

IMPIANTO AGROVOLTAICO "NURRA 1"

COMUNE DI SASSARI

PROPONENTE



IMPIANTO AGROVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI SASSARI

AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE - PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO: *Relazione generale*

CODICE ELABORATO

PD
R01

COORDINAMENTO



BIA srl

P.IVA 03983480926
cod. destinatario KRRH6B9
+ 39 347 596 5654
energhiabia@gmail.com
energhiabia@pec.it
piazza dell'Annunziata n. 7
09123 Cagliari (CA) | Sardegna

GRUPPO DI LAVORO AU

Dott. ssa Geol. Cosima Atzori
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro
Dott. Giulio Casu
Dott. Archeol. Fabrizio Delussu
Dott. ssa Ing. Silvia Exana
Dott. ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Giovanni Lovigu
Dott. Ing. Bruno Manca
Dott. Nat. Maurizio Medda
Dott. Ing. Michele Pigliaru
Dott. Ing. Giuseppe Pili
Dott. Ing. Luca Salvadori
Dott. ssa Ing. Alessandra Scalas
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Agr. Vincenzo Sechi

REDATTORE

Dott. Ing. Giuseppe Pili
Dott. Ing. Michele Pigliaru

00	giugno 2022	Prima emissione
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE

SOMMARIO

1.	GENERALITÀ	3
1.1	Descrizione del progetto	3
1.2	Tipo e ubicazione dell'immobile.....	3
1.3	Caratteristiche generali	3
2.	ELETTRODOTTO 36KV	3
3.	IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	6
3.1	Verifica requisiti Impianto Agrivoltaico	6
3.2	Caratteristiche generali	9
4.	FORNITURA.....	11
4.1	Punto di Connessione.....	11
5.	IMPIANTO DI TERRA	12
5.1	Impianto di terra per impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.....	12
6.	Protezione contro le sovracorrenti.....	13
7.	QUADRI 36 kV.....	14
8.	TRASFORMATORI.....	14
8.1	Trasformatori 2000 kVA	14
8.2	Trasformatori da 100 kVA	15
9.	QUADRI ELETTRICI BT	16
10.	APPARECCHIATURE E IMPIANTI AUSILIARI	16
10.1	Installazione degli impianti TVCC.....	16
11.	ILLUMINAZIONE.....	17
11.1	Impianto di illuminazione esterna.	17
12.	OPERE EDILI	17
12.1	Scavi in genere	17
12.2	Condotte per cavi interrati	18
12.3	Plinti e fondazioni.....	18
12.4	Cabine elettriche 36 kV.....	19
12.5	Recinzioni perimetrale e cancelli di ingresso	19
12.6	Struttura metallica di sostegno dei pannelli.....	19
12.7	Viabilità di servizio	21

1. GENERALITÀ

1.1 Descrizione del progetto

La presente relazione generale riguarda una centrale agrivoltaica per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare denominata "Nurra 1" con una potenza di picco di **67540,2 kWp**.

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione in antenna 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee esistenti della RTN a 150 kV n. 342 e 343 "Fiumesanto – Porto Torres" e alla futura linea 150 kV "Fiumesanto - Porto Torres", di cui al Piano di Sviluppo di Terna.

Gli impianti elettrici lato impianto sono trattati nella relazione specialistica PD-R03 - Relazione tecnica impianti elettrici lato produzione.

La Sottostazione Elettrica Utente (nel seguito SSEU) sarà trattata nel documento di progetto PD-04 - Relazione tecnica impianti elettrici lato connessione.

Il progetto è redatto secondo le norme CEI ed in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni di Terna S.p.A.

1.2 Tipo e ubicazione dell'immobile

L'impianto agrivoltaico è localizzato per intero nel territorio del Comune di Sassari (SS).

La linea di connessione dall'impianto alla cabina di trasformazione (SSEU) ricade nei territori comunali di Sassari e Porto Torres.

1.3 Caratteristiche generali

L'impianto agrivoltaico in esame sarà connesso direttamente alla futura sottostazione di Terna S.p.A. direttamente a 36 kV. L'impianto avrà una potenza di picco pari a **67540,2 kWp**, pari alla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici installati, e una potenza nominale di **55000 kW**, pari alla somma delle potenze in uscita (lato AC) dei **275** inverter fotovoltaici da **200 kW** presenti in impianto.

2. ELETTRODOTTO 36KV

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla nuova SE Terna, saranno cavi multipolari con conduttori in alluminio riuniti in

elica visibile sia per i collegamenti interni ai campi fotovoltaici sia per i collegamenti dall'impianto verso al SE Terna.

Per l'attraversamento dei fiumi e delle strade di importanza primaria (vedi PD-Tav11) è prevista la posa interrata mediante TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (T.O.C.).

Nel caso in questione, per i seguenti attraversamenti vedi (vedi PD-Tav11):

1. FIUME SANTO
2. STRADA PROVINCIALE N. 46

è prevista l'utilizzazione della T.O.C. per posare un tubo di polietilene PN 16 di diametro nominale 200 mm. Il cavidotto attraverserà il fiume ad una profondità di 2 metri rispetto all'alveo dello stesso e la strada provinciale ad una profondità di 2 metri rispetto alla superficie stradale.

Il cavidotto conterrà tutti i cavi di energia, il cavo in fibra ottica e il conduttore di terra. I tubi che vengono abitualmente posati, compatibilmente alla tecnologia intrinseca della T.O.C., sono classificati PEAD UNI 7611-76 tipo 312.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato PD-Tav07.

La tensione di esercizio dei cavi è pari a 36kV. Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata (vedi Schema elettrico unifilare AC rif. PD-Tav03 con allegati calcoli elettrici). La tabella che segue riporta le tipologie e le formazioni dei cavi 36 kV utilizzati nelle diverse sezioni di impianto.

Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
STALLO 36 KV SE TERNA	CABINA DI CAMPO 1	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-1	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-2	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-3	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-4	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-5	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-6	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-7	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
STALLO 36 KV SE TERNA	CABINA DI CAMPO 2	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-1	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2

CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-2	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-3	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-4	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-5	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-6	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-7	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
STALLO 36 KV SE TERNA	CABINA DI CAMPO 3	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-1	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-2	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-3	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-4	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-5	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-6	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-7	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
STALLO 36 KV SE TERNA	CABINA DI CAMPO 4	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 4
CABINA DI CAMPO 4	CABINA DI SOTTOCAMPO 4-1	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 4
CABINA DI CAMPO 4	CABINA DI SOTTOCAMPO 4-2	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 4
CABINA DI CAMPO 4	CABINA DI SOTTOCAMPO 4-3	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 4
CABINA DI CAMPO 4	CABINA DI SOTTOCAMPO 4-4	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 4
CABINA DI CAMPO 4	CABINA DI SOTTOCAMPO 4-5	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 4
CABINA DI CAMPO 4	CABINA DI SOTTOCAMPO 4-6	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 4
CABINA DI CAMPO 4	CABINA DI SOTTOCAMPO 4-7	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 4
Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
STALLO 36 KV SE TERNA	CABINA DI CAMPO 5	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 5
CABINA DI CAMPO 5	CABINA DI SOTTOCAMPO 5-1	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 5
CABINA DI CAMPO 5	CABINA DI SOTTOCAMPO 5-2	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 5
CABINA DI CAMPO 5	CABINA DI SOTTOCAMPO 5-3	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 5
CABINA DI CAMPO 5	CABINA DI SOTTOCAMPO 5-4	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 5

CABINA DI CAMPO 5	CABINA DI SOTTOCAMPO 5-5	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 5
CABINA DI CAMPO 5	CABINA DI SOTTOCAMPO 5-6	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 5
CABINA DI CAMPO 5	CABINA DI SOTTOCAMPO 5-7	ARE4H5EX 20,8/36KV tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 5

Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla normativa vigente, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi (vedi PD-Tav03 con allegati calcoli elettrici).

3. IMPIANTO AGRIVOLTAICO

3.1 Verifica requisiti Impianto Agrivoltaico

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050.

L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo.

Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "agrivoltaici", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti. In tale quadro, è stato elaborato e condiviso il documento **"Linee guida in materia di impianti agrivoltaici"** prodotto nell'ambito di un gruppo

di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA.

Tale documento individua, a monte di studi e considerazioni sulla produttività agricola, sull'incidenza dei costi energetici nelle aziende agricole, sulla produzione e autoconsumo di energia rinnovabile nelle aziende agricole, delle caratteristiche e dei requisiti ai quali deve rispondere un impianto fotovoltaico realizzato in un'azienda agricola perché possa essere definito "agrivoltaico".

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

In relazione ai vari requisiti individuati in tale documento, nella presente relazione è stato analizzato esclusivamente il requisito "A", lasciando alle altre relazioni specialistiche la verifica degli altri requisiti.

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021).

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m²/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40%:

$$\text{LAOR} \leq 40\%$$

Nella tabella che segue sono riportate in maniera schematica i valori caratteristici dell'impianto in progetto unitamente alle verifiche positive dei requisiti "A".

REQUISITI IMPIANTO				
Potenza di picco	67 540,2	kW		
S_{pv}	299 719,48	m²		
Superficie RECINTATA:	891 833	m²		
REQUISITO A	$S_{agricola}$	$S_{impianto.}$	S_{tot}	
A1 Superfici	806 873	395 411,80	891 833	m ²
$S_{agricola} \geq 0,70 S_{tot}$	0,7	624 283	m ²	verificato
A2 LAOR max $\leq 40\%$ =	33,61%			verificato

3.2 Caratteristiche generali

L'impianto agrivoltaico in esame sarà connesso direttamente alla rete AT a 36 kV. La trattazione dettagliata dell'impianto agrivoltaico e dei calcoli di progetto ad esso riferiti è riportata nel documento di progetto PD-R03.

L'impianto avrà una potenza di picco pari a **67540,2 kWp**, pari alla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici installati, e una potenza nominale di **55000 kW**, pari alla somma delle potenze in uscita (lato AC) dei **275** inverter fotovoltaici da **200 kW** presenti in impianto.

I moduli fotovoltaici saranno installati a terra mediante tracker monoassiali.

L'impianto è suddiviso in 5 campi corrispondenti a **5 linee a 36 kV ARE4H5EX 20,8/36KV in cavo tripolare elicordato interrato** che collegano l'impianto alla nuova SE Terna. Ciascun campo è ulteriormente diviso in sottocampi secondo il seguente schema:

- Campo fotovoltaico 1:
 - Sottocampo 1-1
 - Sottocampo 1-2
 - Sottocampo 1-3
 - Sottocampo 1-4
 - Sottocampo 1-5
 - Sottocampo 1-6
 - Sottocampo 1-7
- Campo fotovoltaico 2:
 - Sottocampo 2-1
 - Sottocampo 2-2
 - Sottocampo 2-3
 - Sottocampo 2-4
 - Sottocampo 2-5
 - Sottocampo 2-6
 - Sottocampo 2-7
- Campo fotovoltaico 3:
 - Sottocampo 3-1
 - Sottocampo 3-2
 - Sottocampo 3-3
 - Sottocampo 3-4
 - Sottocampo 3-5
 - Sottocampo 3-6
 - Sottocampo 3-7
- Campo fotovoltaico 4:
 - Sottocampo 4-1
 - Sottocampo 4-2
 - Sottocampo 4-3
 - Sottocampo 4-4
 - Sottocampo 4-5
 - Sottocampo 4-6
 - Sottocampo 4-7
- Campo fotovoltaico 5:
 - Sottocampo 5-1
 - Sottocampo 5-2
 - Sottocampo 5-3
 - Sottocampo 5-4
 - Sottocampo 5-5
 - Sottocampo 5-6

○ Sottocampo 5-7

Ciascun campo fotovoltaico fa capo ad una cabina di campo contenente un quadro 36 kV che raccoglie le linee interrate a 36 kV provenienti dai sottocampi. In ogni cabina di campo è inoltre installato un trasformatore 36kV/400V da 100 kVA e un quadro di BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari del campo stesso. Sono previste 3 cabine di campo.

Ciascun sottocampo fotovoltaico è alimentato da una cabina di sottocampo contenente al suo interno un quadro 36 kV, un trasformatore 36 kV/800V da 2000 kVA e un quadro BT. Dal quadro BT sono alimentati gli inverter da 200 kWac dislocati in campo. All'interno di ciascun campo le cabine di Sottocampo sono collegate a stella alla rispettiva cabina di campo mediante linee a **36 kV ARE4H5EX 20,8/36KV in cavo tripolare elicordato interrato**. Sono presenti in totale 35 cabine di Sottocampo.

I moduli fotovoltaici, ciascuno con potenza nominale di picco pari a 700 Wp, saranno raggruppati in stringhe da 26 moduli.

Alla cabina di campo 1 sono sottese 7 cabine di Sottocampo

Alla cabina di campo 2 sono sottese 7 cabine di Sottocampo

Alla cabina di campo 3 sono sottese 7 cabine di Sottocampo

Alla cabina di campo 4 sono sottese 7 cabine di Sottocampo

Alla cabina di campo 5 sono sottese 7 cabine di Sottocampo

Dai moduli fotovoltaici alle cabine inverter di ciascun Sottocampo sono distribuite le linee DC in cavo interrato che collegano i moduli direttamente allo stadio di ingresso DC degli inverter.

4. FORNITURA

Per gli utenti attivi, il punto di prelievo coincide con il punto di immissione verso la rete del distributore. Nel caso in esame il punto di consegna per l'impianto agrivoltaico è a 36 kV. Sarà richiesta anche una fornitura BT per l'alimentazione degli impianti ausiliari.

4.1 Punto di Connessione

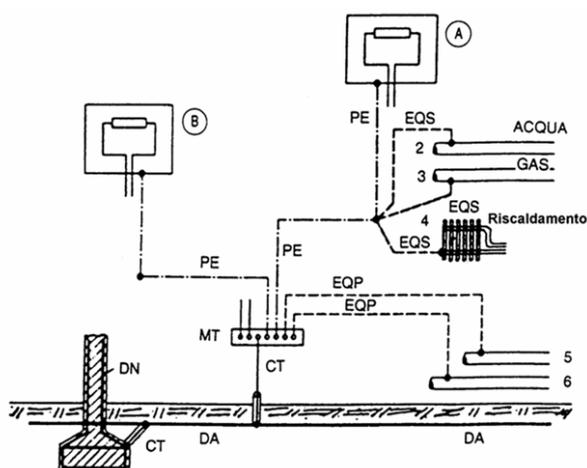
L'impianto avrà origine dal punto di connessione costituito dallo stallo a 36 kV predisposto da Terna S.p.A. Il presente progetto si occupa della porzione di impianto gestito a 36 kV a partire dalla SE Terna.

5. IMPIANTO DI TERRA

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali

L'impianto di terra in esame è trattato in maniera dettagliata nel documento di progetto PD-R03



DA:	Dispersore intenzionale
DN:	Dispersore naturale (di fatto)
CT:	Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
MT:	Collettore (o nodo) principale di terra
PE:	Conduttore di protezione
EQP:	Conduttori equipotenziali principali
EQS:	Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
A-B	Masse
2,3,4,5,6	Masse estranee

5.1 Impianto di terra per impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali

6. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il progetto delle misure di protezione contro le sovracorrenti è stato eseguito considerando le possibili condizioni di sovraccarico e cortocircuito. La trattazione completa è presente nel documento di progetto PD-R03

Protezione contro i sovraccarichi

La verifica della protezione contro i sovraccarichi è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove:

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata in regime permanente della conduttura in funzione del tipo di cavo e del tipo di posa del cavo

I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

Protezione contro i cortocircuiti

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto in è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_{ccMax} \leq p.d.i. \quad I^2t \leq K^2S^2$$

Dove:

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

$p.d.i.$ = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

I^2t = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

7. QUADRI 36 KV

I quadri di media tensione dovranno essere costruiti secondo la norma CEI EN 62271-200: 2012-07 e realizzati con un involucro metallico del tipo ad unità funzionali modulari. I quadri a 36 kV sono dislocati all'interno delle cabine di trasformazione secondo lo schema unifilare di progetto (PD-Tav03)

8. TRASFORMATORI

8.1 Trasformatori 2000 kVA

È prevista la fornitura in opera di n. 35 trasformatori 36kV/800V da 2000 kVA per l'alimentazione dei sottocampi fotovoltaici. I trasformatori dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

Potenza nominale	2000 KVA
Tensione nominale V_{n1}/V_{n2}	36000/800 V
Collegamento	Dyn11
Tensione di cortocircuito [%]	8
Isolamento	resina

Protezione sovratemperatura 49	---
Protezione relè omopolare 51G - corrente	$I_n = 0 \text{ A}$
Protezione relè omopolare 51G - tempo	$t = 0 \text{ s}$
Rifasamento fisso trasformatore	15 [kvar]

8.2 Trasformatori da 100 kVA

È prevista la fornitura in opera di n. 3 trasformatori 36kV/400V per l'alimentazione degli impianti ausiliari (uno per ogni cabina di campo). Il trasformatore dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

Potenza nominale	100 kVA
Tensione nominale V_{n1}/V_{n2}	15000/400 V
Collegamento	Dyn11
Tensione di cortocircuito [%]	Vcc 6
Isolamento	resina
Protezione sovratemperatura 49	---
Protezione relè omopolare 51G - corrente	$I_n = 0 \text{ A}$
Protezione relè omopolare 51G - tempo	$t = 0 \text{ s}$
Rifasamento fisso trasformatore	2,5 [kvar]

9. QUADRI ELETTRICI BT

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti.

In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico che consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Per le caratteristiche dettagliate dei quadri di distribuzione e per i calcoli elettrici si rimanda agli Schemi unifilari AC (PD-Tav03)

10. APPARECCHIATURE E IMPIANTI AUSILIARI

10.1 Installazione degli impianti TVCC

L'installazione dell'impianto televisivo a circuito chiuso è relativa alle seguenti tre parti fondamentali:

- gli apparati di ripresa
- la rete di connessione
- gli apparati di monitoraggio

Per quanto attiene agli apparati di ripresa si dovrà evitare:

- inquadrature contro sole o forti sorgenti luminose dirette
- inquadrature con forti contrasti di luce
- installazioni su pareti non perfettamente rigide con possibilità di vibrazione

Dovranno inoltre essere utilizzati faretto di adeguata potenza luminosa quando la scena da riprendere non è sufficientemente illuminata.

Le caratteristiche dell'impianto sono dettagliate nei documenti di progetto PD-R03 e PD-Tav12.

11. ILLUMINAZIONE

11.1 Impianto di illuminazione esterna.

Prescrizioni generali

Per impianto di illuminazione esterna si intendono gli impianti di illuminazione pertinenti al perimetro dell'impianto e alle piazzole dove sono installate le cabine di campo e di sottocampo.

12. OPERE EDILI

12.1 Scavi in genere

In generale i criteri di progetto adottati non comportano movimenti di terreno significativi per la sistemazione dell'area di impianto. L'andamento del terreno pianeggiante ben si presta alla posa dei tracker ed alla sistemazione interna dell'impianto.

Il tipo di fondazione dei tracker, in pali metallici a profilo aperto infisso tramite battitura, non comporta alcun movimento di terra. Gli unici volumi tecnici presenti sono costituiti dalle cabine di trasformazione che vengono appoggiate su una vasca di fondazione contenente i vari cavi in entrata ed uscita dalla cabina stessa. Tali vasche in cemento armato sono posizionate all'interno di uno scavo con piano di posa a -0.60 m rispetto al piano di campagna. Gli scavi dei cavidotti interrati saranno riempiti con lo stesso materiale di scavo. Non è prevista produzione di terra di scavo per la quale si rende necessario il trasporto a discarica, ad ogni modo, qualora le materie provenienti dagli scavi non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e sulla scorta delle verifiche da eseguirsi in base al dettato del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i. e del D.P.R. 120/2017) ad altro impiego nei lavori, queste dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che la Ditta installatrice dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Gli scavi in genere da realizzarsi per una qualsiasi lavorazione, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al DMILLPP dell'11 marzo 1988 (di seguito DM LLPP 11.03.88), integrato dalle istruzioni applicative di cui alla CMLLPP n. 218/24/3 del 9 gennaio 1996, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi l'impresa installatrice procederà in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

La Ditta installatrice provvederà, altresì, a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavidotti.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse saranno depositate, previo assenso della direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie (vedasi relazione PD.14 – Terre e rocce da scavo).

12.2 Cavidotti per cavi interrati

Per cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls.) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc.). Per la realizzazione dei cavidotti sono da impiegare tubi in materiale plastico (corrugati) conformi alle Norme CEI 23-46 (CEI EN 50086-2-4), tipo 450 o 750 come caratteristiche di resistenza a schiacciamento, nelle seguenti tipologie:

- pieghevoli corrugati in PE (in rotoli).

12.3 Plinti e fondazioni

Per l'ancoraggio dei pali di illuminazione si adopereranno, in generale, plinti prefabbricati in c.a.v. a sezione rettangolare con pozzetto per ispezione incorporato. Il plinto sarà armato con rete metallica elettrosaldata.

Nel caso in cui le caratteristiche del terreno non permettano l'uso dei prefabbricati, per l'esecuzione dei plinti di fondazione in cemento armato per l'ancoraggio dei pali di illuminazione e della recinzione esterna, verranno rispettati i seguenti dettami:

- Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente (NCT 20018, UNI 11104:2016, UNI EN 206);
- La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato;
- Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti;
- Partendo dalle caratteristiche di resistenza meccanica, di lavorabilità e dalle altre caratteristiche già fissate, il rapporto acqua-cemento e quindi il dosaggio del cemento dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato;
- L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività (norme UNI 9527:1989 e 9527 FA-1-92);

- L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto.

12.4 Cabine elettriche 36 kV

Le cabine elettriche saranno del tipo prefabbricato in c.a.v., realizzate in conformità alle vigenti normative e adatte per il contenimento delle apparecchiature di trasformazione della tensione. Le cabine sono realizzate con calcestruzzo vibrato tipo C28/35 con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato e opportunamente additivato con super fluidificante e con impermeabilizzante, idonei a garantire adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità. L'armatura metallica interna a tutti i pannelli sarà costituita da doppia rete elettrosaldato e ferro nervato, entrambi B450C. Il pannello di copertura è calcolato e dimensionato secondo le prescrizioni delle NTC DM 17 01 2018, ma comunque per supportare sovraccarichi accidentali minimi di 480 kg/m². Tutti i materiali utilizzati sono certificati CE. Il tetto della cabina sarà a falde con copertura in coppi.

Le cabine elettriche avranno le dimensioni specificate in PD-Tav09, distinte come cabine di campo e cabine di Sottocampo.

12.5 Recinzioni perimetrale e cancelli di ingresso

A delimitazione dell'impianto, lungo il perimetro, sarà posta una recinzione modulare in pannelli metallici realizzata con filo zincato elettrosaldato e poi plastificato in poliestere; colore verde RAL 6005. Diametro esterno del filo \varnothing 5,00 mm (con tolleranza \pm 0,5 mm) e maglia 50x50 mm con nervature orizzontali di rinforzo.

Per l'accesso all'impianto sarà previsto, per ogni distinta area, un cancello costituito da profili in acciaio zincato a caldo con luce di apertura pari ad almeno 6 metri sorretto da due pilastri in cemento armato. Il cancello potrà essere del tipo a battente o del tipo a scorrere.

12.6 Struttura metallica di sostegno dei pannelli

Per struttura di sostegno di un generatore agrivoltaico, si intende un sistema costituito dall'assemblaggio di profili metallici, in grado di sostenere e ancorare al suolo una struttura raggruppante un insieme di moduli fotovoltaici, nonché di ottimizzare l'esposizione di quest'ultimi nei confronti della radiazione solare.

In particolare, nel caso in esame, i moduli fotovoltaici verranno montati su strutture di sostegno ad inseguimento automatico su un asse (tracker monoassiali) e verranno ancorate al terreno mediante profili metallici infissi nel terreno naturale esistente sino ad una determinata profondità, in funzione della tipologia di terreni e dell'azione del vento (vedi PD-R06). Per il calcolo di tale azione l'area interessata dall'impianto ricade nella "**zona 5) Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)**", come da classificazione secondo il paragrafo 3.3 delle N.T.C. 2018.

Le strutture di sostegno saranno distanziate, in direzione est-ovest, con un interasse le une dalle altre di circa 5 m, in modo da evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco che si manifestano nelle primissime ore e nelle ultime ore della giornata.

Ogni tracker, posizionato secondo la direzione Nord-Sud, ruota intorno al proprio asse indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida. La figura seguente, unitamente alle dimensioni principali del tracker, mostra le posizioni estreme: la posizione assunta all'alba, al mezzogiorno solare e al tramonto e gli intervalli di rotazione.

L'intervallo di rotazione esteso del Tracker è 110° (-55° ; $+55^\circ$) e consente rendimenti energetici più elevati rispetto all'indice di riferimento del settore (-45° ; $+45^\circ$).

I pannelli fotovoltaici utilizzati, della potenza di 700 W, hanno dimensioni in pianta di 2384 x 1303 mm. La scelta effettuata sulla scorta delle linee guida sull'agrivoltaico, relativamente all'altezza dei moduli da terra, è stata quella di optare per l'altezza minima da terra di 1,30 m, come riportato nello schema che segue.

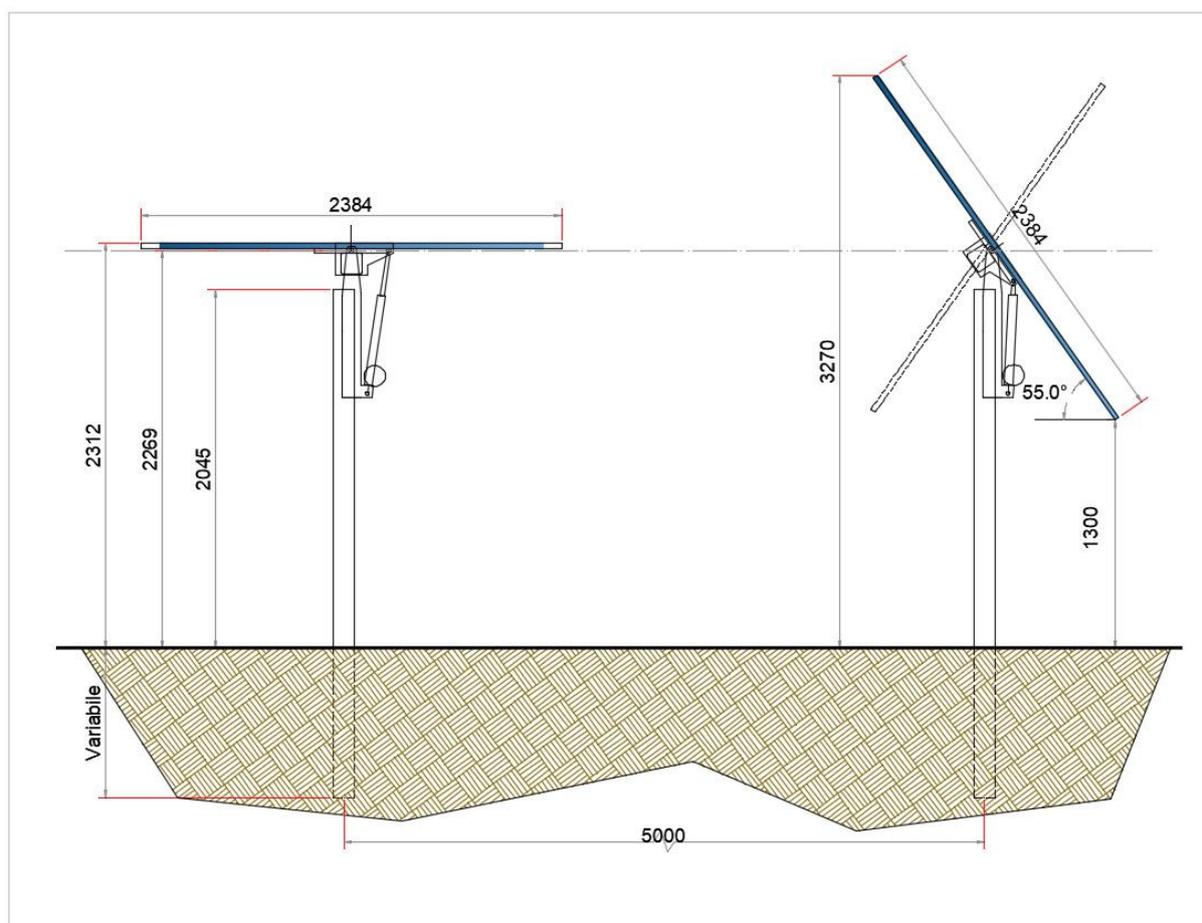


Fig. 1- Tracker - Inseguitore mono-assiale - intervalli di rotazione

12.7 Viabilità di servizio

L'impianto si articola su tre diverse aree, due contigue ed una leggermente più distante, come evidenziato nella fig. 2 riportata di seguito.

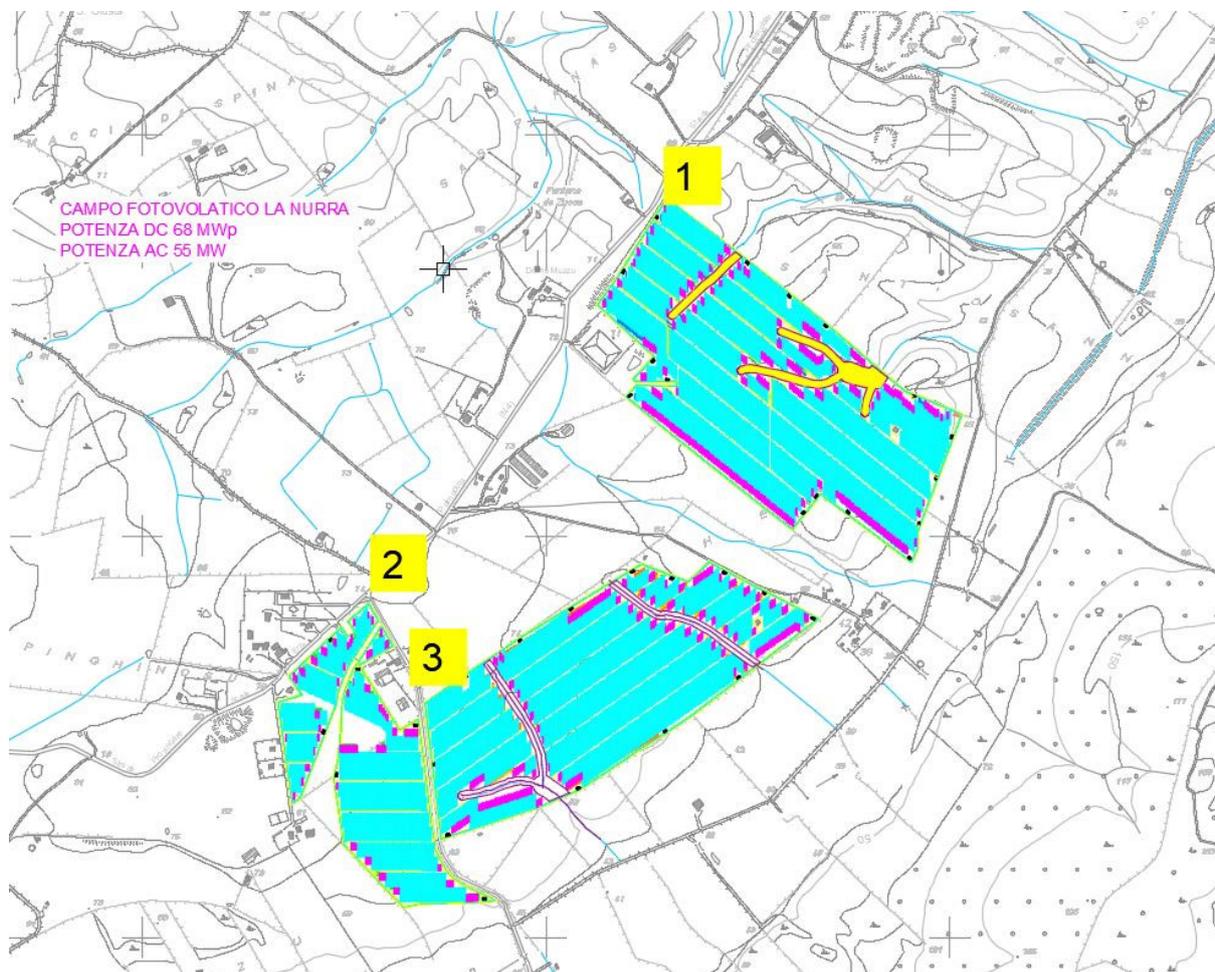


Fig. 2 Area d'impianto con individuazione accessi

Gli accessi principali alle varie aree dell'impianto sono evidenziati con in numeri 1, 2 e 3, più precisamente saranno da strada provinciale n.4 Scala Erre Palmadula il n.1 e 2, da strada provinciale n.46 il n.3.

All'interno del campo fotovoltaico, lungo la recinzione perimetrale, verrà realizzata una viabilità di servizio che dovrà agevolare le opere di controllo e manutenzione dell'impianto. Sarà caratterizzata da una larghezza di 3,0 m e da un cassonetto di 20 cm realizzato sotto il piano di campagna contenente la pavimentazione stradale realizzata con uno strato di tout-venant di 15 cm rullato e finito con 5 cm di pietrisco anch'esso adeguatamente costipato. La restante viabilità interna sarà realizzata mediante semplice sistemazione superficiale del terreno esistente e, se necessario, locale bonifica con pietrisco. Non saranno presenti pavimentazioni realizzate in conglomerato cementizio e/o in conglomerato bituminoso, garantendo così il mantenimento dell'attuale rapporto tra area interessata dall'impianto e

superficie permeabile. Unica eccezione saranno le aree occupate dalle cabine contenenti le apparecchiature elettriche. La somma di tali superfici è inferiore a 2000 m², trascurabile rispetto all'intera superficie occupata di circa 89,16 ha (rapporto pari a 0,0023).