

Impianto Fotovoltaico  
"NOVI BRETELLA AUTOSTRADALE"  
di potenza nominale pari a  
15,621 MWp nel comune  
di Novi Ligure (AL)

Verifica di assoggettabilità  
(art. 19 D.lgs. 152/2006)

RELAZIONE TECNICA GENERALE ELETTRICA  
02\_NOV\_EL\_00

GRUPPO DI LAVORO



**E-PRIMA**

**E-PRIMA S.R.L.**

Via Manganelli 20/g

95030 Nicolosi (ct)

tel: 095914116 - cell: 3339533392

PROPONENTE

**A2A SOLAR 1 S.R.L.**

Corso Di Porta Vittoria

4 - 20122 Milano P.IVA

IT14204820964

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROL	APPROV.
02					
01					
00	07/07/25	Prima Emissione	ING. S. SOTTILE	ING. S. SOTTILE	ING. S. SOTTILE

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>2</b>
1.1. IL PROPONENTE	2
1.2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
<b>2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO</b>	<b>4</b>
2.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO	4
2.2. CONNESSIONE ALLA RTN	5
2.3 CRITERI ADOTTATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	5
2.4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
<b>3. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEI MATERIALI</b>	<b>7</b>
3.1. MODULI FOTOVOLTAICI	7
3.2. INSEGUITORI SOLARI	8
3.3. CONVERSIONE STATICA CC/CA	9
<b>4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CARATTERISTICHE DI DETTAGLIO</b>	<b>11</b>
4.1. . COMPOSIZIONE DEI SOTTOCAMPI	11
4.2. DEFINIZIONE DI CIASCUN LOTTO	12
4.3. SCELTA INVERTER E CABINE DI TRASFORMAZIONE	14
4.4. CABINE ELETTRICHE	14
4.5. CAVI ELETTRICI SOLARI	17
4.6. CAVI ELETTRICI BT	17
4.7. CAVI ELETTRICI MT	18
<b>1 MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA</b>	<b>19</b>
1.1 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI	19
1.2 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI IN BT	20
1.3 PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	20
1.4 PROTEZIONE DEI CIRCUITI DALLE SOVRACORRENTI E SEZIONAMENTO	20
1.5 IMPIANTO DI MESSA A TERRA	20
<b>2 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA (EMC)</b>	<b>21</b>
<b>3 VERIFICHE TECNICO - FUNZIONALI (COLLAUDO)</b>	<b>21</b>

## • INTRODUZIONE

L'impianto La società **A2A SOLAR 1 S.R.L.**, con sede legale in Corso di Porta Vittoria 4, Milano, società controllata da A2A RINNOVABILI S.P.A. e attiva a livello nazionale nel settore dello sviluppo, della costruzione e della gestione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, intende avviare il procedimento autorizzativo per la costruzione dell'impianto fotovoltaico denominato **NOVI BRETELLA AUTOSTRADALE**

Il progetto prevede l'installazione di **24.600** moduli fotovoltaici da **635 Wp** ciascuno, montati su strutture a rotazione monoassiale, per una potenza nominale di picco di **15,621 MWp**, situato nel territorio di **Novi Ligure**, in provincia di **Alessandria**.

L'impianto sarà connesso alla rete elettrica nazionale attraverso la posa di un cavidotto interrato lungo strade esistenti e la realizzazione di una nuova cabina utente, progettata per garantire un'integrazione efficiente e affidabile nel sistema elettrico nazionale.

Le scelte progettuali e le soluzioni tecniche adottate derivano da uno studio approfondito che considera con attenzione i fattori ambientali e i vincoli paesaggistici, analizzando l'orografia del territorio, l'accessibilità al sito, la vegetazione e tutte le interferenze lungo il tracciato del cavidotto di connessione.

Questo progetto rappresenta un ulteriore passo avanti nella diffusione di energia rinnovabile, contribuendo alla decarbonizzazione e alla costruzione di un futuro più sostenibile.

La presente relazione è tesa a definire gli aspetti tecnici relativi ad un impianto fotovoltaico “Novi Ligure Bretella Autostrada”, avente potenza di generazione pari a 15.621 kWp, posizionato a terra in comune di Novi Ligure (AL), al confine con l'area di servizio Marengo Sud ubicata lungo la bretella di collegamento tra la A25 e la A7. La potenza massima in immissione è di 15.345,84 kW, appena inferiore alla potenza richiesta al distributore di 15.364,80 kW

Verranno forniti tutti i documenti e gli elementi atti a dimostrare la rispondenza del progetto definitivo alle finalità dell'intervento.

### 1.1. IL PROPONENTE

La società A2A, parte del gruppo Keynesia, attivo nel settore delle energie rinnovabili dalla fase di sviluppo alla costruzione e gestione degli impianti, integrando finanza agevolata e lo sviluppo di soluzioni basate sull'intelligenza artificiale, con l'obiettivo di massimizzare il ritorno degli investimenti, ha affidato a E-PRIMA la progettazione dell'impianto fotovoltaico NOVI BRETELLA AUTOSTRADALE, destinato alla produzione di energia elettrica da fonte solare.

### 1.2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di intervento ricade nel comune di Novi Ligure in provincia di Alessandria. Il sito è circondato da terreni agricoli a uso seminativo e dista circa 1 km dalla zona industriale di Novi Ligure. L'area di

progetto è raggiungibile dall'Autostrada A26/A7 verso Milano ed è individuabile alle seguenti coordinate geografiche:

Longitudine: 8°45'8.29"E;

Quota altimetrica media: 156 m s.l.m.



Figura 1: Individuazione dell'area oggetto di studio (fonte Google Earth)

Il sito è caratterizzato da un andamento piano altimetrico pressoché pianeggiante e dista ad Ovest circa 1,3 km da Pozzolo Formigaro (AL), a Nord-ovest dista circa 2,70 km dal centro abitato di Novi Ligure (AL), a Nord circa 3,04 km da Basaluzzo (AL), a Sud circa 5,12 km da Bosco Marengo (AL).

I terreni risultano catastalmente adibiti a seminativo irriguo e, al momento del sopralluogo, si presentavano coltivati a seminativi. L'area di progetto, la cui superficie complessiva è pari a circa 21 ha, è censita all'interno del Nuovo Catasto Terreni (N.C.T.) del comune di Novi Ligure (AL) con i seguenti identificativi:



- Foglio n 4 part.IIa: 1,3.
- Foglio n 1 part.IIa: 12,13,16;
- Foglio n 3 part.IIa: 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 39, 40;

Invece la Cabina di sezionamento si trova del comune di Novi Ligure (AL) con i seguenti identificativi:

- Foglio n 8 part.IIa: 148.

Per la parte inerente al cavidotto esso insiste su strada pubblica esistente tra cui la SP154 e attraversa il comune di Novi Ligure in provincia di Alessandria.

Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati:

- 01\_NOV\_EL\_00\_PIANO PARTICELLARE
- 13\_NOV\_AMB\_00\_CATASTALE

## 2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

### 2.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto è suddiviso in due lotti

#### Dati generali del lotto 1:

- Numero di moduli fotovoltaici: 11.400 MF
- Tipologia di modulo fotovoltaico: Tiger Neo 78HL4-BDV 635 Wp
- Potenza modulo fotovoltaico: 635 W
- Potenza di generazione del lotto 1: 7.239 kWp
- Inverter utilizzati: Sungrow SG 350HX
- Numero di inverter: 23

#### Dati generali del lotto 2:

- Numero di moduli fotovoltaici: 13.200 MF
- Tipologia di modulo fotovoltaico: Tiger Neo 78HL4-BDV 635 Wp
- Potenza modulo fotovoltaico: 635 W
- Potenza di generazione del lotto 2: 8.382 kWp
- Inverter utilizzati: Sungrow SG 350HX
- Numero di inverter: 27

#### Tipologia di installazione:

- Impianto a terra con
- inseguitori solari mono-assiali 1P montati in modalità Portrait, ovvero con il lato corto del modulo FV allineato all'asse di rotazione del tracker.;

#### Dati generali producibilità annua stimata:

- Esposizione del generatore fotovoltaico:
  - Inseguitori solari mono-assiali con allineamento N-S

- Rendimento energetico impianto stimato lotto 1:
  - 88,80 %
- Producibilità specifica, per il 1° anno:
  - 1.720 kWh/kWp/anno
- Producibilità totale lotto 1, per il 1° anno:
  - 12.449.122 kWh/anno
- Rendimento energetico impianto stimato lotto 2:
  - 88,57%
- Producibilità specifica, per il 1° anno:
  - 1.715 kWh/kWp/anno
- Producibilità totale lotto 2, per il 1° anno:
  - 14.337.235 kWh/anno

## 2.2. CONNESSIONE ALLA RTN

L'impianto si prevede di essere allacciato a 15 kV alla RTN di E-Distribuzione mediante una connessione in antenna in entra/esce alla stazione di trasformazione AT/MT A 15 kV Noviligure dove è previsto un ampliamento delle sbarre MT.

Il punto di connessione assegnato si trova alle coordinate 44° 47' 54,19" Nord e 08° 44' 50" Est.

Il collegamento tra impianto di produzione e la sotto stazione RTN, avverrà in cavo interrato lungo la Via Paul Henri Spaak, la SP 154, ed altre strade, per uno sviluppo di m 5.600 circa come da STMG di E-Distribuzione, cod tracciabilità 416954188

L'elettrodotto sarà composto da n.2 terne di cavo di alluminio da 3x240 mmq. Ciascuna terna sarà costituita da cavi unipolari tipo ARG7H10R.

I cavi saranno interrati, entro tubo da 160 mm, lungo la strada provinciale su elencata e all'interno di strada secondaria interpoderale, all'interno di uno scavo in trincea ricavata al bordo della sede stradale profondo cm 140 e largo almeno cm 100. I cavi verranno disposti ad elica ad una distanza orizzontale di almeno cm 33 gli uni dagli altri per mantenere le temperature entro i limiti di 70 gradi C°. Questo limite è imposto in sede di dimensionamento per limitare l'invecchiamento.

La caduta di tensione stimata è di 1,6 -1,8 %, e la perdita di potenza percentuale, stimata, sulla linea è dello 0,16 – 0,25 %

## 2.3 CRITERI ADOTTATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

Il presente progetto definitivo nasce a valle di verifiche progettuali inerenti la fattibilità dell'intervento dal punto di vista tecnico-economico.

I criteri seguiti per la progettazione dell'impianto e delle strutture sono in linea con gli usuali criteri di buona tecnica e di regola dell'arte applicati conformemente alle normative obbligatori vigenti.

In particolare, la progettazione è stata condotta conformemente alle disposizioni del D.M. 05/05/2011 e s.m.i. *“Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica solare, in attuazione dell’articolo 7 del D.Lgs. del 29/12/2003, n. 387”* come integrate dalle deliberazioni dell’ARERA, Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente.

## 2.4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L’impianto fotovoltaico e i relativi componenti rispettano, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle norme tecniche di seguito elencate.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete e le delibere dell’Autorità per l’Energia elettrica e il Gas, ora ARERA, riportanti disposizioni applicative per la connessione ed esercizio di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica pubblica.

Si precisa che l’elenco sotto riportato non è da intendersi esaustivo; ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili ove di pertinenza.

### ➤ Norme CEI:

- CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 64-8 parte 7, sezione 712: i sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): sistemi fotovoltaici (FV) – caratteristiche dell’interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI 82-25 V1: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione;
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini;
- CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 13-4: sistemi di misura dell’energia elettrica – composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell’energia elettrica (c.a.);
- Guida tecnica A79 di connessione alla rete Terna da 36 kV di impianti con sistemi di accumulo elettrochimico.

### 3. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEI MATERIALI

L'impianto fotovoltaico è sostanzialmente un impianto elettrico, collegato alla rete di distribuzione locale.

Questo tipo di impianti, come previsto dallo stesso D.M. 5-5-2011 e s.m.i., presentano un alto livello di regolamentazione tecnica obbligatoria, sia a riguardo dell'architettura della progettazione (documenti obbligatori, caratteristiche del progetto, ecc.), sia a riguardo dei materiali da utilizzare (compatibilità elettrica ed elettromagnetica, marchi di qualità, prestazioni, ecc.).

Le scelte dei materiali impiegati, quindi, sono correlati a questo quadro normativo obbligatorio che può essere considerato “standardizzato”, il quale di per sé garantisce un'elevata qualità costruttiva e prestazionale dei materiali utilizzati.

La scelta della componentistica è stata effettuata sulla base di quello che alla data odierna risulta essere il miglior compromesso tecnologico alla funzionalità dell'impianto; data la rapida evoluzione del mercato correlato alle energie rinnovabili, non si esclude che “i materiali indicati nei paragrafi seguenti (eg. inverter, moduli e strutture), in fase di progettazione esecutiva e di commissioning possano variare a seconda della disponibilità di mercato e dell'avanzamento tecnologico.

#### 3.1. MODULI FOTOVOLTAICI

Il modulo fotovoltaico scelto è un modulo in silicio monocristallino Jinkosolar, modello Tiger Neo 78HL4-BDV 635 Wp con potenza nominale pari a 635 Wp.

Si riportano in calce le caratteristiche elettriche del modulo.

#### 78HL4-BDV 615-635 Watt

##### Mechanical Characteristics

Cell Type	N-type Mono-crystalline
No. of cells	156 (78x2)
Dimensions	2465 x 1134 x 30 mm
Weight	34.0 kg
Front Glass	2.0 mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0 mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Protection Class	Class II
IEC Fire Type	Class C
Output Cables	4.0 mm <sup>2</sup> (+): 400 mm, (-): 200 mm or Customized Length

##### Packaging Configuration

Pallet Dimensions	2525 x 1140 x 1251 mm
Packing Detail (Two pallets – One stack)	36 pcs/pallets, 72 pcs/stack, 576 pcs/ 40'HQ Container

##### Specifications (STC)

	615	620	625	630	635
Maximum Power - Pmax [Wp]	47.20	47.37	47.54	47.70	47.86
Maximum Power Voltage - Vmp [V]	13.03	13.09	13.15	13.21	13.27
Maximum Power Current - Imp [A]	56.69	56.82	56.95	57.08	57.21
Open-circuit Voltage - Voc [V]	13.68	13.74	13.80	13.86	13.92
Short-circuit Current - Isc [A]	22.00	22.18	22.36	22.54	22.72
Module Efficiency STC [%]	0 ~ ± 3 %				
Power Tolerance	-0.29 %/°C				
Temperature Coefficients of Pmax	-0.25 %/°C				
Temperature Coefficients of Voc	0.045 %/°C				

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, AM=1.5

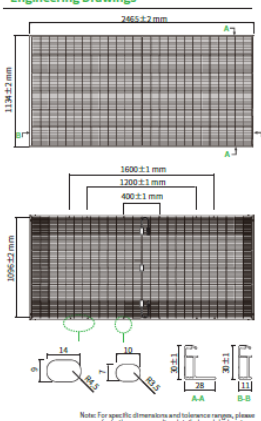
##### Specifications (NOCT)

	463	467	471	475	479
Maximum Power - Pmax [Wp]	44.39	44.54	44.69	44.83	44.98
Maximum Power Voltage - Vmp [V]	10.44	10.49	10.54	10.59	10.64
Maximum Power Current - Imp [A]	53.85	53.97	54.10	54.22	54.34
Open-circuit Voltage - Voc [V]	11.04	11.09	11.14	11.19	11.24
Short-circuit Current - Isc [A]	NOCT: Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , Ambient Temperature 20°C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s				

##### Application Conditions

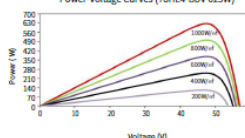
Operating Temperature	-40 °C ~ +85 °C
Maximum System Voltage	1500 VDC (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	30 A
Nominal Operating Cell Temperature - NOCT	45 ± 2 °C
Refer. Bifacial Factor	80 ± 5 %

##### Engineering Drawings

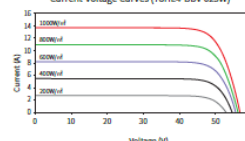


##### Electrical Performance

###### Power-Voltage Curves (78HL4-BDV 625W)



###### Current-Voltage Curves (78HL4-BDV 625W)

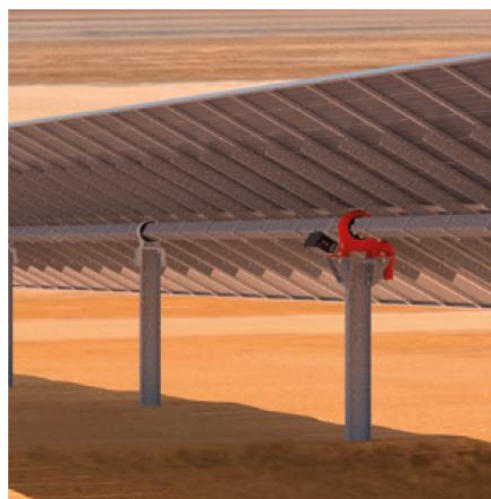




### 3.2. INSEGUITORI SOLARI

I moduli fotovoltaici sono fissati sul terreno per mezzo di apposite strutture denominate inseguitori monoassiali, ossia dei dispositivi che attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di far “inseguire” lo spostamento apparente del sole nel cielo.

Lo scopo principale di un inseguitore è quello di massimizzare l'efficienza del dispositivo ospitato a bordo. Per il seguente progetto sono stati scelti degli inseguitori di rollio, i quali si prefiggono di seguire il sole lungo la volta celeste nel suo percorso quotidiano, a prescindere dalla stagione di utilizzo. In questo caso l'asse di rotazione è nord-sud, mentre l'altezza del sole rispetto all'orizzonte viene ignorata.



- Inseguitori solari monoassiali

Una caratteristica avanzata di questi inseguitori è detta backtracking, e risolve il problema degli ombreggiamenti che inevitabilmente le file di moduli fotovoltaici causano all'alba e al tramonto sollevandosi verso l'orizzonte. Questa tecnica prevede che i servomeccanismi orientino i moduli in base ai raggi solari solo nella fascia centrale della giornata, ma invertano il tracciamento a ridosso di alba e tramonto.

La posizione notturna di un campo agrivoltaico con backtracking è perfettamente orizzontale rispetto al suolo, e dopo l'alba il disassamento dell'ortogonale dei moduli rispetto ai raggi solari viene progressivamente ridotto mano a mano che le ombre lo permettono. Prima del tramonto viene eseguita un'analoga procedura al contrario, riportando il campo in posizione orizzontale per il periodo notturno. L'incremento nella produzione di energia offerto da tali inseguitori si aggira intorno al 15%.

La definizione esatta del modello e dimensioni del tracker sarà definita in fase di progetto esecutivo, così come la profondità di infissione nel terreno del supporto verticale.

L'altezza al mozzo del sistema, punto di rotazione dell'asse orizzontale Nord-Sud dei tracker può arrivare fino a 1,80 m. La profondità di infissione dei supporti del sistema può arrivare fino a 2,7 m. Tale valore potrebbe essere rivisto per eccesso, o per difetto, in seguito alla predisposizione dei calcoli strutturali in fase esecutiva del progetto. E' da tenere nella dovuta considerazione che il settore degli impianti fotovoltaici è attualmente caratterizzato da una elevata e continua innovazione tecnologica, in grado di creare nuovi sistemi con efficienze crescenti. Ne consegue che nella fase di progettazione esecutiva dell'impianto diventa probabile che le scelte possano ricadere su strutture e moduli differenti, escludendo tuttavia che eventuali varianti possano determinare sostanziali modifiche al progetto autorizzato.

### 3.3. CONVERSIONE STATICA CC/CA

Il gruppo di conversione da corrente continua a corrente alternata dell'energia elettrica prodotta sarà costituito complessivamente da n.50 inverter modello Sungrow SG350HX kW di potenza nominale 320 kVA.

Seguono le caratteristiche elettriche dichiarate dal produttore.

Designazione	SG350HX
<b>Ingresso (CC)</b>	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 550 V
Tensione nominale in ingresso	1080 V
Intervallo tensione MPP	500 V – 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V – 1300 V
N. di MPPT	12 (Opzionale: 14/16)
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	12 * 40 A (Opzionale: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Corrente di cortocircuito max.	60 A
<b>Uscita (CA)</b>	
Potenza CA massima in uscita alla rete	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C / 295 kVA @ 50 °C
Potenza CA nominale in uscita	320 kW
Corrente CA max. in uscita	254 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	640 – 920 V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % I <sub>n</sub>
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo – 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
<b>Efficienza</b>	
Efficienza max. / Efficienza europea / Efficienza CEC	99.01 % / 98.8 % / 98.5 %
<b>Protezione</b>	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC / Sezionatore CA	Si / No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna (Q at night)	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Opzionale
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
<b>Dati Generali</b>	
Dimensioni (L x A x P)	1136*870*361 mm
Peso	≤ 116 kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP65 (NEMA 4X)
Consumo energetico notturno	< 6 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	-30 to 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 – 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , opzionale 10 mm <sup>2</sup> )
Tipo di collegamento CA	Supporto terminali OT / DT (Max. 400 mm <sup>2</sup> )
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 208007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna (Q at night), LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva, velocità rampa di potenza, Q-U e P-f

\*. Compatibile solo con logger Sungrow e iSolarCloud

## 4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CARATTERISTICHE DI DETTAGLIO

### 4.1. COMPOSIZIONE DEI LOTTI

L'impianto fotovoltaico in oggetto avrà una potenza di generazione installata, in CC, pari a 15.621 kW ottenuta come il prodotto tra il numero di moduli installati e la potenza nominale di ciascun modulo; ovvero:

- Il numero di moduli installati è pari a 24.600;
- La potenza nominale del modulo fotovoltaico prescelto è pari a 635 Wp;
- La potenza di picco sarà pertanto pari a:  $(0,635 \times 24.600)/1000 = 15.621$  MWp

I moduli saranno montati su un numero di tracker che verrà definito conseguentemente alla scelta del prodotto. Verrà adottata la configurazione 1P con disposizione dei moduli con il lato lungo trasversale all'asse di rotazione. La distanza tra gli assi dei tracker è di 5 metri

Dal momento che l'impianto è suddiviso in due sottocampi, si riportano i dati per ciascun lotto:

#### Lotto 1:

n. moduli	11.400
potenza nominale del generatore in CC	7.239 kW
n. inverter	23
potenza nominale del lotto	$23 \times 320 \text{ kW} = 7.360 \text{ kW}$

#### Lotto 2:

n. moduli	13.200
potenza nominale del generatore in CC	8.382 kW
n. inverter	27
potenza nominale del lotto	$27 \times 320 \text{ kW} = 8.640 \text{ kW}$



#### 4.2. DEFINIZIONE DI CIASCUN LOTTO

Ciascun lotto viene dotato di un numero di inverter che consenta la produzione della energia senza superare il limite stabilito nella richiesta di connessione.

I sottocampi sono così dimensionati:

	N.MODULI	STRINGHE	POT.GEN	CABINA 1.1	CABINA 1.2	CABINA 1.3	CABINA 1.4	CABINA 1.5
<b>CAMPO 1</b>	<b>11.400</b>	<b>475</b>	<b>7.239,00</b>					
LOTTO 1.1	504	21	320	320				
LOTTO 1.2	504	21	320		320			
LOTTO 1.3	504	21	320		320			
LOTTO 1.4	504	21	320				320	
LOTTO 1.5	504	21	320				320	
LOTTO 1.6	504	21	320					320
LOTTO 1.7	504	21	320					320
LOTTO 1.8	504	21	320					320
LOTTO 1.9	504	21	320	320				
LOTTO 1.10	504	21	320			320		
LOTTO 1.11	528	22	335	335				
LOTTO 1.12	528	22	335			335		
LOTTO 1.13	528	22	335			335		
LOTTO 1.14	456	19	290			290		
LOTTO 1.15	480	20	305					305
LOTTO 1.16	480	20	305	305				
LOTTO 1.17	480	20	305	305				
LOTTO 1.18	480	20	305		305			
LOTTO 1.19	480	20	305		305			
LOTTO 1.20	480	20	305		305			
LOTTO 1.21	480	20	305				305	
LOTTO 1.22	480	20	305				305	
LOTTO 1.23	480	20	305				305	
POTENZA CABINA KVA				<b>1.585</b>	<b>1.554</b>	<b>1.280</b>	<b>1.554</b>	<b>1.265</b>
POTENZA TRASF. KVA				<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>

Ciascuna stringa è formata da n.24 moduli collegati in serie.

La tensione massima di stringa è di 1.373 Volt CC

La tensione massima al MPPT è di 1.148 Volt CC

La potenza di stringa è di 15,21 kW

Nel rigo "POTENZA CABINA" si legge la somma delle potenze degli inverter ad essa collegati.

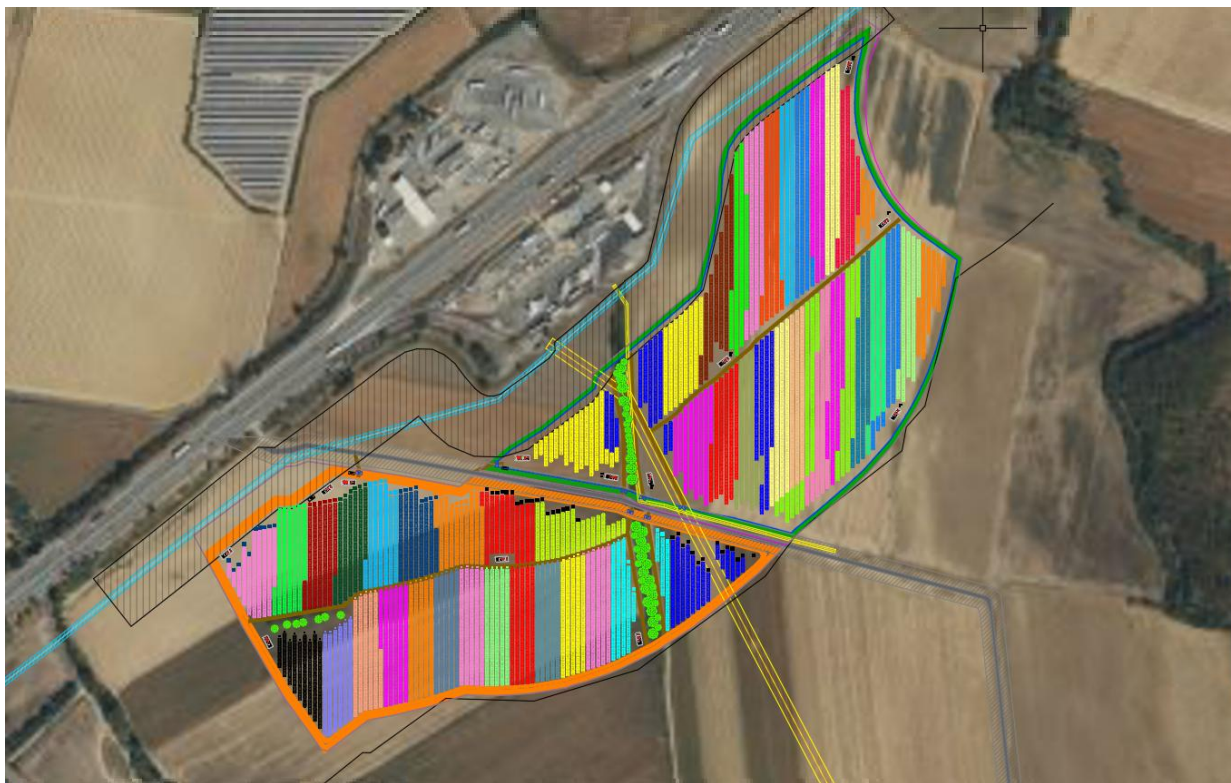
Nel rigo sottostante " POTENZA TRASF." Viene riportata la scelta del trasformatore di conversione.

E' stata scelta la taglia di trasformatori 15/0,8 kV con potenza 1.600 kVA per tutte le cabine.



	N.MODULI	STRINGHE	POT.GEN	CABINA 2.1	CABINA 2.2	CABINA 2.3	CABINA 2.4	CABINA 2.5	CABINA 2.6
<b>CAMPO 2</b>	<b>13.200</b>	<b>550</b>	<b>8.382</b>						
LOTTO 2.1	552	23	351					351	
LOTTO 2.2	552	23	351			351			
LOTTO 2.3	552	23	351					351	
LOTTO 2.4	552	23	351					351	
LOTTO 2.5	552	23	351						351
LOTTO 2.6	552	23	351						351
LOTTO 2.7	552	23	351						351
LOTTO 2.8	528	22	335			351			
LOTTO 2.9	432	18	274				274		
LOTTO 2.10	456	19	290					290	
LOTTO 2.11	456	19	290				290		
LOTTO 2.12	456	19	290	290					
LOTTO 2.13	456	19	290	290					
LOTTO 2.14	456	19	290	290					
LOTTO 2.15	456	19	290	290					
LOTTO 2.16	456	19	290	290					
LOTTO 2.17	456	19	290		290				
LOTTO 2.18	456	19	290		290				
LOTTO 2.19	456	19	290		290				
LOTTO 2.20	456	19	290		290				
LOTTO 2.21	480	20	305			290			
LOTTO 2.22	480	20	305			305			
LOTTO 2.23	480	20	305			305			
LOTTO 2.24	480	20	305				305		
LOTTO 2.25	480	20	305						305
LOTTO 2.26	480	20	305				305		
LOTTO 2.27	480	20	305		305				
POTENZA CABINA KVA				<b>1.448</b>	<b>1.463</b>	<b>1.600</b>	<b>1.173</b>	<b>1.341</b>	<b>1.356</b>
POTENZA TRASF. KVA				<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>

Nell'immagine seguente viene rappresentata la ripartizione dei lotti



#### 4.3. SCELTA INVERTER E CABINE DI TRASFORMAZIONE

E' stato scelto l'utilizzo di inverter di stringa piuttosto che inverter centralizzati.

Premesso che ciascuna delle due scelte possibili è valida a secondo del punto di vista, si è voluto optare per gli inverter di stringa per i motivi/vantaggi così riassumibili:

- Maggiore affidabilità complessiva evitando la concentrazione di molta potenza in un solo apparato;
- Maggiore facilità di intervento di manutenzione;
- Facilità di predisposizione di un magazzino ricambi che consenta interventi di riparazione veloci;
- Telecontrollo di ciascun inverter con monitoraggio delle prestazioni di ciascuna stringa;
- Assenza delle cassette di parallelo stringa

Gli inverter sono predisposti lungo i tracker prospicienti la viabilità interna al campo, consentendo così la facilità di montaggio e di manutenzione senza dover trasportare attrezzature manualmente.

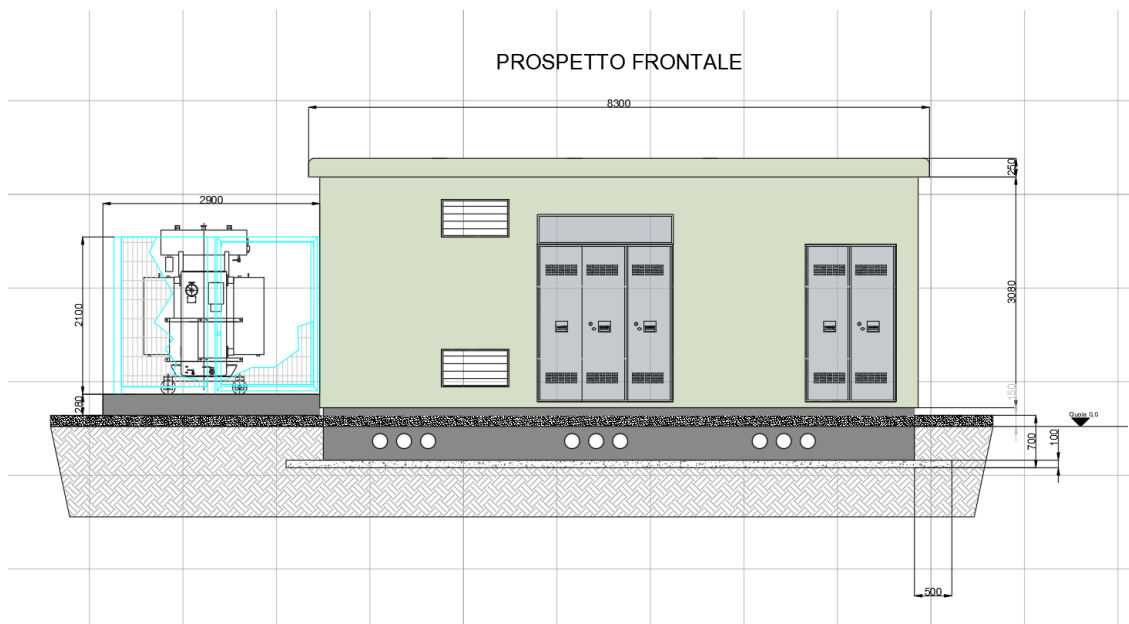
#### 4.4. CABINE ELETTRICHE

##### CABINE DI TRASFORMAZIONE

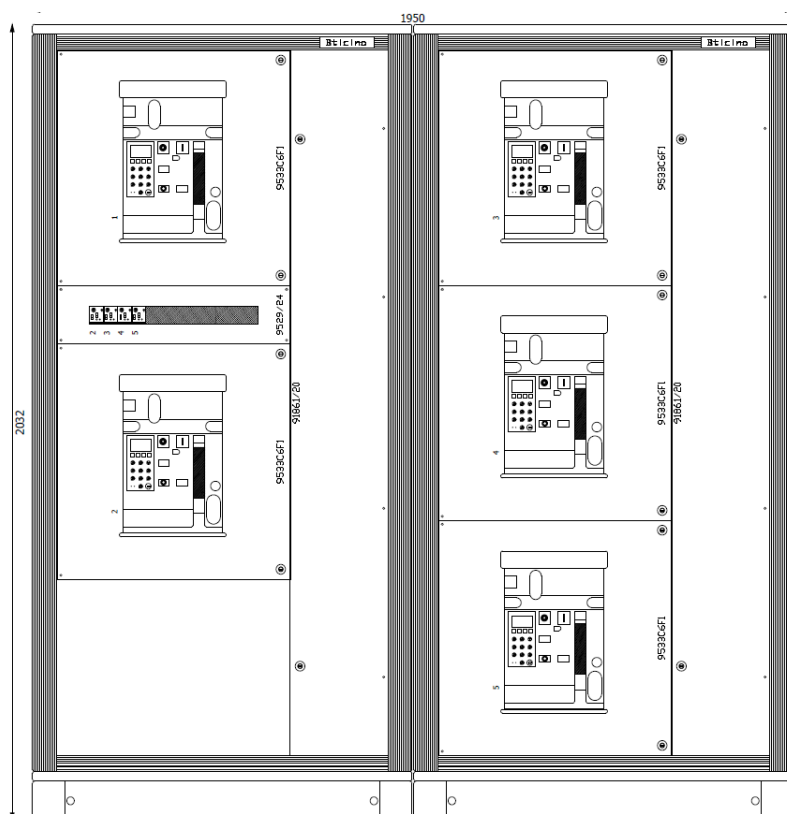
La potenza in alternata prodotta dagli inverter alla tensione di circa 800 V.c.a. non può essere direttamente immessa in rete BT dal momento che la tensione non è la stessa di quella tipica della rete 400 V.c.a. e, data la potenza immessa, è necessario elevare la tensione mediante la

interposizione di un trasformatore BT/MT che adatta la tensione di 800 V.c.a. alla tensione di 15 kV della rete di trasporto e distribuzione di media tensione.

Sono impiegate n.11 cabine di trasformazione totali: 5 per il lotto 1 e 6 per il lotto 2. Ciascun inverter fa capo ad una cabina che gestisce circa 5-6 inverter.



All'interno di ogni cabina si trova un quadro di bassa tensione dove avviene il parallelo delle linee BT a 800 V.C.C. provenienti da ciascun inverter, un interruttore generale di BT da 1.600 A 800 V. Nell'immagine un tipico di ingombro del quadro di bassa tensione.



Il trasformatore BT/MT è collocato sul prospetto laterale in un contenitore aperto per consentire lo scambio termico con l'aria di raffreddamento. Il collegamento delle fruste di media tensione è di tipo stagno. La cabina poggerà su una vasca in cemento armato vibrato realizzata su misura della cabina sovrastante. La vasca, alta cm 60 sarà interrata e sporgerà dalla quota zero per 25 cm per far sì che la superficie di contatto con la cabina prefabbricata sia sollevata dal terreno. Il sistema vasca + cabina poggerà su un massetto armato realizzato sul fondo dello scavo alto cm 10 con all'interno una rete elettrosaldata da 8 mm 100\*100 mm.

La vasca consente di collegare in cavi afferenti in bassa ed in media tensione, sotto il piano di calpestio.

Attorno a ciascuna cabina di trasformazione sarà realizzato un marciapiede largo 1 metro e spesso 15 cm, per evitare che la vegetazione possa aggredire il manufatto cementizio.

### CABINE UTENTE

I cavi di collegamento tra le cabine di trasformazione la connessione alla rete RTN verrà realizzata una cabina utente di misure m 12,2 x 3,2 x h 3,25 Questa cabina rappresenta il cuore della parte elettrica dell'impianto. Conterrà:

- la protezione generale costituita da interruttore generale - DG - a 15 kV dotata di controllore tipo Sepam tarato per coordinare le protezioni elettriche secondo i dati imposti dal distributore in termini di valori delle protezioni 51, 50, 51N, 50N, 67N,
- la protezione di interfaccia che contiene i controlli di max e min tensione, max e min frequenza,
- il trasformatore Voltmentrico a secondario aperto per la protezione di interfaccia,
- il modulo con TA e TV per le misure delle grandezze della energia di immissione o prelievo dalla rete,
- il controllo generale di impianto programmato per gestire la quantità di energia prodotta e immessa in rete,
- un trasformatore trifase 15KV/0,4 kV da 100 kVA per alimentare le utenze di bassa tensione quali illuminazione, climatizzatore, servizi vari di misura, controllo e monitoraggio.
- i moduli di arrivo/partenza delle linee di MT che collegano la cabine di trasformazione così suddivise:

Lotto 1 :

Linea 1.1, 1.2, 1.4

Linea 1.5, 1.3

Lotto 2 :

Linea 2.3, 2.2, 2.4

Linea 2.1, 2.5, 2.6

La cabina Utente, come quelle precedentemente descritte, poggiano su vasca in cemento armato vibrato come esposto in precedenza, su un massetto di sotto fondazione armato.

#### CABINE DI CONNESSIONE POD1 E POD 2

Ciascun lotto sarà collegato alla rete del distributore in una cabina di consegna e connessione di tipo DG 2061 ed. 9 del 2021, "Box Cliente" con misure esterne m 6,73 x 2,50 x h 2,60

Le due cabine cui fanno capo i sottocampi 1 e 2, saranno di tipo prefabbricato mono-blocco in calcestruzzo vibrorinforzato,

Ciascuna cabina sarà posta su fondazione prefabbricata tipo vasca, che fungerà da vano per i cavi, e che sarà accessibile da apposita botola posta sul pavimento dei vari locali. Il calore prodotto dai quadri, sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di griglie di areazione. La cabina sarà divisa in due vani: uno di esclusiva competenza del distributore contenente i sezionatori di arrivo/partenza tipo DY 900 ed uno per la consegna al cliente tipo DY 808 equipaggiato di TA e TV per le misure, ed un vano accessibile da distributore e cliente con gli organi di misura visibili da entrambi.

Per ogni cabina elettrica sarà realizzato un impianto di messa a terra tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez.35 mmq e da min n. 6 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza 2,5 m.

#### SPART PARTS

Viene inserito un locale spare parts, di dimensioni pari a 20 piedi, localizzato a sud ovest rispetto al POD 1.

#### **4.5. CAVI ELETTRICI SOLARI**

I moduli saranno collegati tra loro in serie mediante i cavi di ciascun modulo dotato già di connettore maschi-femmina a scatto tipo MC4. La stringa così costituita, per mezzo di cavi unipolari Solar rosso (+) e nero (-) in corrente continua, verrà collegato all'inverter di stringa di competenza.

Saranno impiegate le seguenti tipologie di cavi:

- 1) cavo "solar" tipo H1Z2Z2-K, unipolare, rosso per il positivo e nero per il negativo, resistente all'ozono e ai raggi UV, conforme alle Norme IMQ CPT065 / CEI 20-35 / 20-37P2 / EN 60332-1-2 / EN 50267-1-2 / EN 50267-2-

La sezione è tipicamente di 6 mmq, la corrente di stringa, come detto, è di circa 17 A.

#### **4.6. CAVI ELETTRICI BT**

Ciascun inverter sarà collegato al quadro BT di cabina di trasformazione mediante cavi in alluminio tipo CPR ARG16R16 0,6-1kV di sezione 3x240. Un cavo tipo ARG16R16 da 120 mmq verrà usato per collegare l'inverter all'impianto di terra interrato.



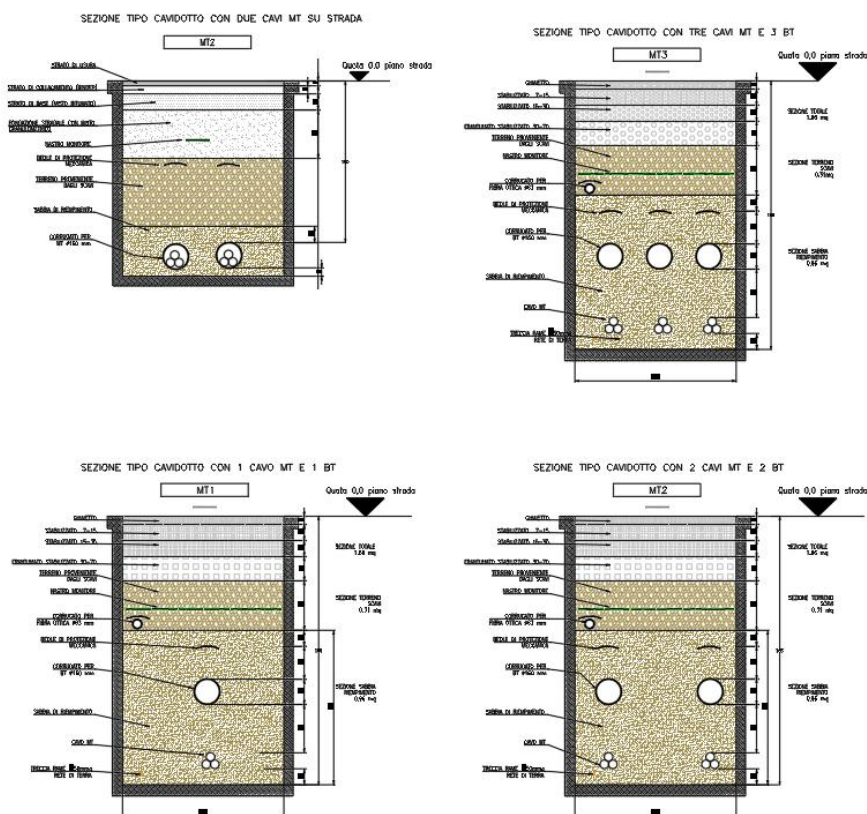
Le sezione dei cavi è determinata per minimizzare la caduta di tensione vista la distanza tra inverter e cabina e nei confronti delle correnti di c.to c.to e del tempo di eliminazione del guasto da parte delle protezioni a monte.

I cavi verranno alloggiati in canali metallici vincolati alle strutture di sostegno dei tracker. Sono previsti dei tratti interrati negli attraversamenti della viabilità interna. Il cavo si presta alla installazione all'esterno, anche direttamente interrato o posto su canali. Non propaga la fiamma.

#### 4.7. CAVI ELETTRICI MT

Ciascuna cabina di campo verrà collegata alla cabina utente mediante cavo in alluminio tipo ARG7H10R sezione 3x240 mmq. Ciascun cavo verrà posato ad una profondità di circa cm 130 dalla quota zero. Gli scavi avranno una larghezza di 1 metro per tutti i tipi di posa. Lo scavo praticato per posa di cavi sia di media che di bassa tensione, avrà la profondità di cm 166. I cavi verranno poggiati su un letto di sabbia lavata di cm 10 per assicurare che nessuna asperità interferisca con l'isolato. Nell'immagine seguente sono riportate le diverse sezioni di scavo a seconda del numero di terne presenti nello scavo. Alla profondità di cm 50 verrà posto un nastro monitore, ed alla profondità di cm 90-100 verranno lasciate le beole di protezione dei cavi. Gli scavi che dovranno contenere solo cavi di bassa tensione avranno una profondità ridotta a cm 140.

All'interno della viabilità dei campi troveremo sezioni di scavo aventi la stessa profondità ma larghezza dipendente dalla quantità di cavi. Le terne verranno poste ad una distanza orizzontale reciproca di almeno 20 cm.



La tipologia BT prevede la posa solo di cavi di BT in tubazione di PVC da 160 mm e fibre ottiche o cavi di trasmissione dati all'interno di tubazioni da 63 mm.

A seconda del numero di cavi si utilizzerà la sezione più adatta. I cavi di collegamento tra il campo FV e la cabina primaria saranno interrati lungo la viabilità secondo lo schema MT2 riportato nella tavola. Oltre a sabbia lavata per 45 cm, terra proveniente dallo stesso scavo per altri 45 circa, procedendo dal basso verso l'alto ci saranno gli strati previsti per le strade provinciali con 30 cm di fondazione stradale con granulometrico misto 50-70, 10 cm di strato di base bituminato, 5 cm di Binder e 3 cm di strato di usura. La distanza di progetto, tra le terne, è stata impostata nei calcoli prudenzialmente a 20 cm, tuttavia nella realtà, come riportato nelle tavole, si è previsto cm 33 per essere certi che, anche con i consueti movimenti dei cavi in sede di riempimento, non si scenda sotto i 20 cm.

La linea di collegamento punto di connessione/cabina primaria, lungo circa 5600 metri, sarà costituita da n.2 terne da 3x240 mmq per ciascun collegamento secondo lo schema riportato nelle STMG del distributore.

## 5. MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA

L'impianto in oggetto e tutte le parti che lo costituiscono sono progettati e realizzati in modo tale da assicurare, nelle condizioni che possono essere ragionevolmente previste, la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti dal loro utilizzo nonché garantire il loro corretto funzionamento per l'uso previsto.

Sono quindi adottate le seguenti misure di protezione:

- protezione relative ai contatti diretti e indiretti;
- protezione relativa alle sovracorrenti;
- protezione relativa alle sovratensioni.

Inoltre, è opportunamente garantito il sezionamento del circuito ove necessario.

### 5.1 . PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i pericoli derivanti da contatti con parti ordinariamente in tensione è realizzata conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8, relativamente alle parti a tensione di 400 V c.a., mediante opportuno isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, termiche, elettriche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio e mediante l'utilizzo di involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione IP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova).

A tal fine saranno impiegati cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante e/o cavi a doppio isolamento; le connessioni verranno realizzate all'interno di apposite cassette con coperchio apribile esclusivamente mediante attrezzo.

Riguardo gli apparati di MT si useranno solo scomparti ed apparati certificati per le tensioni di lavoro previste. L'isolamento è assicurato dalla tipologia degli apparati stessi. I cavi saranno connessi nei relativi spazi segregati e non accessibili con involucri regolarmente resi equipotenziali.

### 5.2 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI IN BT

La protezione contro i pericoli derivanti dal contatto con parti conduttrici normalmente non in tensione ma che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale è realizzata, sul lato a 400 Vac dell'impianto gestito come sistema TN-S, conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8 mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione impiegando interruttori magnetotermici e, all'occorrenza differenziali, inoltre essa è coordinata con l'impianto di terra, in modo da soddisfare le condizioni prescritte della stessa Norma CEI 64-8.

### 5.3 PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

Per quanto riguarda i circuiti di comando e segnalazione che collegano fra loro i vari quadri elettrici dell'impianto, verrà adottata una protezione combinata contro i pericoli derivanti dai contatti diretti con parti normalmente in tensione o indiretti con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, da realizzare mediante sistema a bassissima tensione di sicurezza (SELV) conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8.

### 5.4 PROTEZIONE DEI CIRCUITI DALLE SOVRACORRENTI E SEZIONAMENTO

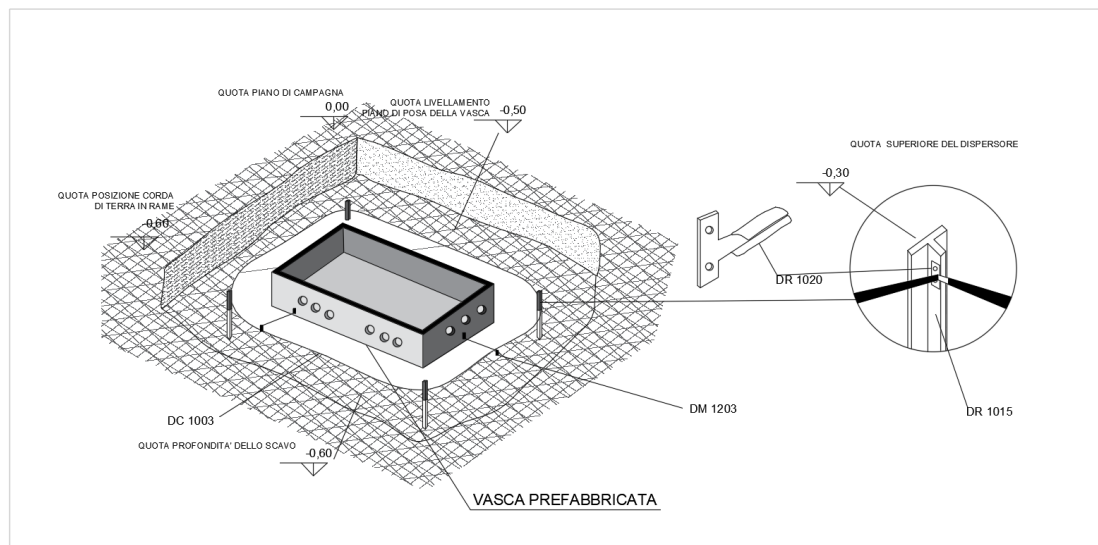
La protezione delle linee bt dagli effetti delle eventuali sovracorrenti sarà realizzata mediante dispositivi di interruzione (interruttori magnetotermici) installati a monte di ciascuna condotta ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8, in relazione alle portate dei cavi come indicate dalle tabelle CEI-UNEL relative alla portata dei cavi in regime permanente.

Sovra correnti potrebbero svilupparsi in parti di impianto a cusa di deterioramento concentrato di conduttori o guasto di dispositivo inverter. In questi casi si avrà lo scatto dell'interruttore a monte con sezionamento della parte di impianto affetta da guasto.

Per il sezionamento dei circuiti verranno impiegati dispositivi onnipolari. Tutti i quadri saranno dotati di interruttori generali onnipolari che rendano possibile il sezionamento completo delle sezioni.

### 5.5 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di un impianto di messa a terra, per la protezione dai contatti indiretti coordinato con le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici magnetotermici differenziali in BT. L'impianto sarà dotato di maglia di terra e collegamenti equipotenziali per la connessione delle masse alla stessa.



La configurazione geometrica e il dimensionamento dei conduttori della maglia di terra sarà determinata conformemente alle disposizioni della Norma CEI 11-37 e CEI 11-1 al fine di evitare che le tensioni di contatto e di passo superino i massimi valori ammissibili determinati in base ai valori della corrente di guasto e del tempo di eliminazione in media tensione. Valori forniti dal distributore. Sul fondo di ciascuno scavo per la posa degli elettrodotti, sarà posta una corda di rame nudo in intimo contatto col terreno da 50 mmq. Porre la corda a profondità > di 50 cm dal piano di calpestio contribuisce ad ottenere tensioni di passo e di contatto basse anche in caso di guasto franco a terra di una fase della 15 kV, entro il tempo di attivazione delle protezioni.

L'insieme delle corde di rame nudo interrato verrà connesso con l'impianto di terra di ciascuna cabina, come da figura, alla rete metallica posta sul fondo dello scavo utilizzando morsetti in ottone a pettine imbullonati. Verranno anche infissi n.4 picchetti in acciaio zincato lunghi m 2,5 collegati alla corda di rame. Infine, un conduttore di terra, PE, rivestito in PVC giallo verde, raggiungerà la barra equipotenziale installata sulla parete di ciascuna cabina cui si collegheranno tutte le masse metalliche.

### 5.6 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA (EMC)

Ai fini della protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti, sono state effettuate le necessarie valutazioni dei livelli dell'induzione magnetica generati dall'impianto in oggetto.

Le suddette valutazioni, effettuate conformemente alle disposizioni della legge quadro del 22 febbraio 2001 n. 36 e del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2003, hanno condotto alla conclusione che le installazioni previste rispettano i limiti di legge con ampi margini di sicurezza e forniscono le necessarie garanzie sulla tutela della salute umana.

### 5.7 VERIFICHE TECNICO - FUNZIONALI (COLLAUDO)

Al termine dei lavori saranno effettuati tutte le verifiche tecnico-funzionali, in particolare:

- prova di continuità elettrica e connessione dei moduli;
- efficacia collegamenti equipotenziali di terra di masse e scaricatori;

- misura resistenza di isolamento dei circuiti elettrici e delle masse;
- test di corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dai gruppi di conversione (accensione spegnimento, mancanza rete). Misure strumentali di produttività
- Controllo e taratura delle protezioni di ciascun modulo interruttore e della protezione di interfaccia in base ai valori comunicati dal distributore.

DATA

07/07/2025

Ing.Sergio Sottile

