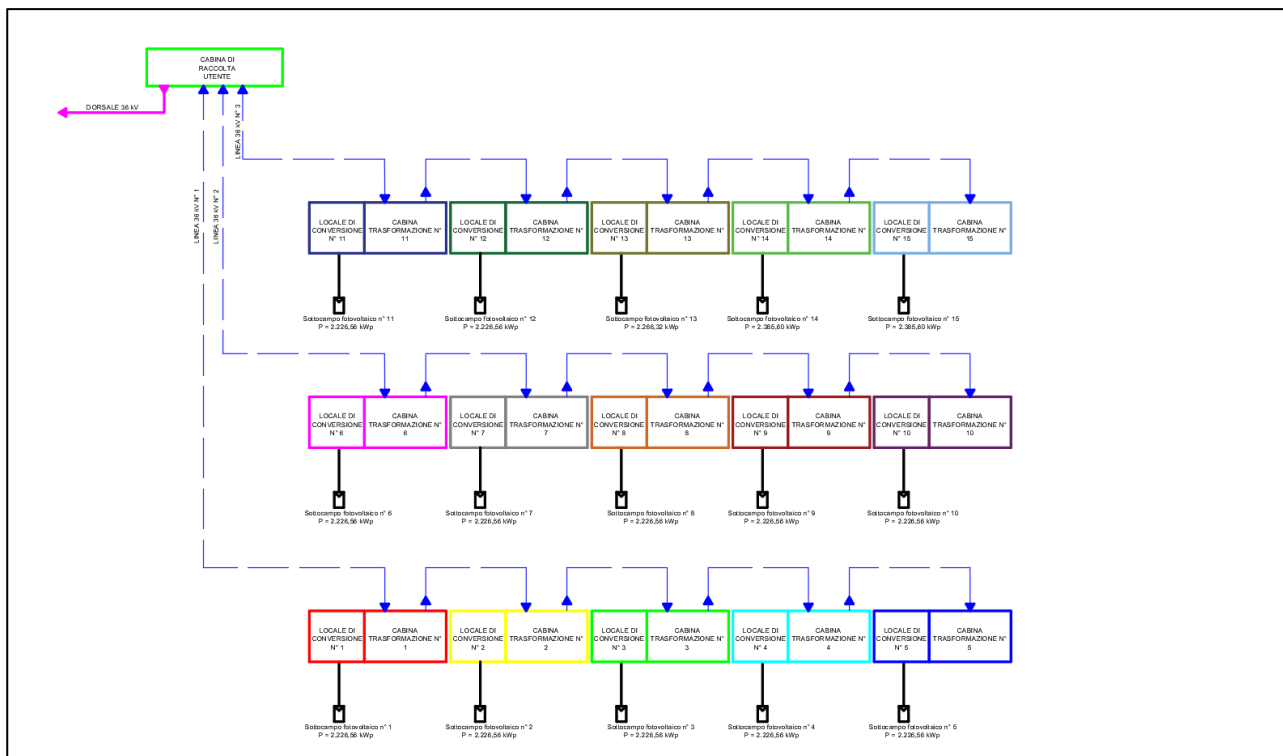
Ai sensi dell’art. 21 dell’allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell’ARERA, l’elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della Centrale alla citata stazione RTN costituisce “**Impianto di Utenza per la Connessione**” mentre lo Stallo Arrivo Produttore nella medesima stazione costituisce “**Impianto di Rete per la Connessione**”. La restante parte di impianto, a valle dell’Impianto di Utenza per la Connessione si configura, ai sensi della Norma CEI 0-16, come “**Impianto di Utenza**”.

Per una maggiore comprensione di quanto descritto, si riporta lo schema di principio di connessione in antenna con la sezione a 36 kV di una Stazione Elettrica RTN:



**Figura 2: schema di principio inserimento in antenna con la sezione a 36 kV di una Stazione Elettrica RTN**

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate, l'impianto di produzione verrà suddiviso in n° **15 sottocampi fotovoltaici**, intendendo per sottocampo fotovoltaico la parte del campo fotovoltaico che si connette in maniera distinta alla sezione di raccolta dell'Impianto di Utenza attraverso linee di sotto-campo, per ciascuno dei quali è prevista la realizzazione di una cabina di conversione e trasformazione dell'energia elettrica prodotta. Le cabine menzionate, verranno opportunamente interconnesse tra loro in entra-esce e collegate al quadro elettrico generale a 36 kV installato all'interno della cabina di raccolta, a mezzo di linee elettriche in cavo interrato elettrificate a 36 kV.



**Figura 3: schema a blocchi dell'impianto di produzione, con indicazione delle linee a 36 kV di interconnessione delle cabine elettriche di trasformazione**

Considerando che l'impianto sarà sottoposto alla procedura di **VIA Nazionale**, ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. n° 152 del 2006 e s.m.i. ed **Autorizzazione Unica**, ai sensi del D.Lgs. n° 387 del 2003 e s.m.i., la Società Proponente espletterà direttamente la procedura autorizzativa fino al conseguimento dell'autorizzazione, oltre che per l'impianto di produzione, anche per le Opere di Rete strettamente necessarie per la connessione alla RTN indicate nella "Soluzione Tecnica Minima Generale di Connessione – STMG" descritta nel preventivo di connessione sopra citato.

Nel presente elaborato, verranno illustrati i criteri applicati ai fini del "dimensionamento e della verifica<sup>1</sup>" dei cavi elettrici a 36 kV, facenti parte delle Opere di Utente necessarie per la connessione alla RTN. In particolare l'analisi verrà condotta sia per le linee elettriche di campo<sup>2</sup> che per la dorsale di collegamento con la sezione a 36 kV futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN.

<sup>1</sup> Non conoscendo a priori il valore della resistività termica del terreno né la corrente di cortocircuito trifase netto in corrispondenza del punto di connessione, le sezioni scelte andranno verificate in fase di progettazione esecutiva, successivamente alla predisposizione del Regolamento di Esercizio.

<sup>2</sup> In questo contesto chiameremo linee elettriche di campo quelle che consentono di collegare i quadri elettrici a 36 kV delle Cabine Elettriche di Conversione e Trasformazione, con il quadro elettrico generale installato all'interno della Cabina di Raccolta.



## 4 Criteri di dimensionamento dei cavi

Ai fini del dimensionamento dei cavi è stato applicato il “*criterio termico*” in base al quale il cavo deve avere una sezione tale per cui la sua portata ( $I_Z$ ), nelle condizioni di posa previste da progetto, sia almeno uguale alla corrente di impiego del circuito ( $I_B$ ).

La portata di un cavo, come è noto, dipende dai parametri che influiscono sul bilancio termico a regime e dunque dalla potenza termica sviluppata (sezione e resistività del conduttore), dalla potenza termica ceduta all'ambiente circostante (condizioni di posa) e dal tipo di isolante.

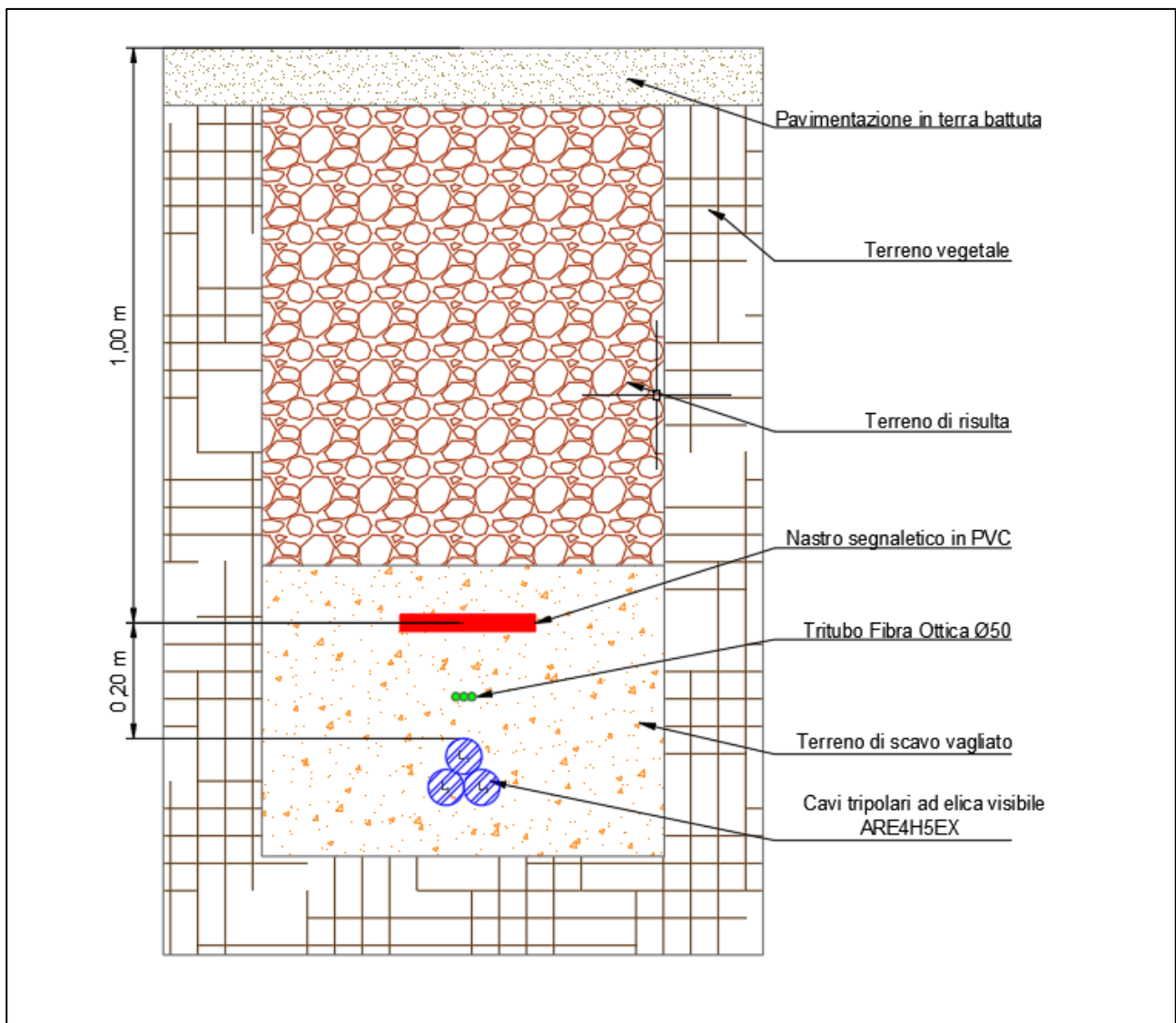
Considerando che le *linee di campo* si svilupperanno all'interno di un sito nella disponibilità del Produttore intercluso alla libera circolazione mentre la *dorsale* di collegamento con la sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV della RTN da inserire in entrata sul futuro elettrodotto RTN “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, si svilupperà prevalentemente su strada pubblica, ai fini del dimensionamento delle due tipologie di cavi sono state assunte condizioni di posa differenti, come di seguito indicato:

### Linee a 36 kV interne al campo

- profondità di posa pari a 1,20 m;
- resistività termica del terreno pari a 1 °K m/W;
- temperatura di posa pari a 20°C;
- cavi disposti a trifoglio;
- cavi posati direttamente nel terreno (posa diretta) senza protezione meccanica supplementare;
- massimo numero di circuiti presenti all'interno della stessa trincea di scavo pari a 3<sup>3</sup>.

---

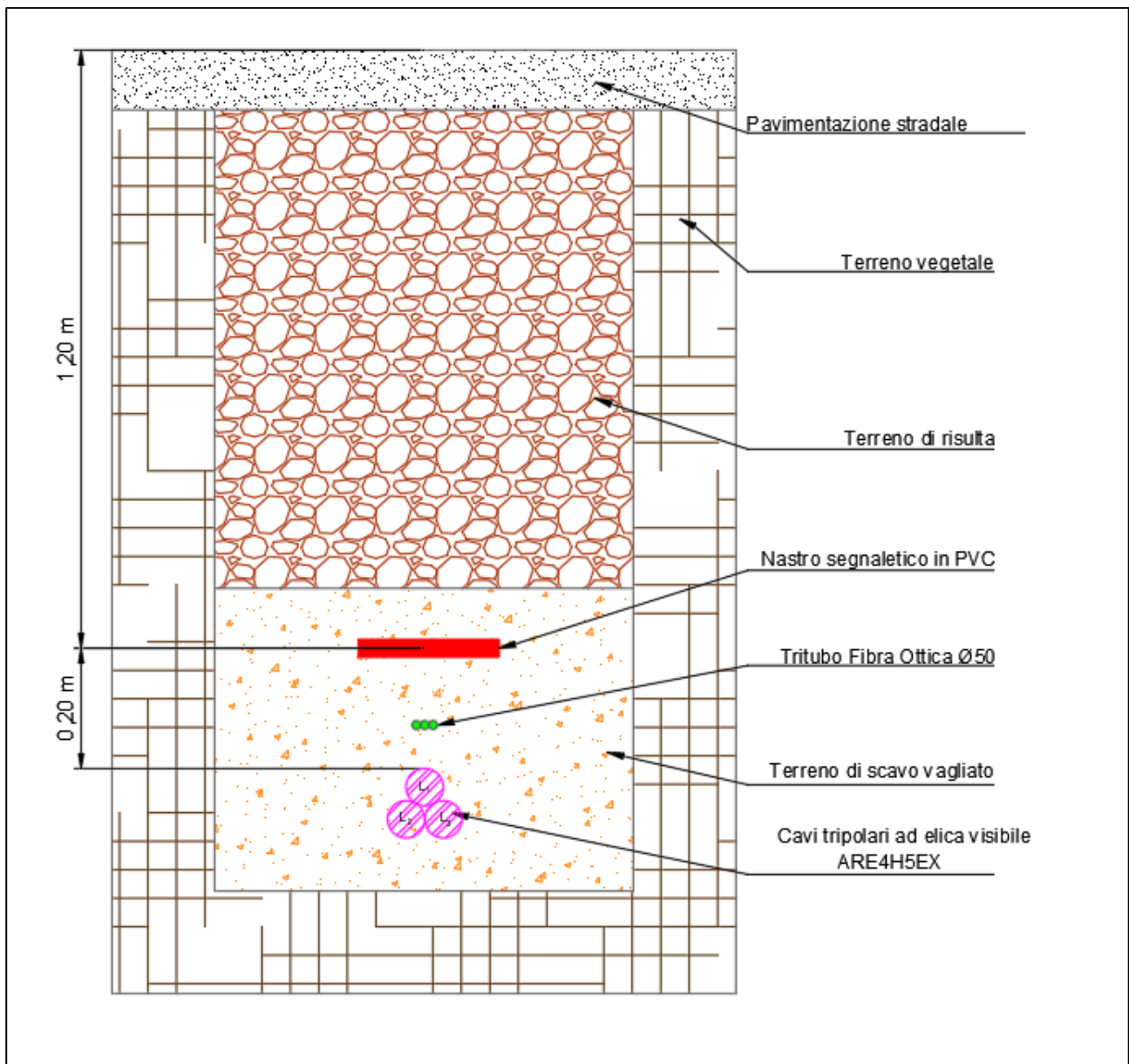
<sup>3</sup> Per l'applicazione del coefficiente correttivo, è stato considerato il primo tratto della trincea di scavo nelle immediate vicinanze della cabina di raccolta, dove è prevista la posa di n° 3 linee elettriche disposte, per le ipotesi progettuali adottate, da una distanza di 0,50 m. Il valore del coefficiente, è stato ricavato dalla Norma CEI 11-17, nell'ipotesi peggiorativa di installare cavi all'interno di tubi protettivi. Per la posa diretta ipotizzata, il coefficiente risulterà meno restrittivo.



*Figura 4: tipico di posa cavi 36 kV interni al campo*

**Dorsale a 36 kV di collegamento con la Stazione Elettrica RTN**

- profondità di posa non inferiore a 1,40 m;
- resistività termica del terreno pari a  $1 \text{ } ^\circ\text{K m/W}$ ;
- temperatura di posa pari a  $20^\circ\text{C}$ ;
- cavi disposti a trifoglio;
- cavi posati direttamente nel terreno (posa diretta) senza protezione meccanica supplementare;
- numero di circuiti presenti all'interno della stessa trincea di scavo pari a 1.



*Figura 5: tipico di posa dorali a 36 kV di collegamento con la Stazione Elettrica RTN*

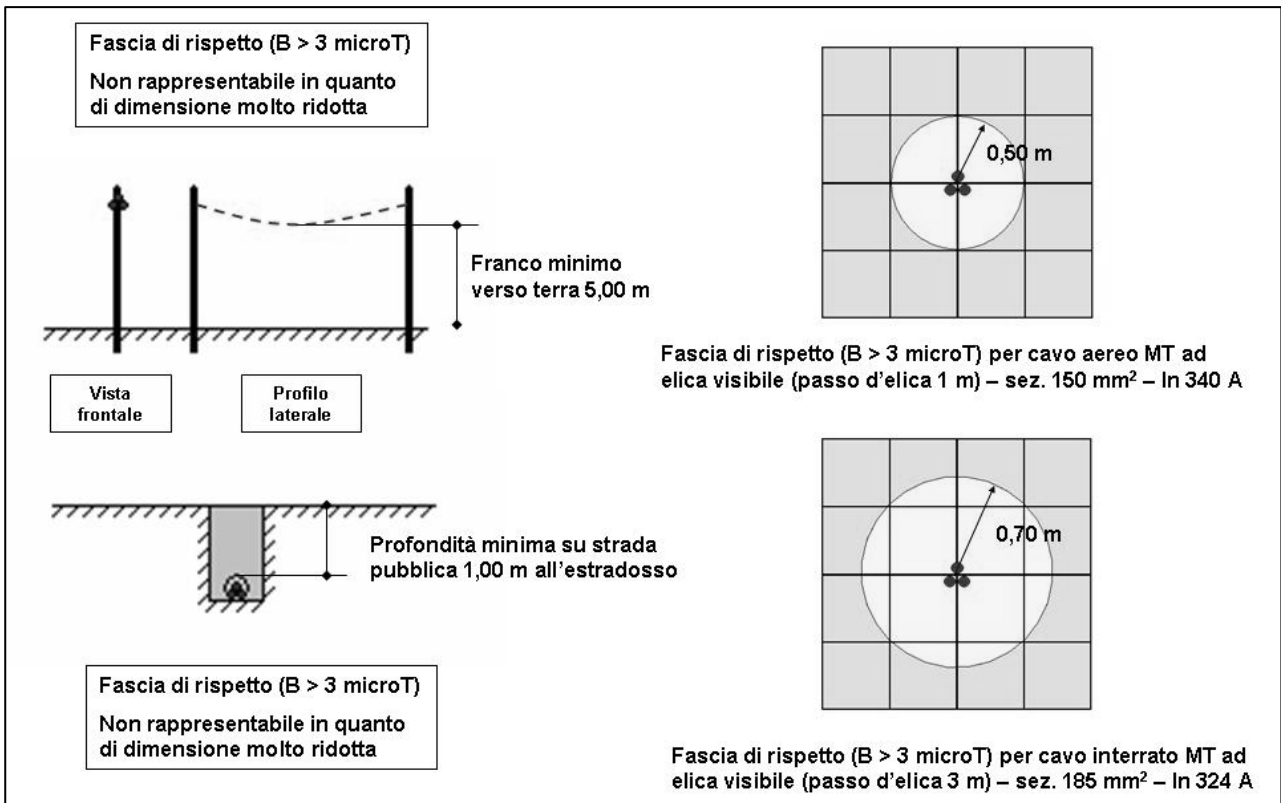
Considerando che il nuovo standard di connessione a 36 kV è stato introdotto a partire dal 20.10.2021, tenendo conto delle difficoltà a reperire schede tecniche di componenti ed apparecchiature per applicazioni a 36 kV, ai fini del dimensionamento preliminare delle linee elettriche a 36 kV si è ipotizzato di utilizzare cavi ad elica visibile ARE4H5EX caratterizzati da una tensione massima  $U_{max}$  pari a 36 kV, premettendo che le scelte adottate potranno subire modifiche in fase di progettazione esecutiva in funzione del progresso tecnologico.

## ARE4H5E(X) 18/30(36)kV SK1 (SHOCK PROOF 1)

Nome	Capacità nominale [μF / km]	Reattanza di fase a 50 Hz a trifoglio [Ohm/km]	Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. [Ohm/km]	Resistenza el. del cond. a 90°C in c.a. - trifoglio [Ohm/km]	Portata di corrente cavi in aria a 30°C - trifoglio [A]	Portata di corrente cavi interrati a 20°C C - trifoglio [A]	Corrente di corto circuito nel conduttore 1s [kA]
ARE4H5E(X) 18/30 kV 240 mm <sup>2</sup> SK1	0,28	0,114	0,125	0,161	501	410	22,7
ARE4H5E(X) 18/30 kV 300 mm <sup>2</sup> SK1	0,304	0,11	0,1	0,129	574	463	28,3
ARE4H5E(X) 18/30 kV 400 mm <sup>2</sup> SK1	0,335	0,106	0,0778	0,101	669	530	37,8
ARE4H5E(X) 18/30 kV 500 mm <sup>2</sup> SK1	0,363	0,102	0,0605	0,08	777	604	47,2
ARE4H5E(X) 18/30 kV 630 mm <sup>2</sup> SK1	0,396	0,098	0,0469	0,063	901	687	59,5

Figura 6: scheda tecnica cavi ad elica visibile

L'utilizzo di cavi ad elica visibile fa sì che l'obiettivo di qualità di 3μT fissato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003, venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso, grazie alla ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura pertanto, **per questa tipologia di cavi non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque.** Quanto affermato trova riscontro nella "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 – Distanza di prima approssimazione da linee e cabine elettrica" pubblicata da e-distribuzione:



*Figura 7: curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools" che tiene conto del passo d'elica*



*Figura 8: cavi unipolari avvolti ad elica*

I cavi scelti, sono adatti per il trasporto di energia elettrica e per essi, ai sensi dell'art.4.3.11 della norma CEI 11-18, è ammessa la posa interrata anche non protetta. Le loro portate, indicate dal Costruttore, sono state calcolate considerando:

- schermi metallici connessi tra loro e a terra ad entrambe le estremità;
- resistività termica del terreno  $1 \text{ } ^\circ\text{C m/W}$ ;
- profondità di posa: 1,20 m;
- disposizione a trifoglio.

Definita la tipologia di cavo e le condizioni di posa, ai fini del corretto dimensionamento dei circuiti, è stata applicata la seguente relazione:

$$I_B \leq I_Z = I_{Z0} K_1 K_2 K_3 K_4$$

dove:

- $I_B$  è la corrente di impiego del circuito [A];
- $I_Z$  è la portata del cavo nelle condizioni di posa previste dal progetto [A];
- $I_{Z0}$  è la portata del cavo in condizioni di posa standard, desumibile dalle schede tecniche fornite dai costruttori [A];
- $K_1$  è il fattore di correzione della portata per profondità di posa diversa da 1,20 m;
- $K_2$  è il fattore di correzione della portata da applicare nel caso in cui la temperatura di posa è diversa da  $20^\circ\text{C}$ ;
- $K_3$  è il fattore di correzione della portata da applicare nel caso in cui la resistività termica del terreno sia diversa da  $1 \text{ } ^\circ\text{C m/W}$ ;
- $K_4$  è il fattore di correzione della portata da applicare nel caso in cui all'interno della stessa trincea di scavo sono presenti più circuiti elettricamente indipendenti.

Il calcolo della corrente di impiego  $I_B$  di ciascuna linea, è stato condotto considerando prudenzialmente la condizione di esercizio più gravosa, che prevede la contemporanea erogazione della potenza apparente nominale dei trasformatori interconnessi mentre i valori dei coefficienti correttivi della portata sono stati ricavati dalla Norma CEI 11-17.

I risultati di calcolo ottenuti, vengono riportati nei successivi paragrafi.

## 5 Criterio di verifica

Le sezioni scelte, sono state verificate dal punto di vista della sollecitazione termica prodotta in occasione di cortocircuito.

Per garantire la protezione, è necessario che la temperatura raggiunta dal conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, sia per l'isolamento che per altri materiali con cui il conduttore è a contatto.

Assumendo che il fenomeno termico conseguente al regime di sovracorrente sia di breve durata, in modo tale da potersi considerare di tipo adiabatico, ai fini del corretto dimensionamento della sezione è necessario che sia rispettata la seguente relazione:

$$S \geq (I \sqrt{t}) / K$$

dove:

- S è la sezione del cavo, in mm<sup>2</sup>;
- I è il valore efficace della corrente di cortocircuito permanente<sup>4</sup>, secondo la definizione di I<sub>k</sub> della Norma CEI 11-25;
- K è un coefficiente che dipende dal tipo di conduttore costituente il cavo;
- t è la durata della corrente di cortocircuito<sup>5</sup> (s).

Le sezioni scelte sono state verificate anche dal punto di vista della caduta di tensione, imponendo i seguenti valori massimi ammissibili:

- 7% per le linee dorsali;
- 2% per le linee di campo.

a mezzo dell'applicazione della seguente relazione per le linee di derivazione:

$$\Delta V = K_v [ r \sum_{i=1}^n M_i f^A + x \sum_{i=1}^n M_i q^A ]$$

dove:

- K<sub>v</sub> è un coefficiente che per le linee trifasi è pari a  $\sqrt{3}$ ;
- r è la resistenza elettrica del cavo [Ω/km];

---

<sup>4</sup> Non conoscendo il valore della corrente di cortocircuito in corrispondenza del punto di connessione alla Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale, prudenzialmente è stata considerata una corrente di cortocircuito trifase pari a 16 kA.

<sup>5</sup> La durata della corrente di guasto dipende dal tempo di intervento del dispositivo di protezione; non potendo in questa fase della progettazione procedere con il coordinamento delle caratteristiche di intervento degli interruttori a protezione delle linee, prudenzialmente è stato considerato un valore massimo di 1 sec.

- $x$  è la reattanza del cavo [ $\Omega/\text{km}$ ];
- $n$  è il numero di cabine elettriche di trasformazione interconnesse;
- $\sum_{i=1}^n Mif^A$  è la somma dei momenti amperometrici in fase, valutati rispetto al punto di derivazione della linea a 36 kV dal quadro elettrico generale installato nella cabina di raccolta;
- $\sum_{i=1}^n Miq^A$  è la somma dei momenti amperometrici in quadratura, valutati rispetto al punto di derivazione della linea a 36 kV dal quadro elettrico generale installato nella cabina di raccolta;
- $A$  è il punto di derivazione della linea sopra menzionato.

mentre per le dorsali è stata applicata al seguente relazione:

$$\Delta V = \sqrt{3} (r L I \cos\varphi + x L I \sin\varphi)$$

dove:

- $\Delta V$  è la caduta di tensione in valore assoluto [V];
- $r$  è la resistenza elettrica del cavo [ $\Omega/\text{km}$ ];
- $x$  è la reattanza del cavo [ $\Omega/\text{km}$ ];
- $L$  è la lunghezza della linea [km];
- $I$  è il valore efficace della corrente di linea [A];
- $\cos\varphi$  è il fattore di potenza.

## 6 Dimensionamento e verifica delle linee di campo

Come riscontrabile dallo schema elettrico unifilare dell'impianto, si prevede di realizzare n° 3 linee elettriche a 36 kV in cavo interrato, ciascuna delle quali collegherà in entra-esce un gruppo di cabine elettriche di trasformazione secondo l'ordine di seguito indicato:

- Linea n° 1: interconnette le cabine di trasformazione 1, 2, 3, 4 e 5;
- Linea n° 2: interconnette le cabine di trasformazione 6, 7, 8, 9 e 10;
- Linea n° 3: interconnette le cabine di trasformazione 11, 12, 13, 14 e 15.

Considerando le taglie dei trasformatori di potenza installati all'interno delle cabine, applicando il criterio di dimensionamento esposto al paragrafo 4 e i criteri di verifica illustrati al paragrafo 5, sono state individuate le sezioni commerciali da adottare. I risultati ottenuti vengono riportati nella tabella seguente:



Denominazione linea	Lunghezza [km]	N° di cabine interconnesse	I <sub>B</sub> [A]	Numero di circuiti presenti nella stessa trincea di scavo	Formazione	I <sub>z</sub> [A]	ΔV%
Linea n° 1	0,680	5	161	3	3x(1x240) mm <sup>2</sup>	369	< 2%
Linea n° 2	2,00	5	161	3	3x(1x240) mm <sup>2</sup>	369	< 2%
Linea n° 3	1,75	5	161	3	3x(1x240) mm <sup>2</sup>	369	< 2%

*Tabella 1: riepilogo risultati di dimensionamento e verifica linee a 36 kV interne al campo*

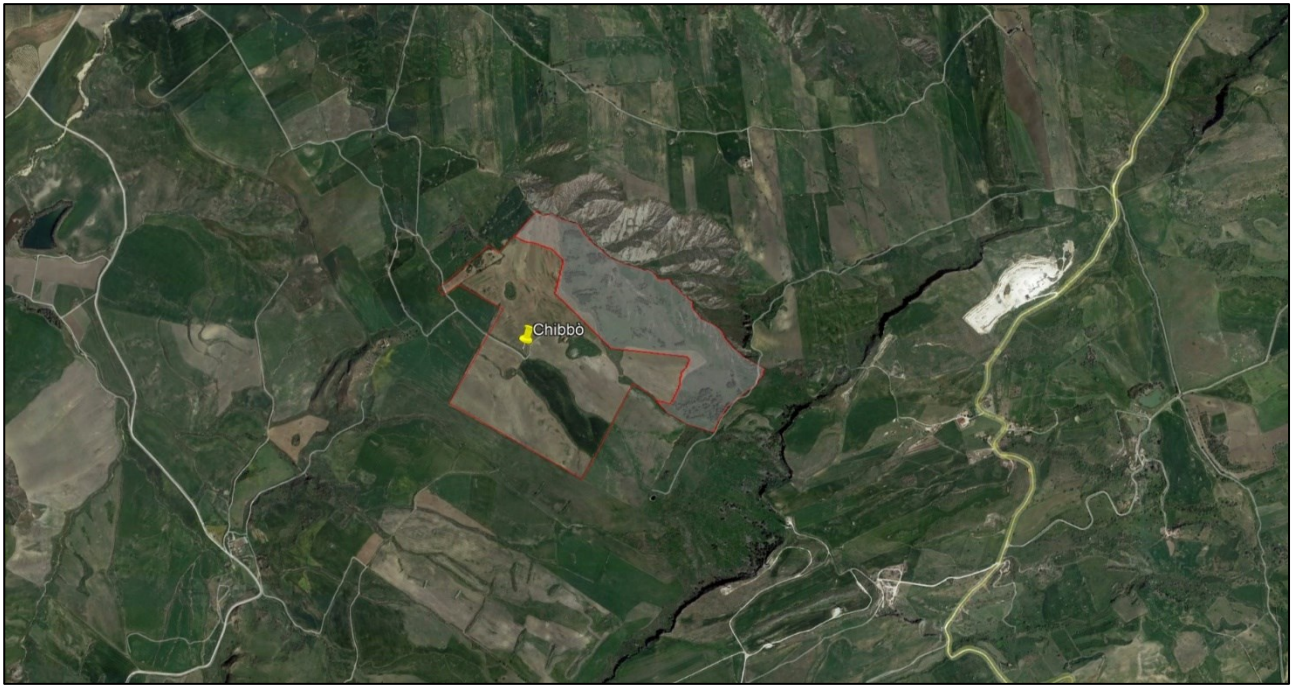
I valori di resistenza e di reattanza presi in considerazione ai fini del calcolo delle cadute di tensione sono deducibili dalle schede tecniche di seguito riportate:

CARATTERISTICHE ELETTRICHE							
Nome	Capacità nominale [μF / km]	Reattanza di fase a 50 Hz a trifoglio [Ohm/km]	Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. [Ohm/km]	Resistenza el. del cond. a 90°C in c.a. - trifoglio [Ohm/km]	Portata di corrente cavi in aria a 30°C - trifoglio [A]	Portata di corrente cavi interrati a 20°C - trifoglio [A]	Corrente di corto circuito nel conduttore 1s [kA]
ARE4H5E(X) 18/30 kV 50 mm <sup>2</sup> SK1	0,15	0,152	0,641	0,822	189	168	4,7
ARE4H5E(X) 18/30 kV 70 mm <sup>2</sup> SK1	0,166	0,143	0,443	0,568	235	205	6,6
ARE4H5E(X) 18/30 kV 95 mm <sup>2</sup> SK1	0,193	0,134	0,32	0,411	284	245	9
ARE4H5E(X) 18/30 kV 120 mm <sup>2</sup> SK1	0,217	0,128	0,253	0,325	328	279	11,3
ARE4H5E(X) 18/30 kV 150 mm <sup>2</sup> SK1	0,233	0,124	0,206	0,265	369	312	14,2
ARE4H5E(X) 18/30 kV 185 mm <sup>2</sup> SK1	0,252	0,119	0,164	0,211	424	353	17,5

Figura 9: resistenza e reattanza cavi elettrici ARE4H5EX  $U_{max}$  36 kV

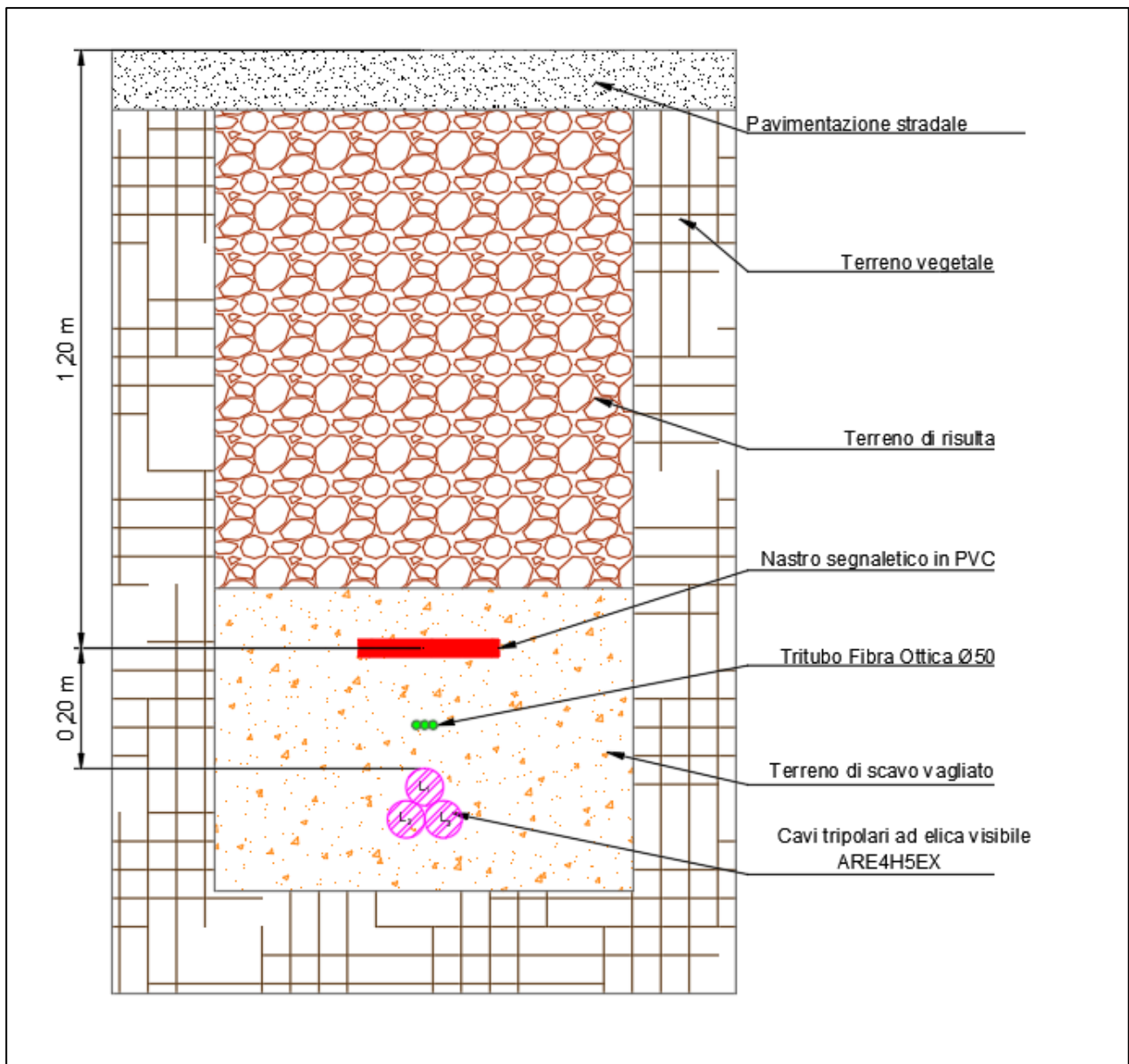
## 7 Dimensionamento e verifica della dorsale a 36 kV di collegamento con la Stazione Elettrica RTN

L'impianto di produzione di energia elettrica oggetto dell'iniziativa intrapresa dalla Società "HF SOLAR 12 S.r.l." verrà collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiamonte Gulfi – Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta, a mezzo di una dorsale in cavo interrato dimensionata in funzione della potenza da trasmettere.



*Figura 10: inquadramento territoriale area di impianto su ortofoto*

Anche per la realizzazione della dorsale, si è scelto di utilizzare cavi ad elica visibile in modo tale da rispettare l'obiettivo di qualità del Campo Induzione Magnetica di  $3 \mu\text{T}$  fissato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 e, considerando che il tracciato si sviluppa su strada pubblica, è stata prevista una profondità di posa non inferiore a 1,40 m:



**Figura 11: particolare di posa dorsale a 36 kV di collegamento con la Stazione Elettrica RTN**

Considerando le taglie delle cabine elettriche di conversione e trasformazione previste, applicando il criterio di dimensionamento esposto al paragrafo 4 e i criteri di verifica illustrati al paragrafo 5, è stata determinata la sezione commerciale da adottare, ottenendo i risultati riportati nella tabella seguente:

Denominazione linea	Lunghezza [km]	N° di gruppi di sottocampi sottesi	$I_B$ [A]	Numero di circuiti presenti nella stessa trincea di scavo	Fattore correttivo $K_1$	Formazione	$I_z$ [A]	$\Delta V\%$
Dorsale	12	15	482	1	0,92	3x(1x630)mm <sup>2</sup>	632	≤ 7%

**Tabella 2: riepilogo dei risultati di dimensionamento e verifica della dorsale di collegamento con la Stazione Elettrica RTN**

I valori di resistenza e di reattanza presi in considerazione ai fini del calcolo delle cadute di tensione sono deducibili dalle schede tecniche di seguito riportate:

<b>CARATTERISTICHE ELETTRICHE</b>							
Nome	Capacità nominale [μF / km]	Reattanza di fase a 50 Hz a trifoglio [Ohm/km]	Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. [Ohm/km]	Resistenza el. del cond. a 90°C in c.a. - trifoglio [Ohm/km]	Portata di corrente cavi in aria a 30°C - trifoglio [A]	Portata di corrente cavi interrati a 20°C C - trifoglio [A]	Corrente di corto circuito nel conduttore 1s [kA]
ARE4H5E(X) 18/30 kV 50 mm² SK1	0,15	0,152	0,641	0,822	189	168	4,7
ARE4H5E(X) 18/30 kV 70 mm² SK1	0,166	0,143	0,443	0,568	235	205	6,6
ARE4H5E(X) 18/30 kV 95 mm² SK1	0,193	0,134	0,32	0,411	284	245	9
ARE4H5E(X) 18/30 kV 120 mm² SK1	0,217	0,128	0,253	0,325	328	279	11,3
ARE4H5E(X) 18/30 kV 150 mm² SK1	0,233	0,124	0,206	0,265	369	312	14,2
ARE4H5E(X) 18/30 kV 185 mm² SK1	0,252	0,119	0,164	0,211	424	353	17,5

*Figura 12: resistenza e reattanza cavi ARE4H5EX  $U_{max} = 36$  kV*

La dorsale di collegamento a 36 kV dell’Impianto di Utenza alla Stazione RTN, verrà connessa ad una singola cella a 36 kV e, conformemente a quanto prescritto dall’Allegato 68 del Codice di Rete Terna, sarà dotata di vettori in Fibra Ottica fra gli estremi con coppie di fibre disponibili e indipendenti utilizzabili per:

- telemisure e telesegnali da scambiare con Terna;
- scambio dei segnali associati alla regolazione locale di tensione;
- segnali di telescatto associati al sistema di protezione dei reattori shunt di linea eventualmente presenti;
- eventuali segnali logici e/o analogici richiesti dai sistemi di protezione;
- segnali per il sistema di difesa.

## **8 Criteri per l'individuazione del tracciato**

La progettazione della linea in cavo è stata improntata a criteri di sicurezza, sia per quanto attiene le modalità di realizzazione sia per quanto concerne la compatibilità in esercizio con le opere interferite. La progettazione ha inoltre mirato all'ottimizzazione del tracciato di posa in funzione del costo del cavo in opera, tenendo in considerazione la riduzione dei tempi e dei costi di realizzazione.

Per definire dettagliatamente il tracciato di posa, è stato necessario:

- rilevare, interpellando i proprietari interessati, la posizione degli altri servizi esistenti nel sottosuolo, quali: tubazioni di gas, acquedotti, cavi elettrici, cavi telefonici, fognature ecc..;
- verificare la transitabilità dei macchinari.

Inoltre, come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate, le occupazioni longitudinali saranno realizzate nelle fasce di pertinenza stradale, al di fuori della carreggiata e alla massima distanza dal margine della stessa.

## **9 Progettazione della canalizzazione**

Per canalizzazione si intende l'insieme del canale, delle protezioni e degli accessori indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, riempimenti, protezione, segnaletica).

La materia è disciplinata, eccezione fatta per i riempimenti, dalla Norma CEI 11-17. In particolare detta Norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare e dagli abituali attrezzi manuali di scavo.

La Norma stabilisce inoltre che protezione meccanica supplementare non è necessaria nel caso di cavi posati ad una profondità di posa maggiore di 1,70 m o nel caso di cavi cosiddetti airbag.

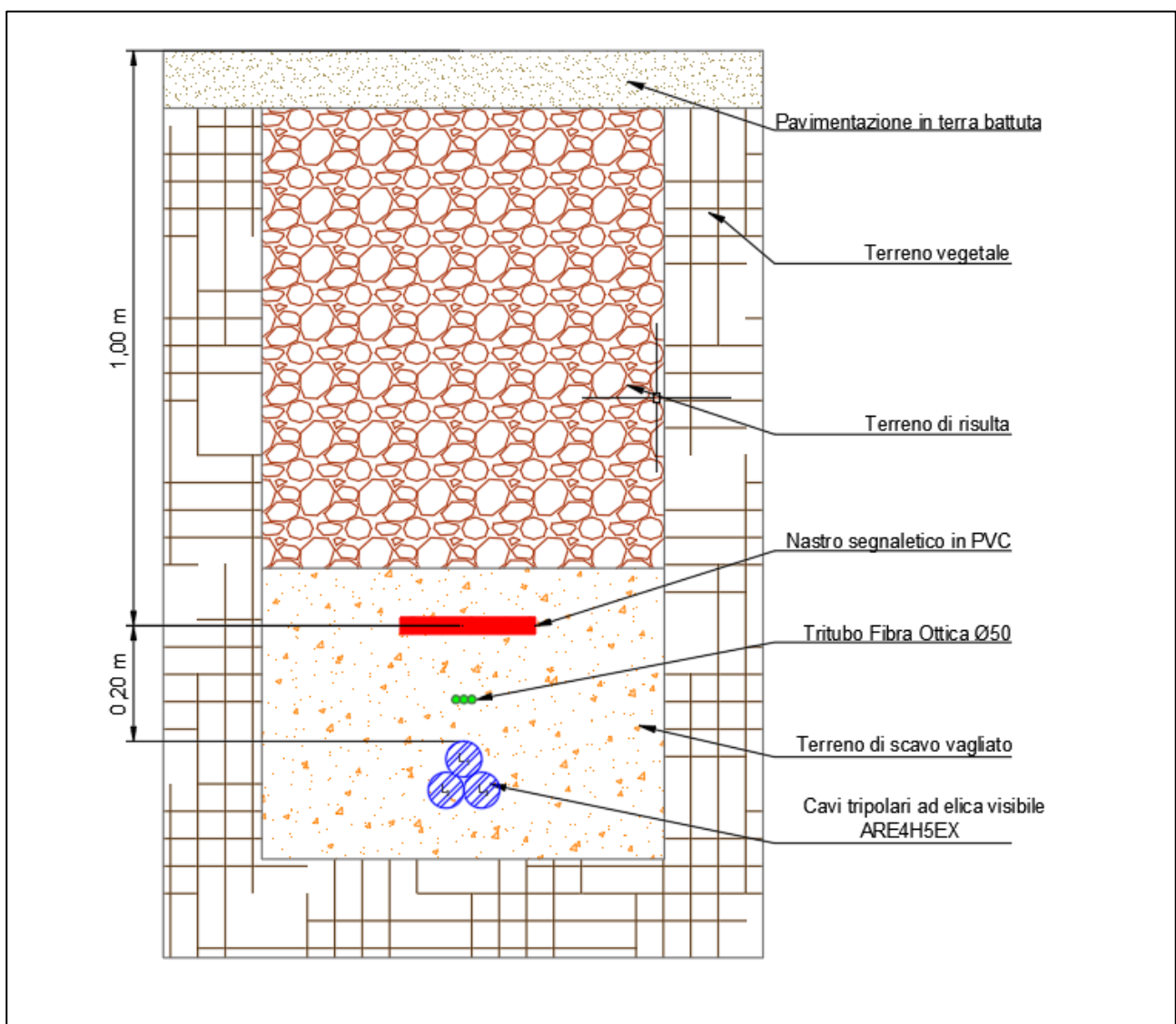
La profondità minima di posa per le strade ad uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade ad uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla Norma CEI 11-17:

- 0,6 m su terreno privato;
- 0,8 m su terreno pubblico.

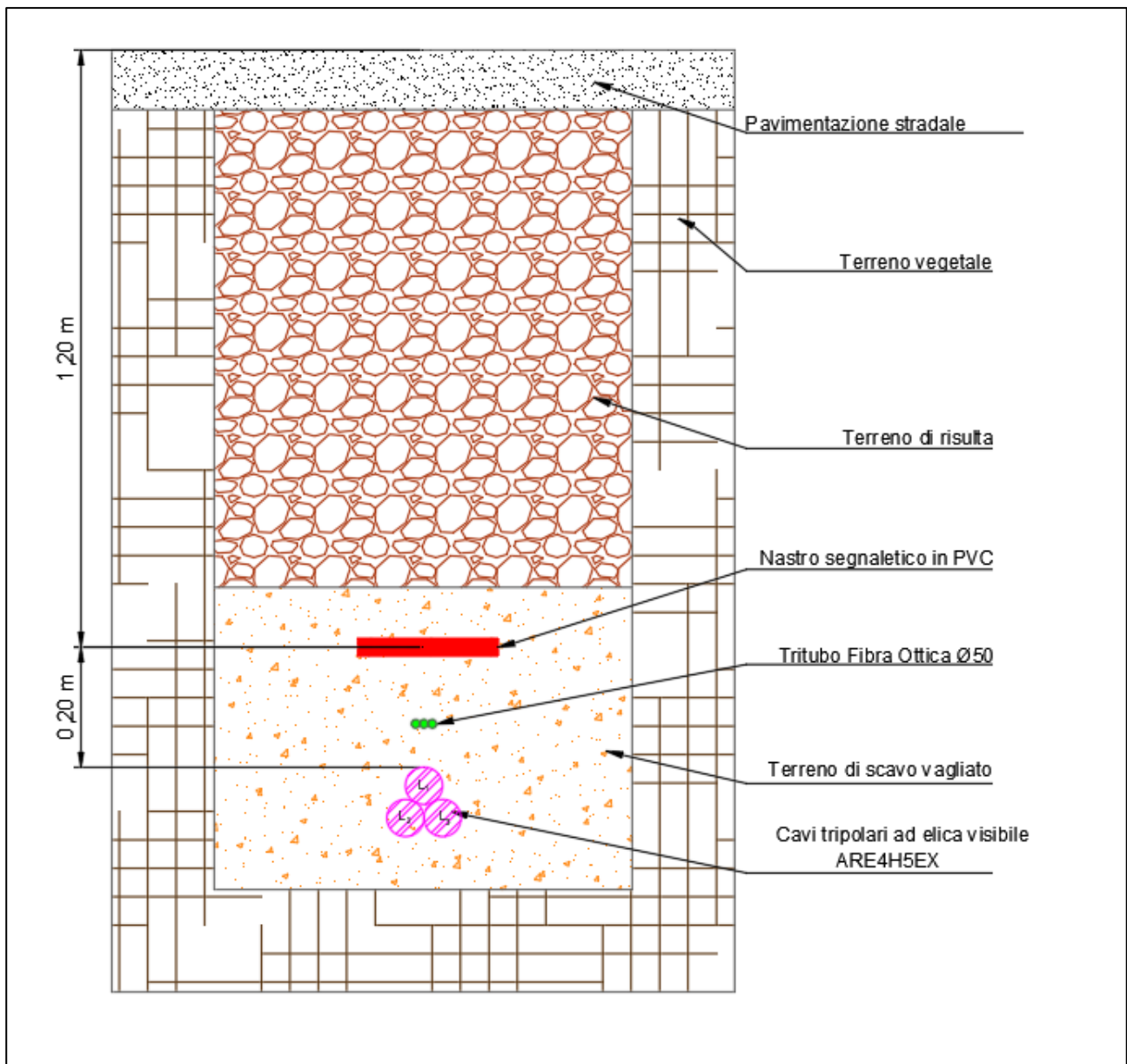
Ciò nonostante, cautelativamente, è stata prevista una profondità di posa non inferiore a 1,20 m e 1,40 m rispettivamente per le linee interne al campo e per le dorsali di collegamento con la futura sezione a 36 kV Stazione Elettrica della RTN denominata Deliceto.

La presenza dei cavi sarà rilevabile mediante l'apposito *nastro monitore* posato a non meno di 0,2 m dall'estradosso del cavo ovvero della protezione, come raffigurato nella figura seguente:

Per entrambe le tipologie di linee, non sono previsti pozzetti o camerette di posa dei cavi in corrispondenza di giunti e deviazioni di tracciato.



*Figura 13: tipico di posa linee a 36 kV interne al campo*



*Figura 14: tipico di posa dorsale a 36 kV di collegamento con la Stazione Elettrica RTN*