



iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R17_02**

PROJECT: **VOGHIERA PV 001**

PAGE
1 di/of 15

TITLE. Relazione Tecnica sulle Opere di Connessione alla RTN

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE TECNICA SULLE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

Impianto agrivoltaico avanzato denominato “Voghiera PV 001” di
potenza pari a 24,54 MW_p e relative opere di connessione alla RTN
nel Comune di Voghiera (FE) e Ferrara (FE)
“VOGHIERA PV 001”

Comune di Voghiera (FE) e Ferrara (FE)



File: VOG-PV001-R17_02_Relazione Tecnica sulle Opere di Connessione alla RTN

02	11/05/2026	Rev.02	A.Rachiele	R.Hernandez	L.Spaccino
			L.Intermoia		
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
CLIENT CODE					
VOG-PV001-R17					
PROJECT		TYPE	PROGR.		REV
VOG-PV001		R	17		02
CLASSIFICATION		UTILIZATION SCOPE			
Company		Emissione per procedura di PAUR ai sensi dell'art. 27bis D.Lgs. 152/2006			

Questo documento è di proprietà di iCube Development 16. È severamente vietato riprodurre questo documento, in tutto o in parte, e fornire ad altri qualsiasi informazione correlata senza il previo consenso scritto di iCube Development 16.



iCube Development I6 s.r.l.



CODE: VOG-PV001-R17_02

PROJECT: VOGHIERA PV 001

PAGINA - PAGE
2 di/of 15

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. CONFIGURAZIONE ELETTRICA IMPIANTO FV	4
2.1. Modulo fotovoltaico.....	4
2.2. Inverter.....	4
2.3. Stringhe fotovoltaiche	5
2.4. Transformation Unit (TU).....	5
3. SCHEDA DESCRITTIVA DEL PROGETTO.....	6
4. REQUISITI TECNICI PER LA CONNESSIONE ALLA RTN	11
4.1. Inverter fotovoltaici	11
4.2. Quadri elettrici.....	11
4.3. Cabine di trasformazione	12
4.4. Protezioni.....	12
5. OPERE CIVILI PER LA CONNESSIONE ALLA RTN	14



1. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di descrivere le opere di connessione alla Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale dell'impianto agrivoltaico denominato "Voghiera PV-001", proposto da iCube Development 16. Complessivamente, la potenza in immissione dell'impianto sarà pari a 23,10 MW e sarà caratterizzato da una potenza nominale di 24,54 MWp.

Le opere in progetto saranno site nei Comuni di Voghiera e Ferrara in Provincia di Ferrara in Emilia-Romagna.

Coerentemente alla STMG ottenuta con codice di rintracciabilità n. 202400190 l'impianto verrà connesso in antenna a 36 kV, in uscita dalla cabina di raccolta e sezionamento, su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale a 380/132 kV denominata "Ferrara Focomorto".

L'impianto agrivoltaico in questa prima fase è stato suddiviso in n.4 sottocampi, ognuno dei quali sarà collegato, a mezzo cavidotto a 36 kV, ad una cabina di raccolta e sezionamento; ogni sottocampo è composto da due Transformation Unit (TU) tale che la potenza di ogni sottocampo sia circa 6MW.



2. CONFIGURAZIONE ELETTRICA IMPIANTO FV

Per garantire il corretto funzionamento dell'impianto agrivoltaico è necessario che ci sia il giusto equilibrio tra moduli fotovoltaici e convertitori statici di energia.

2.1. Modulo fotovoltaico

Il modulo scelto ha le seguenti caratteristiche elettriche:

Modulo fotovoltaico Longi LR7-72HYD-660M	Tipo di celle fotovoltaiche	Longi LR7-72HYD
	Potenza nominale, P_n	660 Wp
	Tensione alla massima potenza, V_{mp}	44,85 V
	Corrente alla massima potenza, I_{mp}	14,72 A
	Tensione massima di circuito aperto, V_{oc}	54,00 V
	Corrente di cortocircuito, I_{sc}	15,41 A
	Efficienza	24,4%

Per poter raggiungere la potenza in DC richiesta, 24.536,16kWp, è necessaria l'installazione di 37.176 moduli fotovoltaici.

2.2. Inverter

Per consentire la trasformazione da corrente in continua in corrente alternata è necessaria l'installazione di appositi convertitori statici di energia, i così detti "Inverter".

All'interno dell'impianto è prevista l'installazione di string inverter con potenza apparente di 330kVA e con un output di potenza attiva pari a 300kW.

Di seguito si riportano le caratteristiche dell'inverter scelto:

Inverter HUAWEI SUN2000 330KTL- H1 (o simili)	Tipologia	Convertitore DC/AC
	Potenza di picco del campo FV	24.536,16 kWp
	Potenza in immissione campo FV	23.100,00 kVA
	Potenza nominale (singolo SI)	300 kW
	Potenza apparante (singolo SI)	330 kVA
	Numero String Inverter	77
	Numero di MPPTs indipendenti	6
	Massima corrente di corto circuito in ingresso per ogni MPPT	115 A
	Massima Tensione d'ingresso MPPT	1500 V
	Corrente nominale d'uscita	216,6 A
	Tensione nominale d'uscita	800 V
	Rendimento europeo	98,8 %

Tali tipologie di inverter consentono di collegare 28 moduli fotovoltaici in serie coerentemente con la struttura scelta.



2.3. Stringhe fotovoltaiche

Le caratteristiche elettriche della singola stringa sono le seguenti:

SINGOLA STRINGA	
Numero di moduli in serie	24
Tensione alla massima potenza - Vmp (STC)	1076,4 V
Tensione circuito aperto - Voc (STC)	1296 V
Corrente di corto circuito - Isc (STC)	15,41 A
Corrente alla massima potenza - Isc (STC)	14,72 A

NUMERO DI STRINGHE TOTALI	
Numero di moduli totale	37.176
Numero di moduli in serie	24
Numero di stringhe totali	1549

2.4. Transformation Unit (TU)

Dalla cabina di raccolta partiranno 4 linee a 36kV per il collegamento di altrettanti sottocampi composti questi ultimi da due "Transformation Unit" (TU) tale che la potenza di ogni sottocampo sia circa 6MW.

Al fine di poter connettere l'impianto fotovoltaico alla rete di trasmissione nazionale, considerata la potenza da installare di 24.536,16 kWp per quanto previsto dalle normative vigenti (CEI 0-16), è necessario innalzare il livello di tensione dagli 800 V in uscita dai convertitori statici a 36 kV.

Verranno utilizzati trasformatori BT/36kV, della tipologia in olio con le caratteristiche riportate di seguito:

Trasformatori BT/36kV	Potenza nominale (Possibile taglia commerciale)	3000 kVA
	Tensione secondaria	800 V
	Tensione Primario	36 kV
	Numero totale	n.8 (da 3300kVA, 3000kVA e 2400kVA in funzione della TU)

Alla data di emissione del presente elaborato non sono disponibili data sheet specifici associabili a Transformation Unit di tale tipologia. Si rimanda quindi, ad una fase successiva di ingegneria per la definizione dei tipologici più adatti allo scopo. Sulla base di un'indagine non ufficiale di mercato, come comunicato da Huawei, a tal fine sarà previsto un retrofit delle attuali transformation units STS (alle quali si prevede di collegare fino ad 11 string inverter SUN2000-330KTL-H1), con relativi adeguamenti sia dello step-up transformer da MT a 36 kV che dei quadri di protezione MT mantenendo invariate le dimensioni.



3. SCHEDA DESCRITTIVA DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, di potenza di picco pari a 24,53 MW_p, come riportato nella figura seguente:

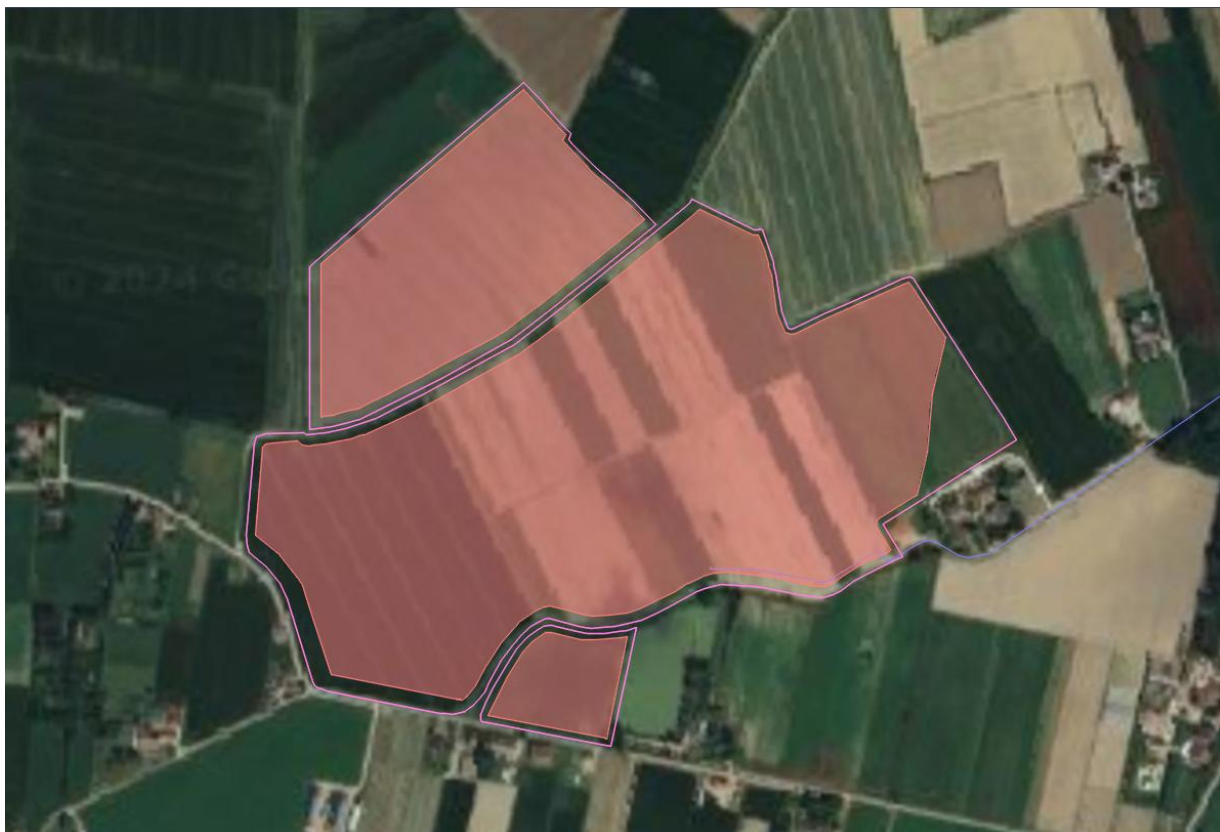


Figura 1 - Inquadramento su base ortofoto dell'area di impianto (in rosso) e dell'area di progetto (in magenta).
In blu il cavidotto di connessione alla RTN

Il layout generale di impianto con i relativi componenti è riportato nella figura seguente:

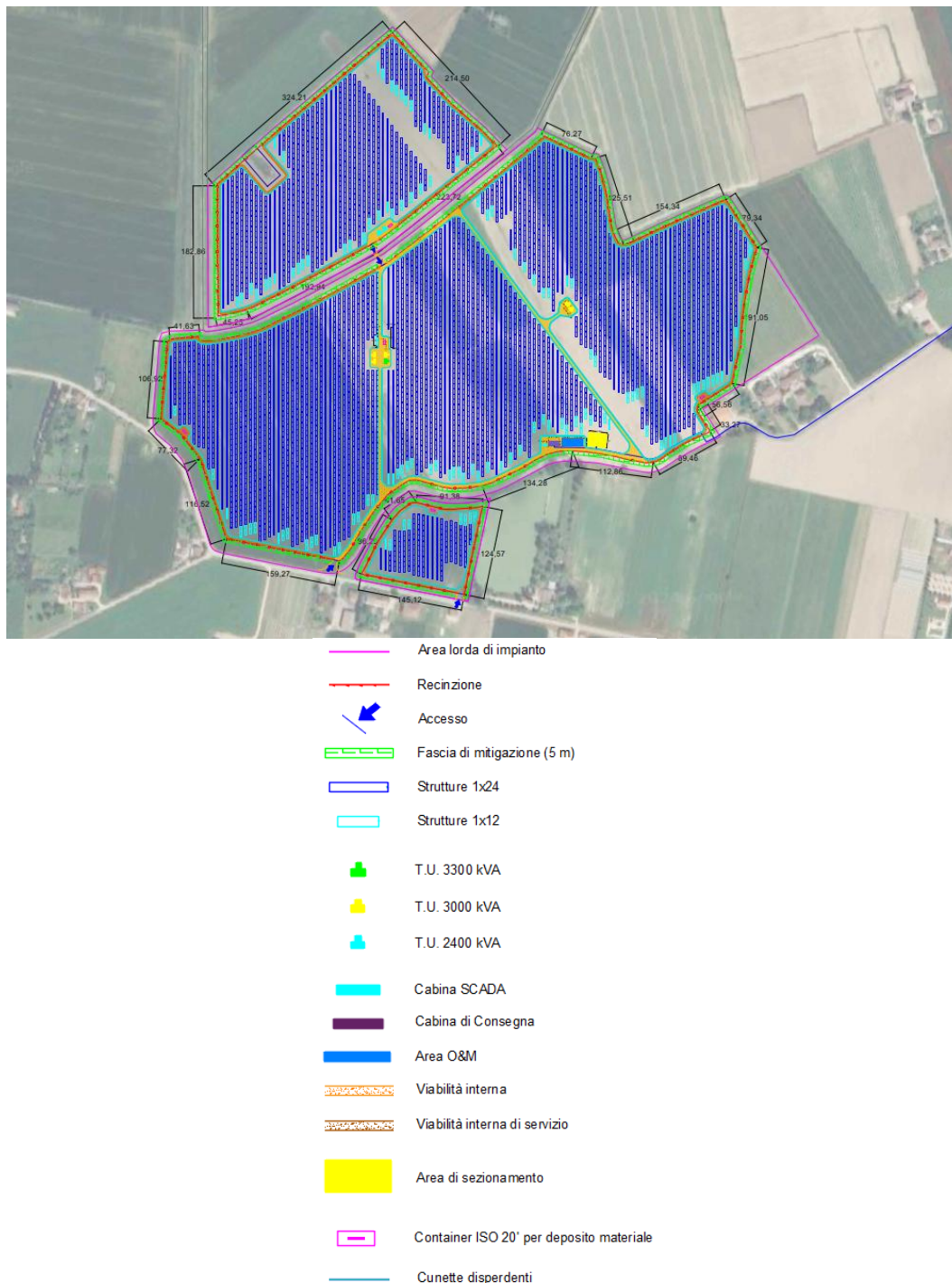


Figura 2 - Inquadramento su base ortofoto del layout di impianto



descrizione del sito:

COORDINATE	
COMUNE	Voghiera e Ferrara (opere di connessione)
PROVINCIA	Ferrara
LATITUDINE	44°46'50.44"N
LONGITUDINE	11°43'20.35"E
CLASSIFICAZIONE SISMICA	3
ZONA CLIMATICA	C
AREA DI PROGETTO (IN CIANO)	~41 ha
AREA DI IMPIANTO (IN ROSSO)	~35,85 ha

INDICAZIONE AREA DI PROGETTO



Le opere in progetto saranno site nel Comune di Voghiera, con le opere di connessione che interesseranno anche il Comune di Ferrara.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati "VOG-PV001-T14_ *Planimetria generale, quotata e descrittiva dell'intervento*" e "VOG-PV001-T23_ *Planimetria dei cavidotti di connessione alla rete*".

I centri abitati più vicini all'area di impianto risultano essere:

- a c.ca 500 m a nord-est è presente il centro abitato di Gualdo;
- a c.ca 3 km a sud-est è presente il centro abitato di Cisterna di Voghiera;
- a c.ca 2 km a nord è presente il centro abitato di Cona;

L'area di intervento è raggiungibile grazie a Via Cesare Battisti raggiungibile a sua volta dalla SP29 posta a nord est dell'area di impianto.



Coerentemente alla STMG ottenuta con codice di rintracciabilità impianto n. 202400190 l'impianto verrà connesso in antenna a 36 kV su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Ferrara Focomorto".

Si sottolinea inoltre, che verranno previste due cabine da posizionare side-by-side interne all'area di impianto. Tali cabine conterranno tutte le protezioni e i sezionatori necessari per potersi connettere alla SE Terna. Si prevede di realizzare tali cabinati all'interno della porzione "area di sezionamento" 25 x 18,5 m interna all'area di impianto come mostrato nella figura seguente:

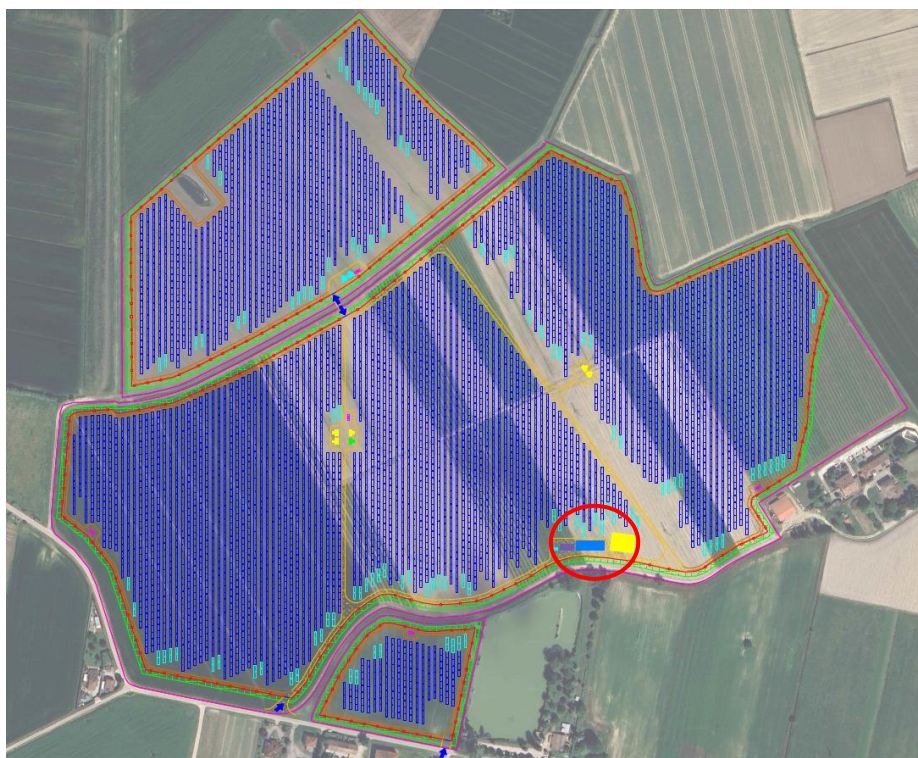


Figura 3 - Inquadramento su base ortofoto del layout di impianto con evidenza dell'area di sezionamento.



iCube Development I6 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R17_02**

PROJECT: **VOGHIERA PV 001**

PAGINA - PAGE
10 di/of 15

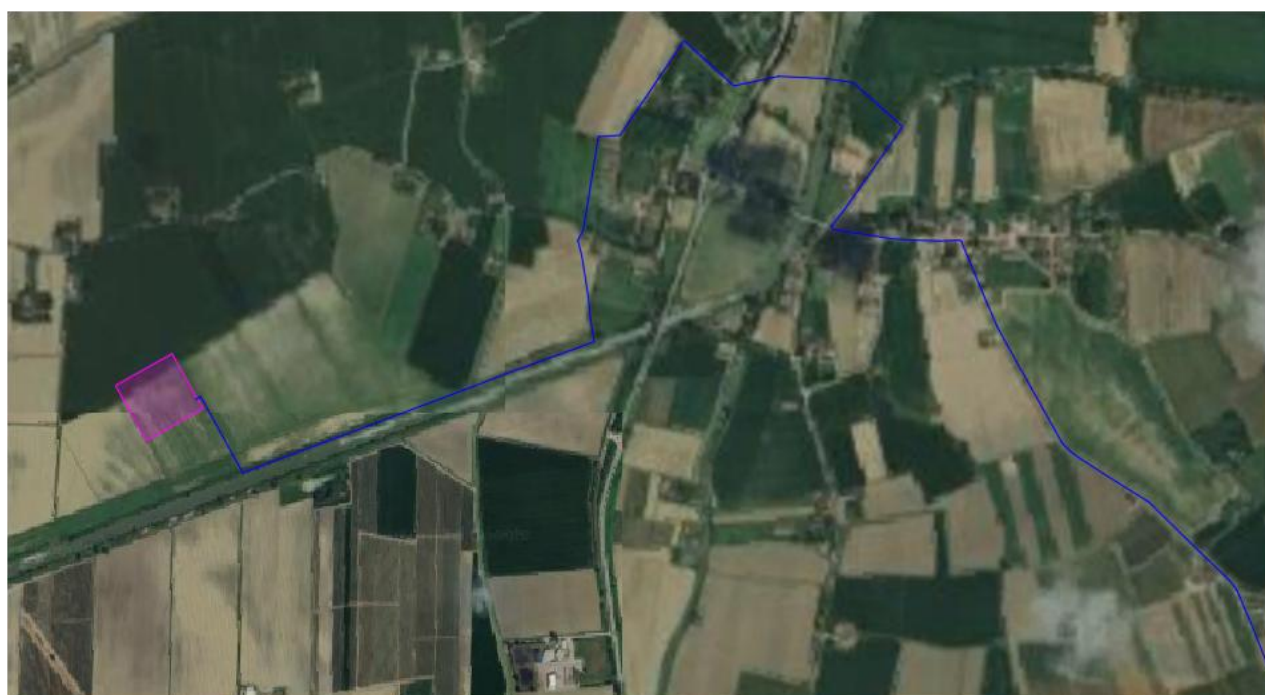
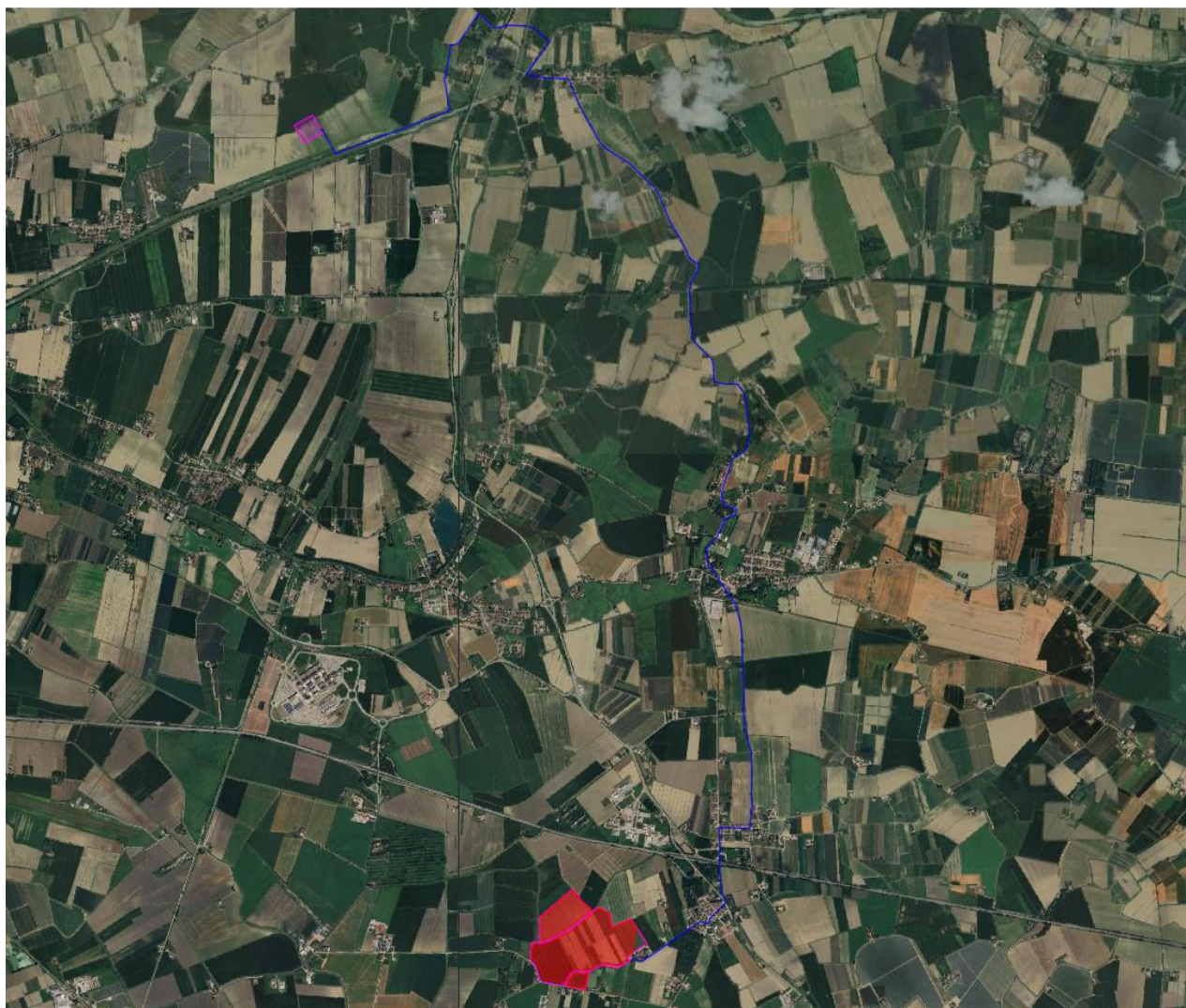


Figura 4 - Inquadramento su base ortofoto delle opere in progetto. In rosso l'area di impianto; in blu il cavidotto 36 kV; in magenta il futuro ampliamento della SE Terna.



L'area valorizzabile con la realizzazione dell'impianto in progetto interessa, anche solo parzialmente, le seguenti particelle catastali del Comune di Voghiera:

- Comune di Voghiera (FE): Foglio 4, p.lle 37, 38, 39, 65, 66.
- Comune di Voghiera (FE): Foglio 8, p.lle 70, 71, 72, 127, 128, 164, 165.

Per quanto riguarda il cavidotto di connessione, e la relativa fascia di asservimento di larghezza pari a 4 m (2 m per parte), si rimanda agli elaborati catastali di dettaglio al netto di quanto sopra indicato.

Occorre precisare che il tracciato dei cavidotti, al di fuori delle aree di impianto interesserà principalmente strade pubbliche esistenti.

Per maggiori dettagli, si rimanda agli elaborati "VOG-PV001-R06_Piano particellare delle aree interessate dall'intervento"; "VOG-PV001-R07_Piano particellare di esproprio"; "VOG-PV001-T04_ Inquadramento catastale delle opere".

4. REQUISITI TECNICI PER LA CONNESSIONE ALLA RTN

4.1. Inverter fotovoltaici

Per poter connettere l'impianto alla rete di trasmissione nazionale sarà necessario installare dei gruppi di conversione stati di energia (inverter) realizzati in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del singolo gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico a cui essi sono collegati, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto stesso. Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, privo di clock e/o riferimenti interni in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore agrivoltaico. In condizioni di normale funzionamento i gruppi di conversione non causeranno un degrado delle prestazioni della rete nel punto di connessione oltre i livelli di distorsione definiti dal Gestore.

I gruppi saranno a loro volta collegati ai quadri di parallelo in bassa tensione presenti all'interno di container prefabbricati.

L'impianto inoltre sarà dotato di un'apparecchiatura di monitoraggio della quantità di energia prodotta dall'impianto e delle rispettive ore di funzionamento.

4.2. Quadri elettrici

I quadri elettrici utilizzati in ogni cabina saranno di dimensioni adeguate e dovranno essere certificati e marchiati dal costruttore secondo le norme CEI 17-11, dove applicabili, e sarà costituito da un contenitore da parete e grado di protezione non inferiore a IP44 con struttura in poliestere rinforzata con fibra di vetro o di metallo, completa di porta cieca, pannello posteriore, montanti, telaio, base, pannelli laterali, pannelli finestrati e ciechi. Inoltre, tutti gli elementi dovranno essere dimensionati per una tenuta alla corrente di cortocircuito $\geq$ di 20kA per 1.0s e con livello di isolamento di 40,5kV. Gli interruttori a 36kV saranno a comando tripolare con potere di interruzione delle correnti di corto circuito $\geq$ 25kA e capacità di interruzione della corrente capacitiva a vuoto $\geq$ 50A.



4.3. Cabine di trasformazione

Le cabine di trasformazione saranno posizionate su fondazioni costituite da platee in CLS gettato in opera e ad esse ancorate, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare i trasformatori BT/36 kV, i quadri di parallelo in corrente alternata, le apparecchiature del sistema di telecontrollo e le apparecchiature di misura e di collegamento alla rete di distribuzione. Saranno inoltre dotate di vasca per la raccolta dell'olio contenuto all'interno dei trasformatori BT/36kV, delle dimensioni di 2,5 x 2,5 x 0,95 m, interrata per una profondità di 0,65 m. Detti edifici saranno di tipo prefabbricato.

4.4. Protezioni

Al fine di poter connettere l'impianto agrivoltaico alla rete, verrà installato l'interruttore generale dell'impianto con la relativa protezione generale (SPG) e la protezione di interfaccia (SPI).

Come da norma CEI 0-16 ed Allegato A.68 Rev. 04 del CdR il sistema di protezione dell'impianto fotovoltaico deve includere apparati di protezione dell'impianto e della rete a cui esso è collegato sia per guasti interni che per guasti esterni ad esso.

La protezione generale ha come obiettivo il distacco dell'impianto di produzione dalla rete, in modo selettivo con le protezioni installate sulla rete stessa, nell'eventualità di guasti interni all'impianto utente (CEI 0-16), le tarature della protezione generale sono definite dal gestore della rete.

In tal senso, l'azionamento del sistema di protezione generale avverrà nel momento in cui i parametri di tensione e corrente rilevati dai dispositivi elencati di seguito dovessero risultare al di fuori dei range imposti dal gestore di rete:

- Relè di Massima corrente di fase ad azione rapida (50);
- Relè di Massima corrente di fase ad azione ritardata (51);
- Relè di massima corrente direzionale di terra (67N).

per la protezione dei reattori di compensazione nei collegamenti a 36kV devono utilizzarsi i seguenti dispositivi:

- Relè di Massima corrente di fase ad azione rapida (50);
- Relè di Massima corrente di fase ad azione ritardata (51);
- Relè di Massima corrente di terra ad azione rapida (50N);
- Relè di Massima corrente di terra ad azione ritardata (51N)

Similmente, la protezione di interfaccia nasce con l'intento di evitare, per motivi di sicurezza, che l'impianto possa funzionare in isola così come previsto dalle citate guide e norme a riguardo (CEI 0-16 ed Allegato A.68 Rev. 04), le tarature della protezione di interfaccia, che prevedono un coordinamento con le altre protezioni della rete, devono essere concordate con il gestore della rete preliminarmente alla messa in esercizio dell'impianto.

L'impianto FV verrà disconnesso dalla rete elettrica quando i valori di funzionamento dei parametri relativi a tensione e frequenza di rete, rilevati dai dispositivi definiti di seguito, dovessero uscire dall'intervallo di valori indicati dal gestore di rete:

- Relè di Minima tensione (27Y e 27Δ);
- Relè di Massima tensione (59);
- Relè di Minima frequenza (81<);



L'Energia totale generata dall'impianto verrà conteggiata tramite contatori di energia attiva di tipo omologato UTF installati nella cabina generale di connessione alla rete.

Il contatore in oggetto sarà di tipo trifase, corredato dei trasformatori amperometrici (TA) con idoneo rapporto di trasformazione per la misura; sia il contatore che i TA saranno corredati di morsettiera sigillabile.

I singoli componenti e l'intero sistema di misura saranno forniti di certificati di calibrazione e collaudo da esibire dopo l'installazione ai funzionari UTF.

5. OPERE CIVILI PER LA CONNESSIONE ALLA RTN

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, raggruppati in stringhe, viene prima raccolta all'interno dei quadri, da questi viene poi trasferita all'interno delle cabine di conversione e trasformazione (TU) dove avviene l'innalzamento di tensione sino a 36 kV; l'impianto è formato da 4 sottocampi da circa 6MW ognuno.

Dai sottocampi l'energia prodotta viene trasportata nella cabina di raccolta, posizionata all'interno dell'impianto. Si precisa inoltre che in fase di progettazione esecutiva si potrà adottare una configurazione impiantistica differente ma verosimilmente molto vicina a quanto finora descritto. In estrema sintesi l'Impianto sarà composto da:

- n. 8 cabine prefabbricate per l'alloggio dei trasformatori BT/36 kV e relativi quadri elettrici, che avranno dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico Transformation Unit");
- n. 1 cabina di raccolta, di dimensioni 14,40 x 3,5 x 6,70 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico *Cabinati di impianto*");
- n. 1 cabina SCADA, di dimensioni 5,30 x 2,50 x 2,90 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico *Cabinati di impianto*").

Come indicato in precedenza inoltre, ai fini della connessione alla RTN, verranno previste due cabine da posizionare side-by-side interne all'area di impianto. Tali cabine conterranno tutte le protezioni, misuratori e sezionatori necessari per potersi connettere alla SE Terna. La realizzazione di tali cabinati viene prevista all'interno della porzione definita come "Area di sezionamento" (25 x 18,5 m) prevista internamente all'area di impianto. Tali cabinati side by side, avranno una dimensione cadauno di 7,50 x 2,54. Viene prevista inoltre la realizzazione di una "vasca" interrata atta al passaggio dei cavi profonda 2 m e larga 6,685 m.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "VOG-PV001-T33_Planimetria e tipologici area di sezionamento".

La stazione AT Terna sarà collegata alla cabina di raccolta e sezionamento attraverso un collegamento in linea in cavo AT 36kV di lunghezza pari a circa 12km, tale collegamento rispetta i requisiti previsti nell'elaborato "VOG-PV001-R02_ *Relazione di Calcolo Preliminare degli Impianti*".

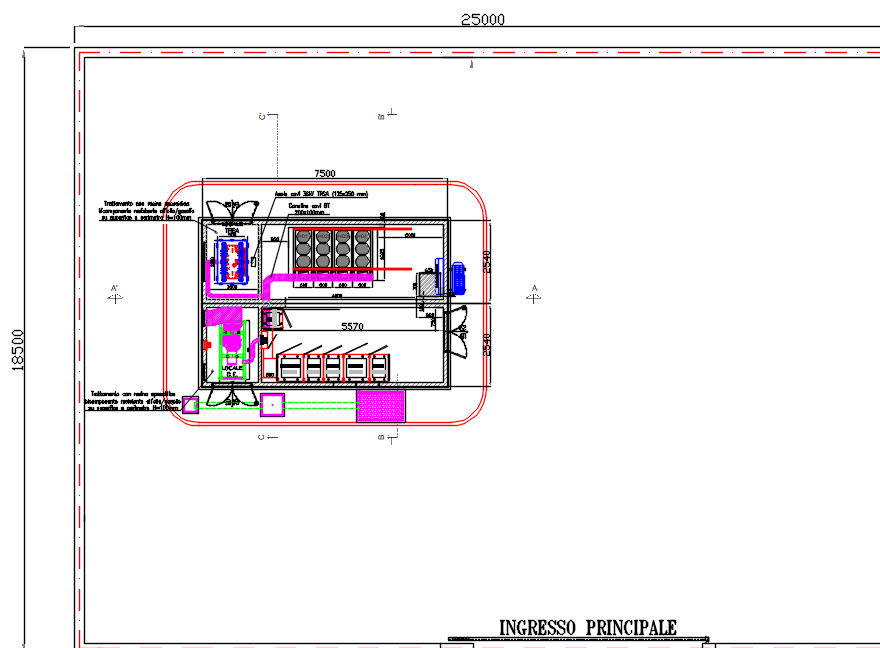


Figura 6 - Layout in pianta dell'area di sezionamento

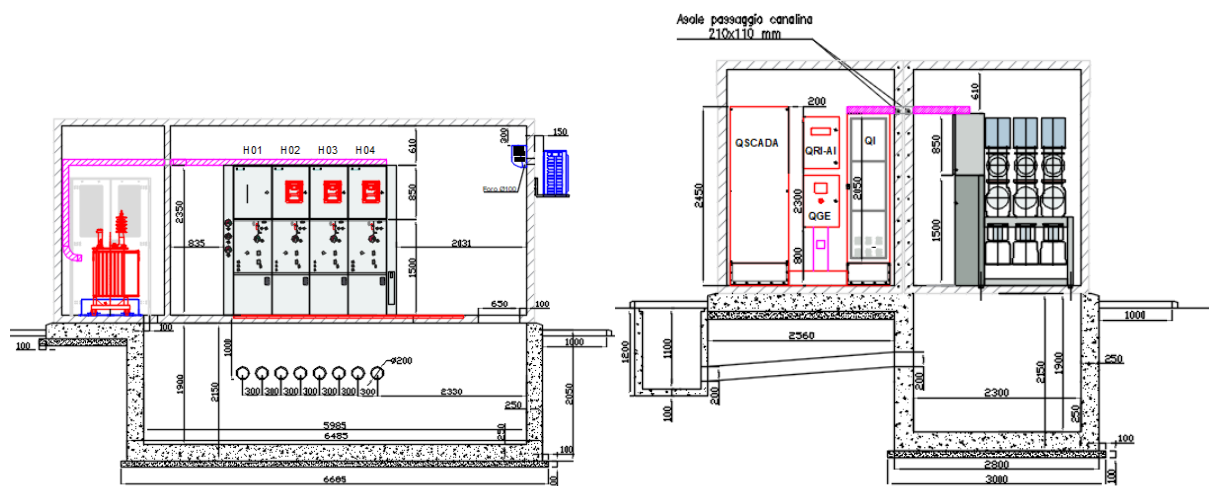


Figura 7 - sezione dei cabinati previsti per il sezionamento