



Regione Piemonte
Provincia di Biella
Comune di Castelletto Cervo

Progetto

Realizzazione di un impianto
fotovoltaico a terra su aree agricole
della potenza di 52,3 MWp "Sette
Sorelle" ed opere connesse -
Comune di Castelletto Cervo (BI)

Localizzazione

Comune di Castelletto Cervo (BI)

Fase progettuale

Progetto definitivo

Titolo Elaborato

Relazione tecnica opere elettriche impianto di
produzione ed impianti di utenza e di rete per la
connessione

Scala

N.A. in A4-A3

Committenza

Sette Sorelle srl
Via Leonardo da Vinci 12
Bolzano (BZ)
PI: 03186330217

Professionisti

STUDIO ISITREN

dott. ing. Gianluca PANTILE

INGEGNERIA DEI SISTEMI E DELLE INFRASTRUTTURE
PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA

Ordine Ing. Brindisi n. 803
Via Del Lavoro, 15/D - 72100 Brindisi (BR)

pantile.gianluca@ingpec.eu

info@isitren.com

cell. +39 347 1939994 - tel./fax +39 0831 548001



Nome file

A_SET_PD_ELE_R01_00_Rel_tecnica

Rev. n°	Data	Redatto	Verificato	Approvato
00	11/23	ing. Gianluca PANTILE	ing. Gianluca PANTILE	

Elaborato

A_SET_PD_ELE_R01_00

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	OPERE ELETTRICHE INERENTI ALL'IMPIANTO DI PRODUZIONE	7
4.1	ARCHITETTURA ELETTRICA DELL'IMPIANTO	7
4.2	MODALITA' DI POSA DELLE LINEE ELETTRICHE IN A.T. INTERNE ALL'IMPIANTO	13
4.3	MODALITA' DI POSA DELLE LINEE ELETTRICHE IN B.T. INTERNE ALL'IMPIANTO	15
4.4	DESCRIZIONE DELLA STRINGA ELETTRICA	16
4.5	VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE.....	16
4.6	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI	17
4.7	VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA.....	17
4.8	VERIFICA TERMICA E MECCANICA DEL DISPERSORE.....	18
4.9	CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA U_T	18
4.10	IMPIANTI SPECIALI.....	19
5	OPERE ELETTRICHE INERENTI AGLI IMPIANTI DI UTENZA PER LA CONNESSIONE	23
5.1	DESCRIZIONE GENERALE	23
5.2	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	25
5.3	VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE.....	28
6	STIMA DEI PARAMETRI DI EFFICIENZA DEL SISTEMA ELETTRICO.....	29

ALLEGATI

1 PREMESSA

La Società SETTE SORELLE S.r.l. risulta soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio, in aree agricole del Comune di Castelletto Cervo (BI), di un Impianto Fotovoltaico a terra della potenza nominale di circa 52,3 MWp, denominato "Sette Sorelle", e relative opere di utenza e di rete per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Ai fini della connessione dell'impianto di produzione alla RTN, la Proponente è subentrata, per effetto di voltura consolidata giusta comunicazione di TERNA S.p.A. prot. n. TERNA/P20230040059 del 12/04/2023, alla società SETTE SOLAR S.r.l. la quale, previa apposita richiesta di connessione, aveva ottenuto da TERNA S.p.A., e successivamente accettato, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) Codice Pratica n. 202200401 di cui all'ALLEGATO A1 alla comunicazione prot. n. TERNA/P20220045707 del 27/05/2022, che prevedeva che l'impianto sarà collegato alla RTN in antenna a 36 kV sulla futura Stazione Elettrica 380/132/36 kV della RTN (nel seguito "S.E. RTN"), da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Turbigo Stazione - Rondissone".

Lo Stallo a 36 kV che verrà assegnato nella S.E. RTN costituisce impianto di rete per la connessione mentre l'infrastruttura elettrica di collegamento in antenna allo Stallo medesimo costituisce impianto di utenza per la connessione.

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE

L'intera opera consiste dunque nell'Impianto Fotovoltaico, negli impianti di utenza per la connessione (collegamento in antenna allo Stallo a 36 kV in S.E. RTN) e negli impianti di rete per la connessione (Stallo a 36 kV in S.E. RTN).

Sono state pertanto progettate le seguenti opere elettriche principali:

- Impianto di produzione da fonte solare fotovoltaica:

L'Impianto Fotovoltaico avrà una potenza elettrica nominale pari a circa 52,353 MWp quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n. 9 campi fotovoltaici distribuiti geograficamente in 2 aree ed associati ad altrettante Cabine di Trasformazione (CT). L'Impianto Fotovoltaico funzionerà in regime di cessione totale dell'energia al netto dei consumi per i servizi ausiliari attraverso il punto di connessione in A.T. sulla RTN di TERNA S.p.A. secondo il nuovo standard di connessione alla RTN a 36 kV approvato con la Delibera ARERA 439/2021/R/EEL e disciplinato dal nuovo Allegato A.2 al Codice di rete. Si è dunque ipotizzato l'impiego di un tipo di CT che, nelle more dell'ottenimento delle necessarie autorizzazioni, prevederà con ragionevole certezza trasformatori con tensione in uscita di 36 kV.

Sulla base di tale ipotesi progettuale, la distribuzione elettrica interna all'Impianto Fotovoltaico, il vettoriamento verso una Cabina di Sezionamento (CS) appositamente prevista, ed il collegamento in antenna verso la S.E. RTN saranno realizzate mediante linee elettriche esercite alla tensione di 36 kV. Ciascuna delle n. 9 CT associate ai rispettivi n. 9 campi fotovoltaici, ricevute in ingresso le uscite dagli appositi inverter dislocati in campo ed aventi la funzione di convertire l'energia dal regime di corrente continua a quello di corrente alternata, opererà dunque la trasformazione B.T./A.T. 0,8/36 kV. Una rete di distribuzione interna in A.T. a 36 kV realizzata mediante cavi appositamente dimensionati consente di portare tutte le uscite delle CT direttamente o indirettamente ad una apposita Cabina di Parallelo e Smistamento (CPS) che costituisce il punto a partire dal quale l'energia prodotta dall'Impianto Fotovoltaico viene prima portata all'ingresso di una apposita Cabina di Sezionamento (CS) per poi, da questa, essere convogliata verso la RTN. In ogni situazione di esercizio, l'impianto di generazione fotovoltaica immetterà in rete una potenza massima complessiva non superiore alla potenza massima in immissione autorizzata da TERNA S.p.A. pari a 42,9 MW.

A servizio dell'impianto di produzione è prevista la realizzazione di idonei impianti speciali di antintrusione e videosorveglianza che verranno descritti nel seguito.

- Cabina di Sezionamento:

Per ragioni di ottimizzazione dell'architettura elettrica dell'impianto, è prevista la realizzazione di una Cabina di Sezionamento (CS) dotata di vani tecnici opportunamente dimensionati ed equipaggiati per ricevere in ingresso le linee elettriche in arrivo dalla CPS dell'Impianto Fotovoltaico e per consentire la partenza delle linee elettriche che dalla CS dovranno consentire il collegamento in antenna allo Stallo a 36 kV nella S.E. RTN. La CS sarà un manufatto in comune con un'altra iniziativa (altro impianto di produzione da fonte solare fotovoltaica) alla quale saranno associati i propri separati vani tecnici opportunamente dimensionati ed equipaggiati per ricevere in ingresso la linea elettrica relativa a tale altro impianto e per consentire la partenza della linea elettrica che dalla CS dovrà essere collegata in antenna allo Stallo a 36 kV appositamente e separatamente assegnato nella S.E. RTN.

- Linee elettriche verso la CS

Dalla CPS all'interno dell'Impianto Fotovoltaico due apposite linee elettriche interrate opportunamente dimensionate (Elettrodotto A) trasporteranno l'energia prodotta dall'Impianto Fotovoltaico verso la CS.

Per opportune ragioni di economia delle opere e conseguente riduzione ed ottimizzazione degli impatti nelle fasi di cantiere e di esercizio, una porzione finale del tracciato di tali linee prevede la posa interrata in uno scavo in comune tra l'Impianto Fotovoltaico in argomento ed il predetto altro impianto. In tale scavo, in partenza da un ben preciso punto di incontro/incrocio individuato ed arrivo nei rispettivi locali tecnici nella CS, coesisteranno pertanto le due linee elettriche interrate relative all'Impianto Fotovoltaico e la linea elettrica interrata relativa all'altro impianto di produzione.

- Linee elettriche di collegamento in antenna a 36 kV:

Dagli appositi locali tecnici nella CS, due linee elettriche interrate opportunamente dimensionate (Elettrodotto B) trasporteranno l'energia prodotta dall'Impianto Fotovoltaico verso la RTN mediante collegamento in antenna allo Stallo a 36 kV che verrà assegnato nella S.E. RTN. Tale collegamento sarà realizzato mediante interramento delle due linee elettriche in questione, all'interno di un unico scavo che ospiterà anche la linea elettrica interrata di collegamento in antenna dell'altro impianto al proprio Stallo a 36 kV, in partenza dai rispettivi locali tecnici nella CS.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme a cui si è fatto in generale riferimento per l'Impianto Fotovoltaico, come ad oggi modificate ed integrate, sono le seguenti:

- CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ($U_m = 42$ kV) fino a 150 kV ($U_m = 170$ kV);
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;

- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12);
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

Per il progetto degli elettrodotti si è fatto riferimento alle seguenti principali normative come ad oggi integrate e modificate:

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 – "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Norma Tecnica IEC 60287 – "Electric cables – Calculation of the current rating";
- Norma Tecnica CEI 20-21:1998-01, ed. seconda – "Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1. In regime permanente (fattore di carico 100%)";
- Norma Tecnica IEC 60583 – "Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables";

- Decreto del Ministero degli interni 24 novembre 1984 – “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale;
- Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 – “Attuazioni direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio” e successive modificazioni;
- Decreto legislativo aprile 2008 n. 81 – “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”;
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259 – “Codice della comunicazione elettroniche”;
- Norma Tecnica CEI 304-1:2005-11, ed. Prima – “Interferenze elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche. Identificazione dei rischi e limiti di interferenza”;
- Ordinanza Ministeriale 20 marzo 2003, n. 3274 s.m.i.;
- Decreto legislativo n. 152 del 03 aprile 2006 – “Testo Unico sull’ambiente” e s.m.i.;
- Unificazione TERNA “Linee in cavo AT” per l’esecuzione degli elettrodotti in cavo interrato;
- UX LK401 Prescrizioni per il progetto elettrico e la progettazione del tracciato dei collegamenti in cavo, ed. 07/2010;
- UX LK411 Prescrizioni per l’esecuzione delle opere civili connesse alla posa dei cavi, ed. 02/2008;
- Delibera ARERA 439/2021/R/EEL e nuovo Allegato A.2 al Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di TERNA.

4 OPERE ELETTRICHE INERENTI ALL’IMPIANTO DI PRODUZIONE

4.1 ARCHITETTURA ELETTRICA DELL’IMPIANTO

In questa sezione vengono descritte le opere elettriche inerenti all’Impianto Fotovoltaico e relative linee di collegamento e distribuzione elettrica ed infrastrutture interne funzionali. L’Impianto Fotovoltaico avrà una potenza elettrica nominale pari a circa 52,353 MWp quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n. 9 campi fotovoltaici distribuiti geograficamente in 2 aree ed associati ad altrettante Cabine di Trasformazione. Il generatore fotovoltaico associato a ciascun campo fotovoltaico, dunque il generatore fotovoltaico complessivo, è stato progettato prevedendo l’impiego della tecnologia dei sistemi di inseguimento solare di tipo monoassiale (tracker monoassiali) con asse longitudinale del singolo tracker parallelo all’asse NORD-SUD ed inseguimento EST-OVEST mediante variazione, durante le ore di soleggiamento, dell’angolo Tilt di inclinazione della superficie captante rispetto al piano orizzontale.

E' previsto l'utilizzo di tracker monoassiali prodotti dalla ZIMMERMANN, modello ad 1 solo modulo verticale, in tre diverse configurazioni ZIM24M, ZIM48M e ZIM72M rispettivamente da 24, 48 e 72 moduli fotovoltaici disposti in fila lungo la direzione di sviluppo longitudinale del tracker.

I moduli fotovoltaici saranno del tipo in silicio monocristallino marca JINKO SOLAR, modello JKM610N-78HL4-BDV della potenza nominale di 610 Wp cadauno.

I moduli fotovoltaici saranno collegati in serie elettrica a formare stringhe da n. 24 moduli e pertanto su ciascun tracker ZIM24M sarà installata una stringa elettrica, su ciascun tracker ZIM48M saranno installate due stringhe elettriche e su ciascun tracker ZIM72M saranno installate tre stringhe elettriche.

La conversione dalla c.c. in B.T. alla c.a. in B.T. avverrà impiegando inverter di stringa outdoor marca HUAWEI modello SUN2000-330KTL-H1 opportunamente dislocati in campo, ciascuno dei quali riceverà in ingresso un determinato numero di stringhe da 24 moduli fotovoltaici in serie in relazione alle diverse combinazioni di tracker installati come da layout di progetto.

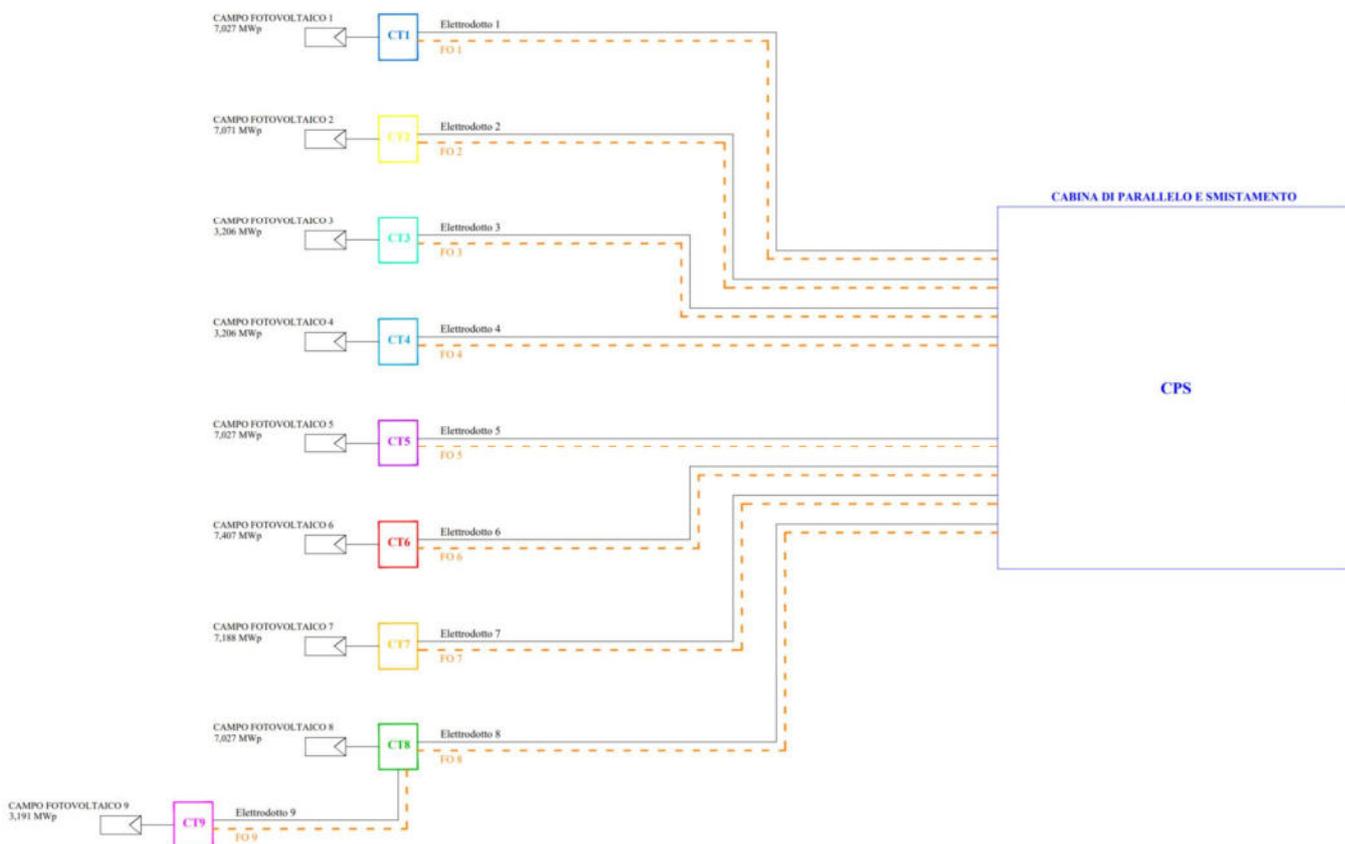
La trasformazione dalla B.T. in c.a. a 800 V alla A.T. in c.a. a 36 kV avverrà grazie ad apposite Cabine di Trasformazione (CT) del tipo Smart Transformer Station (STS) prodotto da HUAWEI e precisamente delle due tipologie STS-6000K ed STS-2500K le quali sono state scelte ed associate ai diversi campi fotovoltaici in funzione delle esigenze di progetto, con particolare riferimento al posizionamento dei tracker come da layout. Come già detto, la scelta è stata operata nell'ipotesi che nelle more dell'ottenimento delle autorizzazioni, queste STS saranno equipaggiate con trasformatori B.T./A.T. 0,8/36 kV.

In particolare, per le Cabine di Trasformazione del tipo STS-6000K è stato previsto un numero di ingressi (uscite da altrettanti inverter) compreso tra 20 e 21 mentre per le Cabine di Trasformazione del tipo STS-2500K è stato invece previsto un numero di ingressi pari a 9.

La distribuzione elettrica in B.T. in a.c. a 800 V dall'uscita di ciascun inverter verso la relativa Cabina di Trasformazione (CT) avverrà mediante cavi interrati tipo ARG16R16 0,6/1 kV di opportune sezioni, da posare in n. 2 tubi corrugati ciascuno del diametro di 100 mm in comune tra più linee dello stesso tipo ed aventi la medesima funzione di collegamento inverter-CT. Nel medesimo scavo saranno previsti n. 2 ulteriori tubi corrugati ciascuno del diametro di 50 mm per il trasporto dei segnali dall'inverter facenti parte di un generico campo fotovoltaico, verso la relativa CT. Ne è risultato il generatore fotovoltaico della potenza nominale di circa 52,353 MWp distribuito secondo la tabella di riepilogo riportata a seguire, in cui ogni campo fotovoltaico individuato è stato associato ad una corrispondente Cabina di Trasformazione (campo fotovoltaico "i" → Cabina di Trasformazione CT "i").

Pertanto avremo un numero totale di moduli fotovoltaici da 610 Wp cadauno pari a 85.824 per una potenza nominale complessiva dell'impianto pari a circa 52,353 MWp a fronte di una potenza in immissione ammessa da TERNA pari a 42,9 MW.

L'architettura elettrica dell'Impianto Fotovoltaico è rappresentata nella seguente figura, estrapolata dall'Elaborato A_SET_PD_ELE_T01_00: "Schemi a blocchi distribuzione elettrica e fibra ottica":



Come evincesi dalla precedente figura, l'architettura elettrica dell'Impianto Fotovoltaico prevede il collegamento diretto di ciascuna delle Cabine di Trasformazione CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7 e CT8 alla CPS, con la precisazione che la CT9 viene preventivamente portata in parallelo alla CT8 per esigenze di ottimizzazione del progetto elettrico. Tanto si evince dagli Elaborati A_SET_PD_ELE_T01_00: "Schemi a blocchi distribuzione elettrica e fibra ottica" e A_SET_PD_ELE_T02_00: "Schema elettrico unifilare impianto di produzione".

Come evincesi dagli elaborati grafici di dettaglio, relativamente all'impianto di produzione, sono stati progettati i seguenti Elettrodotti di distribuzione interna in posa interrata con tensione di esercizio 36 kV, in cavo del tipo a elica visibile tipo ARE4H5EX 20,8/36 kV in alluminio:

- Elettrodotto 1 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT1 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 2422 metri;
- Elettrodotto 2 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT2 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 2008 metri;
- Elettrodotto 3 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT3 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 1893 metri;
- Elettrodotto 4 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT4 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 1697 metri;
- Elettrodotto 5 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT5 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 1051 metri;
- Elettrodotto 6 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT6 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 848 metri;
- Elettrodotto 7 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT7 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 376 metri;
- Elettrodotto 9 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT9 alla Cabina di Trasformazione CT8 in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 976 metri;
- Elettrodotto 8 per il collegamento elettrico della Cabina di Trasformazione CT8 alla Cabina di Parallelo e Smistamento CPS in cavo 3x1x120 mm² per una tratta di circa 68 metri;

La Tabella seguente riporta il riepilogo di dettaglio della architettura elettrica dell'Impianto Fotovoltaico sopra descritta:

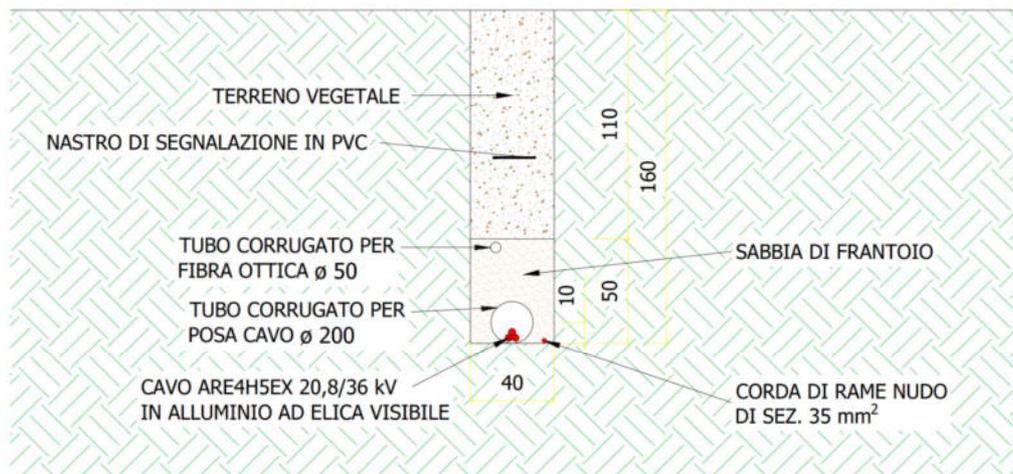
Il progetto del sistema elettrico a 36 kV è stato elaborato con l'intento di assicurare una adeguata funzionalità e flessibilità di esercizio e di ridurre, nel contempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili.

Per le condutture in cavo in A.T. a 36 kV, salvo casi di attraversamenti particolari, la posa direttamente interrata avverrà ad una profondità di 1,5 metri in uno scavo di 1,60 metri di profondità, utilizzando cavi del tipo ARE4H5EX 20,8/36 kV in alluminio a elica visibile. La rete di terra relativa all'intero Impianto Fotovoltaico verrà realizzata prevedendo il collegamento degli anelli di terra di tutte le Cabine elettriche tra loro, mediante corda di rame nudo da 35 mm².

4.2 MODALITA' DI POSA DELLE LINEE ELETTRICHE IN A.T. INTERNE ALL'IMPIANTO

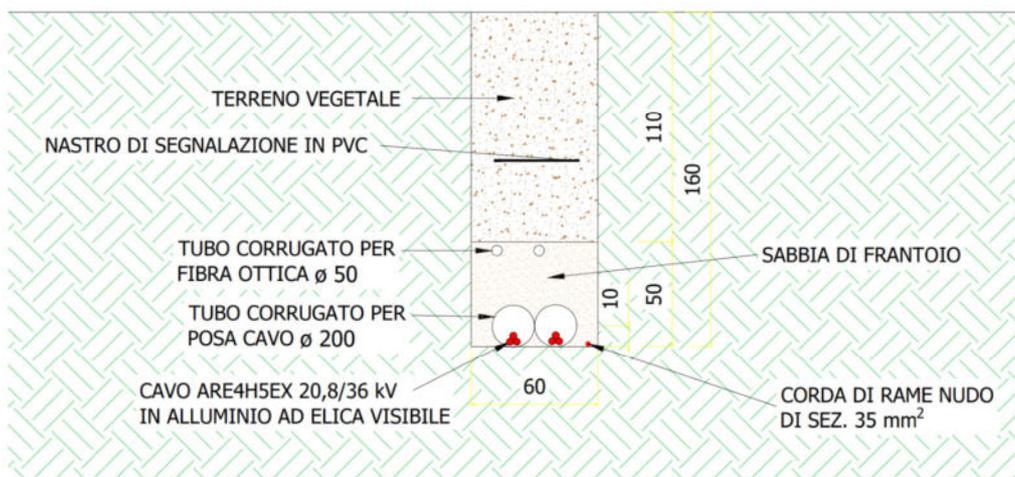
Le linee elettriche in A.T. a 36 kV in cavo interrato sopra descritte, relative alla distribuzione elettrica interna all'impianto, saranno posate secondo le modalità di posa in scavo di seguito rappresentate potendo prevedersi sempre la posa sotto terreno vegetale, con tratte che possono prevedere la coesistenza, nel medesimo scavo, di un numero di terne di cavi da un minimo di una ad un massimo di quattro terne:

TIPICO 1: POSA n. 1 TERNA



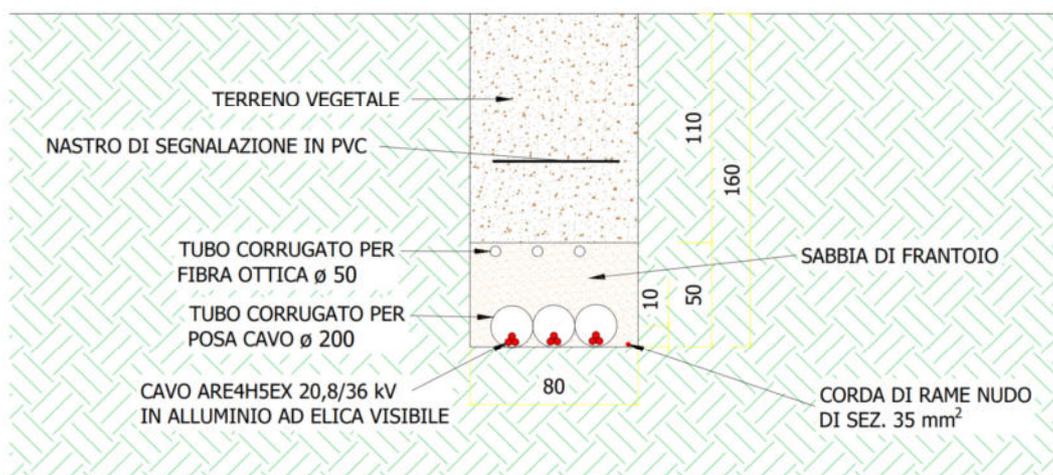
POSA CAVI SU TERRENO AGRICOLO

TIPICO 2: POSA n. 2 TERNE



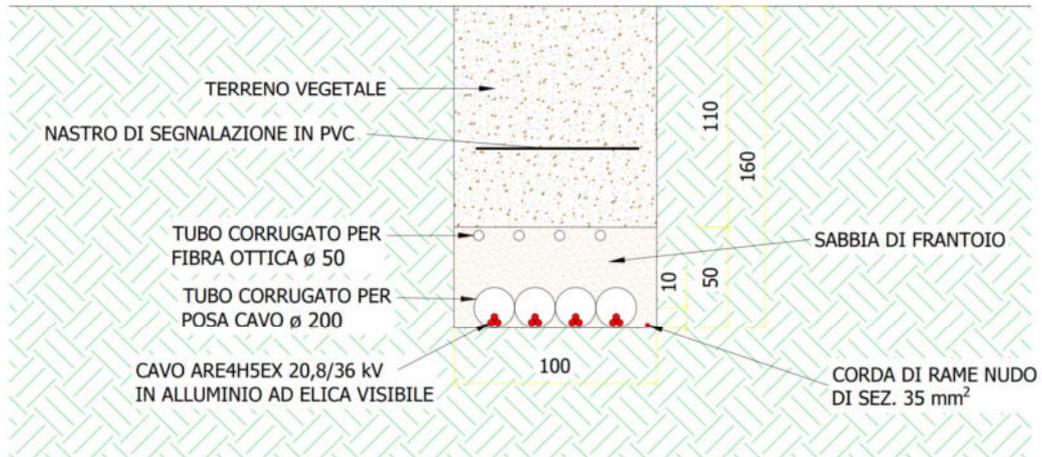
POSA CAVI SU TERRENO AGRICOLO

TIPICO 3: POSA n. 3 TERNE



POSA CAVI SU TERRENO AGRICOLO

TIPICO 4: POSA n. 4 TERNE

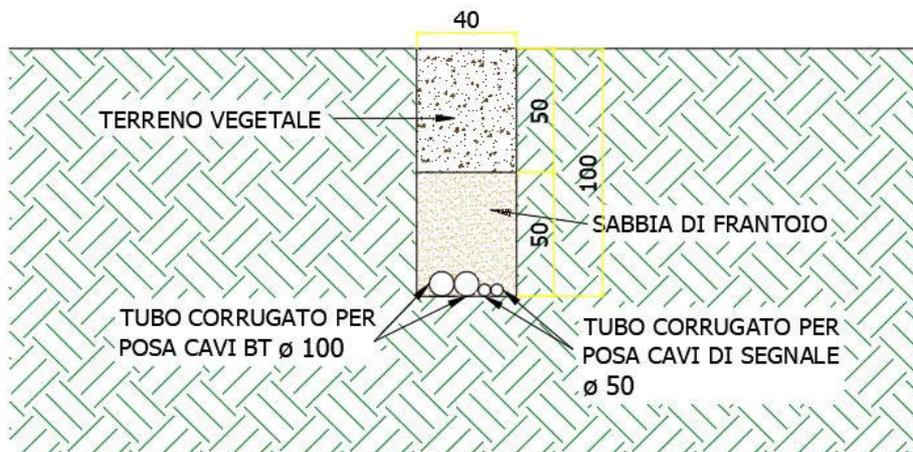


POSA CAVI SU TERRENO AGRICOLO

4.3 MODALITA' DI POSA DELLE LINEE ELETTRICHE IN B.T. INTERNE ALL'IMPIANTO

Le linee elettriche in B.T. in cavo interrato sopra descritte, relative alla distribuzione elettrica dagli inverter alle Cabine di Trasformazione (CT), saranno posate secondo le modalità di posa in scavo di seguito rappresentate potendo prevedersi sempre la posa sotto terreno vegetale:

TIPICO DI POSA CAVI B.T.



4.4 DESCRIZIONE DELLA STRINGA ELETTRICA

Ciascun campo fotovoltaico costituente il generatore fotovoltaico complessivo prevede la realizzazione di un unico tipo di stringa costituita da n. 24 moduli fotovoltaici in serie del tipo sopra indicato. La stringa avrà pertanto le seguenti caratteristiche elettriche alle STC:

	Modulo	Stringa
Vmp	45,60 V	1.094,40 V
Voc	55,31 V	11.327,44 V
Imp	13,38 A	13,38 A
Isc	14,03 A	14,03 A

4.5 VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE

Nella tabella che segue, nella quale I_b è la corrente di impiego della conduttura ed I_z la portata in corrente della conduttura stessa, sono state confrontate, per ogni singola linea, la portata della conduttura calcolata tenendo conto della tipologia di posa, con la corrente di impiego della conduttura stessa. Dai dati riportati nella tabella si evince chiaramente che le condutture sono correttamente dimensionate per sopportare la relativa corrente di impiego. Si precisa che questi dati sono riferiti al funzionamento dell'impianto a piena potenza (potenza nominale), evento che si verifica in pochi giorni dell'anno e di durata piuttosto breve. In sede di progettazione esecutiva saranno eseguiti i calcoli di dettaglio di "LOAD FLOW" e delle correnti di corto circuito.

Elettrodotto	Sezione terna cavi [mm²]	I_b [A]	I_z [A]	Verifica I_b<I_z
1	120	96,22	254	ok
2	120	96,82	254	ok
3	120	43,90	254	ok
4	120	43,90	254	ok
5	120	96,22	254	ok
6	120	101,43	254	ok
7	120	98,43	254	ok
9	120	43,70	254	ok
8	120	139,93	254	ok

4.6 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

DATI DI PROGETTO

Il nostro sistema A.T. con tensione nominale 36 kV con neutro isolato è caratterizzato da:

- valore della corrente di guasto a terra, calcolato in base alla norma CEI 11-8, pari a 254 A ;
- durata del guasto a terra, da impostare nella programmazione delle protezioni, pari a 0.5 s.

Dai dati iniziali sopra riportati, applicando il metodo di calcolo riportato nell'Allegato A alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), si ottiene:

- Tensione di contatto ammissibile $U_{tp}=220$ V (Tabella B.3);
- Impedenza totale del corpo umano $Z_t=1225$ ohm (Tabella B.2);
- Limite di corrente nel corpo umano $I_b = 267$ mA;
- Fattore cardiaco HF = 1 relativo al contatto mano-piedi;
- Fattore corporeo BF = 0.75 relativo al contatto mano-piedi;
- Impedenza del corpo $Z_T = 1000$ ohm;
- Resistenza aggiuntiva della mano $R_H = 0$ ohm (non considerata);
- Resistenza aggiuntiva dei piedi $R_{F1} = 1000$ ohm, relativa a scarpe vecchie ed umide;
- Resistività del terreno prossimo alla superficie $\rho_S = 100$ relativa a terreno vegetale.

Da questi dati, è possibile calcolare una Tensione di contatto ammissibile a vuoto $U_{vTp} = 507$ V.

Si precisa, comunque, che il progetto della rete di terra non può ricondursi alla semplice risoluzione di un problema matematico, a causa dei numerosi e non univocamente determinati parametri da prendere in considerazione, quali ad esempio:

- resistività del terreno non omogenea, né in direzione verticale né in direzione orizzontale;
- presenza di dispersori naturali che alterano in modo non prevedibile il campo elettrico in superficie;
- tipo di pavimentazione e sua finitura;
- umidità del terreno e condizioni ambientali durante le operazioni di verifica strumentale;
- manufatti e reti di terra altrui, nelle immediate vicinanze.

4.7 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA

L'impianto di dispersione di ognuno dei n. 9 campi fotovoltaici sarà costituito da un anello di terra perimetrale alla relativa Cabina di Trasformazione (CT), ciascuno di forma rettangolare, di dimensioni 4,5 x 8 m (minime), realizzato con corda di rame nudo della sezione di 50 mm² interrata alla profondità di almeno 0,5 m, integrato da n. 6 dispersori verticali di lunghezza pari a 1,5 m cadauno.

In analogo modo verrà realizzato l'anello di terra perimetrale della Cabina di Paralello e Smistamento. Tali impianti, in condizioni normali di esercizio, saranno collegati tra loro attraverso lo schermo dei cavi A.T., pertanto tali impianti di dispersione verranno considerati in parallelo. I valori della resistenza di terra associabili ad ognuno dei dispersori sono i seguenti:

- Resistenza del singolo anello perimetrale rettangolare alla Cabina di Trasformazione e/o di Raccolta e/o di Smistamento: 8Ω ;
- Resistenza di ognuno dei n. 6 picchetti verticali: 33Ω (questi, messi in parallelo determinano complessivamente una resistenza di terra pari a 5.43Ω);

Il contributo complessivo dei dispersori, considerati per ognuna delle Cabine di Trasformazione (CT), permette di calcolare una resistenza di terra pari a $3,22 \Omega$. Considerando che tali impianti risultano collegati in parallelo, la resistenza verso terra totale sarà pari a $R_t = 3,22/9 = 0,36 \Omega$.

4.8 VERIFICA TERMICA E MECCANICA DEL DISPERSORE

Sezione minima per garantire la resistenza meccanica ed alla corrosione

Il dispersore orizzontale è costituito da corda di rame nudo, per cui ai sensi dell'Allegato C alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) dovrà avere una sezione minima di 25 mm^2 .

Per la protezione contro la corrosione è necessario utilizzare materiali tali che il loro contatto non generi coppie elettrolitiche.

Dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra

Per effettuare il dimensionamento termico del dispersore si utilizza la formula presente nell'Allegato D alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), tenendo presente che secondo quanto riportato nell'art.5.3, è possibile ripartire la corrente di guasto tra diversi elementi del dispersore. Secondo tali calcoli per disperdere la corrente di guasto è necessaria una corda di sezione circa 1 mm^2 . Le sezioni utilizzate partono da 35 mm^2 per cui soddisfano entrambe le condizioni con sufficiente margine di sicurezza.

4.9 CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA U_T

Per tale impianto, la tensione totale di terra U_t risulta pari a 92 V . Considerando che per tale sistema la tensione massima ammissibile è $U_{tp} = 220 \text{ V}$, il valore calcolato risulta essere inferiore, pertanto l'impianto di terra e le relative protezioni, risultano essere idonee alla protezione dai contatti indiretti delle persone, ai sensi della normativa vigente.

Resta inteso che una volta realizzato l'impianto, per valutarne l'efficacia, si rende necessaria una misura in campo eseguita da professionista abilitato.

4.10 IMPIANTI SPECIALI

A servizio dell'impianto fotovoltaico saranno realizzati idonei impianti speciali di monitoraggio, illuminazione e videosorveglianza-antintrusione come di seguito descritto. La realizzazione degli impianti speciali prevede la posa di linee elettriche interrato in scavo da eseguirsi lungo il perimetro delle aree occupate dalle opere di impianto aventi la funzione della distribuzione elettrica (f.e.m.) in B.T., in cavi tipo FG16R16 0,6/1 kV di opportune sezioni, da posare in n. 2 tubi corrugati ciascuno del diametro di 100 mm. I cavi atti al trasporto dei segnali afferenti agli impianti di videosorveglianza e antintrusione, saranno posati perimetralmente all'interno del medesimo scavo utilizzato per la posa delle linee elettriche, all'interno di ulteriori n. 2 tubi corrugati separati aventi diametro di 50 mm.

Le modalità di posa relative alla distribuzione elettrica e di segnali inerenti agli impianti speciali, saranno le medesime descritte/rappresentate ai paragrafi 4.1 e 4.3.

Sistema di monitoraggio

Il sistema sarà dotato di un sistema scada di monitoraggio delle prestazioni energetiche e degli allarmi elettrici, installato all'interno dei cabinet, la cui struttura risponda a condizioni di modularità e di rispetto dei blocchi funzionali fondamentali di cui si compone generalmente un sistema di acquisizione dati. Il sistema è costituito da uno o più datalogger (in funzione del tipo di dispositivo e dal numero di variabili che dovrà acquisire) con moduli di espansione (sistema elettronico di controllo, di acquisizione e trasmissione dati) in grado di acquisire i dati provenienti dalle seguenti apparecchiature:

- la stazione meteo principale;
- la/e stazione/i meteo secondaria/e (eventuale);
- gli inverter;
- i relè degli interruttori A.T;
- i contatti binari (ON/OFF) relativi allo stato degli interruttori dei quadri elettrici A.T.;
- il contatore di energia;

Permette il monitoraggio locale al servizio degli operatori di manutenzione (con tempi di latenza realtime ridottissimi) e la trasmissione via internet a web cloud con tutte le informazioni acquisite dall'Impianto Fotovoltaico come grandezze elettriche cumulative e di dettaglio delle singole unità di produzione.

Il sistema di trasmissione dei dati per l'impianto in oggetto utilizzerà:

- preferibilmente una comunicazione a onde convogliate attraverso i cavi di potenza degli inverter (al fine di limitare la collocazione di linee dati seriale) o in alternativa con classica comunicazione seriale;
- comunicazione seriale tra i sensori e i datalogger;
- comunicazione in fibra ottica tra le Cabine di Trasformazione e Cabina di Parallelo e Smistamento.

Sistema antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi)

L'area di impianto sarà completamente recintata e sorvegliata e dotata di un sistema antintrusione che consente di inviare allarmi via web e/o SMS alla rilevazione di una infrazione, costituito dai seguenti sistemi che funzioneranno in modo integrato:

- sistema di videosorveglianza perimetrale;
- sistema di allarme e antintrusione a barriere a microonde;
- sistema di gestione degli accessi.

Il sistema di videosorveglianza registrerà tutti gli eventi di movimenti interni all'area di progetto e di passaggio nei pressi dell'anello perimetrale. È costituito da:

- telecamere fisse con o senza faretto all'infrarosso che permettono il funzionamento 24h/24h posti su pali a una distanza l'una dall'altra di circa 30 metri;
- server per videosorveglianza, videoregistratore, monitor LCD, Armadio rack, cavi rack.

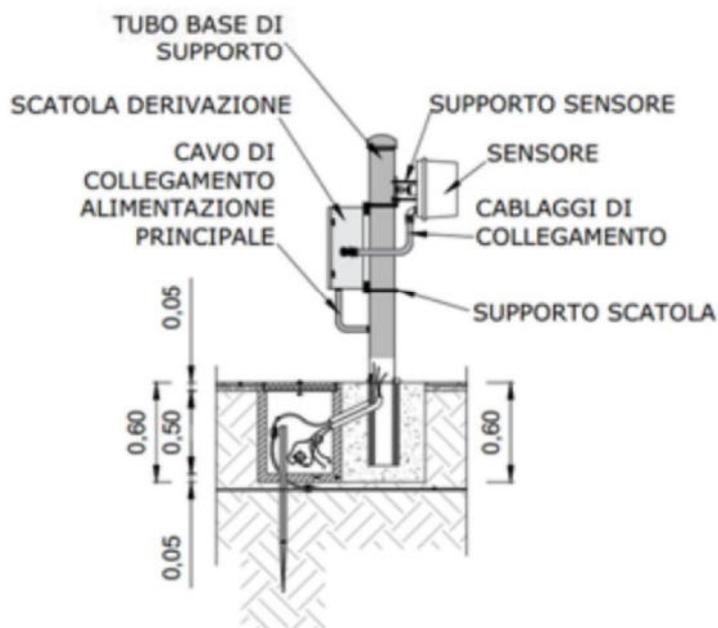
Il sistema di allarme e antintrusione a barriere a microonde (di cui la figura seguente mostra un particolare di installazione), rileva l'accesso nell'area dell'impianto ed in prossimità delle cabine.

Esso prevede:

- barriere a microonde (distanza RX-TX di circa 60 m) da installare lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- centrale antintrusione, DGP in campo installati in adeguati box su palo, lettore di badge, tastiera di gestione, rivelatori volumetrici, rivelatori volumetrici a doppia tecnologia, contatti magnetici, sirena esterna, rilevatori di fumo, pulsante antincendio, cavi bus (RS485), cavi di allarme, cavi di alimentazione, cavi antincendio, batterie, ups, ecc..

Il sistema di gestione degli accessi monitora gli stati degli ingressi all'Impianto Fotovoltaico ed alle cabine di controllo e sarà implementato con sensoristica a contatti magnetici sui relativi elementi:

- cancello di ingresso
- porte della cabina di controllo.



Gli accessi sono gestiti con lettori e schede badge di accesso, al fine di consentire il tracciamento storico degli operatori che hanno accesso e gestiscono nel tempo l'impianto.

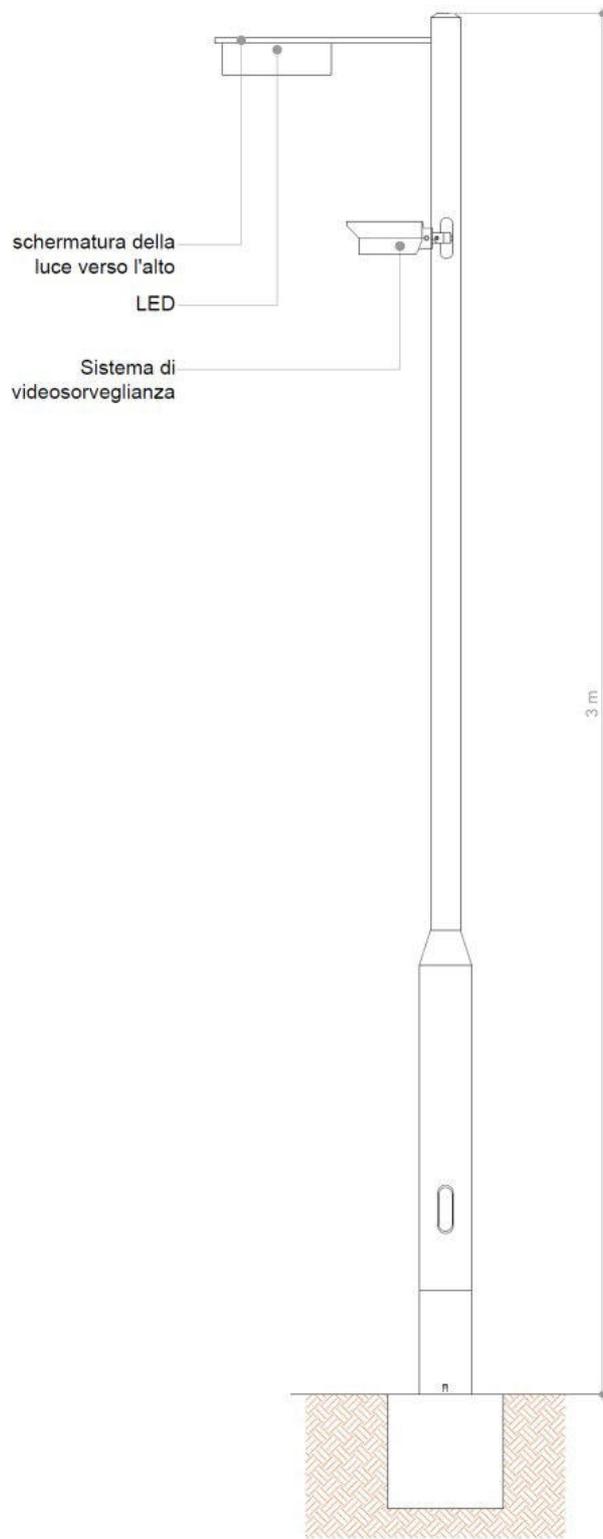
I suddetti sistemi di allarme e videosorveglianza potranno essere integrati o sostituiti con altre tecnologie al momento della costruzione.

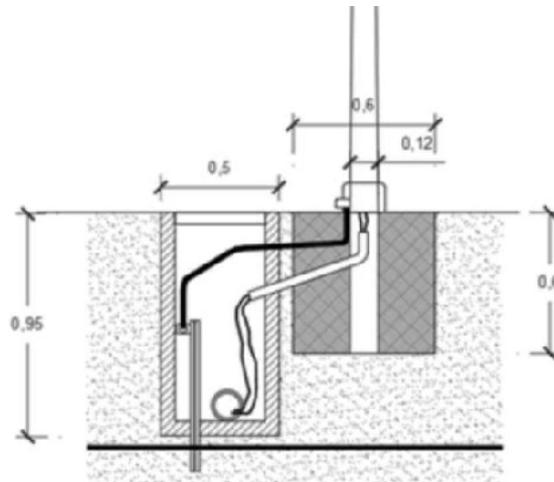
Sistema di illuminazione

In fase di esercizio l'impianto di illuminazione perimetrale funzionerà solo a scopo di sicurezza e sorvegliabilità dell'area. Sarà dotato di sensori di controllo che provvederanno ad attivare l'illuminazione e le telecamere di sorveglianza al manifestarsi di intrusioni all'interno del perimetro monitorato.

I proiettori verranno dunque utilizzati solo in caso di allarme o con accensione manuale. La tipologia costruttiva della illuminazione perimetrale è costituita da palo di illuminazione di altezza fuori terra di 3,00 m posizionati all'interno dell'area.

I corpi illuminanti saranno con lampada a LED 150W 230V-50Hz, con riflettore con ottica antinquinamento luminoso in alluminio e diffusore in cristallo temperato resistente agli shock termici e agli urti, portalampada in ceramica, e ciascuno sarà dotato di propria protezione termica e sezionatore. Seguono figure rappresentative della tipologia di palo di illuminazione impiegato e del tipico dettaglio dei collegamenti elettrici:





Le cabine elettriche saranno invece dotate di un proprio impianto di illuminazione esterna che prevede la presenza di un idoneo numero di plafoniere LED installate direttamente sulle pareti esterne:

- Tipo lampade: Proiettori LED - 40 W;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, forma ogivale;

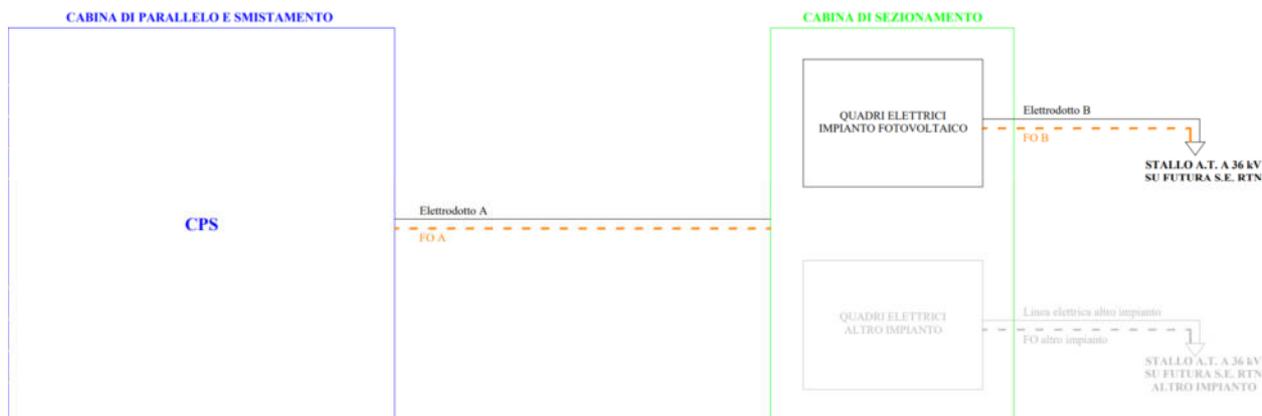
In fase di progetto esecutivo potranno essere apportati miglioramenti ai rapporti tra gli illuminamenti minimi e massimi e l'illuminamento medio. Resta inteso che l'impianto di illuminazione nel suo complesso, è progettato nel rispetto delle misure di contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico e nel rispetto delle norme UNI EN 12464. In particolare, l'illuminazione perimetrale è progettata tenendo conto delle esigenze minime di illuminazione affinché la stessa sia adeguata ed al contempo rispettosa delle prescrizioni inerenti l'inquinamento luminoso e l'illuminazione molesta.

5 OPERE ELETTRICHE INERENTI AGLI IMPIANTI DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

5.1 DESCRIZIONE GENERALE

Trattasi delle seguenti opere elettriche:

- Elettrodotto A per il collegamento elettrico della Cabina di Parallelo e Smistamento (CPS) alla Cabina di Sezionamento (CS) in posa interrata con tensione di esercizio 36 kV, in cavo del tipo a elica visibile ARE4H5EX 20,8/36 kV - alluminio - 2x(3x1x300 mm²) per una tratta di circa 6376 metri;
- Elettrodotto B per il collegamento elettrico della Cabina di Sezionamento (CS) allo Stallo nella Sezione a 36 kV della S.E. RTN in posa interrata con tensione di esercizio 36 kV, in cavo del tipo a elica visibile ARE4H5EX 20,8/36 kV - alluminio - 2x(3x1x300 mm²) per una tratta di circa 5507 metri.



Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione ARG/ELT/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV che complessivamente permetterà il collegamento dell'impianto alla S.E. RTN (Elettrodotto A + Elettrodotto B), costituisce infatti impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella S.E. RTN costituisce impianto di rete per la connessione.

Compatibilmente con i vincoli e possibilità derivanti dalla specifica situazione di inquadramento territoriale, i percorsi dell'Elettrodotto A e dell'Elettrodotto B, entrambi interrati ed eserciti alla tensione di 36 kV come detto, sono stati volutamente individuati privilegiando la posa interrata dei cavi sotto le sedi di infrastrutture stradali esistenti ed asfaltate, determinando così il minimo impatto su terreni di proprietà di soggetti terzi privati o pubblici.

Come evincesi dagli elaborati grafici di inquadramento territoriale A_SET_PD_CONN_T01_00: "Impianti di utenza e di rete per la connessione: inquadramento su IGM", A_SET_PD_CONN_T02_00: "Impianti di utenza e di rete per la connessione: inquadramento su ORTOFOTO", A_SET_PD_CONN_T03_00: "Impianti di utenza e di rete per la connessione: inquadramento su CTR" e A_SET_PD_CONN_T04_00: "Impianti di utenza e di rete per la connessione: atlante su CATASTALE con rappresentazione fasce di rispetto":

- l'Elettrodotto A sarà del tipo interrato e prevede un tracciato della lunghezza complessiva di circa 6.376 metri quasi interamente sotto sede di strade asfaltate (circa 4.965 metri) e per la restante parte sotto sede di strade brecciate/sterrate (circa 829 metri), sotto terreno vegetale (circa 19 metri), in T.O.C. o eventuale soluzione con staffaggio di canale metallica rigida esterna (circa 563 metri).

La parte finale dello scavo di posa dell'Elettrodotto A corrispondente agli ultimi 800 metri circa, sarà in comune con l'elettrodotto di vettoriamento a 36 kV, verso la CS, dell'energia prodotta dall'altro impianto di produzione;

- l'Elettrodotto B sarà del tipo interrato e prevede un tracciato della lunghezza complessiva di circa 5.507 metri quasi interamente sotto sede di strade asfaltate (circa 3.543 metri) e per la restante parte sotto sede di strade brecciate/sterrate (circa 1.198 metri), in T.O.C. o eventuale soluzione con staffaggio di canale metallica rigida esterna (circa 766 metri). L'intero scavo di posa dell'Elettrodotto B sarà in comune con l'elettrodotto di collegamento in antenna a 36 kV dell'altro impianto di produzione al rispettivo Stallo a 36 kV in S.E.RTN.

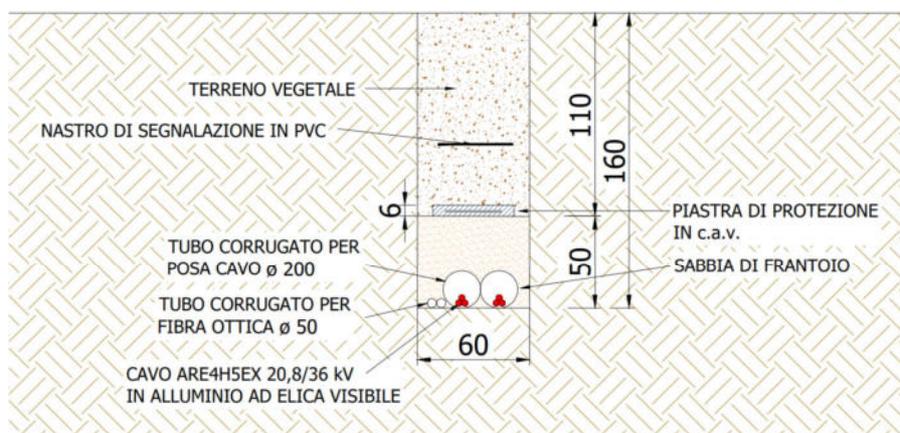
5.2 CARATTERISTICHE TECNICHE

Da apposito scomparto protezione linea nella Cabina di Parallelo e Smistamento (CPS), partirà l'Elettrodotto A mentre, da apposito scomparto protezione linea nella Cabina di Sezionamento (CS) partirà l'Elettrodotto B per realizzare il collegamento in antenna allo stallo nella S.E. RTN (impianti di utenza).

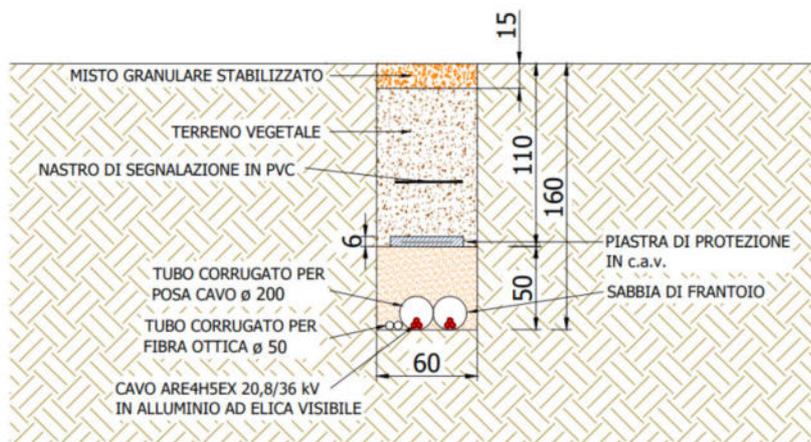
Entrambi gli Elettrodotti A e B saranno da realizzarsi in cavo interrato con tensione di esercizio 36 kV, tipo ARE4H5EX 20,8/36 kV in alluminio a elica visibile di sezione $2 \times (3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2)$.

La posa dei cavi A.T. a 36 kV in questione avverrà all'interno di uno scavo di profondità pari a 1,60 m, con profondità minima di posa pari a 1,50 m, secondo le modalità di posa di seguito raffigurate:

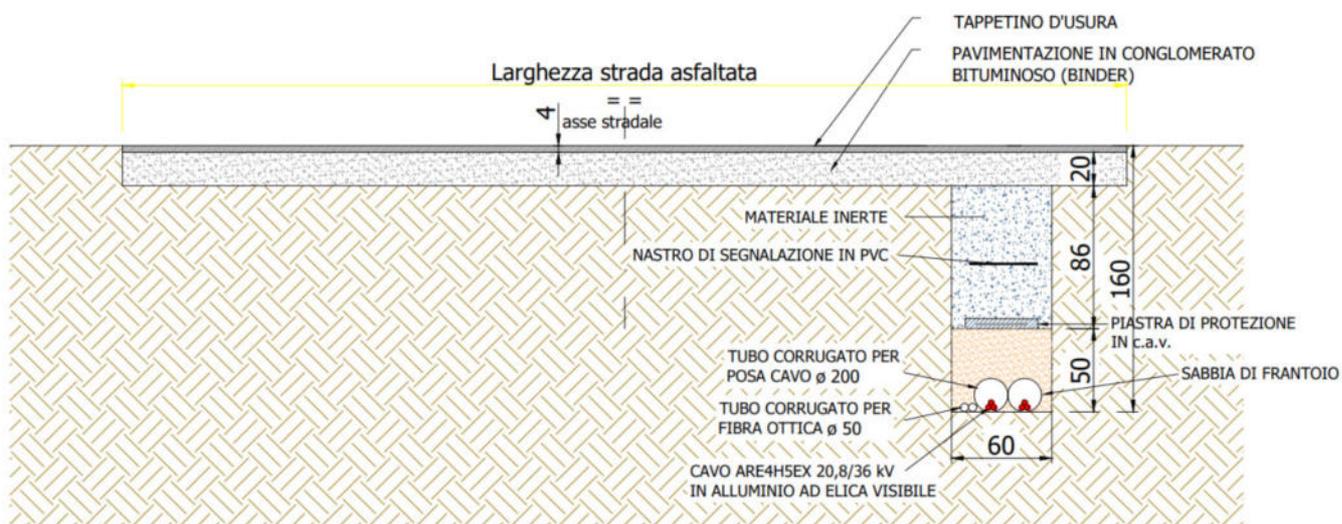
TIPICI DI POSA FINO AL PUNTO DI INCROCIO DELLE LINEE ELETTRICHE DEI DUE IMPIANTI:



POSA CAVI SU TERRENI AGRICOLI

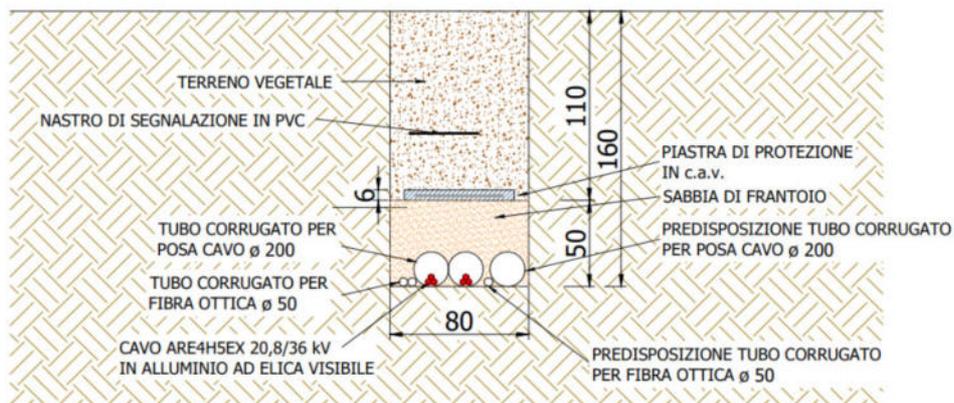


POSA CAVI SU STRADE BRECCIATE

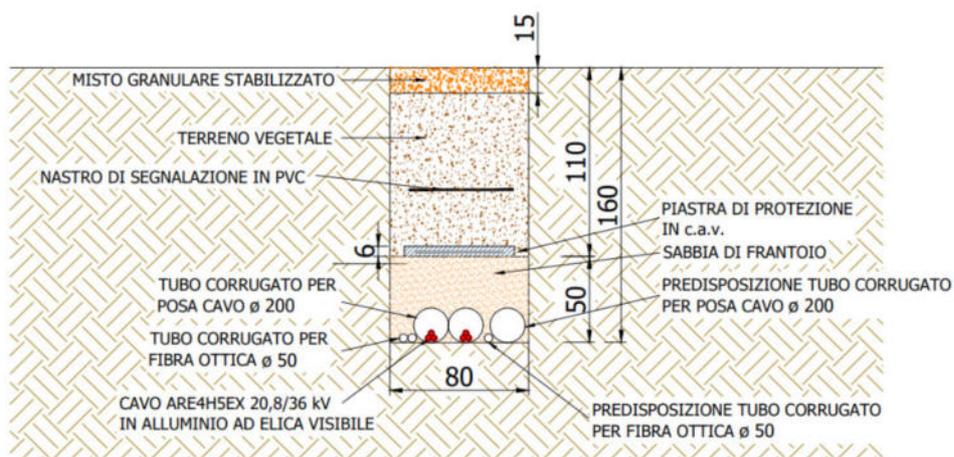


POSA CAVI SU STRADE ASFALTATE

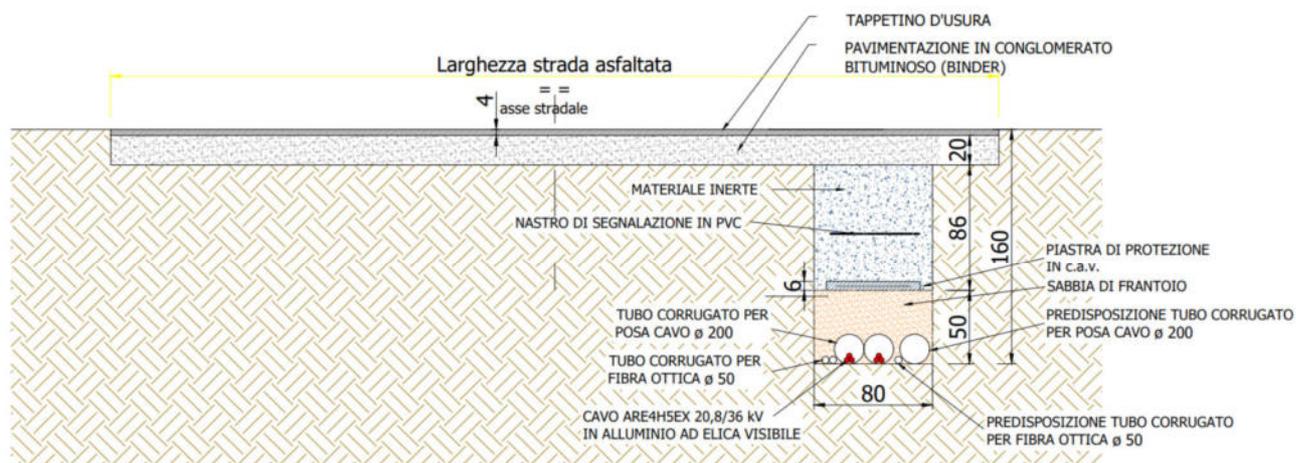
TIPICI DI POSA DAL PUNTO DI INCROCIO DELLE LINEE ELETTRICHE DEI DUE IMPIANTI FINO ALLA SEZIONE A 36 kV DELLA S.E. RTN:



POSA CAVI SU TERRENI AGRICOLI



POSA CAVI SU STRADE BRECCIATE



POSA CAVI SU STRADE ASFALTATE

Il collegamento in cavo presenta, in ogni caso, le seguenti caratteristiche:

Tipo di linea	Interrata
Numero conduttori attivi	2x3=6
Tensione nominale	36 kV
Tipo di posa	A trifoglio
Profondità minima di interramento	1,50 m

Il progetto degli Elettrodotti A e B a 36 kV è stato elaborato con l'intento di assicurare una adeguata funzionalità e flessibilità di esercizio e di ridurre, nel contempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili.

5.3 VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE

Nella tabella che segue, nella quale I_b è la corrente di impiego della conduttura ed I_z la portata in corrente della conduttura stessa, sono state confrontate, per ciascuno dei due Elettrodotti A e B, la portata della conduttura calcolata tenendo conto della tipologia di posa, con la corrente di impiego della conduttura stessa. Dai dati riportati nella tabella si evince chiaramente che le condutture sono correttamente dimensionate per sopportare la relativa corrente di impiego. Si precisa che questi dati sono riferiti al funzionamento dell'impianto a piena potenza (potenza nominale), evento che si verifica in pochi giorni dell'anno e di durata piuttosto breve.

In sede di progettazione esecutiva saranno eseguiti i calcoli di dettaglio di "LOAD FLOW" e delle correnti di corto circuito.

Elettrodotto	Sezione terna cavi [mm²]	I_b [A]	I_z [A]	Verifica I_b<I_z
A	2x300	716,88	2x419=838	ok
B	2x300	716,88	2x419=838	ok

6 STIMA DEI PARAMETRI DI EFFICIENZA DEL SISTEMA ELETTRICO

Si è già detto che il progetto degli elettrodotti a 36 kV sia per la distribuzione interna all'impianto che per il vettoriamento verso la CS ed il collegamento in antenna dalla CS verso lo stallo nella S.E. RTN, è stato elaborato con l'intento di assicurare una adeguata funzionalità e flessibilità di esercizio e di ridurre, nel contempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili. In effetti, gli elettrodotti progettati ciascuno con le proprie caratteristiche e sezioni, come riportato anche nell'Elaborato A_SET_PD_ELE_T02_00: "Schema elettrico unifilare impianto di produzione", tenendo conto delle correnti di impiego e delle potenze in transito, considerate anche le modalità di posa, permettono di stimare complessivamente, per l'intero sistema (Impianto Fotovoltaico – Cabina di Sezionamento – Elettrodotti di vettoriamento e collegamento in antenna) una caduta di tensione massima pari a circa il 2,75% ed una perdita di potenza anch'essa pari a circa il 2,75%, parametri ambedue ampiamente entro le tolleranze stabilite dalle norme.

Allegato 1

Scheda tecnica del modulo fotovoltaico impiegato

TigerNeo N-type

78HL4-BDV

590-610 Watt

BIFACIAL MODULE WITH DUAL GLASS

N-Type

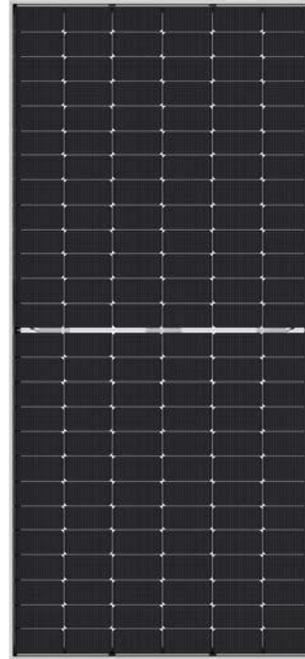
Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features



SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.

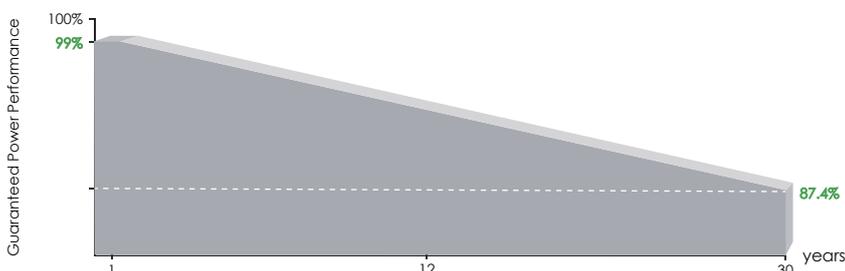


Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

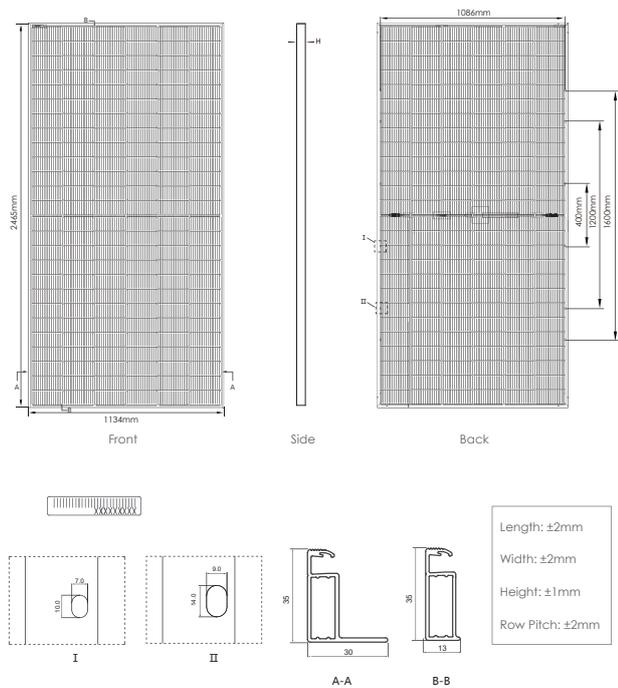


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings

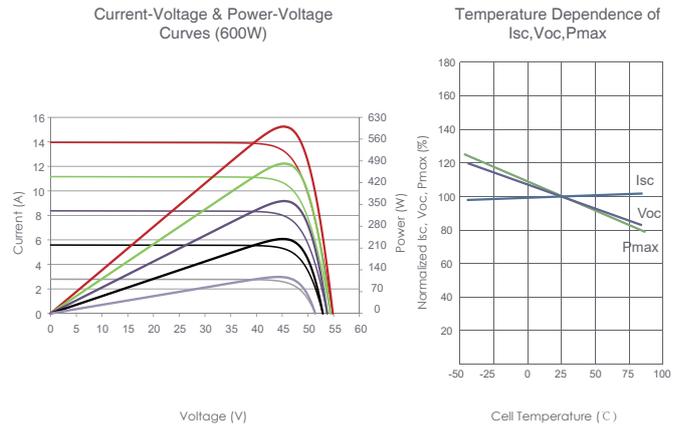


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31 pcs/pallets, 62 pcs/stack, 496 pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2465×1134×35mm (97.05×44.65×1.38 inch)
Weight	34.6kg (76.38 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM590N-78HL4-BDV		JKM595N-78HL4-BDV		JKM600N-78HL4-BDV		JKM605N-78HL4-BDV		JKM610N-78HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	590Wp	444Wp	595Wp	447Wp	600Wp	451Wp	605Wp	455Wp	610Wp	459Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.91V	41.89V	45.08V	42.00V	45.25V	42.12V	45.42V	42.23V	45.60V	42.35V
Maximum Power Current (Imp)	13.14A	10.59A	13.20A	10.65A	13.26A	10.71A	13.32A	10.77A	13.38A	10.83A
Open-circuit Voltage (Voc)	54.76V	52.02V	54.90V	52.15V	55.03V	52.27V	55.17V	52.41V	55.31V	52.54V
Short-circuit Current (Isc)	13.71A	11.07A	13.79A	11.13A	13.87A	11.20A	13.95A	11.26A	14.03A	11.33A
Module Efficiency STC (%)	21.11%		21.29%		21.46%		21.64%		21.82%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

BIFACIAL OUTPUT REAR SIDE POWER GAIN

		JKM590N-78HL4-BDV					JKM595N-78HL4-BDV					JKM600N-78HL4-BDV					JKM605N-78HL4-BDV					JKM610N-78HL4-BDV				
		5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%	5%	15%	25%				
Maximum Power (Pmax)		620Wp	679Wp	738Wp	625Wp	684Wp	744Wp	630Wp	690Wp	750Wp	635Wp	696Wp	756Wp	641Wp	702Wp	763Wp										
Module Efficiency STC (%)		22.16%	24.27%	26.38%	22.35%	24.48%	26.61%	22.54%	24.68%	26.83%	22.73%	24.89%	27.05%	22.91%	25.10%	27.28%										

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

Allegato 2

Scheda tecnica dell'inverter impiegato

Technical Specifications (Preliminary)

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnecter(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤108 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Allegato 3

Schede tecniche dei tipi di cavi impiegati

HIGH VOLTAGE POWER CABLES

THREE SINGLE CORE CABLES IN TRIPLEX FORMATION WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALLUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS.

APPLICATIONS

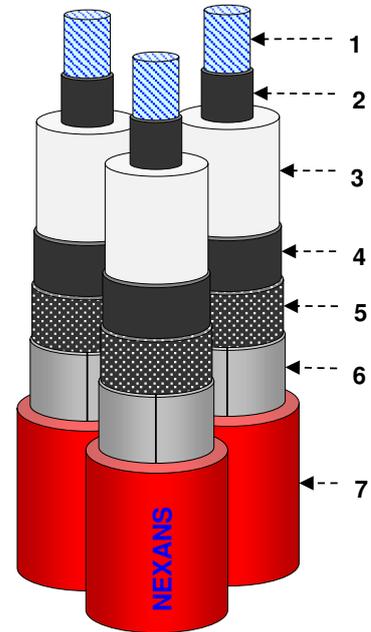
In HV energy distribution networks for voltage systems up to **42kV**.
 Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV
Maximum voltage U_m :	42 kV
Test voltage:	2,5 U_0
Max operating temperature of conductor:	90 °C
Max short-circuit temperature:	250 °C (max duration 5 s)
Max short-circuit temperature (screen):	150 °C

CONSTRUCTION

- 1. Conductor**
stranded, compacted, round aluminium - class 2 acc. to IEC 60228
- 2. Conductor screen**
extruded semiconducting compound
- 3. Insulation**
extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound
- 4. Insulation screen**
extruded semiconducting compound - fully bonded
- 5. Longitudinal watertightness**
semiconducting water blocking tape
- 6. Metallic screen and radial water barrier**
aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
- 7. Outer sheath**
extruded PE compound - colour: red



INSTALLATION DATA

Max pulling force during laying
 50 N/mm² (applied on the conductors)

Min bending radius during laying
 21 D_{phase} (dynamic condition)

Min temperature during laying
 - 25 °C (cable temperature)

STANDARDS

IEC 60840 where applicable (testing)
 Nexans Design
 HD 620 where applicable (materials)

MARKING by ink-jet of the following legend:

on phase 1: **"NEXANS B <Year> ARE4H5EX 20,8/36kV 3x1x<S> FASE 1 <meter marking>**
 on phase 2: **"FASE 2"**
 on phase 3: **"FASE 3"**
 <YEAR> =Year of manufacturing
 <S> = Section of conductor



Longitudinal waterproof



Radial waterproof



Max operating temp. of conductor: **90 °C**



Max short-circuit temperature : **250 °C**



Max short-circuit temperature screen: **150 °C**



Minimum installation temperature: **-25 °C**

ARE4H5EX 20,8/36kV 3x1xS SR/0,2

Type	Conductor diameter nominal	Insulation		Sheath thickness nominal	Phase diameter approx	Cable diameter approx	Cable weight indicative	Electrical resistance		X at 50 Hz	C	Current capacity		Short circuit current	
		thickness min	diameter nominal					at 20 °C - d.c. max	at 90 °C - a.c.			in ground at 20 °C	in free air at 30 °C	conductor Tmax 250°C	screen Tmax 150°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	μF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
3x1x120	13,1	7,9	30,7	2,2	39,2	84,4	3.780	0,253	0,325	0,125	0,185	254	332	11,3	2,2
3x1x150	14,3	7,6	31,3	2,2	39,8	85,8	4.020	0,206	0,265	0,121	0,201	283	374	14,2	2,2
3x1x185	16,0	7,4	32,6	2,2	41,2	88,7	4.410	0,1640	0,211	0,116	0,221	321	430	17,5	2,3
3x1x240	18,5	7,1	34,5	2,3	43,4	93,5	5.080	0,1250	0,161	0,110	0,252	372	508	22,7	2,3
3x1x300	20,7	6,8	36,1	2,3	45,0	97,0	5.650	0,1000	0,129	0,105	0,283	419	583	28,3	2,4

Note

Laying condition: single cable
 depth (m): 0,8
 soil thermal resistivity (°Cm/W): 1,5
 metallic layers connection: solid bonding (earthed at both ends)

X = phase reactance
 C = capacitance

Nexans reserves the right to change the technical data as a result of changes in standards and product improvements

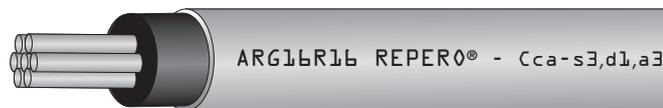
CPR (UE) n°305/11
C_{ca} - s3, d1, a3

Regolamento Prodotti da Costruzione/*Construction Products Regulation*
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

DoP n°1043/17

CEI 20-13 - CEI UNEL 35394
CEI EN 60332-1-2
2014/35/UE
2011/65/CE
CA01.00853

Costruzione e requisiti/*Construction and specifications*
Propagazione fiamma/*Flame propagation*
Direttiva Bassa Tensione/*Low Voltage Directive*
Direttiva RoHS/*RoHS Directive*
Certificato IMQ-EFP/*IMQ-EFP Certificate*



DESCRIZIONE

Cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Conduttore

Corda di alluminio rigida, classe 2

Isolante

Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

Guaina esterna

Mescola di PVC di qualità R16

Colore anime

Normativa HD 308

Colore guaina

Grigio

Marcatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (sez)
Cca-s3,d1,a3 (anno) (m) (tracciabilità)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale U_o/U: 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 0°C

Temperatura massima di corto circuito:
250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Adatto per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.

DESCRIPTION

Single-core power cable with aluminum conductor, HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

Conductor

Aluminium stranded wire, class 2

Insulation

Rubber HEPR compound G16 quality

Outer sheath

PVC compound, R16 quality

Cores colour

HD 308 Standard

Sheath colour

Grey

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (section)
Cca-s3,d1,a3 (year) (m) (traceability)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage U_o/U: 0,6/1 kV

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -15°C
(without mechanical stress)

Minimum installation temperature: 0°C

Maximum short circuit temperature:
250°C up to 240 mm² section, over 220°C

Maximum tensile stress: 50 N/mm²

Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

Use and installation

Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.



Formazione <i>Formation</i>	Ø indicativo conduttore <i>Approx. conductor Ø</i>	Spessore medio isolante <i>Average insulation thickness</i>	Spessore medio guaina <i>Average sheath thickness</i>	Ø indicativo produzione <i>Approx. production Ø</i>	Peso indicativo cavo <i>Approx. cable weight</i>	Resistenza elettrica max a 20°C <i>Max. electrical resistance at 20°C</i>	Portata di corrente <i>Current rating</i>			
							In aria libera <i>Free in air 30°C</i>	In tubo in aria <i>In pipe in air 30°C</i>	Interrato <i>Underground 20°C</i>	In tubo interrato <i>Underground in pipe 20°C</i>
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A	A	A
1 x 16	4,9	0,7	1,4	9,1	104	1,91	70	64	98	75
1 x 25	6,1	0,9	1,4	10,7	147	1,20	102	88	119	95
1 x 35	7,1	0,9	1,4	11,7	180	0,868	136	110	141	115
1 x 50	8,2	1,0	1,4	13,0	224	0,641	164	131	167	134
1 x 70	9,9	1,1	1,4	14,9	301	0,443	218	175	204	173
1 x 95	11,4	1,1	1,5	16,6	386	0,320	261	209	245	196
1 x 120	13,1	1,2	1,5	18,5	489	0,253	310	250	277	238
1 x 150	14,4	1,4	1,6	20,4	596	0,206	350	280	313	250
1 x 185	16,2	1,6	1,6	22,6	711	0,164	415	334	350	300
1 x 240	18,4	1,7	1,7	25,2	924	0,125	490	392	413	331
1 x 300	20,7	1,8	1,8	27,9	1122	0,100	567	-	454	400
1 x 400	23,6	2,0	1,9	31,4	1467	0,0778	665	-	512	450
1 x 500	26,5	2,2	2,0	34,9	1770	0,0605	765	-	578	505
1 x 630	30,2	2,4	2,2	39,8	2296	0,0469	880	-	646	580

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1° C.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando tre conduttori attivi.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1° C.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering three loaded conductors.

FG16R16 0,6/1 kV G16 TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR
According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

Norma di riferimento CEI UNEL 35318

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Colori delle anime

● nero

Rivestimento interno

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

Guaina

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m:

PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea
Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Adatti per alimentazione e trasporto di energia nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale.

Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

Standard

CEI UNEL 35318

Cable design

Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

Core identification

● black

Bedding

Filler/sheath non hygroscopic material

Sheath

Special PVC grey outer sheath, R16 type grey colour

Marking

Ink marking each meter interval on the outer sheath:

PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European
Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

For supply and feeding of power in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems.

Can be directly buried.

TEMPERATURA
FUNZIONAMENTO /
OPERATING
TEMPERATURE



TEMPERATURA
CORTOCIRCUITO /
SHORT-CIRCUIT
TEMPERATURE



UE 305/11
CPR



FLESSIBILE /
FLEXIBLE



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA
MIN. DI POSA 0°C /
MINIMUM
INSTALLATION
TEMPERATURE 0°C



TUBO
O CANALINA
IN ARIA /
DUCT OR
CABLE TRAY



CANALE
INTERRATO /
BURIED TROUGH



TUBO
INTERRATO /
BURIED DUCT



ARIA LIBERA /
OPEN AIR



INTERRATO CON
PROTEZIONE /
BURIED
WITH PROTECTION



FG16R16 0,6/1 kV G16TOP



FG16R16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>	
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)		30 °C in tubo in aria	20 °C interrato in tubo	20 °C interrato	20 °C interrato	(mm)	
								ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	

1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	8,2	79	13,3	24	20	22	21	35	32	74
2,5	2	0,7	8,7	94	7,98	33	28	29	27	45	39	78
4,0	2,5	0,7	9,3	112	4,95	45	37	37	35	58	51	84
6,0	3	0,7	9,9	139	3,30	58	48	47	44	73	64	89
10,0	3,9	0,7	10,9	188	1,91	80	66	63	59	97	85	98
16,0	5	0,7	11,4	227	1,21	107	88	82	77	125	110	103
25,0	6,4	0,9	13,2	331	0,780	135	117	108	100	160	141	119
35,0	7,7	0,9	14,6	425	0,554	169	144	132	121	191	169	131
50,0	9,2	1,0	16,4	579	0,386	207	175	166	150	226	199	148
70,0	11,0	1,1	17,3	784	0,272	268	222	204	184	277	244	156
95,0	12,5	1,1	24,4	989	0,206	328	269	242	217	331	292	220
120,0	14,2	1,2	22,4	1250	0,161	383	312	274	251	377	332	202
150,0	15,8	1,4	24,8	1540	0,129	444	355	324	287	420	370	223
185,0	17,5	1,6	27,2	1890	0,106	510	417	364	323	476	419	245
240,0	20,1	1,7	30,4	2410	0,0801	607	490	427	379	550	484	274
300,0	22,5	1,8	33,0	3030	0,0641	703	-	484	429	620	546	297

Note / Notes:

Le portate dei cavi unipolari sono state calcolate per tre cavi a trifoglio.
 Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.
Current carrying capacities for single core cables are calculated assuming three cables laying in trefoil formation.
Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

FG16OR16 0,6/1 kV G16 TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR

According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

Norma di riferimento

CEI UNEL 35318 / CEI UNEL 35322

Descrizione del cavo

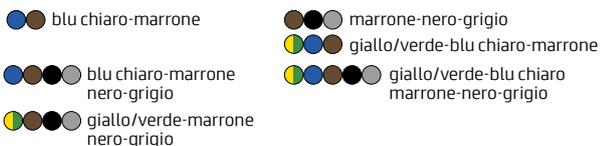
Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Colori delle anime



Le anime dei cavi per segnalamento sono nere, numerate ed è previsto il conduttore di terra giallo/verde

Guaina

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m:

PRYSMIAN (G) FG16OR16 G16 TOP 0.6/1 kV ..x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Adatti per alimentazione e trasporto di energia e/o segnali nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale. Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

Standard

CEI UNEL 35318 / CEI UNEL 35322

Cable design

Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

Core identification



Conductors for signalling cables are black, with numbers and with yellow/green earth conductor

Sheath

Special PVC outer sheath, R16 type, grey colour

Marking

Ink marking each meter interval on the outer sheath:

PRYSMIAN (G) FG16OR16 G16 TOP 0.6/1 kV ..x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

Applications

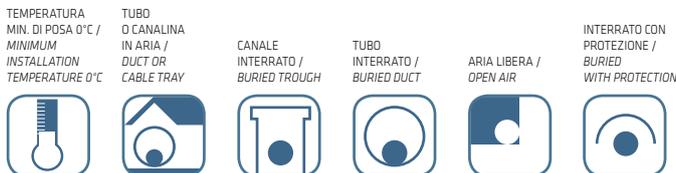
Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

For supply and feeding of power and signals in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems. Can be directly buried.



Condizioni di posa / Laying conditions



FG16OR16 0,6/1 kV **G16TOP**



FG16OR16

sezione nominale	diámetro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diámetro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>30 °C in tubo in aria</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	(mm)

2 conduttori / 2 cores - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	12,0	150	13,3	26	22	24	23	36	31	108
2,5	2,0	0,7	13,0	190	7,98	36	30	31	30	47	41	117
4,0	2,5	0,7	14,2	240	4,95	49	40	41	39	61	55	128
6,0	3,0	0,7	15,4	310	3,30	63	51	52	49	77	68	139
10,0	3,9	0,7	17,3	440	1,91	86	69	70	66	105	92	156
16,0	5,0	0,7	19,4	600	1,21	115	91	92	86	136	120	175
25,0	6,4	0,9	23,0	850	0,780	149	119	118	111	177	156	207
35,0	7,7	0,9	25,7	1130	0,554	185	145	145	136	212	185	231
50,0	9,2	1,0	29,3	1580	0,386	225	175	180	168	252	221	264
70,0	11,0	1,1	33,1	2050	0,272	300	220	230	217	335	289	298

3 conduttori / 3 cores - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	12,5	170	13,3	23	19,5	20	19	30	26	112
2,5	2,0	0,7	13,6	220	7,98	32	26	26	25	40	36	122
4,0	2,5	0,7	14,9	280	4,95	42	35	33	32	51	45	134
6,0	3,0	0,7	16,2	370	3,30	54	44	43	41	65	56	146
10,0	3,9	0,7	18,2	530	1,91	75	60	59	55	88	78	164
16,0	5,0	0,7	20,6	740	1,21	100	80	76	72	114	101	185
25,0	6,4	0,9	24,5	1060	0,780	127	105	100	93	148	130	220
35,0	7,7	0,9	27,3	1420	0,554	158	128	122	114	178	157	246
50,0	9,2	1,0	31,2	1960	0,386	192	154	152	141	211	185	281
70,0	11,0	1,1	35,6	2700	0,272	246	194	189	174	259	227	320
95,0	12,5	1,1	40,0	3430	0,206	298	233	226	206	311	274	360
120,0	14,2	1,2	44,4	4390	0,161	346	268	260	238	355	311	400
150,0	15,8	1,4	49,5	5400	0,129	399	300	299	272	394	345	445

3 conduttori con giallo/verde / 3 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	12,5	170	13,3	26	22	24	23	36	31	112
2,5	2,0	0,7	13,6	220	7,98	36	30	31	30	47	41	122
4,0	2,5	0,7	14,9	280	4,95	49	40	41	39	61	55	134
6,0	3,0	0,7	16,2	370	3,30	63	51	52	49	77	68	146
10,0	3,9	0,7	18,2	530	1,91	86	69	70	66	105	92	164
16,0	5,0	0,7	20,6	740	1,21	115	91	92	86	136	120	185
25,0	6,4	0,9	24,5	1060	0,780	149	119	118	111	177	156	220
35,0	7,7	0,9	27,3	1420	0,554	185	146	145	136	212	185	246
50,0	9,2	1,0	31,2	1960	0,386	225	175	180	168	252	221	281
70,0	11,0	1,1	35,6	2700	0,272	289	221	223	207	310	272	320
95,0	12,5	1,1	40,0	3430	0,206	352	265	265	245	371	325	360
120,0	14,2	1,2	44,4	4390	0,161	410	305	310	284	423	370	400
150,0	15,8	1,4	49,5	5400	0,129	399	300	299	272	394	345	445

FG160R16 0,6/1 kV **G16TOP**



FG160R16

sezione nominale	di diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	di diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>in duct in air at 30 °C</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	ρ=1 °C m/W	ρ=1,5 °C m/W	(mm)

4 conduttori / 4 cores - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	121
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44,0	43	41	65	56	157
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1x25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1x25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1x35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1x50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1x70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

4 conduttori con giallo/verde / 4 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	121
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44,0	43	41	65	56	157
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1G25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1G25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1G35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1G50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1G70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

5 conduttori con giallo/verde / 5 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	14,4	230	13,3	23	19,5	20	19	30	26	130
2,5	2,0	0,7	15,6	310	7,98	32	26,0	26	25	40	36	140
4,0	2,5	0,7	17,3	400	4,95	42	35,0	33	32	51	45	156
6,0	3,0	0,7	18,9	520	3,30	54	44,0	43	41	65	56	170
10,0	3,9	0,7	21,5	780	1,91	75	60,0	59	55	88	78	193
16,0	5,0	0,7	24,4	1120	1,21	100	80,0	76	72	114	101	220
25,0	6,4	0,9	29,3	1680	0,780	127	100,0	100	93	148	130	295
35,0	7,7	0,9	32,8	2150	0,554	158	128,0	122	114	178	157	313
50,0	9,2	1,0	38,2	3000	0,386	192	154,0	152	141	211	185	160

Note / Notes:

Le portate dei cavi quadripolari e pentapolari sono state calcolate per tre conduttori attivi.
 Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.
Current carrying capacities for cables consisting of 4/5 conductors are calculated assuming three working conductors.
Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

FG16OR16 0,6/1 kV **G16TOP**Comando e segnalamento / *Control and signalling - FG16OR16*

numero conduttori	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C			raggio minimo di curvatura
						30 °C in aria	30 °C in tubo in aria	Interrato in tubo	
<i>number of cores</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approximate weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>permissible current rating (A)</i>			<i>minimum bending radius</i>
(n)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>in duct in air at 30 °C</i>	<i>in buried duct at 20 °C</i>	(mm)
								ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W

Sezione 1,5 mm² / *1,5 mm² cross-section - tab. CEI-UNEL 35322*

5 G	1,5	0,7	14,4	230	13,3	16	14	26	23	130
7 G	1,5	0,7	15,4	275	13,3	13	11,5	18,5	16	139
10 G	1,5	0,7	18,7	365	13,4	13	11,5	18,5	16	168
12 G	1,5	0,7	19,3	410	13,4	11	9,5	14,5	12,5	174
16 G	1,5	0,7	21,1	510	13,4	11	9,5	14,5	12,5	190
19 G	1,5	0,7	22,1	580	13,4	9	8	13	11,5	199
24 G	1,5	0,7	25,4	700	13,5	9	8	13	11,5	229

Sezione 2,5 mm² / *2,5 mm² cross-section - tab. CEI-UNEL 35322*

7 G	2,0	0,7	16,8	310	7,98	17,5	15,5	24	21	151
10 G	2,0	0,7	20,6	395	8,06	17,5	15,5	24	21	185
12 G	2,0	0,7	21,3	445	8,06	13,5	12,0	20	17,5	191
16 G	2,0	0,7	23,3	545	8,06	13,5	12,0	20	17,5	210
19 G	2,0	0,7	24,5	615	8,06	12	10,5	16	14	220
24 G	2,0	0,7	28,3	750	8,10	12	10,5	16	14	255

Note / Notes:

Le portate dei cavi quadripolari e pentapolari sono state calcolate per tre conduttori attivi.

Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.

Current carrying capacities for cables consisting of 4/5 conductors are calculated assuming three working conductors.

Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.