

COMUNE DI: SASSARI

PROVINCIA: SASSARI
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE CASA SCACCIA"
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2202_R.03	20/02/2023	-	A4	1/97	-

PROPONENTE

AGRI BRUZIA Società Agricola A R.L.
Corso Europa, 1
87021 - Belvedere Marittimo (CS)

SVILUPPO



SET SVILUPPO s.r.l.
Corso Trieste, 19
00198 - Roma (RM)

PROGETTAZIONE

Ing. Giacomo Greco



Ing. Marco Marsico



Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	20/02/2023	Prima Emissione	Ing. G. Greco	Ing. M. Marsico	Ing. G. Greco

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

FATTORIA SOLARE "CASA SCACCIA"

AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

di potenza pari a 43,940 MWp

e sistema di accumulo pari a 12,50 MW

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 3
---	--	--------------

Sommario

1.	DATI GENERALI	5
1.1.	Il Proponente	5
1.2.	Il Progetto.....	6
1.3.	Motivazioni del Progetto Agrivoltaico	10
2.	RIFERIMENTI DI PROGETTO.....	13
2.1.	Inquadramento territoriale.....	13
2.1.1.	Viabilità ed accessibilità.....	18
2.1.2.	Descrizione del sito e delle interferenze	19
2.2.	Compatibilità con gli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale e analisi dei vincoli.....	22
2.2.1.	Pianificazione Nazionale.....	22
2.2.2.	Pianificazione Territoriale e quadro vincolistico.....	22
3.	ENERGIA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA	24
4.	ACCUMULO ELETTROCHIMICO.....	27
4.1.	Batterie al Litio e Storage Inverter	27
5.	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO	29
5.1.	Componenti Tecnico-Elettriche.....	32
5.1.1.	Moduli fotovoltaici	32
5.1.2.	Strutture elevate ad inseguimento solare.....	33
5.1.3.	Quadri di Parallelo Stringhe	34
5.1.4.	Inverter.....	36
5.1.5.	Power Station.....	37
5.1.6.	Storage Container	38
5.1.7.	Storage Inverter	38
5.1.8.	Storage Power Station	38
5.1.9.	Cavi di potenza BT e AT e cavidotti	39
5.1.10.	Cavi di segnale	43
5.1.11.	Sistemi SCADA	43
5.1.12.	Dimensionamento Sottocampi.....	44
5.1.13.	Dimensionamento Cavi	54
5.1.14.	Dimensionamento Storage.....	60
5.1.15.	Cabina di Raccolta	61
5.1.16.	Opere civili	62
5.2.	Caratteristiche Tecniche-Agronomiche.....	64
5.2.1.	Piano agronomico.....	64

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 4
---	--	--------------

5.2.2.	Sistema di irrigazione e gestione del campo.....	68
6.	OPERE DI CONNESSIONE.....	71
6.1.	Cavidotto e collegamento alla Nuova SE.....	74
6.1.1.	Sezione giunto a "Y".....	78
6.1.2.	Sezione di scavo e tracciato AT.....	79
7.	NORME E SPECIFICHE TECNICHE.....	81
8.	SISTEMA DI CONTROLLO, RECINZIONE E VIABILITA' INTERNA.....	85
9.	STIMA DELLA PRODUCIBILITÀ.....	87
9.1.	Benefici Ambientali.....	93
10.	DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI.....	95
11.	CRONOPROGRAMMA LAVORI.....	96
12.	VALORE DELL'OPERA.....	96
13.	BENEFICI SOCIO-ECONOMICI E RICADUTE OCCUPAZIONALI.....	97

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 5
---	--	--------------

1. DATI GENERALI

Proponente	AGRI BRUZIA Società Agricola a r.l.
Progetto	Agrivoltaico: progetto di miglioramento fondiario integrato da strutture fotovoltaiche elevate di potenza nominale pari a 43,940 MWp e completato da un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 12,5 MW, per una potenza in immissione complessivamente pari a 56,44 MW.
Coordinate geografiche	Latitudine: 40°41'46.67" NORD Longitudine: 8°20'32.65" EST
Comuni Interessati dal progetto	Sassari (SS)
Soluzione di Connessione	Codice Pratica Terna: 202103000

1.1. Il Proponente

Il proponente AGRI BRUZIA Società Agricola A R.L. è una società che da più di dieci anni opera nel settore agrivoltaico, principalmente come partner del gruppo EF Solare Italia S.p.A., primo operatore di fotovoltaico in Italia, partecipato al 70% da F2i - Fondi Italiani per le Infrastrutture, il più grande fondo infrastrutturale attivo in Italia, e al 30% da Crédit Agricole Assurances, primo investitore istituzionale francese nelle energie rinnovabili.

Nella provincia di Cosenza ed in particolare nei Comuni di Cassano allo Ionio, Villapiana, Scalea e Orsomarso, la società ha avviato lo sviluppo delle prime serre fotovoltaiche di EF Solare Italia S.p.A., partecipandone alla realizzazione. La società rientra, inoltre, nel gruppo di aziende agricole specializzate nella coltivazione in ambiente fotovoltaico, raccolte nel **Consorzio Le Greenhouse**, riconosciuto a livello Nazionale per la coltivazione sostenibile e innovativa di circa 35 ettari di serre fotovoltaiche, con oltre 15.000 piante di agrumi in pieno assetto vegetativo. Il Consorzio è nato per promuovere le coltivazioni in ambiente fotovoltaico sull'intero territorio nazionale, i protocolli colturali finora sperimentati, i risultati ottenuti e i prodotti agro-alimentari di alta qualità che ne derivano.

Infatti, l'esperienza agricola maturata nella coltivazione di agrumi in ambiente fotovoltaico in Calabria è stata applicata anche nelle serre sarde presenti nel Comune di Milis (OR), territorio caratterizzato anche esso dalla forte vocazione agrumicola. Nelle serre sono state messe a dimora piante di limoni, lime e fingerlime e, ai fini di tutela della biodiversità, è stata inserita una coltivazione di "Sa Pompia", agrume tipico della zona.

Progetto: Fattoria Solare “Casa Scaccia” AGRI BRUZIA SOCIETA’ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 6
---	--	--------------

L’agricoltura in ambiente fotovoltaico valorizza la forte vocazione agrumicola del territorio e, nella Riviera dei Cedri, contribuisce anche al mantenimento di una tradizione millenaria legata alla coltivazione del cedro, innovandola e rendendola sostenibile tramite:

- la riduzione del fabbisogno idrico annuo delle coltivazioni, grazie alla diminuzione dell’evapotraspirato e all’utilizzo di sistemi irrigui di precisione (risparmio del 70% di acqua rispetto al piano campo);
- il monitoraggio costante dell’attività fenologica delle piante tramite applicativi gestibili da remoto.

Per tale ragione, nell’Aprile 2022, Coldiretti ha assegnato ad una delle società del Consorzio – Lao Greenhouse – l’importante premio nazionale “Oscar Green” – categoria Sostenibilità e Transizione ecologica per i risultati raggiunti nella coltivazione del cedro in ambiente fotovoltaico in Calabria¹.

Con il progetto in proposta, la società persegue dunque due obiettivi prioritari: (i) miglioramento fondiario finalizzato alla valorizzazione delle vocazioni agricole territoriali con tutela delle biodiversità e delle tradizioni agroalimentari locali e (ii) contribuzione alla transizione energetica verso le energie rinnovabili con l’introduzione di innovazioni tecnologiche rispettose del paesaggio.

1.2. Il Progetto

Il progetto agrivoltaico denominato “Fattoria Solare Casa Scaccia” è un progetto di agricoltura innovativa che introduce in Sardegna un nuovo modello di sviluppo sostenibile che combina la coltivazione delle superfici agricole con la produzione di energie rinnovabili, rispondendo alle esigenze ambientali, climatiche e di tutela dei territori rurali.

Il progetto prevede il miglioramento fondiario di un’area di circa 82 Ha nel Comune di Sassari (SS), tramite l’implementazione di un piano agronomico integrato con strutture fotovoltaiche elevate e ad inseguimento solare monoassiale (c.d. tracker). L’insieme dei moduli fotovoltaici supportati da queste strutture e opportunamente connessi, determinerà nel complesso una potenza di picco pari a 43,94 MWp. L’impianto agrivoltaico sarà inoltre corredato da un sistema di accumulo (c.d. storage) in assetto AC Coupling, capace sia di assorbire che di immettere energia verso la Rete

¹ <https://www.coldiretti.it/economia/giornata-della-terra-i-vincitori-delloscar-green-2022>
https://www.repubblica.it/green-and-blue/2021/12/16/news/a_scalea_i_cedri_crescono_sotto_i_pannelli_fotovoltaici-329557056/
https://www.repubblica.it/green-and-blue/dossier/giornata-della-terra/2022/04/22/news/oscar_green_coldiretti_agricoltura-346456102/
(link consultati in data 13.03.2023)

Progetto: Fattoria Solare “Casa Scaccia” AGRI BRUZIA SOCIETA’ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 7
---	--	--------------

Elettrica Nazionale. Tale sistema è stato previsto all’interno dell’area di impianto, perseguendo obiettivi di funzionalità e di ottimizzazione degli spazi, ed avrà una potenza nominale pari a 12,5 MW.

Le opere di connessione necessarie per il collegamento dell’impianto agrivoltaico e del sistema di accumulo alla RTN sono costituite da un cavidotto interrato a 36 kV di circa 5,6 km che si estende lungo la fascia a nord della Strada Provinciale SP65 fino allo stallo arrivo produttore a 36 kV nella nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150/36 kV “Olmedo 380” da inserire in entrata alla RTN a 380 kV “Fiumesanto Carbo-Ittiri”.

L’impianto agrivoltaico e le parti che lo caratterizzano, nonché lo Storage in assetto AC Coupling, costituiranno il cosiddetto “Impianto di Produzione”. Per le opere di connessione, il cavidotto interrato a 36 kV da collegare in antenna allo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta SE costituisce opera di utenza per la connessione mentre la nuova SE, incluso lo stallo produttore a 36 kV, si configura come “Opere di Rete”.

La nuova SE e relative opere di potenziamento della RTN sono comuni con altri produttori e la progettazione della nuova SE e dello stallo a 36 kV è affidata ad un altro produttore costituitosi come Capofila. A valle del benessere di Terna, il progetto definitivo delle Opere di Rete sarà condiviso con la proponente che provvederà a includerlo e integrarlo nel progetto complessivo.



Figura 1: Inquadramento area impianto, percorso cavidotto e area nuova SE Olmedo su Ortofoto

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 8
---	--	--------------

Le strutture fotovoltaiche caratterizzanti l'impianto Agrivoltaico sono state studiate in combinazione con il piano agronomico e presentano dimensioni tali da consentire lo svolgimento dell'attività agricola nonché gli interventi di manutenzione sui principali componenti elettrici di impianto. I tracker sono caratterizzati da un'altezza dal suolo pari a circa 3,7 m e sono in grado di ruotare in direzione Nord-Sud fino ad un angolo di +55° e - 55° rispetto al piano orizzontale. Tuttavia, in base alle esigenze agricole, è stato preliminarmente concepito un tracking intorno ai 50° per avere una distanza dal suolo pari a circa 2,7 m in condizioni di massimo inseguimento solare. Le strutture sono infisse al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento e sono poste ad una distanza reciproca di interasse pari a circa 6,20 m in direzione Est-Ovest.

Tale assetto consente la coltivazione delle intere aree con un'ombra mobile che garantisce l'ottimale apporto di luce diretta e diffusa alle coltivazioni e permette l'utilizzo di sesti di impianto per la messa a dimora delle piante di tipo semi-intensivo. Le piante beneficeranno dell'azione di protezione da fenomeni atmosferici violenti e straordinari, fornita dai pannelli. In tale ottica, i sistemi agrivoltaici, come quelli in proposta, si possono equiparare a manufatti strumenti all'attività agricola, similari ai sistemi di protezione tradizionali sempre più necessari a causa del cambiamento climatico. In aggiunta, si classificano come sistemi ad alta innovazione tecnologica, contribuendo alla produzione di energia green.

La tipologia di impianto proposto è di tipo elevato - innovativo in cui l'agricoltura è gestita tramite i più avanzati sistemi di fertirrigazione e monitoraggio delle condizioni vegetative delle piante e del microclima in campo.

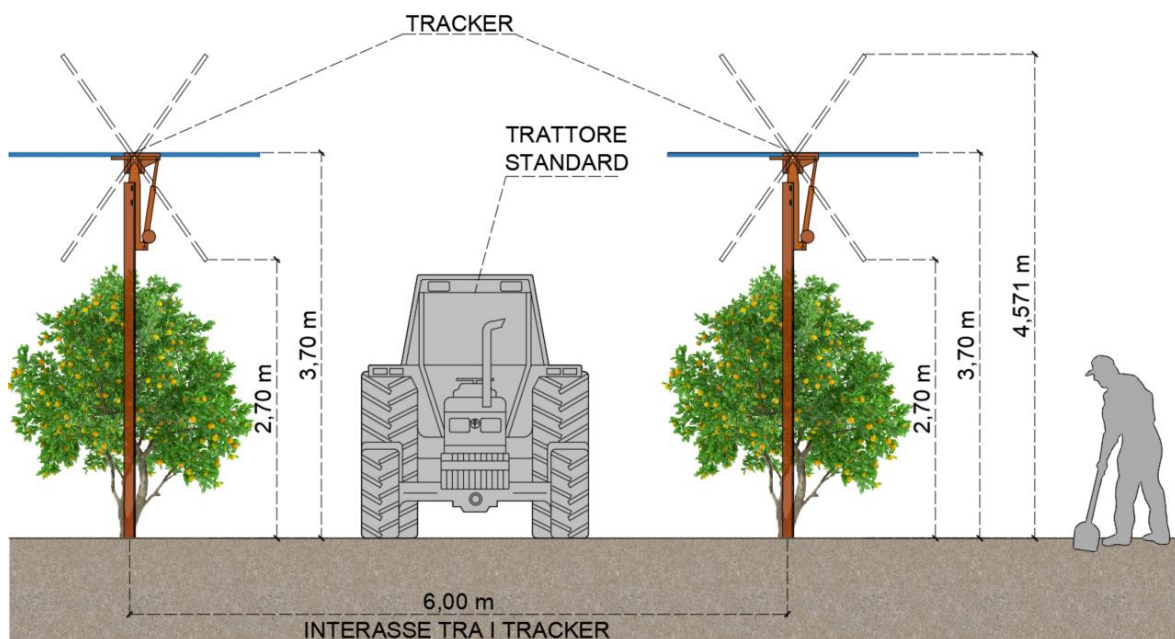


Figura 2: Esempio di impianto agricolo integrato con strutture fotovoltaiche

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 9
---	--	--------------

Il progetto mira, quindi, a valorizzare il fondo, aumentandone la capacità agricola attraverso l'implementazione di un importante piano di miglioramento fondiario.

A differenza degli impianti fotovoltaici a terra o impianti interfilari, l'impianto con moduli elevati dal suolo consente la valorizzazione del patrimonio agricolo tramite la coltivazione in sinergia con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile senza consumo di suolo.

A titolo esemplificativo si riporta l'immagine di un impianto agrivoltaico dimostrativo a consumo di suolo nullo, gestito dal Consorzio Le Greenhouse, con evidenza del sesto d'impianto che risulta essere invariato tra le colture poste in pieno campo e quelle poste in ambiente agrivoltaico.



Foto 1: Foto di un impianto dimostrativo realizzato nel complesso agrivoltaico di Scalea (CS) gestito dal Consorzio Le Greenhouse.

L'impianto agrivoltaico in proposta risulta dunque in accordo con gli obiettivi di tutela dell'ambiente, del paesaggio, del patrimonio storico e delle tradizioni agroalimentari locali evitando in ogni modo la compromissione delle caratteristiche peculiari del territorio.

La presenza dello Storage a corredo dell'impianto agrivoltaico rappresenta un ulteriore elemento di innovazione del progetto. L'accumulo sarà del tipo elettrochimico e sarà costituito da due elementi fondamentali, ovvero Storage inverter e Storage Container con l'obiettivo di accumulare l'energia e di rilasciarla verso la Rete Nazionale a seconda della richiesta degli utenti, contribuendo alla stabilizzazione dell'utilizzo delle rinnovabili in Italia.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 10
---	--	---------------

1.3. Motivazioni del Progetto Agrivoltaico

Il progetto agrivoltaico in proposta rappresenta un nuovo modello di sviluppo sostenibile che combina la coltivazione delle superfici agricole con la produzione di energie rinnovabili, rispondendo alle diverse sfide poste dalle esigenze ambientali.

Infatti, se da un lato si ritiene necessario proseguire con lo sviluppo di fonti di energia rinnovabile come sistema per soddisfare la domanda interna di energia e contemporaneamente ridurre le emissioni di gas serra dovuti all'utilizzo dei combustibili fossili, dall'altro lo sviluppo di soluzioni tradizionali su terreni a destinazione agricola – come il fotovoltaico a terra - riduce la disponibilità di terreni per la produzione agro-alimentare.

Il modello agrivoltaico di tipo elevato-avanzato nasce in risposta a tale conflitto relativo alla destinazione d'uso del suolo tra produzione di cibo e/o produzione di energia elettrica, contribuendo al contempo ad accrescere l'indipendenza energetica del Paese e aumentando la resilienza dell'attività agricola ai cambiamenti climatici.

L'agrivoltaico può, infatti, contribuire al rafforzamento e allo sviluppo del settore agro-pastorale:

- aumentando i ricavi di settore senza occupazione dei suoli e a zero impatto sulla vocazione agricola, ambientale e territoriale;
- apportando nuove risorse per investimenti in infrastrutture agricole innovative – come i sistemi fotovoltaici di protezione delle colture – che rendono le attività agricole più resilienti ai cambiamenti climatici;
- stabilizzando le opportunità di lavoro nelle comunità rurali e riducendone la stagionalità tramite la sostituzione di infrastrutture agricole temporanee con quelle più durevoli (un impianto agrivoltaico ha una vita utile pari almeno a 30 anni); il solare crea più posti di lavoro per megawatt di potenza generata rispetto a qualsiasi altra fonte di energia e l'agrivoltaico tende a tutelare e valorizzare i lavoratori già presenti sui territori, accrescendone anche l'occupazione nella parte agricola.

Ad oggi, la coesistenza dell'agricoltura con il fotovoltaico sulle stesse superfici, in termini di efficienza complessiva per l'utilizzo di suolo è dimostrata da diversi studi in ambito internazionale ed europeo puntualmente riportati nell'elaborato "2202_R.05_Piano Agronomico", insieme ai risultati ottenuti direttamente dalla società agricole del Consorzio Le Greenhouse che operano da più di 10 anni in ambiente fotovoltaico.

Per tale ragione, gli impianti agrivoltaici rappresentano un'opera strategica ai fini **dell'implementazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, nel quale si legge "l'obiettivo di diffondere impianti agrivoltaici di medie e grandi dimensioni" (p. 128) e,**

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 11
---	--	---------------

proprio in quest'ottica, è **stato espressamente previsto che essi siano opere di pubblica utilità, indifferibili e urgenti (v. art. 7-bis, comma 3, del d.lgs. n. 152/2006).**

Si sottolinea che la soluzione progettuale è stata studiata nell'ottica di valorizzare l'area da un punto di vista agronomico e di produttività dei suoli. La gestione agricola, inoltre, si avvarrà di sistemi di irrigazione di precisione volti al contenimento dei consumi idrici e sistemi di monitoraggio delle condizioni pedologiche delle coltivazioni e del microclima in campo.

Tale tipologia di impianto è in linea con la più recente normativa nazionale (v. art. 65 del d.l. n. 1/2012, come modificato da ultimo dalla legge n. 34/2022) che riconosce delle premialità e specifiche misure incentivanti "agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con **montaggio dei moduli elevati da terra**, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque **in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale**, anche **consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione**".

Infine, si sottolinea che ai sensi dell'art. 6, comma 9-bis del Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, come recentemente modificato dalla L. 27 aprile 2022, n. 34, art. 9 comma 1-bis, l'area interessata dal progetto è comparata alle aree classificate idonee per l'agrivoltaico, rientrando nelle distanze inferiori a 3 km da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale.

Per quanto riguarda i sistemi di accumulo, questi svolgono un ruolo fondamentale nell'ambito della transizione energetica in corso, contribuendo a:

- Fornire servizi ancillari di rete (ad esempio regolazione di frequenza) e supporto alla stabilità del sistema (es. inerzia);
- Limitare il *curtailment* di eolico e FV (previsto in aumento in assenza di altre misure) e ridurre i fenomeni di congestioni di rete;
- Ottimizzare gli investimenti in infrastrutture di rete.

In questo senso la possibilità di fornire capacità di regolazione di frequenza è garantita dai più alti livelli prestazionali di un sistema di accumulo rispetto agli impianti tradizionali, anche in virtù dei sistemi di sicurezza e regolazione generalmente adottati.

La possibilità di accumulare l'energia consente il riutilizzo della stessa quando viene meno la disponibilità di produzione da fonte eolica e solare, le quali risultano fonti rinnovabili caratterizzate da una certa aleatorietà. Inoltre, l'accumulo di energia consente di ottimizzare l'utilizzo della rete esistente sfruttando meglio la sua capacità, evitando sovraccarichi nelle ore di massima produzione delle rinnovabili e permettendo anche di fornire servizi di regolazione per migliorare la sicurezza del Sistema Elettrico Nazionale.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 12
---	--	---------------

È altresì possibile livellare i consumi e i relativi picchi di assorbimento immagazzinando energia nei periodi di basso fabbisogno, ovvero quando gli impianti di generazione sono costretti a operare in assetti meno efficienti (minimo tecnico), e rilasciandola nei periodi a fabbisogno più alto.

In virtù del **Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC)**, il raggiungimento degli obiettivi per la sicurezza energetica del sistema elettrico, **prevede l'installazione di nuovi sistemi di accumulo centralizzati per una potenza complessiva pari ad almeno 6 GW entro il 2030 (3GW entro il 2025)**, "prevalentemente rivolti a partecipare al mercato dei servizi di rete e localizzati principalmente nella zona Sud seguita da Sicilia e Sardegna". Di questa nuova capacità di accumulo almeno il 50% dovrà essere costituita da sistemi di accumulo elettrochimici.

L'impianto di accumulo sarà quindi in grado di garantire diversi servizi di dispacciamento e controllo della frequenza sulla base delle necessità della rete, partecipando al mercato dei servizi e ai progetti pilota indetti dal gestore della rete di trasmissione. A tal proposito, si menziona il progetto "Fast Reserve" avviato da Terna S.p.A. per la fornitura del servizio di regolazione ultra-rapida della frequenza, all'interno del quale a ciascuna area geografica è stato attribuito un contingente di potenza.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 13
---	--	---------------

2. RIFERIMENTI DI PROGETTO

2.1. Inquadramento territoriale

L'area identificata per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico è ubicata nel Nord-Ovest della Sardegna nel Comune di Sassari (SS), a circa 17 km dal centro abitato, in località denominata Tottubella, a ridosso del Monte Uccari, ad Ovest della medesima città. Il sito, inoltre, si trova a 15 km a Sud dal Comune di Porto Torres e a Nord di Alghero ad una distanza simile.

Il sito sorge lungo la "Strada Provinciale SP65", raggiungibile sia percorrendo la "Strada Provinciale SP42" che la "Strada Statale SS291", nei pressi di tre aree industriali di cui due cave attive classificate dal Piano Urbanistico Comunale di Sassari come "Zone D 4 - Aree estrattive di prima e seconda categoria" e un'area industriale classificata come "Zone D 2.3 - Insediamenti produttivi artigianali agro-industriali". Le suddette aree distano meno di 2km dall'area d'impianto come riportato nell'elaborato di riferimento "2202_T.A.23_Estratto Piano Urbanistico Comunale di Sassari_Rev00".

Al fine di connettere l'impianto Agrivoltaico alla RTN è prevista la realizzazione di un cavidotto AT a 36 kV interrato per una lunghezza pari a 5,6 km, posizionato per gran parte lungo la Strada Provinciale SP65 all'interno del Comune di Sassari.

Il cavidotto collega l'impianto Agrivoltaico alla futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150/36 kV denominata "Olmedo 380", da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Fiumesanto Carbo-Ittiri" in un'area a destinazione agricola all'interno del Comune di Sassari, sempre in prossimità della SP 65.

Il sito d'intervento è censito al N.C.T. del Comune di Sassari (SS) tra le aree classificate come "Zona Agricola E" con i seguenti riferimenti catastali:

Area Impianto Agrivoltaico:

Riferimenti Catastali <i>Fattoria Solare "Casa Scaccia"</i> <i>COMUNE DI SASSARI (SS)</i>	<u>Foglio:</u> 92 <u>Mappali:</u> 1 - 16 - 147
	<u>Foglio:</u> 101 <u>Mappali:</u> 4 - 5

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 14
---	--	---------------

Percorso Cavidotto:

Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI SASSARI (SS)	<u>Foglio</u> : 92 <u>Mappali</u> : 15 - 16 - 8 - 53 - 55 - 56 - 139 - 61 - 32 - 99 - 33 - 12
Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI SASSARI (SS)	<u>Foglio</u> : 80 <u>Mappali</u> : 167 - 168
Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI SASSARI (SS)	<u>Foglio</u> : 81 <u>Mappali</u> : 103 - 42 - 22 - 46 - 45 - 57 - 56
Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI SASSARI (SS)	<u>Foglio</u> : 94 <u>Mappali</u> : 72 - 89 - 77 - 78 - 4 - 80 - 84 - 169 - 170 - 174 - 171
Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI SASSARI (SS)	<u>Foglio</u> : 82 <u>Mappali</u> : 156 - 54 - 51 - 52 - 56

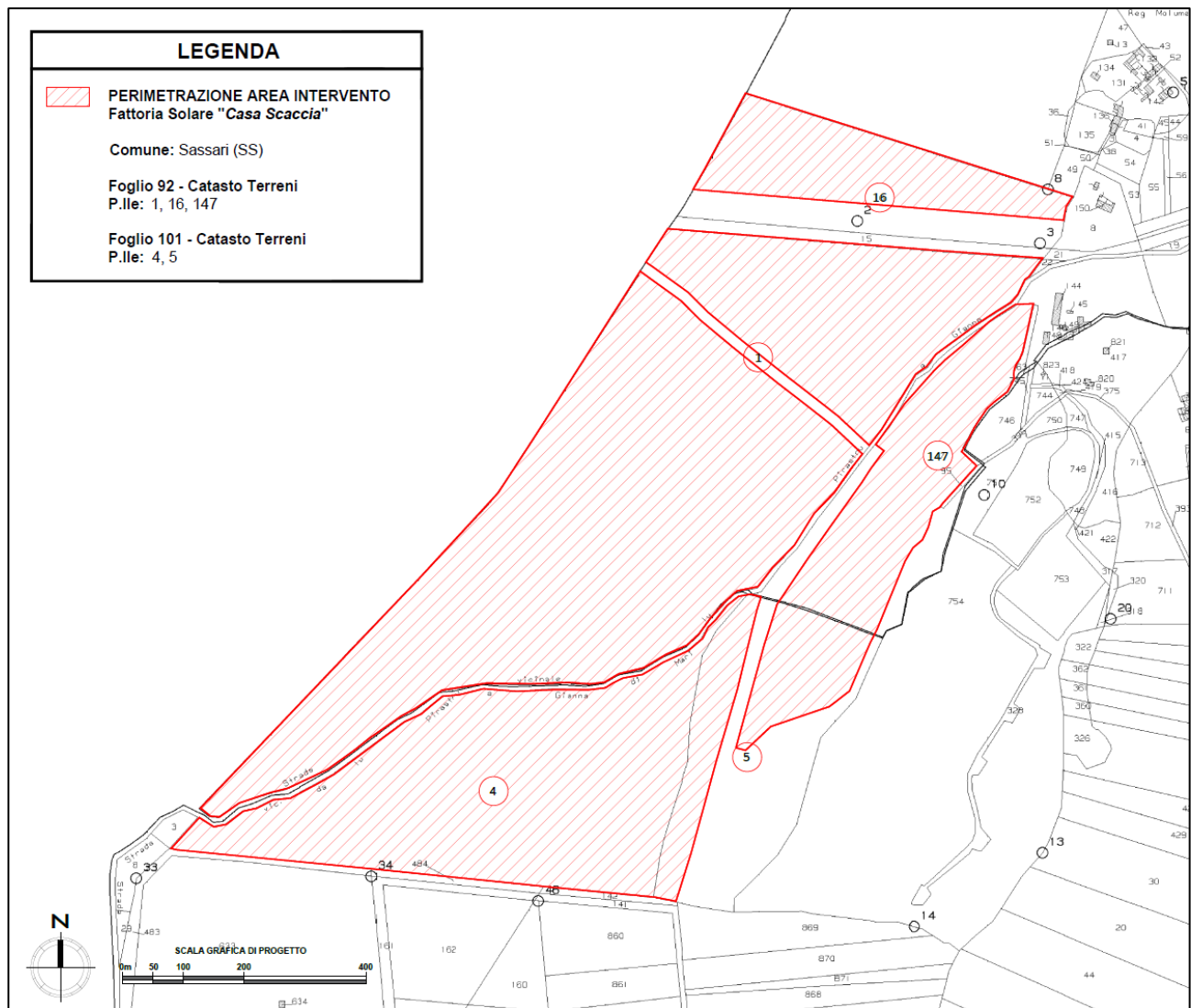


Figura 3: Inquadramento area impianto su catastale. Riferimento Elaborato Grafico "2202_T.A.04_Inquadramento Area Impianto su Catastale"

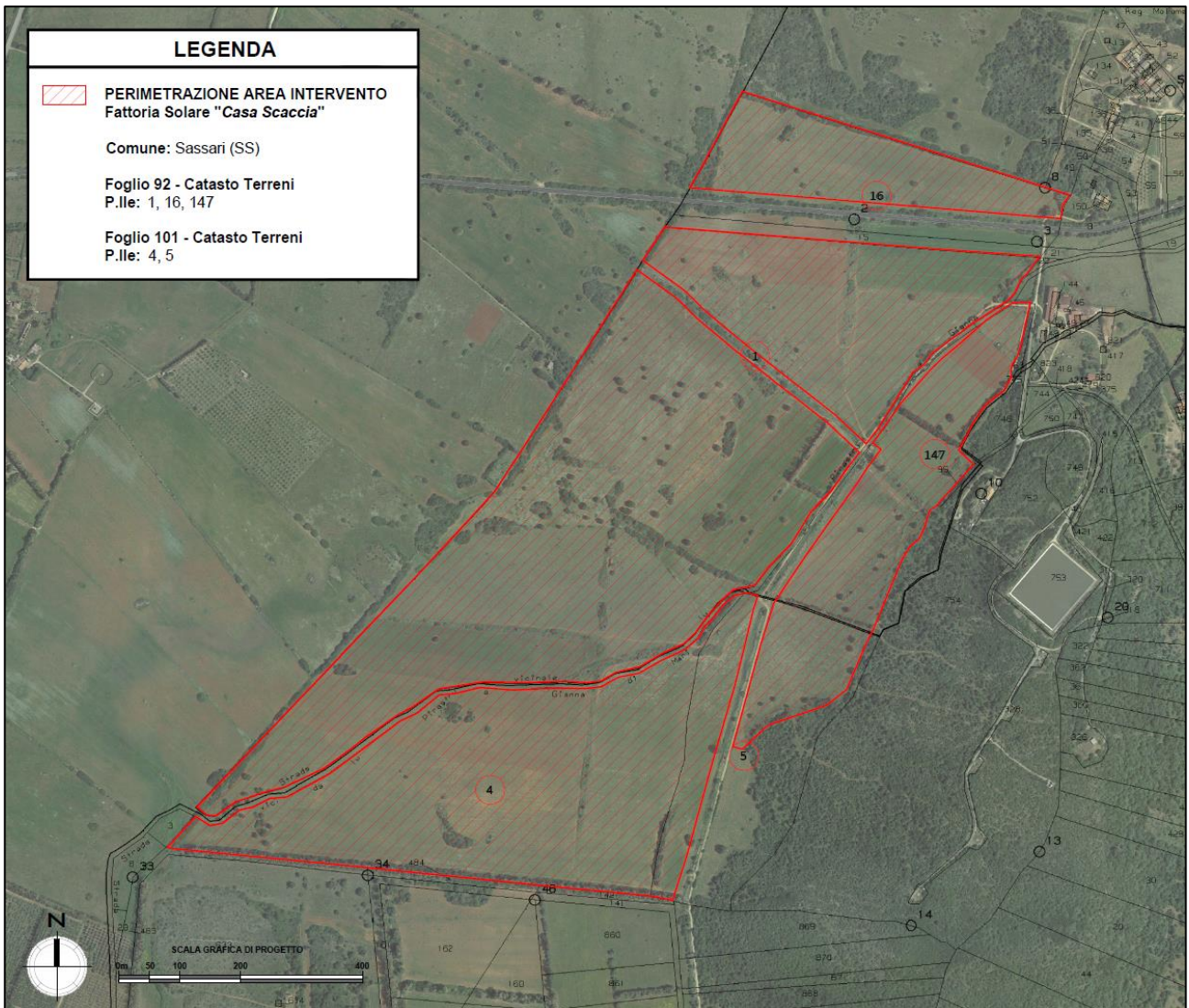


Figura 4: Inquadramento area impianto su Orto - Catastale. Riferimento Elaborato Grafico
"2202_T.A.03_Inquadramento Area Impianto su Orto-Catastale"

Progetto: Fattoria Solare “Casa Scaccia” AGRI BRUZIA SOCIETA’ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 17
---	---	----------------------

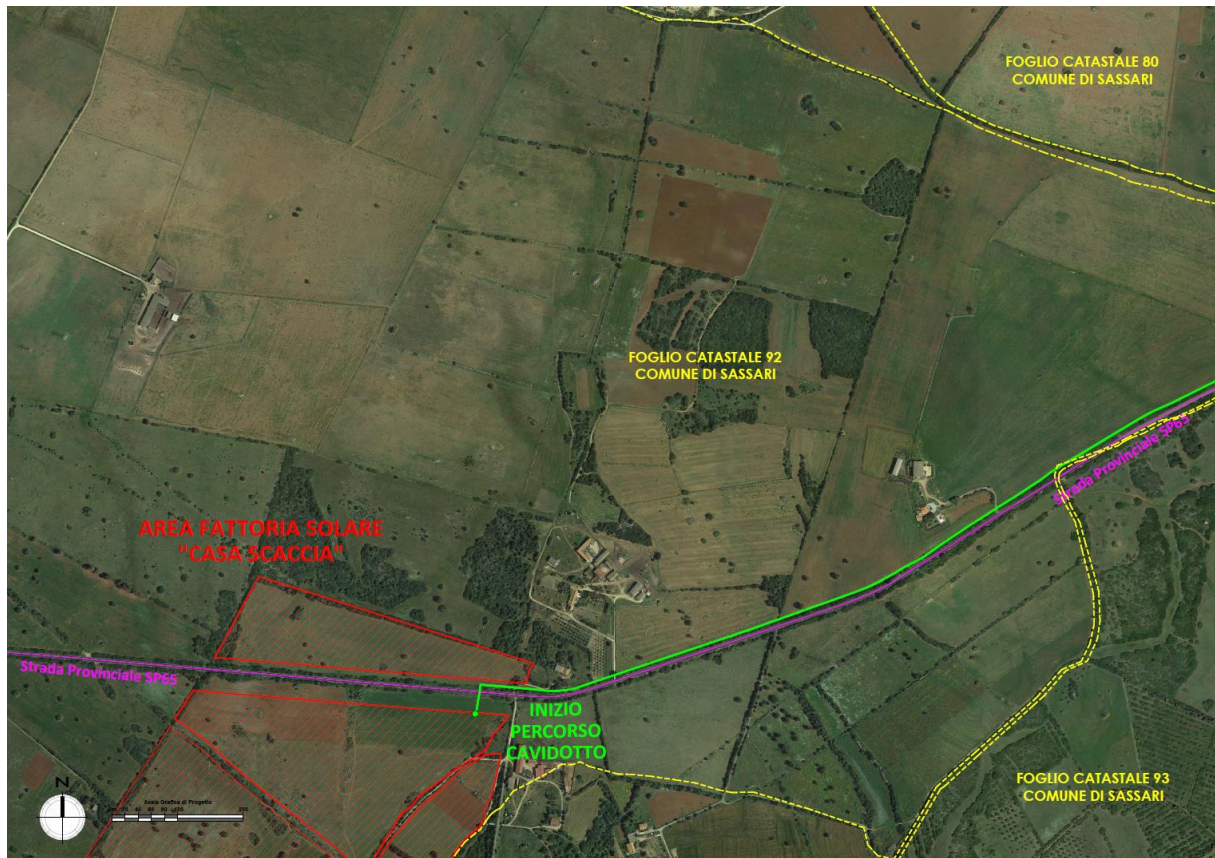


Figura 5: Inquadramento Territoriale “Percorso Cavidotto” con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Quadro 1

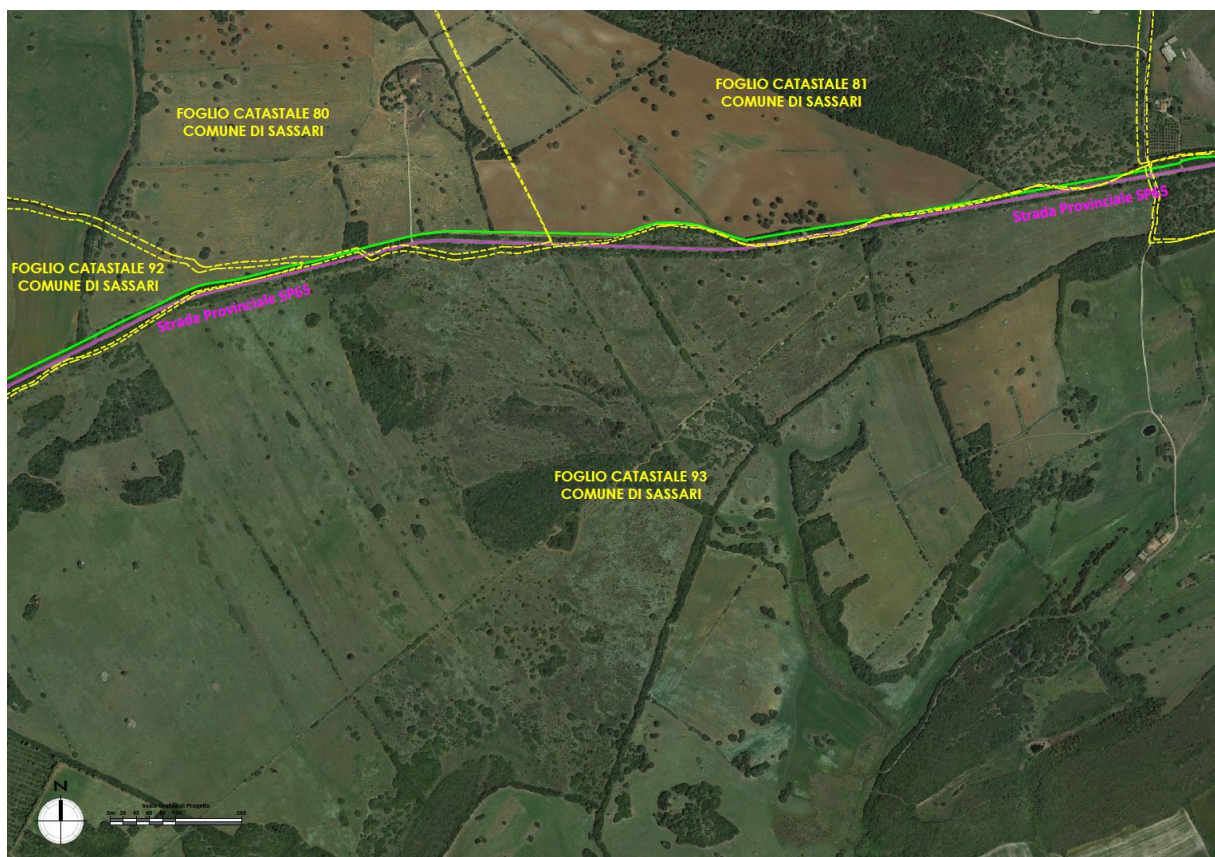


Figura 6: Inquadramento Territoriale “Percorso Cavidotto” con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Quadro 2

Progetto: Fattoria Solare “Casa Scaccia” AGRI BRUZIA SOCIETA’ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 18
---	--	---------------

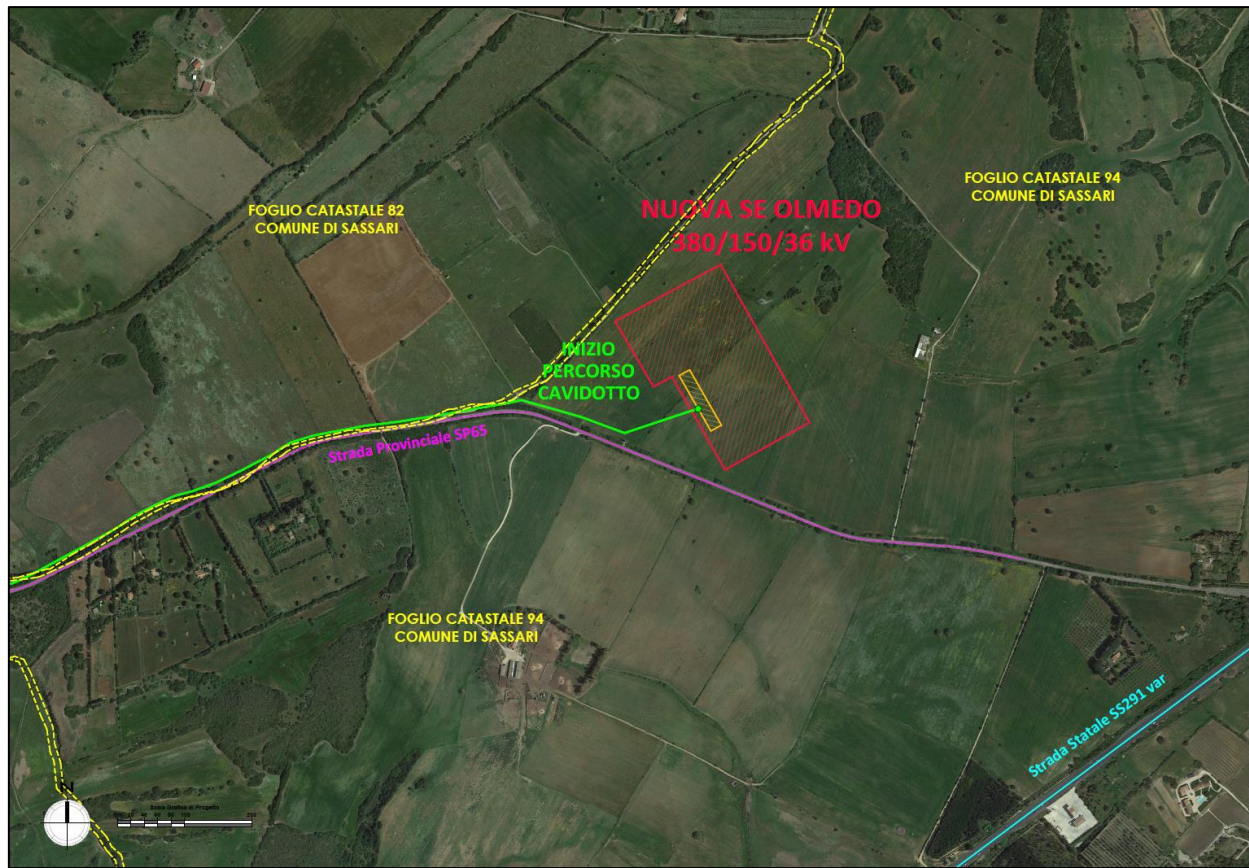


Figura 7: Inquadramento Territoriale “Percorso Cavidotto” e Area nuova “SE Olmedo” con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Quadro 3

2.1.1. Viabilità ed accessibilità

L’area d’intervento è situata in prossimità della “Strada Provinciale SP65” che attraversa e suddivide il sito nella parte Nord, facilitandone l’accesso al sito e il collegamento con altri assetti viari secondari e principali quali “Strada Provinciale SP42” e “Strada Statale SS291 var della Nurra” che risulta essere una dorsale viaria principale per la Sardegna.

La viabilità all’interno del sito è garantita da una strada secondaria che attraversa longitudinalmente il sito in direzione Nord-Sud utilizzabile per la percorrenza perimetrale dell’impianto e partendo proprio dalla “Strada Provinciale SP65”. Inoltre, come emerge dagli estratti delle mappe catastali, nel sito è presente una strada vicinale denominata “Da Lu Pirastru a Gianna di Mari” utilizzata nel progetto come viabilità secondaria esterna all’area d’impianto.

Il sito sarà reso accessibile da una serie di cancelli carrabili e pedonali per consentire l’entrata e l’uscita alle varie sezioni del campo compatibilmente alle esigenze agricole e di conduzione dell’impianto.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 19
---	--	---------------

2.1.2. Descrizione del sito e delle interferenze

L'area interessata dall'impianto agrivoltaico in proposta ha un'estensione di circa 82 Ha. Il sito confina a Sud ed Ovest con altri lotti agricoli coltivati prevalentemente a seminativo mentre a Nord e ad Est, in aree limitrofe al sito, sono presenti delle aree con copertura vegetale arbustiva della macchia. Ad est è, inoltre, presente il Monte Uccari, una piccola altura di forma tondeggiante allungata in direzione Nord – Nord-Est, che si erge dalla pianura circostante sino alla quota di 123 m s.l.m. È costituita da calcari anche dolomitici per lo più grigi e presenta una copertura vegetale costituita da specie arbustive e attualmente non presenta connessioni con le attività di cava.

Nel complesso il sito presenta un'orografia pianeggiante e un'altitudine media compresa tra 47 e 56 m s.l.m. Il terreno è attualmente utilizzato per la coltivazione di erbacee per foraggiamento e in minima parte come pascolo. Parte del sito risulta già recintato al fine di controllare il pascolo bovino presente.



Figura 8: Immagini Scattate all'interno del sito d'intervento

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 20
---	--	---------------

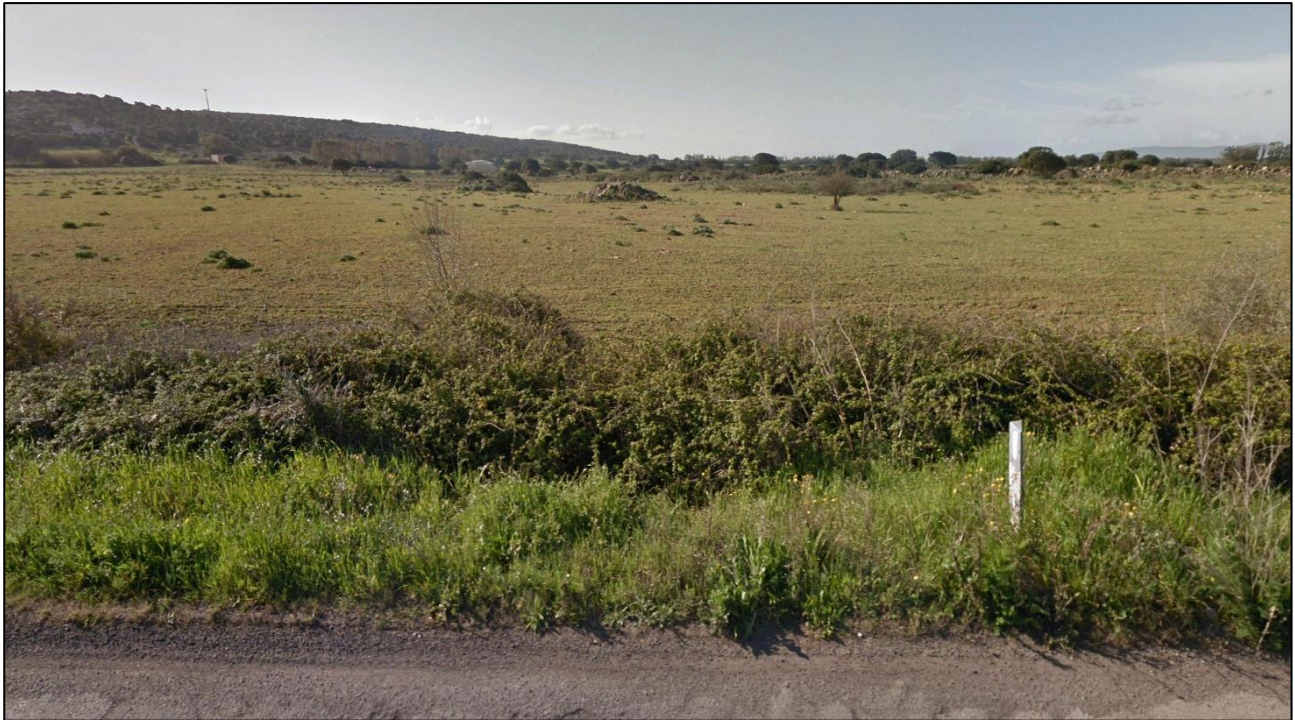


Figura 9: Area per Impianto agrivoltaico scattata da SP65 con cono di ripresa verso Sud Coordinate Foto (40°42'5.09"N ; 8°20'43.47"E)



Figura 10: Area per Impianto agrivoltaico scattata da SP65 con cono di ripresa verso Nord Coordinate Foto (40°42'5.09"N ; 8°20'43.47"E)

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 21
---	--	---------------

Per quanto riguarda le interferenze, si segnala:

- la presenza di un vaso artificiale situato sulla sommità del Monte Uccari e che risulta vincolato ai sensi dell'art. 17 comma 3, lettera g) delle NTA del PPR, del quale si è tenuto conto in fase di progettazione del layout di impianto evitando che le strutture componenti l'impianto agrivoltaico ricadessero nella fascia di rispetto di 300m.
- in riferimento alla Strada Provinciale SP65, che suddivide il sito a Nord, si è mantenuta una distanza adeguata con le strutture componenti l'impianto agrivoltaico in proposta, come indicato dal DPR n.495/1992 art.26 (art.16 Cod. Str.). Al fine di valutare e offrire una soluzione per il superamento delle interferenze si rimanda alla consultazione dello specifico elaborato grafico *"2202_T.P.13b_Layout Impianto con evidenza interferenze con Strada Provinciale_Rev00"*.
- alcune condotte consortili utilizzate per scopo irriguo, che, partendo dal centro dell'area, si diramano in tutte e quattro le direzioni cardinali. Al fine di valutare e offrire una soluzione per il superamento delle interferenze si rimanda alla consultazione dello specifico elaborato grafico *"2202_T.P.13a_Layout Impianto con evidenza interferenze con condotte consortili_Rev00"*.
- una linea elettrica MT che attraversa il sito longitudinalmente nell'estremità Nord-Est. Rispetto a tale linea, si sottolinea che nella stesura del layout di impianto si è tenuto conto delle rispettive distanze di prima approssimazione (cd. DPA) e nessuna struttura componente l'impianto agrivoltaico risulta in interferenza.

Il cavidotto si sviluppa in aree a destinazione prevalentemente agricola e si estende lungo la Strada Provinciale SP65 all'interno del comune di Sassari (SS) fino all'area dedicata alla nuova Stazione Elettrica di rinforzo della RTN denominata "SE Olmedo". L'opera richiederà in alcuni punti di intersezione con Strada Provinciale SP65 o con la Rete di Approvvigionamento Idrico la trivellazione orizzontale controllata (c.d. TOC) così come specificato nell'elaborato di dettaglio *"2202_T.P.18_Dettaglio Percorso Cavidotto_Rev00"* e come evidenziato anche nell'elaborato *"2202_R.04_Studio di Inserimento Urbanistico_Rev00"*.

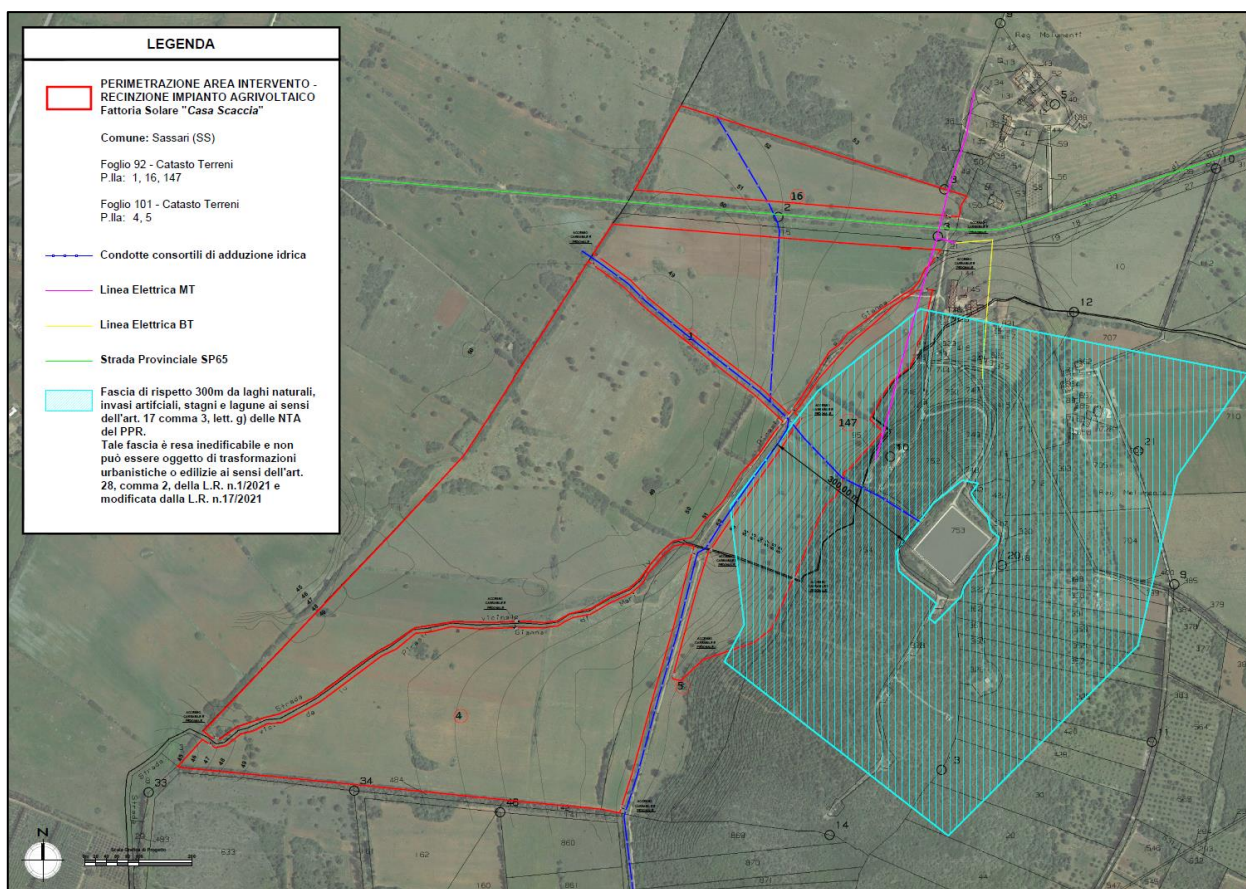


Figura 11: Inquadramento Territoriale su Catastale e Ortofoto delle Aree di Progetto con Interferenze Riferimento Elaborato Grafico "2202_T.A.05_Rilievo Plano-Altmetrico Area Impianto con Interferenze"

2.2. Compatibilità con gli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale e analisi dei vincoli

2.2.1. Pianificazione Nazionale

Il Progetto in esame è allineato, oltre che alle norme e leggi nazionali in materia di impianti di produzione da fonti rinnovabili, alle strategie espresse dai documenti di programmazione e pianificazione esaminati quali il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima - PNIEC 2030, Strategie Energetiche Nazionali (SEN), il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Nello specifico è coerente con le politiche strategiche che prevedono un uso sostenibile ed efficiente delle risorse ambientali per lo sviluppo energetico.

2.2.2. Pianificazione Territoriale e quadro vincolistico

Al fine di verificare la coerenza e la compatibilità delle opere di progetto in esame, sono stati analizzati gli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti. Sono stati analizzati, tramite geoportali regionale e nazionali, tra gli altri:

- il Piano Paesaggistico Regionale (PPR);

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 23
---	--	---------------

- il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PUP/PTCP);
- il Piano Urbanistico Comunale (PUC);
- il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) comprendente il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), con studio degli elementi idrici c.d. Strahler;
- Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)
- Delibera Regionale G.R. n. 59/90 del 27.11.2020

Per dettagli si fa riferimento all'elaborato "2202_R.04_Studio di inserimento urbanistico_Rev00" e si specifica che **il sito non interessa aree:**

- ricadenti nella Rete Natura 2000 e Progetto Natura (ZPS, ZSC, SIC, Ramsar, IBA, EUAP);
- interessate da vincoli paesaggistici (L.R. 45/89 e ss.mm.ii.);
- interessate da vincoli su beni storico-artistici-archeologico (L.1089/39 e ss.)
- interessate da vincoli di natura ambientale-naturalistica (L.R. 31/ 89 e ss.mm.ii.)
- interessate da vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267/1923;
- attraversate dal fuoco ai sensi della Legge n. 353 del 21.11.2000.

Relativamente ai vincoli idraulici e geomorfologici come risulta dalle Cartografie PAI, non sono presenti nell'area d'intervento né pericoli e conseguenti rischi idraulici (Pericolo e Rischio Alluvioni PAI), né pericoli e conseguenti rischi geomorfologici (Pericolo e Rischio Frane PAI).

Ai sensi della Delibera Regionale 59/90 del 2020, si evidenzia che il sito ricade nella macrocategoria "Ambiente e Agricoltura - 7. Aree agricole interessate da produzioni di qualità" e, nello specifico, nella sottocategoria "Terreni agricoli irrigati gestiti dai Consorzi di Bonifica".

Si sottolinea che l'impianto in progetto, come specificato in precedenza, si configura come un impianto agrivoltaico che combina la coltivazione delle superfici agricole, adoperando anche le reti di distribuzione consortili, con la produzione di energie rinnovabili, senza la minima sottrazione di suolo agricolo e rispondendo, anzi, alle esigenze ambientali, climatiche e di tutela dei territori rurali. Per tale ragione, non rilevano eventuali vincoli ai sensi della Delibera n. 59-90 / 2020.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 24
---	--	---------------

3. ENERGIA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA

Tra le fonti energetiche, soprattutto in considerazione alle attuali esigenze di decarbonizzazione e autosufficienza energetica nazionale, quella solare rappresenta il principale esempio di fonte rinnovabile, in quanto risulta la fonte maggiormente diffusa sul pianeta. Infatti, il sole irradia ogni anno circa 20.000 miliardi di TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio), quantità circa 2.000 volte superiore a quanto richiesto per soddisfare tutte le richieste energetiche del pianeta.

L'energia irradiata dal sole deriva da reazioni termonucleari che consistono essenzialmente nella trasformazione di quattro nuclei di idrogeno in un nucleo di elio. È nota la possibilità di convertire la radiazione solare in energia elettrica sfruttando l'effetto fotoelettrico caratteristico dei semiconduttori.

Nello specifico, l'energia elettrica viene "prodotta" mediante la conversione della radiazione solare in energia elettrica, sfruttando il potenziale elettrico indotto dal flusso di fotoni che colpisce il materiale semiconduttore (silicio). Per incrementare l'effetto fotoelettrico si utilizzano agenti droganti donori (tipo n) e accettori (tipo p) di elettroni (nel caso del silicio, sono generalmente utilizzati atomi di fosforo come donori e atomi di boro come accettori), rispettivamente per la superficie superiore e inferiore del semiconduttore. L'energia associata al flusso di fotoni che investe il semiconduttore è così in grado di generare un certo numero di coppie elettrone/lacuna del reticolo del materiale che, se sono generate da fotoni con energia sufficiente, non si ricombinano e creano una differenza di potenziale. Le coppie di cariche opposte generate risentono di tale potenziale elettrico all'interno alla giunzione costituita dalle porzioni di semiconduttore drogate diversamente (n-p) e si muovono di conseguenza, generando così una corrente elettrica.

Il processo che genera questa energia viene chiamato "*effetto fotovoltaico*", ovvero il meccanismo che, partendo dalla luce del sole, induce la "stimolazione" degli elettroni presenti nel silicio di cui è composta ogni cella solare. Semplificando al massimo: quando un fotone colpisce la superficie della cella fotovoltaica, la sua energia viene trasferita agli elettroni presenti sulla cella in silicio. Dunque, la cella fotovoltaica si comporta come un generatore di corrente continua.

La potenza di una cella fotovoltaica varia in funzione della temperatura e dell'irradiazione solare incidente. Per valutare le caratteristiche prestazionali delle diverse celle ci si riferisce alle condizioni standard di riferimento imposte dalle norme internazionali STC (Standard Test Conditions):

- Radiazione incidente: 1.000 W/m²;
- Temperatura moduli: 25 °C;
- Spettro: 1.5 AM;

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 25
---	--	---------------

- Vento: 0 m/s.

La potenza della cella in condizioni STC viene definita comunemente potenza di picco con unità di misura Wp che rappresenta, in sostanza, un valore limite superiore.

Sulla possibilità di avvicinarsi a tale limite superiore incidono ovviamente altri fattori oltre alle condizioni ambientali, tra cui:

- l'esposizione, intesa anche come l'adeguata scelta delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici e la loro corretta collocazione all'interno del campo;
- l'adeguato dimensionamento dei principali componenti "attivi" (moduli fotovoltaici, inverter, quadri elettrici, cablaggi ecc.);
- la manutenzione nel corso della vita utile dei singoli componenti al fine di preservare nel tempo le caratteristiche elettriche nominali.

Di seguito si elencano le componenti che costituiscono l'impianto agrivoltaico e si rimanda al capitolo successivo per maggior dettaglio:

Modulo Fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico è costituito dalla composizione di più celle collegate in serie e in parallelo assemblate in unica struttura. Solitamente le celle vengono incapsulate tra una lastra di vetro ed una di plastica, garantendo così la tenuta ai raggi ultravioletti ed alla temperatura.

L'incapsulamento mediante laminazione a caldo ed il montaggio di una cornice di protezione dovranno garantire la durata di vita del modulo tra 25 e 30 anni. Solitamente i moduli sono fissati su strutture in acciaio infisse al suolo.

Stringa fotovoltaica

Il collegamento elettrico in serie di più moduli si definisce stringa; il numero di moduli della stringa ne definiscono la tensione di lavoro del campo fotovoltaico. Il campo fotovoltaico è ottenuto poi dal collegamento in parallelo delle stringhe. Le stringhe vengono messe in parallelo sia mediante opportuni quadri di parallelo (c.d. QPS), sia direttamente sugli ingressi DC degli inverter.

Inverter

Prima dell'immissione, l'energia continua (DC) viene trasformata in energia alternata (AC), solitamente trifase, tramite convertitori statici denominati Inverter. Questi dispositivi presentano un'ampia gamma di potenze, da qualche kW fino a 4 MW o più, ai quali si collega il generatore

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 26
---	--	---------------

fotovoltaico tramite le linee DC provenienti da Quadri di Parallelo stringhe, o tramite l'innesto diretto delle stringhe stesse.

A valle degli inverter, un trasformatore eleva la tensione fino ad un livello accettabile per l'immissione in rete e per il trasporto dell'energia su lunghe distanze. L'energia così prodotta dal campo fotovoltaico viene immessa nella Rete Elettrica Nazionale.

Strutture di fissaggio ad inseguimento solare

I moduli fotovoltaici sono montati su strutture di sostegno costituite essenzialmente da tre componenti:

- i pali in acciaio, direttamente infissi nel terreno (nessuna fondazione prevista);
 - la struttura porta moduli girevole montata sulla testa dei pali, composta da profilati in alluminio, sulla quale vengono posati i moduli fotovoltaici;
 - l'inseguitore solare monoassiale, costituito essenzialmente da un motore elettrico (controllato da un software), che tramite un'asta collegata al profilato centrale della struttura di supporto, permette di ruotare la struttura durante la giornata, posizionando i pannelli nella perfetta angolazione per minimizzare la deviazione dall'ortogonalità dei raggi solari incidenti, ed ottenere per ogni cella un surplus di energia fotovoltaica generata.
-

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 27
---	--	---------------

4. ACCUMULO ELETTROCHIMICO

Un sistema di accumulo (c.d. Storage) è un sistema caratterizzato da un insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica. Tale sistema deve essere in grado di operare in maniera continuativa e in parallelo con la rete. Il Sistema di accumulo può essere installato su impianti di produzione secondo tre diverse configurazioni, individuate dalle norme CEI e che si differenziano in base alla modalità di carica e al posizionamento elettrico dello stesso:

- Monodirezionale lato produzione;
- Bidirezionale lato produzione;
- Bidirezionale post-produzione.

Nel caso in progetto si tratterà di un impianto bidirezionale lato post-produzione (c.d. AC Coupling) per cui sarà possibile interfacciarsi alla RTN in immissione e in prelievo in maniera disaccoppiata rispetto alla produzione, ovvero anche quando l'impianto Agrivoltaico non è in funzione.

Tra i sistemi più comunemente utilizzati, vi sono i sistemi Storage di tipo elettrochimico.

4.1. Batterie al Litio e Storage Inverter

La maggior parte dei sistemi Storage utilizza batterie al litio e si basa su un gruppo variegato di tecnologie, in cui il filo conduttore per accumulare energia è l'utilizzo degli ioni di litio, particelle con una carica positiva libera che possono facilmente entrare in reazione con altri elementi.

Il funzionamento di carica e scarica si basa sulla presenza di un elettrodo positivo (catodo in litio) ed un elettrodo negativo (costituito da un anodo in carbonio) e si realizza tramite reazioni chimiche che consentono di accumulare e restituire l'energia.

Il catodo è solitamente costituito da un ossido litiato di un metallo di transizione (LiTMO_2 con $\text{TM} = \text{Co, Ni, Mn}$) che garantisce una struttura a strati o a tunnel dove gli ioni di litio possono essere inseriti o estratti facilmente. L'anodo è generalmente costituito da grafite allo stato litiato in cui ogni atomo è legato ad altri tre in un piano composto da anelli esagonali fusi e che grazie alla delocalizzazione della nuvola elettronica conduce elettricità.

E' presente dunque un elettrolita, composto tipicamente da sali di litio come l'esaffluorofosfato di litio (LiPF_6) disciolti in una miscela di solventi organici (carbonato di dimetile o di etilene) la cui membrana separatrice è costituita normalmente da polietilene o polipropilene.

Le batterie al litio presentano caratteristiche tecnologiche interessanti per le applicazioni energetiche, tra cui la modularità, l'elevata densità energetica e l'alta efficienza di carica e scarica, che può superare il 90% a livello di singolo modulo.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 28
---	--	---------------

Da un punto di vista pratico i moduli vengono assemblati in appositi armadi (rack), che verranno organizzati all'interno di container batterie in modo da conseguire i valori di tensione, corrente e quindi potenza desiderati.

Trattandosi per il progetto in proposta di uno storage in AC Coupling, la prerogativa è quella di offrire un servizio alla Rete Elettrica Nazionale. Il gruppo batterie dovrà dunque essere corredato da opportune Power Station dotate di Storage Inverter in grado di determinare la conversione AC/DC e viceversa.

Ciascun Storage Inverter, presenterà caratteristiche elettriche ed elettroniche analoghe ad un comune inverter (generalmente centralizzato) caratterizzante un campo fotovoltaico, con la differenza di poter determinare la conversione AC/DC per la ricarica delle batterie dalla Rete e DC/AC per l'immissione in Rete dell'energia immagazzinata.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 29
---	--	---------------

5. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

L'impianto agrivoltaico ha una potenza di picco, data dalla somma delle potenze nominali dei singoli moduli fotovoltaici, pari a 43,940 MWp. L'impianto si compone di n.2953 tracker ad inseguimento solare Est-Ovest e n.70.872 moduli fotovoltaici. Su ciascun tracker sono montati n.24 moduli fotovoltaici collegati in serie, a formare una stringa per tracker. Le stringhe così concepite saranno raccolte mediante QPS e ripartite su n.11 Power Station, ciascuna delle quali caratterizzata da un inverter centralizzato. In corrispondenza delle Power Station (c.d. PS) avverrà l'elevazione BT/AT grazie alla presenza di un TR BT/AT opportunamente dimensionato e collegato ad un quadro a 36 kV dal quale si articolerà la linea interrata AT fino alla Cabina di Raccolta.

L'impianto agrivoltaico sarà corredato da un sistema di accumulo dell'energia in assetto AC Coupling (c.d. Storage), avente una potenza pari a 12,5 MW, data dalla somma delle potenze dei singoli Container di Batterie. Complessivamente saranno installati n.5 container di batterie (c.d. Storage Container o SC), ognuno di potenza 2,5 MW, i quali saranno collegati a n.5 Storage Power Station (c.d. SPS). All'interno di ciascuna SPS sarà presente uno Storage Inverter per la conversione DC/AC o AC/DC, un trasformatore per l'elevazione BT/AT e il quadro elettrico a 36kV.

Tutte le Power Station, sia dell'impianto Agrivoltaico e sia del sistema di Storage, sono collegate in modalità anulare ad una Cabina di Raccolta, dalla quale si articolerà il cavidotto a 36 kV fino alla Stazione Elettrica da inserire in entra-esce alla linea "Fiumesanto Carbo-Ittiri" che, come regolamentato nel Preventivo di Connessione rilasciato da Terna Spa, rappresenterà il punto di connessione dell'impianto in proposta.

Ai fini di un corretto funzionamento dell'impianto, la fase progettuale assume un ruolo fondamentale. Infatti, scegliere in maniera corretta la struttura dell'impianto e le caratteristiche dei suoi componenti è determinante per ottimizzare la produzione sia in termini energetici che in termini agricoli. I punti fondamentali della progettazione sono:

- **Scelta del layout di impianto:** ubicazione dell'impianto e opportuna suddivisione in sottocampi;
- **Scelta dei componenti attivi:** scelta di apparecchiature che concorrono alla produzione di energia, idonee alle esigenze dell'impianto che si va a progettare;
- **Dimensionamento impianto di produzione:** scelta delle taglie ottimali delle apparecchiature da utilizzare in modo da ottimizzare la resa e il rapporto costi/benefici;
- **Dimensionamento impianto agricolo:** scelta delle coltivazioni ottimali e adeguate al contesto territoriale e climatico in cui il progetto si colloca, nonché la scelta delle tecniche di coltivazione mediante la messa a punto di un piano agronomico studiato ad hoc.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 30
---	--	---------------

È altresì importante sottolineare che, nel progetto di un impianto agrivoltaico, è di fondamentale importanza la valutazione delle esigenze della generazione di energia e di quelle agricole in modo tale da far coesistere in maniera ottimale le due parti nell'arco dell'intera vita utile dell'impianto.

In fase di progettazione dell'impianto e stesura del relativo layout si è tenuto conto degli aspetti morfologici, vincolistici e peculiari del sito, perseguendo l'obiettivo di massimizzare la potenza installata di impianto in armonia con le necessità agricole del campo.

Il progetto proposto combina, nel complesso, esigenze funzionali e tecniche di impianto con quelle economiche dell'investimento e tiene conto di accorgimenti pratici per il perseguimento dell'obiettivo di integrare l'agricoltura con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. L'impianto è del tipo grid-connected, cioè progettato per produrre energia da immettere sulla Rete Elettrica Nazionale, o di assorbire e all'occorrenza fornire energia nel caso del sistema di storage.

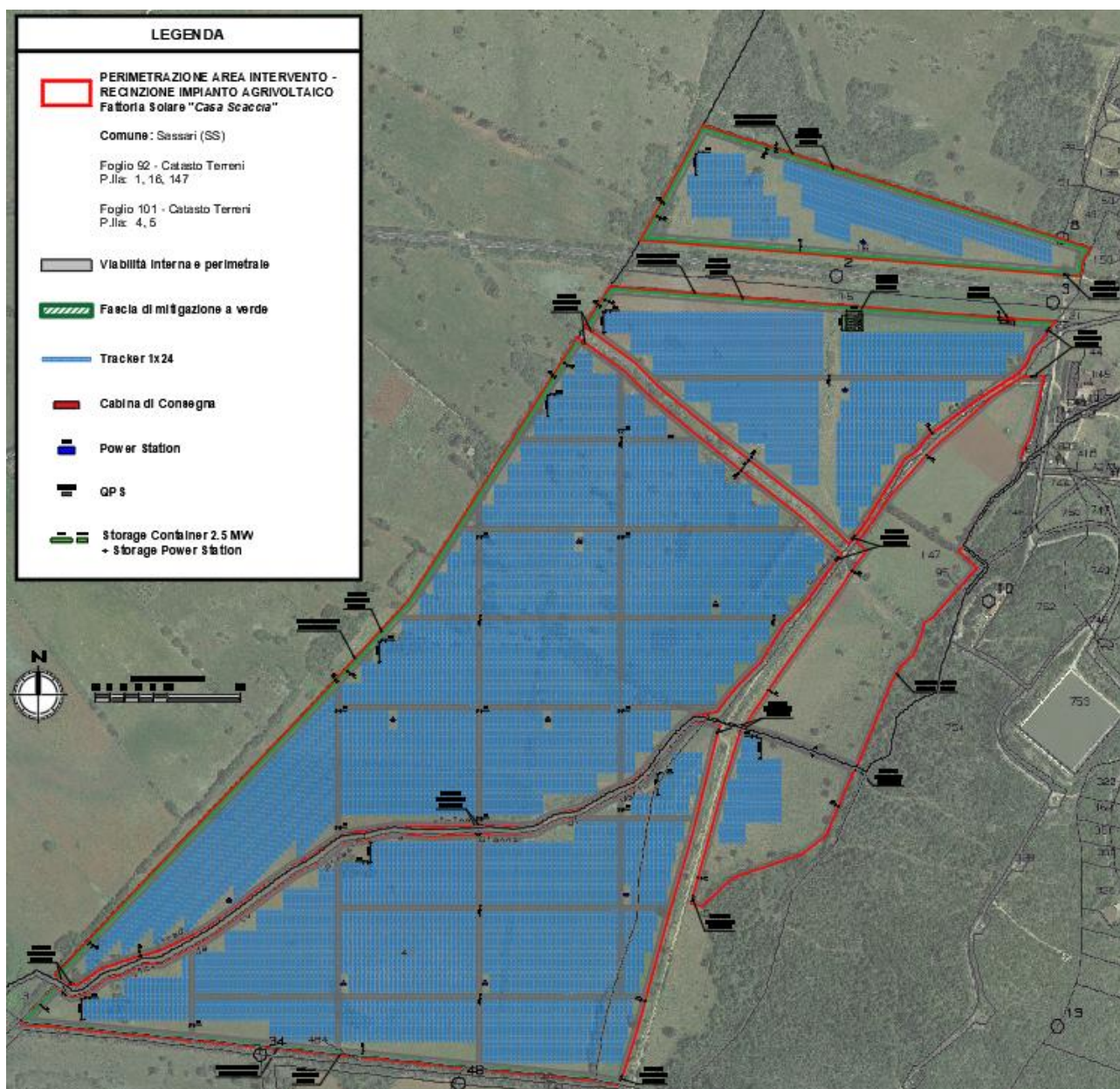


Figura 12: Layout di impianto su Catastale e Ortofoto

5.1. Componenti Tecnico-Elettriche

5.1.1. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti rispettano i più avanzati standard tecnologici in termini di efficienza e di ottimizzazione della produzione specifica (Wp/mq), in modo da migliorare notevolmente l'impatto visivo e ambientale a parità di potenza installata.

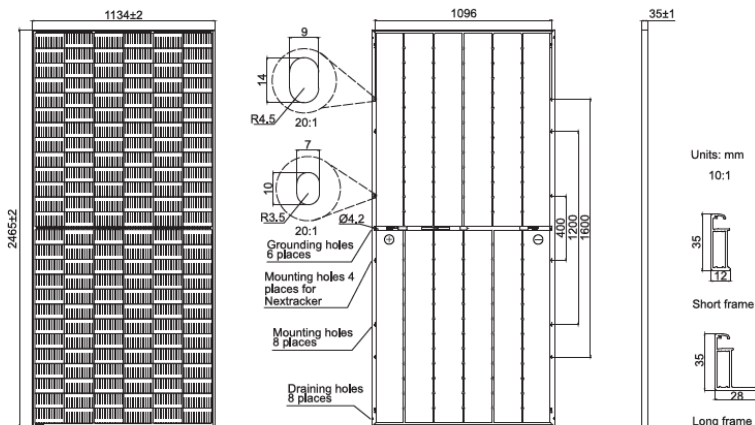
In particolare, è stato proposto un modulo in silicio monocristallino, bifacciale e caratterizzato da tecnologia Half-Cell, del tipo JA SOLAR JAM78D40 620/GB o similari, dalla potenza nominale di 620 W. Il modulo è caratterizzato da 156 celle (6x26) ed è dotato di cavetti di connessione muniti di connettori MC4 ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza degli operatori e facilità di installazione.

I componenti elettrici e meccanici che lo caratterizzano sono conformi alle normative tecniche e sono tali da garantire elevate performance.

JA SOLAR

JAM78D40 600-625/GB Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono-16BB
Weight	34.6kg
Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	156(6×26)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4,10-35/ MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait:200mm(+)/300mm(-); Landscape:1500mm(+)/1500mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM78D40 -600/GB	JAM78D40 -605/GB	JAM78D40 -610/GB	JAM78D40 -615/GB	JAM78D40 -620/GB	JAM78D40 -625/GB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	600	605	610	615	620	625
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	54.75	54.90	55.05	55.20	55.34	55.49
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	45.67	45.80	45.94	46.07	46.20	46.37
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.02	14.09	14.16	14.23	14.30	14.36
Maximum Power Current(Imp) [A]	13.14	13.21	13.28	13.35	13.42	13.48
Module Efficiency [%]	21.5	21.6	21.8	22.0	22.2	22.4

Figura 13: Caratteristiche tecniche modulo fotovoltaico JAM78D40 620/GB

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 33
---	--	---------------

5.1.2. Strutture elevate ad inseguimento solare

Al fine di incrementare le ore equivalenti di produzione, l'impianto è progettato utilizzando la tecnologia ad inseguimento solare monoassiale in direzione Est-Ovest mediante l'installazione di tracker monofacciali TRJ di Convert o similari, posti ad un'altezza pari a 3,685 m (altezza a tracking 0°), con una distanza di interasse pari a circa 6,2 m, scelta in armonia con il sesto di impianto delle colture scelte.

Adottando una tensione di sistema pari a 1500 V nel dimensionamento dell'impianto, su ogni tracker sono collegati 24 moduli su un'unica stringa.

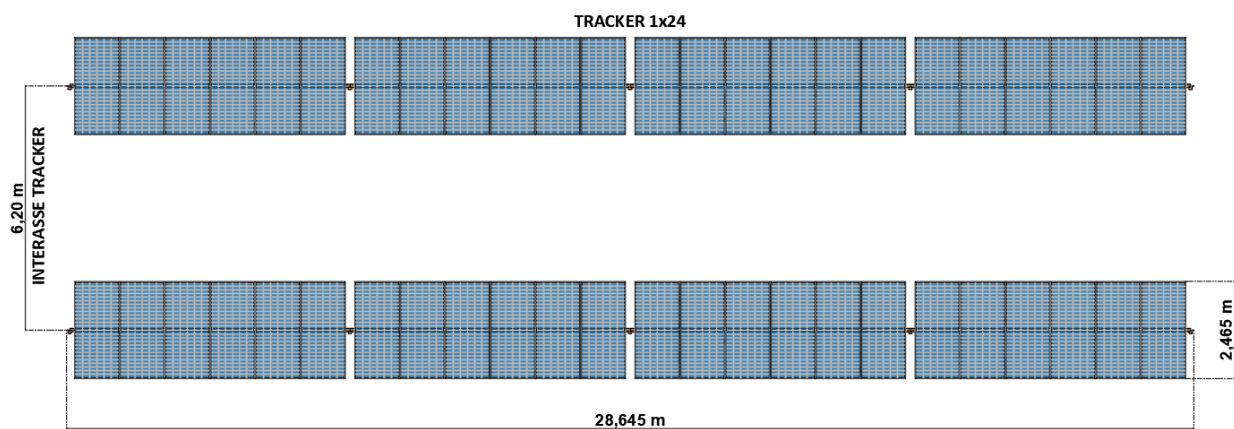


Figura 14: Vista in Pianta delle strutture (c.d. tracker)

Le strutture si sviluppano in direzione Nord-Sud per una lunghezza pari a 28,645 m e presentano una distanza reciproca pari a 50 cm nella stessa direzione. In direzione Est-Ovest, invece, le strutture sono caratterizzate dalla medesima dimensione del lato lungo del modulo (2,465 m).

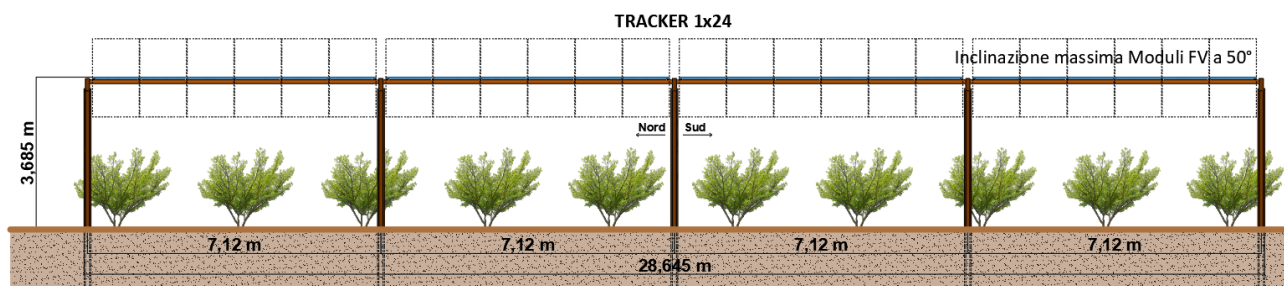
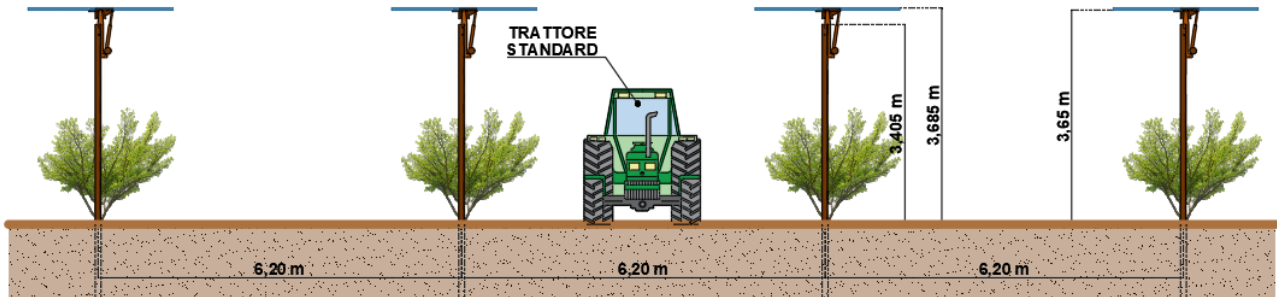


Figura 15: Particolare disposizione moduli su tracker in prospettiva (configurazione 1x24)

La disposizione dei tracker all'interno del campo fotovoltaico tiene conto delle imposte fasce di rispetto dalle strade, delle interferenze e tutto ciò che è emerso dall'analisi vincolistica, oltre che delle esigenze di viabilità interna al sito al fine di agevolare il passaggio dei mezzi agricoli di maggiori dimensioni.

La disposizione dei tracker in campo è stata scelta valutando, inoltre, gli ombreggiamenti, il fenomeno del backtracking – l'ombreggiamento reciproco dei tracker durante le operazioni di inseguimento solare – e le esigenze logistiche e organizzative all'interno del sito.

TRACKER CON MODULI FV IN POSIZIONE ORIZZONTALE A 0°



TRACKER CON INCLINAZIONE MASSIMA DEI MODULI FV A 50°

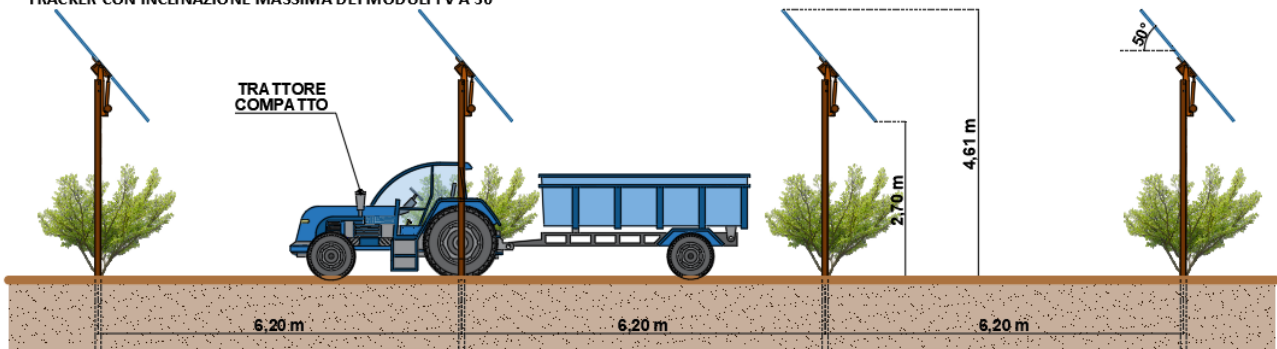


Figura 16: Particolare disposizione moduli su tracker: evidenza altezze dal suolo

5.1.3. Quadri di Parallelo Stringhe

Per la connessione delle stringhe di moduli fotovoltaici si utilizzeranno opportuni quadri di parallelo stringa (c.d. QPS) del tipo SMA String-Combiner DC-CMB-U15-16 o similari.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 35
---	--	---------------

SMA STRING-COMBINER



Figura 17: QPS SMA DC-CMB-U15-16

I QPS si installeranno in campo sul palo terminale di un tracker, in posizione pressoché centrale rispetto alla disposizione delle stringhe da raccogliere. Un ulteriore accorgimento è la disposizione dei quadri lungo la viabilità interna, al fine di agevolare gli interventi e non ostacolare il passaggio dei mezzi. Da un punto di vista di caratteristiche elettriche, si evidenzia la scelta di QPS compatibili con tensioni di esercizio pari a 1500 V e in grado di accogliere e proteggere mediante fusibile fino a 16 stringhe.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 36
---	--	---------------

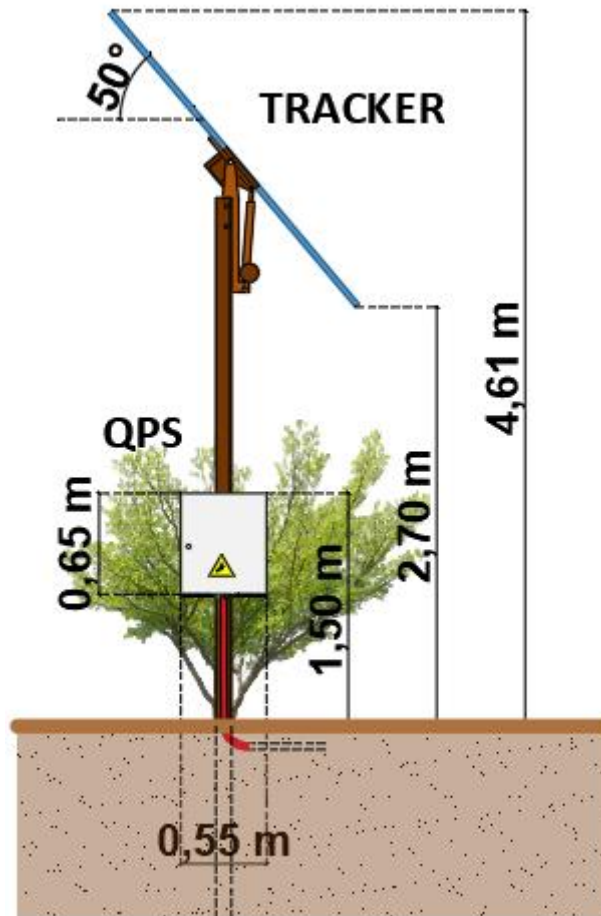


Figura 18: Particolare posizionamento QPS su tracker inclinato a 50°

5.1.4. Inverter

Per la conversione DC/AC dell'impianto, si è optato per inverter centralizzati del tipo SMA Sunny Central UP o similari, da installare all'interno delle Power Station. Le stesse saranno ubicate in posizione pressoché centrale rispetto al Sottocampo che raccolgono, in corrispondenza delle strade funzionali alla viabilità interna al sito al fine di agevolare le attività di manutenzione e non ostacolare le attività agricole.

Per gli inverter in proposta è stata prevista una regolazione SW tale da determinare una potenza AC di 2667 kVA con una tensione di uscita di 600 V o di 4200 kVA con una tensione di uscita di 630 V in base alle esigenze sui singoli Sottocampi. Il gruppo di conversione così concepito presenta un range MPPT in ingresso pari a 849-1071 V, compatibile con tensioni di sistema a 1500 V e con il numero di moduli per stringa scelto.

La scelta della tecnologia in proposta consente, proprio per la possibilità di regolare in fase di Commissioning la Vac e dunque la Pac in uscita, maggiore flessibilità rispetto ad eventuali esigenze di rete imposte dal Distributore. In questo senso, dunque, al Proponente resta la possibilità di utilizzare il medesimo inverter con una più ampia forbice di caratteristiche AC.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 37
---	--	---------------

Gli inverter, customizzabili come sopra descritto, prevedono un massimo di 24 ingressi protetti su entrambi i poli da fusibili e pertanto sono in grado di raccogliere tutte le linee DC provenienti dai QPS.



Figura 19: Inverter SMA Sunny Central UP

5.1.5. Power Station

Le Power Station rappresentano il punto di raccolta dei singoli sottocampi e il punto in cui avviene l'elevazione della tensione BT di uscita degli inverter ad un livello di tensione pari a 36kV.

Il progetto prevede n.11 Power Station di SMA o similari, tutte costituite da un inverter centralizzato connesso ad un trasformatore BT/AT con isolamento in olio, dotato di adeguata vasca di raccolta. Lo stesso sarà a sua volta collegato ad un quadro di alta tensione (o HV Switchgear), dotato di adeguati organi di sezionamento, protezione e manovra per l'interconnessione del trasformatore e dei cavi AT alle altre Power Station o alla Cabina di Raccolta dell'impianto. Le Power Station e i loro componenti saranno corredati da opportune tecnologie per il controllo e la gestione dei parametri, come ad esempio la sensoristica per il monitoraggio della temperatura e la rilevazione di sovratensioni e sovracorrenti.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 38
---	--	---------------

5.1.6. Storage Container

L'impianto Storage si troverà all'interno dell'area di impianto in una posizione funzionale sia dal punto di vista elettrico che di interazione con la movimentazione dei mezzi in campo. L'organizzazione delle batterie agli ioni di litio è del tipo modulare all'interno di Container (c.d. Storage Container). Più batterie formano un modulo, più moduli in serie formano un rack e più rack in parallelo compongono il container. Le batterie sono gestite da un sistema di monitoraggio e controllo di carica e scarica (c.d. BMS) e da un convertitore di potenza che permette l'immissione della corrente continua nelle linee DC in entrata o uscita dal container. Ogni unità presenta una potenza pari a 2,5 MW e una capacità pari a 3 MWh, caratteristiche che la rendono adatta per la modalità Fast Reserve, cioè l'immissione in rete della potenza nominale per un tempo di almeno 15 minuti.

5.1.7. Storage Inverter

Ciascun Storage Container sarà connesso ad un inverter centralizzato (c.d. Storage Inverter) del tipo SMA Sunny Central Storage o similari. L'inverter, così come descritto per il campo di generazione fotovoltaica, è stato customizzato per avere una potenza di circa 2,94 MVA ed è quindi in grado di erogare tutta la potenza proveniente dalle batterie, risultando idoneo alla modalità Fast Reserve. Lo Storage Inverter è caratterizzato da un range DC compreso tra 760 V e 1100 V e una tensione AC pari a 520 V. Lo stesso è altresì equipaggiato con i dispositivi di protezione SPD per le sovratensioni e gli interruttori automatici per le sovracorrenti, sia dal lato DC che dal lato AC.

5.1.8. Storage Power Station

Gli Storage Inverter sono collocati all'interno delle rispettive Storage Power Station, che contengono tutti i dispositivi per la conversione tra corrente continua e corrente alternata e l'elevazione di tensione BT/AT. Nello specifico, in maniera simile alle Power Station di campo, gli ingressi dello Storage Inverter sono dotati dei dispositivi necessari alla protezione delle linee provenienti dallo Storage Container e alla misura dei parametri elettrici. Lo Storage Inverter è collegato ad un trasformatore con isolamento in olio per l'elevazione della tensione BT/AT con opportuna vasca di raccolta. Quest'ultimo è a sua volta connesso ad un quadro elettrico di alta tensione (o HV Switchgear), il quale è dotato di adeguati organi di sezionamento, protezione e dal quale si articoleranno le linee di interconnessione tra le varie Storage Power Station, fino al raggiungimento della Cabina di Raccolta.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 39
---	--	---------------

5.1.9. Cavi di potenza BT e AT e cavidotti

Gli impianti saranno caratterizzati da linee elettriche con conduttori idonei per le varie sezioni, ovvero in bassa tensione e corrente continua (BT DC) o in alta tensione e corrente alternata (AT AC). L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, sezione del conduttore, isolante, guaina protettiva, ecc.) che garantiscono, in accordo alle condizioni di posa, una vita utile del cavo più longeva di quella dell'impianto.

Per la sezione di impianto in corrente continua è previsto il cablaggio del generatore fotovoltaico mediante cavi di stringa del tipo FG21M21 o similari, equipaggiati con connettori MC4 IP65, in posa libera fissata al retro delle strutture di sostegno, eventualmente canalizzate e interrate. Le stringhe così collegate arriveranno ai QPS.

I QPS saranno a loro volta collegati agli inverter tramite cavi del tipo FG16R16 o similari in posa prevalentemente interrata in tubo protettivo corrugato flessibile a doppia parete in PVC, con resistenza allo schiacciamento 450N e diametro esterno opportuno. Ogni linea di collegamento QPS-inverter avrà il suo tubo protettivo dedicato e, dove possibile, più linee condivideranno lo stesso scavo.

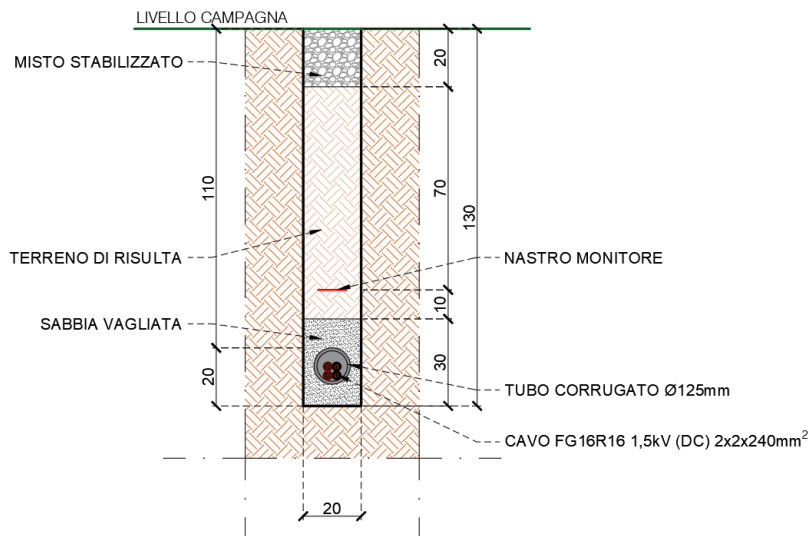


Figura 20: Sezione di scavo cavidotto BT DC (1 linea)

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRIBRUCIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 40
--	--	---------------

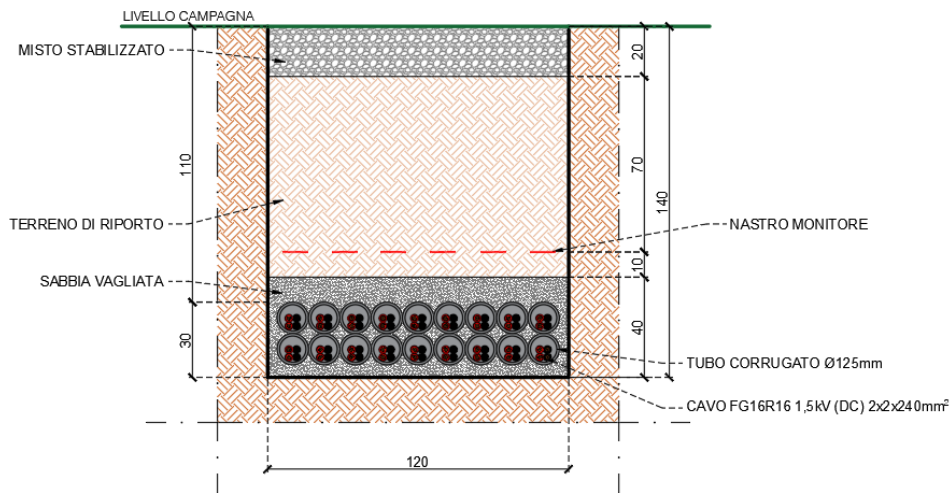


Figura 21: Sezione di scavo cavidotto BT DC (18 linee)

Per la sezione d'impianto in corrente alternata, i collegamenti inverter-trasformatore e trasformatore-quadro di alta tensione saranno eseguiti mediante barre conduttrici e cavi opportunamente dimensionati dal Costruttore.

Le linee AT dalle singole Power Station fino alla Cabina di Raccolta, invece, saranno dimensionate in relazione alle condizioni di posa e alla massima corrente che le attraversa. Tali linee saranno altresì interrate prevedendo opportuno tegolo per la protezione meccanica dei cavi. Si precisa in questo senso che, laddove all'interno del medesimo cavidotto correranno più linee AT, le stesse saranno distanziate di 25 cm dal centro del conduttore.

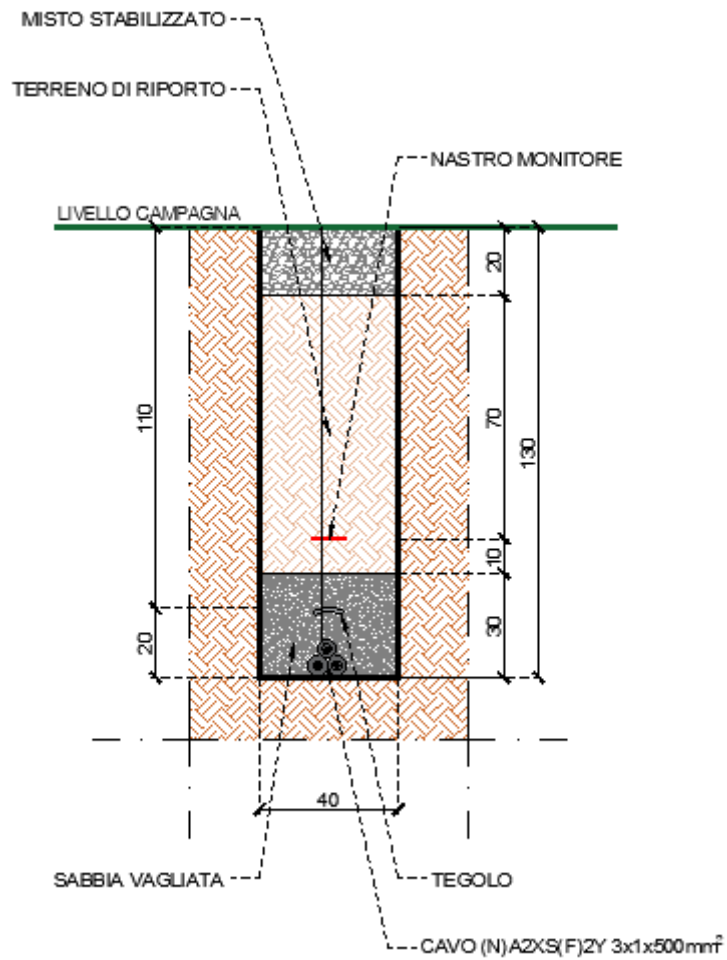


Figura 22: Sezione di scavo cavidotto AT AC

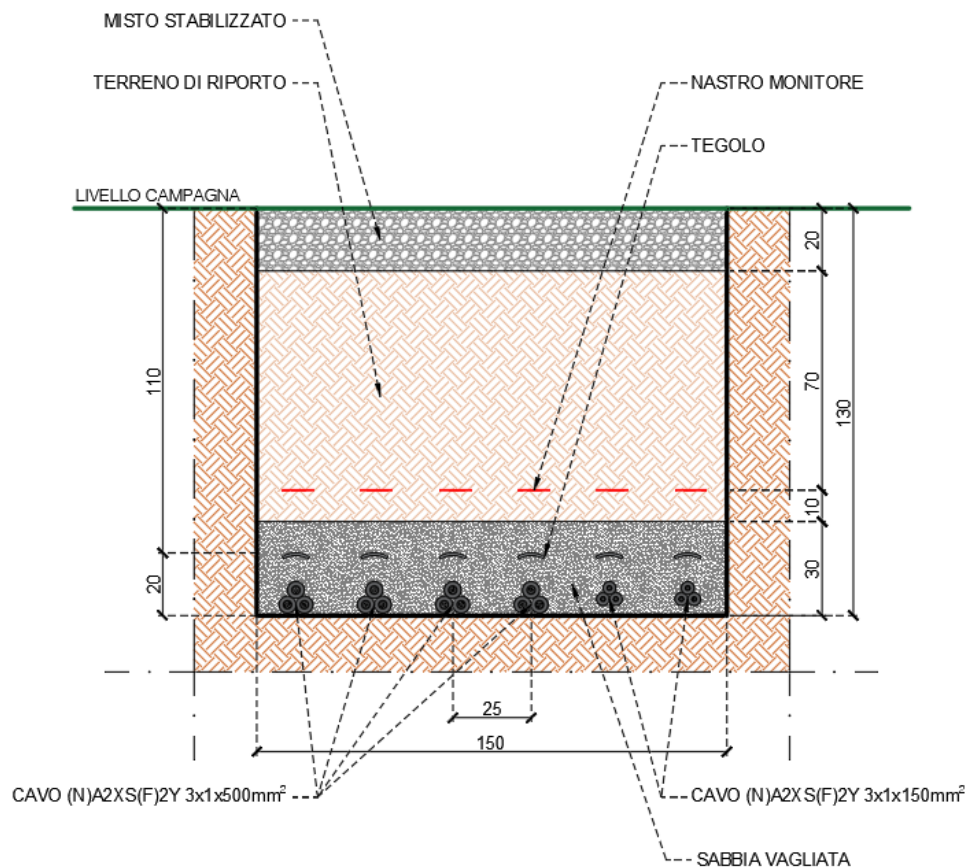


Figura 23: Sezione di scavo cavidotto AT/AC

Per maggiori dettagli sulle sezioni di scavo si rimanda alle tavole di progetto, dove si evidenziano anche i punti di intersezione di più linee di campo e le particolarità di ogni tipo di cavo e cavidotto. I cavi sopracitati sono adatti ad una condizione di posa interrata in ottemperanza alla Norma CEI 11-17 vigente in materia. Detta norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare in grado di assorbire le varie sollecitazioni statiche e dinamiche che possono verificarsi nel corso della vita utile dell'impianto. Pertanto, si prevede per ciascun cavo il tubo protettivo o il tegolo opportunamente dimensionati al fine di garantire l'integrità dei singoli cavi.

La scelta dei cavi e delle protezioni meccaniche tiene conto altresì dell'articolo 2.3.04 delle Norme CEI 11-17 "Sollecitazioni a trazione" che, per ciò che riguarda i conduttori in alluminio, prescrive che gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non deve superare una sollecitazione di 50 N/mm² (limite sui conduttori).

Dopo la posa, i cavi andranno sottoposti a collaudo per verificare l'insorgere di eventuali difettosità, grossolani errori di confezionamento dei giunti e terminali e/o danneggiamenti avvenuti durante i lavori, al fine di garantire la perfetta regola d'arte.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 43
---	--	---------------

5.1.10. Cavi di segnale

Oltre alle linee di potenza si citano quelle di segnale, ovvero tutte le linee necessarie alla connessione dei dispositivi di monitoraggio e di security, per i quali sono previsti cavi in fibra ottica e cavi in rame multipolari twistati e non. Tali linee avranno una condizione di posa opportuna, sulla base della loro funzione (ad esempio le linee che acquisiscono i segnali dai vari dispositivi di security diffusi nel campo saranno interrate entro tubi protettivi, mentre quelle dei dispositivi di monitoraggio presenti in cabina saranno posate entro passerelle, tubi rigidi o flessibili, ecc.).

5.1.11. Sistemi SCADA

Sarà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto Agrivoltaico in tutte le situazioni. Il sistema consentirà infatti di ricevere ed elaborare diverse informazioni tra cui:

- stato della rete;
 - energia immagazzinata e fornita dallo storage;
 - produzione dal campo solare;
 - produzione dagli apparati di conversione;
 - produzione e scambio dai sistemi di misura;
 - dati climatici e ambientali dalle stazioni di rilevamento meteo;
 - dati relativi al tracking;
 - allarmi da tutti gli interruttori e sistemi di protezione;
 - parametri agricoli del campo Agrivoltaico
-

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 44
---	--	---------------

5.1.12. Dimensionamento Sottocampi

L'impianto è diviso in due parti, data la presenza della Strada Provinciale SP65 che attraversa il sito, dividendolo in una zona Nord e una zona Sud.

Nella Tabella seguente vengono riassunte le caratteristiche generali dell'impianto proposto:

Tabella 1: Caratteristiche generali d'impianto

Cluster Impianto	
Potenza nominale impianto Agrivoltaico	43.940,64 kWp
N°tot moduli fotovoltaici	70.872
N° moduli stringa	24
N° stringhe per tracker	1
N°tot stringhe	2953
N° Power Station	11
N° inverter	11
N° inverter per Power Station	1

Il dimensionamento prevede:

- n.1 Sottocampo (PS1) caratterizzato da 164 stringhe suddivise in n.11 QPS (n.1 QPS da 14 stringhe e n.10 QPS da 15 stringhe);
- n.10 Sottocampi (da PS2 a PS11) caratterizzati da 279 stringhe, ad eccezione della PS6 caratterizzata da una stringa in meno. Le stringhe si ripartiscono su n.18 QPS a riempire n.15 o n.16 input.

Ogni Sottocampo farà capo ad un'unica Power Station ed ogni Power Station avrà un unico inverter centralizzato.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 45
---	--	---------------

Il dimensionamento dei Sottocampi è riassunto nella seguente tabella:

Tabella 2: Dimensionamento Sottocampi

PS	INV	QPS	Moduli in serie	Stringhe in parallelo	P _{DC} QPS [W]	Numero moduli PS	Numero stringhe PS	P _{DC} INV [W]	P _{AC} INV [W]
1	1	1.1	24	15	223.200	3.936	164	2.440.320	2.667.000
		1.2	24	15	223.200				
		1.3	24	15	223.200				
		1.4	24	15	223.200				
		1.5	24	15	223.200				
		1.6	24	14	208.320				
		1.7	24	15	223.200				
		1.8	24	15	223.200				
		1.9	24	15	223.200				
		1.10	24	15	223.200				
		1.11	24	15	223.200				
2	2	2.1	24	15	223.200	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		2.2	24	15	223.200				
		2.3	24	15	223.200				
		2.4	24	16	238.080				
		2.5	24	15	223.200				
		2.6	24	16	238.080				
		2.7	24	16	238.080				
		2.8	24	16	238.080				
		2.9	24	16	238.080				
		2.10	24	16	238.080				
		2.11	24	15	223.200				
		2.12	24	15	223.200				
		2.13	24	16	238.080				
		2.14	24	16	238.080				
		2.15	24	16	238.080				
		2.16	24	15	223.200				
		2.17	24	15	223.200				
		2.18	24	15	223.200				

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 46
---	--	---------------

Continua. Tabella 2: Dimensionamento Sottocampi

PS	INV	QPS	Moduli in serie	Stringhe in parallelo	P _{DC} QPS [W]	Numero moduli PS	Numero stringhe PS	P _{DC} INV [W]	P _{AC} INV [W]
3	3	3.1	24	16	238.080	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		3.2	24	16	238.080				
		3.3	24	16	238.080				
		3.4	24	16	238.080				
		3.5	24	16	238.080				
		3.6	24	15	223.200				
		3.7	24	16	238.080				
		3.8	24	15	223.200				
		3.9	24	16	238.080				
		3.10	24	16	238.080				
		3.11	24	15	223.200				
		3.12	24	15	223.200				
		3.13	24	15	223.200				
		3.14	24	15	223.200				
		3.15	24	16	238.080				
		3.16	24	15	223.200				
		3.17	24	15	223.200				
		3.18	24	15	223.200				
4	4	4.1	24	16	238.080	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		4.2	24	16	238.080				
		4.3	24	16	238.080				
		4.4	24	16	238.080				
		4.5	24	16	238.080				
		4.6	24	16	238.080				
		4.7	24	16	238.080				
		4.8	24	15	223.200				
		4.9	24	15	223.200				
		4.10	24	15	223.200				
		4.11	24	16	238.080				
		4.12	24	16	238.080				
		4.13	24	15	223.200				
		4.14	24	15	223.200				
		4.15	24	15	223.200				
		4.16	24	15	223.200				
		4.17	24	15	223.200				
		4.18	24	15	223.200				

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 47
---	--	---------------

Continua. Tabella 2: Dimensionamento Sottocampi

PS	INV	QPS	Moduli in serie	Stringhe in parallelo	P _{DC} QPS [W]	Numero moduli PS	Numero stringhe PS	P _{DC} INV [W]	P _{AC} INV [W]
5	5	5.1	24	15	223.200	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		5.2	24	16	238.080				
		5.3	24	16	238.080				
		5.4	24	16	238.080				
		5.5	24	16	238.080				
		5.6	24	16	238.080				
		5.7	24	16	238.080				
		5.8	24	16	238.080				
		5.9	24	15	223.200				
		5.10	24	16	238.080				
		5.11	24	15	223.200				
		5.12	24	16	238.080				
		5.13	24	15	223.200				
		5.14	24	15	223.200				
		5.15	24	15	223.200				
		5.16	24	15	223.200				
		5.17	24	15	223.200				
		5.18	24	15	223.200				
6	6	6.1	24	16	238.080	6.672	278	4.136.640	4.200.000
		6.2	24	15	223.200				
		6.3	24	15	223.200				
		6.4	24	15	223.200				
		6.5	24	15	223.200				
		6.6	24	16	238.080				
		6.7	24	16	238.080				
		6.8	24	16	238.080				
		6.9	24	16	238.080				
		6.10	24	15	223.200				
		6.11	24	16	238.080				
		6.12	24	15	223.200				
		6.13	24	15	223.200				
		6.14	24	16	238.080				
		6.15	24	15	223.200				
		6.16	24	16	238.080				
		6.17	24	15	223.200				
		6.18	24	15	223.200				

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 48
---	--	---------------

Continua. Tabella 2: Dimensionamento Sottocampi

PS	INV	QPS	Moduli in serie	Stringhe in parallelo	P _{DC} QPS [W]	Numero moduli PS	Numero stringhe PS	P _{DC} INV [W]	P _{AC} INV [W]
7	7	7.1	24	16	238.080	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		7.2	24	16	238.080				
		7.3	24	16	238.080				
		7.4	24	16	238.080				
		7.5	24	16	238.080				
		7.6	24	15	223.200				
		7.7	24	15	223.200				
		7.8	24	15	223.200				
		7.9	24	16	238.080				
		7.10	24	16	238.080				
		7.11	24	16	238.080				
		7.12	24	15	223.200				
		7.13	24	16	238.080				
		7.14	24	15	223.200				
		7.15	24	15	223.200				
		7.16	24	15	223.200				
		7.17	24	15	223.200				
		7.18	24	15	223.200				
8	8	8.1	24	15	223.200	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		8.2	24	15	223.200				
		8.3	24	15	223.200				
		8.4	24	15	223.200				
		8.5	24	15	223.200				
		8.6	24	15	223.200				
		8.7	24	15	223.200				
		8.8	24	15	223.200				
		8.9	24	16	238.080				
		8.10	24	16	238.080				
		8.11	24	16	238.080				
		8.12	24	16	238.080				
		8.13	24	15	223.200				
		8.14	24	16	238.080				
		8.15	24	16	238.080				
		8.16	24	16	238.080				
		8.17	24	16	238.080				
		8.18	24	16	238.080				

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 49
---	--	---------------

Continua. Tabella 2: Dimensionamento Sottocampi

PS	INV	QPS	Moduli in serie	Stringhe in parallelo	P _{DC} QPS [W]	Numero moduli PS	Numero stringhe PS	P _{DC} INV [W]	P _{AC} INV [W]
9	9	9.1	24	16	238.080	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		9.2	24	16	238.080				
		9.3	24	16	238.080				
		9.4	24	16	238.080				
		9.5	24	16	238.080				
		9.6	24	16	238.080				
		9.7	24	15	223.200				
		9.8	24	15	223.200				
		9.9	24	15	223.200				
		9.10	24	15	223.200				
		9.11	24	16	238.080				
		9.12	24	16	238.080				
		9.13	24	16	238.080				
		9.14	24	15	223.200				
		9.15	24	15	223.200				
		9.16	24	15	223.200				
		9.17	24	15	223.200				
		9.18	24	15	223.200				
10	10	10.1	24	16	238.080	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		10.2	24	15	223.200				
		10.3	24	15	223.200				
		10.4	24	15	223.200				
		10.5	24	15	223.200				
		10.6	24	15	223.200				
		10.7	24	15	223.200				
		10.8	24	16	238.080				
		10.9	24	16	238.080				
		10.10	24	16	238.080				
		10.11	24	15	223.200				
		10.12	24	15	223.200				
		10.13	24	16	238.080				
		10.14	24	16	238.080				
		10.15	24	16	238.080				
		10.16	24	15	223.200				
		10.17	24	16	238.080				
		10.18	24	16	238.080				

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 50
---	--	---------------

Continua. Tabella 2: Dimensionamento Sottocampi

PS	INV	QPS	Moduli in serie	Stringhe in parallelo	P _{DC} QPS [W]	Numero moduli PS	Numero stringhe PS	P _{DC} INV [W]	P _{AC} INV [W]
11	11	11.1	24	15	223.200	6.696	279	4.151.520	4.200.000
		11.2	24	16	238.080				
		11.3	24	15	223.200				
		11.4	24	16	238.080				
		11.5	24	15	223.200				
		11.6	24	16	238.080				
		11.7	24	16	238.080				
		11.8	24	16	238.080				
		11.9	24	16	238.080				
		11.10	24	16	238.080				
		11.11	24	16	238.080				
		11.12	24	16	238.080				
		11.13	24	15	223.200				
		11.14	24	15	223.200				
		11.15	24	15	223.200				
		11.16	24	15	223.200				
		11.17	24	15	223.200				
		11.18	24	15	223.200				

Come riassunto in tabella si distingue il caso con 164 stringhe dai casi con 279 e 278 stringhe, rispettivamente afferenti ad inverter Sunny Central UP customizzati con una Pac=2667 kVA e Pac=4200 kVA. In definitiva, in base alla denominazione del Costruttore, il campo sarà caratterizzato da n.1 SMA SC 2660 UP e n.11 SMA SC 4200 UP, di cui si evidenziano i dimensionamenti e l'esito delle verifiche elettriche eseguite.

/ SOTTOCAMPO 1

1 x SMA SC 2660 UP

Picco di potenza:	2,44 MWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	3936
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max (cos $\varphi = 1$):	2,70 MW
Potenza attiva CA max (cos $\varphi = 1$):	2,66 MW
Tensione di rete:	36,0 kV
Rapporto potenza nominale:	111 %
Fattore di dimensionamento:	91,7 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

3936 x Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd. JAM78D40-620/GB, Azimut: 0 °, Inclinazione: ad inseguimento, Tipo di montaggio: Installazione libera

	Ingresso A:
Numero delle stringhe:	164
Moduli fotovoltaici:	24
Picco di potenza (ingresso):	2,44 MWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 35,0 kV):	880 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 1104 V
Tensione fotovoltaica min.:	1098 V
Tensione CC max (Modulo FV):	1500 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 1337 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	4750 A
Corrente max generatore:	✓ 2200,9 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	8400 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 2345,2 A

Figura 24: Dimensionamento inverter con 164 stringhe

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 52
---	--	---------------

/ SOTTOCAMPI 2-3-4-5-7-8-9-10-11

9 x SMA SC 4200 UP

Picco di potenza:	37,36 MWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	60264
Numero di inverter FV:	9
Potenza CC max (cos $\varphi = 1$):	4,29 MW
Potenza attiva CA max (cos $\varphi = 1$):	4,20 MW
Tensione di rete:	36,0 kV
Rapporto potenza nominale:	103 %
Fattore di dimensionamento:	98,8 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

6696 x Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd. JAM78D40-620/GB, Azimut: 0 °, Inclinazione: ad inseguimento, Tipo di montaggio: Installazione libera

Ingresso A:	
Numero delle stringhe:	279
Moduli fotovoltaici:	24
Picco di potenza (ingresso):	4,15 MWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 35,0 kV):	911 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 1104 V
Tensione fotovoltaica min.:	1098 V
Tensione CC max (Modulo FV):	1500 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 1337 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	4750 A
Corrente max generatore:	✓ 3744,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	8400 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 3989,7 A

Figura 25: Dimensionamento inverter con 279 stringhe

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 53
---	--	---------------

/ SOTTOCAMPO 6

1 x SMA SC 4200 UP

Picco di potenza:	4,14 MWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	6672
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max (cos φ = 1):	4,29 MW
Potenza attiva CA max (cos φ = 1):	4,20 MW
Tensione di rete:	36,0 kV
Rapporto potenza nominale:	104 %
Fattore di dimensionamento:	98,5 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

6672 x Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd. JAM78D40-620/GB, Azimut: 0 °, Inclinazione: ad inseguimento, Tipo di montaggio: Installazione libera

	Ingresso A:
Numero delle stringhe:	278
Moduli fotovoltaici:	24
Picco di potenza (ingresso):	4,14 MWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 35,0 kV):	911 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 1104 V
Tensione fotovoltaica min.:	1098 V
Tensione CC max (Modulo FV):	1500 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 1337 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	4750 A
Corrente max generatore:	✓ 3730,8 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	8400 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 3975,4 A

Figura 26: Dimensionamento inverter con 278 stringhe

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 54
---	--	---------------

5.1.13. Dimensionamento Cavi

A valle del dimensionamento dei sottocampi, come sopra riportato, si è provveduto al dimensionamento dei cavi imponendo un valore della corrente d'impiego (I_b) circolante, sempre inferiore alla portata massima in regime permanente del cavo che la convoglia (I_z).

La corrente d'impiego (I_b) è il valore che può fluire in un circuito nel servizio ordinario mentre per portata massima in regime permanente (I_z) si intende la massima corrente che il conduttore è in grado di sopportare senza che, per effetto Joule, la temperatura raggiunga valori tali da compromettere l'integrità e la durata degli isolanti.

Il valore di I_z (portata del conduttore in condizioni normali di servizio) è stato determinato, inoltre, in base ai declassamenti dovuti ai vari coefficienti di correzione, a seconda della temperatura d'impiego, del tipo di posa e del numero di conduttori posati in un'unica conduttura. I fattori di correzione presi in considerazione, che contribuiscono alla riduzione della portata nominale del cavo, sono:

- Per le linee in corrente continua:
 - il fattore K_1 , che tiene conto del tipo di posa;
 - il fattore K_2 , che tiene conto della prossimità di altri circuiti.
- Per le linee in corrente alternata:
 - il fattore K_1 , che tiene conto della temperatura alla quale il cavo è posato;
 - il fattore K_2 , che tiene conto della prossimità di altri circuiti;
 - il fattore K_3 , che tiene conto della profondità di posa del cavo;
 - il fattore K_4 , che tiene conto della resistività termica del terreno.

Oltre a quanto sopra indicato, i cavi sono stati verificati anche in funzione della caduta di tensione percentuale, con un limite superiore pari a:

- 5% della tensione nominale per le linee MT AC;
- 4% della tensione nominale per le linee BT AC;
- 2% della tensione nominale per le linee BT DC.

Le cadute di tensione sono state verificate con adeguato software di calcolo che utilizzasse seguenti formule:

- Per le linee in corrente continua:

$$\Delta V = L \cdot R \cdot I_b$$

$$\Delta V\% = \Delta V / V$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione in Volt;
- L è la lunghezza della linea in m;

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 55
---	--	---------------

- R è la resistenza al metro in Ω/m ;
- I_b è la corrente d'impiego in Ampere della linea;
- $\Delta V\%$ è la caduta di tensione percentuale;
- V è la tensione nominale in Volt.

- Per le linee in corrente alternata:

$$\Delta V = K * I_b * L * [R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi)]$$

$$\Delta V\% = \Delta V / V$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione in Volt proiettata sul vettore di fase;
- K è una costante pari a 2 per le linee monofase e pari a $\sqrt{3}$ per le linee trifase;
- I_b è la corrente d'impiego in Ampere della linea;
- L è la lunghezza della linea in m;
- R è la resistenza al metro in Ω/m ;
- X è la reattanza al metro in Ω/m ;
- ϕ è l'angolo di sfasamento tra la corrente I_b e la tensione di fase;
- $\Delta V\%$ è la caduta di tensione percentuale;
- V è la tensione nominale in Volt.

La lunghezza del cavo sarà maggiorata cautelativamente del 10% per tener conto della reale condizione di posa dello stesso.

La sezione di impianto BT DC è composta dai collegamenti tra stringhe e QPS e tra QPS e inverter. Come sopra descritto, la somma delle cadute di tensione dei due collegamenti non deve superare il 2% della tensione nominale.

Per le linee tra QPS e inverter si mostra il calcolo eseguito nel caso peggiore, ovvero il collegamento tra il QPS con più stringhe in parallelo più distante dal relativo inverter della rispettiva Power Station. Se il calcolo è verificato per queste condizioni, lo sarà anche per tutte le altre.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 56
---	--	---------------

LINEA DI COLLEGAMENTO QPS-INVERTER

T ambiente [°C]	Potenza modulo [W]	Moduli in serie	Stringhe in parallelo
20	620	24	16
Vmp modulo [V]	Voc modulo [V]	Imp modulo [A]	Isc modulo [A]
46,20	55,34	13,42	14,30
Lunghezza linea [m]	Lunghezza linea (+10%) [m]	Caduta di tensione percentuale massima	Sezione conduttore [mmq]
610,00	675,07	2%	2x240
Resistenza unitaria cavo [Ω/km]	Resistenza linea [Ω]	K1	K2
0,080	0,108	1,00	0,38
Iz [A]	Ib [A]	ΔV%	Formazione linea
144,02	134,06	0,98%	2x2x240 mmq
Verifica portata di corrente		Verifica caduta di tensione	
<i>Verificata</i>		<i>Verificata</i>	

Considerato il valore di $\Delta V\%$ massimo ottenuto pari a 0,98%, si evince che un collegamento tra stringa e QPS non debba mai avere una caduta di tensione percentuale maggiore di 1,02%, al fine di non superare il limite del 2% imposto per le linee BT DC.

Per le considerazioni appena fatte, si mostrano i calcoli relativi ad un tipico collegamento stringa-QPS, evidenziando il limite massimo della lunghezza della linea per quella condizione di posa nel rispetto della normativa (realmente, nessuna linea arriva a tale lunghezza). Se il calcolo è verificato per questa condizione, lo sarà anche per tutte le altre.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 57
---	--	---------------

LINEA DI COLLEGAMENTO STRINGA-QPS

T ambiente [°C]	Potenza modulo [W]	Moduli in serie	Stringhe in parallelo
20	620	24	1
Vmp modulo [V]	Voc modulo [V]	Imp modulo [A]	Isc modulo [A]
46,20	55,34	13,42	14,30
Lunghezza linea [m]	Lunghezza linea (+10%) [m]	Caduta di tensione percentuale massima	Sezione conduttore [mmq]
< 113,00	< 124,30	2%	6
Resistenza unitaria cavo [Ω/km]	Resistenza linea [Ω]	K1	K2
3,390	< 0,843	0,58	0,45
Iz [A]	Ib [A]	ΔV%	Formazione linea
18,27	17,88	< 1,02%	2x1x6 mmq
Verifica portata di corrente		Verifica caduta di tensione	
<i>Verificata</i>		<i>Verificata</i>	

La sezione di impianto BT AC è composta dal collegamento tra inverter e trasformatore all'interno della Power Station. Tale collegamento è realizzato mediante barre conduttrici dimensionate dal Costruttore tale per cui la caduta di tensione della linea non superi il 4% della tensione nominale. Per quanto riguarda la sezione di impianto AT AC, invece, è composta dal collegamento tra trasformatori e quadri di alta tensione delle PS o SPS e dagli anelli di interconnessione delle PS e SPS con la Cabina di Raccolta. Nello specifico, gli anelli AT sono così strutturati:

- **Anello 1 PS:** linea tra Cabina di Raccolta, PS1, PS2, PS3, PS4, PS7 e PS6;
- **Anello 2 PS:** linea tra Cabina di Raccolta, PS5, PS8, PS9, PS11 e PS10;
- **Anello SPS:** linea tra Cabina di Raccolta, SPS1, SPS2, SPS3, SPS4 e SPS5.

I collegamenti tra inverter e quadri di alta tensione sono realizzati mediante cavi dimensionati dal Costruttore e posati a regola d'arte, mentre per ciò che concerne gli anelli di interconnessione delle PS e SPS con la Cabina di Raccolta, si mostrano i calcoli eseguiti nei casi peggiori, ovvero quelli relativi alle linee con lunghezza maggiore per ogni anello di collegamento.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 58
---	--	---------------

ANELLO 1 PS

Tensione [kV]	Potenza anello [MW]	T ambiente [°C]	Caduta di tensione percentuale massima
36	23,183	20	5%
Lunghezza linea [m]	Lunghezza linea (+10%) [m]	cos(Φ)	sen(Φ)
1101,00	1211,10	0,90	0,44
Sezione conduttore [mmq]	Resistenza unitaria cavo [Ω/km]	Reattanza unitaria cavo [Ω/km]	Impedenza linea [Ω]
500	0,061	0,330	0,24
K1	K2	K3	K4
0,96	0,80	0,96	1,00
Iz [A]	Ib [A]	$\Delta V\%$	Formazione linea
454,90	421,73	0,49%	3x1x500 mmq
Verifica portata di corrente		Verifica caduta di tensione	
<i>Verificata</i>		<i>Verificata</i>	

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 59
---	--	---------------

ANELLO 2 PS

Tensione [kV]	Potenza anello [MW]	T ambiente [°C]	Caduta di tensione percentuale massima
36	20,758	20	5%
Lunghezza linea [m]	Lunghezza linea (+10%) [m]	cos(Φ)	sen(Φ)
1120,00	1232,00	0,90	0,44
Sezione conduttore [mmq]	Resistenza unitaria cavo [Ω/km]	Reattanza unitaria cavo [Ω/km]	Impedenza linea [Ω]
400	0,078	0,350	0,27
K1	K2	K3	K4
0,96	0,80	0,96	1,00
Iz [A]	Ib [A]	ΔV%	Formazione linea
403,28	374,21	0,49%	3x1x400 mmq
Verifica portata di corrente		Verifica caduta di tensione	
<i>Verificata</i>		<i>Verificata</i>	

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 60
---	--	---------------

ANELLO SPS

Tensione [kV]	Potenza anello [MW]	T ambiente [°C]	Caduta di tensione percentuale massima
36	12,500	20	5%
Lunghezza linea [m]	Lunghezza linea (+10%) [m]	cos(Φ)	sen(Φ)
235,00	258,50	0,90	0,44
Sezione conduttore [mmq]	Resistenza unitaria cavo [Ω/km]	Reattanza unitaria cavo [Ω/km]	Impedenza linea [Ω]
150	0,206	0,400	0,10
K1	K2	K3	K4
0,96	0,80	0,96	1,00
Iz [A]	Ib [A]	$\Delta V\%$	Formazione linea
244,04	222,74	0,10%	3x1x150 mmq
Verifica portata di corrente		Verifica caduta di tensione	
<i>Verificata</i>		<i>Verificata</i>	

5.1.14. Dimensionamento Storage

Il Dimensionamento dello Storage è stato eseguito a partire dalla scelta della tecnologia di batterie compatibilmente alla taglia e alle caratteristiche desiderate per il Sistema di Accumulo.

In fase di progettazione è stato scelto un accumulo di tipo elettrochimico tramite l'utilizzo di batterie agli ioni di litio, tenendo conto della tensione nominale, del range di tensioni ammissibili e di altri parametri elettrici, quali:

- **Capacità:** si esprime in Ah ed indica la quantità di corrente che la batteria può fornire nel tempo;
- **Energia:** si esprime in kWh ed indica la quantità di energia che la batteria può erogare;
- **C-rate:** si esprime in C ed è una misura dell'intensità di carica o di scarica della batteria alla sua massima capacità.

In particolare, in considerazione al fatto che l'energia è data dal prodotto tra tensione e corrente istante per istante, aumentando il C-rate di una batteria, aumenterà anche l'energia che essa può erogare.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 61
---	--	---------------

Per l'impianto in progetto, lo Storage dovrà garantire una potenza pari a 12,5 MW in modalità Fast Reserve, quindi fornire la massima potenza per un intervallo di tempo di 15 minuti. Il progetto prevede dunque n.5 Storage Power Station dotate di n.1 Storage Inverter ciascuna, i quali dovranno quindi avere una potenza di almeno 2,5 MW. Ad ogni Storage inverter sarà connesso uno Storage Container, per un totale di n.5 Storage Inverter e n.5 Storage Container.

Gli Storage Inverter scelti sono del tipo SMA SCS2900 o similari, i quali hanno una potenza di 2940 kW AC e quindi risultano adatti a fornire la potenza richiesta. Il numero di ingressi (26), il range di tensioni (760 V ~ 1100 V) e la corrente massima (4055 A) ammissibili in ingresso risultano altresì compatibili con la maggior parte di Storage Container.

Per quanto riguarda gli Storage Container, al fine di offrire il servizio di regolazione ultrarapida della frequenza (come imposto dalla Fast Reserve) ad un C-rate fissato a 1 C, sarebbe sufficiente un'energia di 625 kWh per ciascuno, per un totale di 3.125 kWh dell'intero sistema di accumulo. Se invece si fissa il C-rate a 0,5 C, sarà necessario un accumulo di 1.250 kWh di energia per Storage Container, e quindi un totale di 6.250 kWh. C-rate superiori ad 1 si escludono al fine di limitare le perdite ed evitare il degradamento precoce del sistema. Considerata la possibilità di poter immagazzinare l'energia nei momenti di surplus di produzione e immetterla quando si verificano picchi di assorbimento nella rete, si sceglie di incrementare la taglia del sistema di accumulo. Pertanto, prendendo anche in considerazione l'intero periodo di vita utile dell'impianto con i relativi tassi di invecchiamento e perdite, ciascun Storage Container sarà caratterizzato da una potenza massima di 2,5 MW DC e un'energia immagazzinabile pari a 3 MWh. La potenza complessiva dello Storage risulterà 12,5 MW, con una capacità di immagazzinamento dell'energia di 15 MWh. In questo modo, sarà possibile operare con C-rate compresi tra 0,25 e 1.

5.1.15. Cabina di Raccolta

I Sottocampi dell'Impianto Agrivoltaico e il Sistema di Accumulo, dimensionati come sopra descritto, faranno capo ad un'unica Cabina di Raccolta collocata in sito nei pressi della Strada Provinciale SP65 che separa la parte nord e la parte sud del sito. Il collegamento tra le due parti di produzione, ovvero impianto Agrivoltaico e Storage, e la Cabina di Raccolta avverrà mediante cavi (N)A2XS(F)2Y 20,8/36 kV.

La Cabina è stata progettata in seguito alla valutazione dei componenti a corredo della stessa e delle loro taglie, tenendo conto dell'organizzazione degli anelli di interconnessione, dell'entità delle correnti in gioco e delle altre grandezze elettriche che caratterizzano l'impianto.

Progetto: Fattoria Solare “Casa Scaccia” AGRI BRUZIA SOCIETA’ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 62
---	---	----------------------

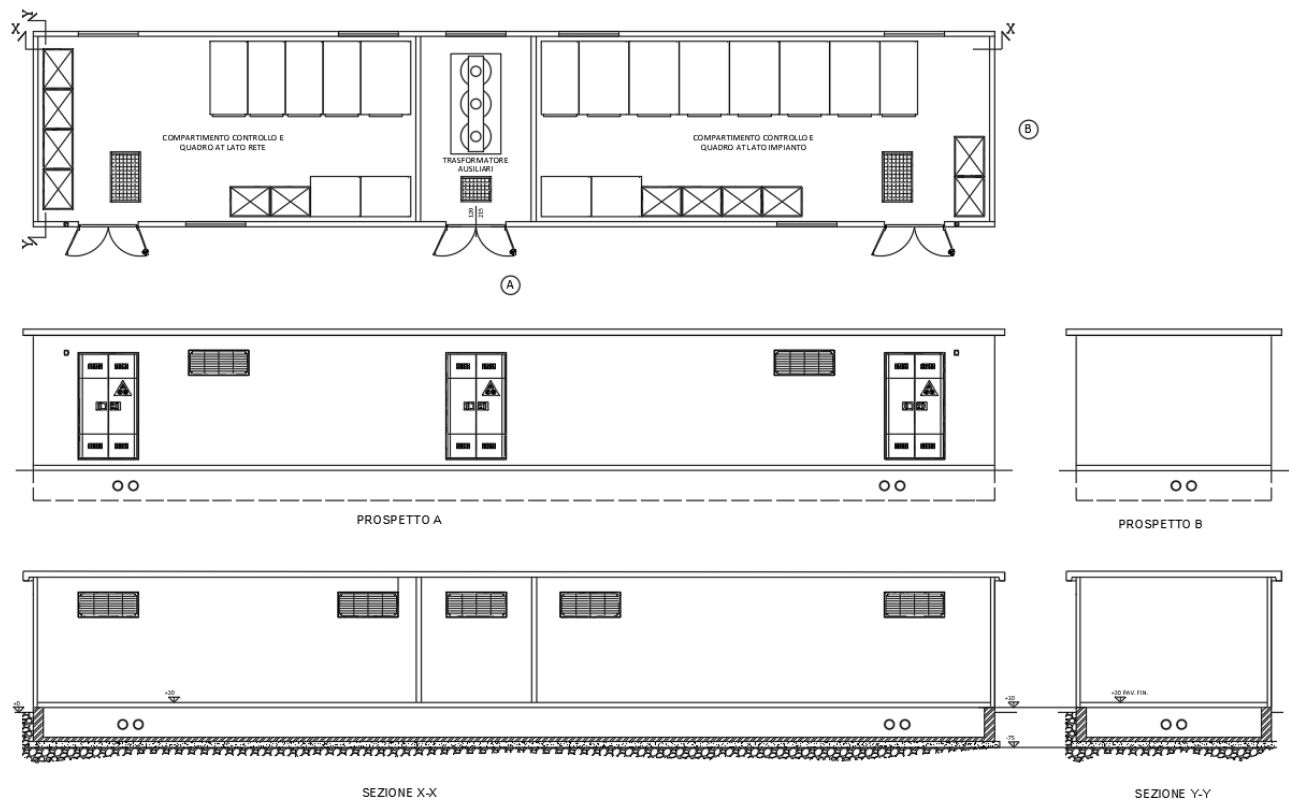


Figura 27: Pianta, Prospetti e Sezioni Cabina di Raccolta

5.1.16. Opere civili

Vengono descritti di seguito i lavori civili necessari alla realizzazione dell'opera, si rimanda alla specifica relazione "2202 R.19 Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo" per dettagli relativi alla gestione delle terre e rocce da scavo.

Preparazione del sito

Il terreno che ospiterà le opere di progetto verrà preparato in modo tale da permettere l'installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e di tutte le apparecchiature necessarie all'esercizio dell'impianto. Nello specifico verrà effettuato scotico del terreno e scasso delle rocce superficiali tramite macchina spietratrice ed escavatore. Per mezzo di macchina frantumatrice si andrà poi a ridurre la dimensione delle rocce superficiali in modo da rendere il terreno livellabile ed idoneo ai lavori di installazione delle apparecchiature elettriche.

Realizzazione di strade e recinzioni

Contestualmente ai lavori di preparazione del sito verrà realizzata la viabilità interna e perimetrale del sito. Le strade saranno della larghezza di 6 metri e il fondo stradale verrà realizzato con ghiaietto e misto stabilizzato. A tale scopo si ipotizza di poter utilizzare il terreno stesso, movimentato in sito,

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 63
---	--	---------------

arricchito dalla frantumazione delle rocce rinvenute nelle operazioni di scavo. Sempre in questa fase saranno installati la recinzione perimetrale e i cancelli di accesso al sito.

Infissione dei tracker

I tracker verranno infissi a terra per mezzo di macchine battipalo, non si prevedono opere di fondazione per il sostegno degli stessi. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto. Si precisa che la formazione geologica superficiale su cui poggeranno le strutture portanti è dotata di buone caratteristiche meccaniche e laddove si presentassero trovanti, blocchi isolati di dimensioni idonee, sarà possibile considerarli direttamente come piano di posa dei tracker. In alternativa, si procederà alla frantumazione degli stessi o alla rimozione.

Scavi per fondazioni e percorso cavi

A valle delle operazioni di preparazione del sito sarà possibile iniziare gli scavi per le fondazioni delle apparecchiature, per il passaggio dei cavi BT/AT e per la posa della rete di terra.

Come descritto precedentemente, a servizio dell'impianto Agrivoltaico sono previste più power station e una cabina di raccolta dalla quale si articolerà il cavidotto di collegamento alla stazione elettrica. All'interno del campo sarà quindi necessario prevedere il fissaggio delle suddette apparecchiature elettriche a basamenti in calcestruzzo armato. Gli scavi previsti saranno della profondità di circa 40 cm per le platee delle power station e degli storage container. Per la cabina di raccolta invece si prevede uno scavo di 75 cm, all'interno del quale verrà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo della cabina stessa, a sua volta la vasca poggerà su uno strato di magrone dello spessore di 15 cm.

Per la posa dei cavi BT e AT di impianto saranno previste differenti sezioni di scavo, in funzione del numero di cavi interessati dalla singola sezione. La sezione tipo, partendo dal fondo dello scavo a risalire fino a livello campagna, prevede quanto descritto di seguito:

- Strato in sabbia vagliata all'interno del quale saranno posati i cavi elettrici, contenuti all'interno di tubi corrugati o a diretto contatto con la sabbia stessa
- Per i cavi AT, qualora questi vengano posati a diretto contatto con la sabbia vagliata, sarà predisposta opportuna protezione meccanica (tegolo di protezione)
- Strato di terreno di riporto all'interno del quale verrà annegato del nastro monitore a identificare la presenza dei cavi
- Strato di misto stabilizzato fino a livello campagna

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 64
---	--	---------------

- La larghezza dello scavo è funzione del numero di cavi interessati dal singolo tratto

5.2. Caratteristiche Tecniche-Agronomiche

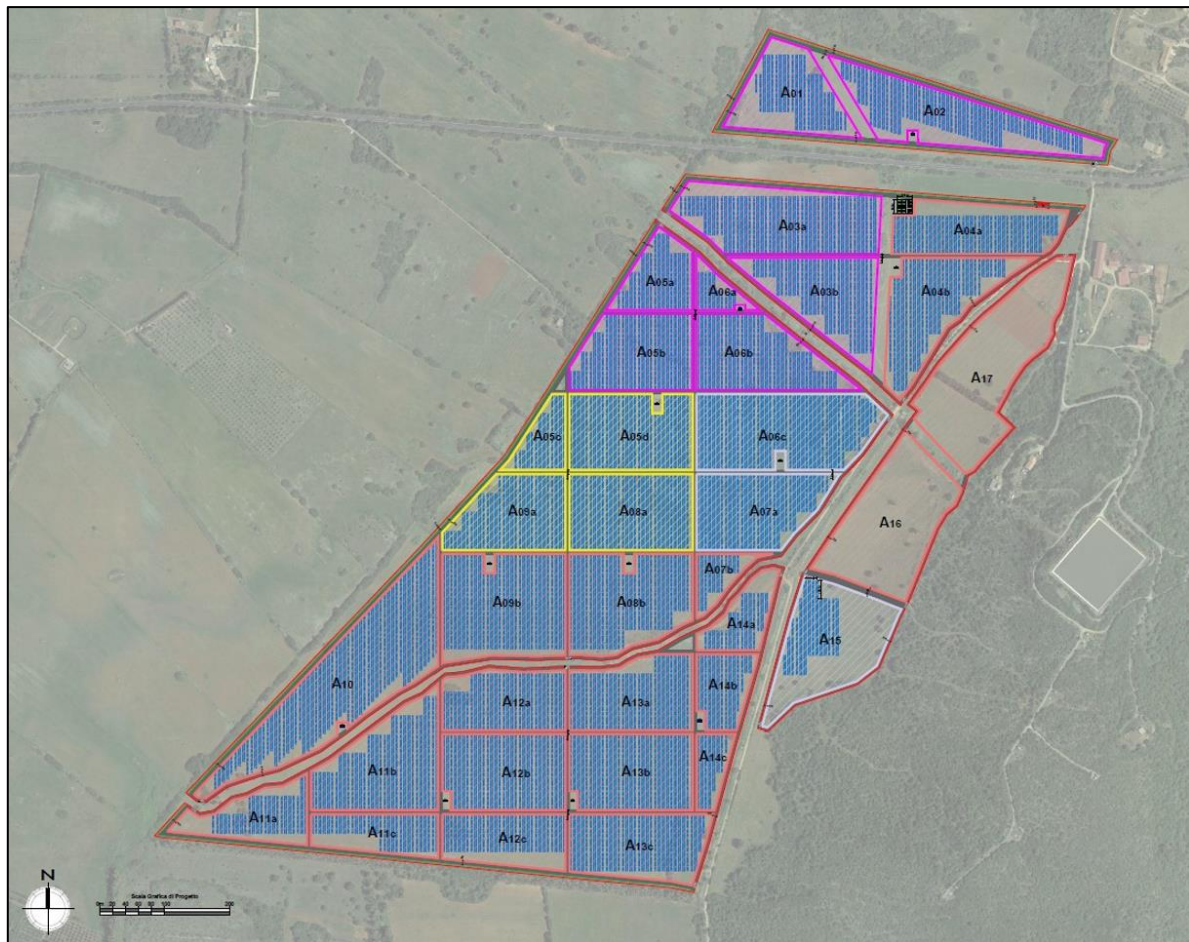
5.2.1. Piano agronomico

Il piano agronomico del progetto in proposta è stato sviluppato (i) sulla base delle caratteristiche pedo-climatiche della zona, della vocazione agricola del territorio, (ii) dell'esperienza e degli obiettivi aziendali della società agricola e (iii) in sinergie con le dimensioni e le potenzialità tecniche delle strutture fotovoltaiche dell'impianto di produzione di energia rinnovabile. In particolare, le strutture in elevazione caratterizzanti l'impianto sono state studiate in combinazione con il piano agronomico e presentano dimensioni tali da agevolare sia lo svolgimento dell'attività agricola che gli interventi di manutenzione sulle componenti elettriche di impianto. Infatti, con i moduli posti a 3,7 m di altezza da terra, lo spazio utilizzabile al di sotto dei tracker permette alle piante di beneficiare della luce diretta e di quella diffusa, della protezione da agenti atmosferici e agli operatori di svolgere le pratiche agricole necessarie con l'ausilio di mezzi meccanici. Inoltre, le strutture sono infisse al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento e sono poste ad una distanza tra le file dei tracker pari a 6,20 metri, in armonia con il sesto di impianto delle colture scelte.

La superficie agricola utile prevista ha una dimensione di 70,81 ha, che, sulla base del piano colturale, è stata divisa in 35 parcelle ove verranno messe a dimora sia specie arboree che piante aromatiche arbustive secondo lo schema di seguito riportato:

- Mandorle: 21.182 piante coltivate su 39,40 ha;
- Aromatiche:
 - Mirto: 32.701 piante coltivate su 15,21 ha;
 - Lavanda: 24.720 piante coltivate su 7,66 ha;
 - Rosmarino: 14.878 piante coltivate su 6,92 ha.

Di seguito si riporta l'area di progetto in seguito alla divisione in particelle coltivabili:



LEGENDA LOTTIZZAZIONE AGRICOLA		
Lotto	Sup. Lotto	Tipologia Coltura
A01	18.940,75 mq	Mirto
A02	27.320,40 mq	Mirto
A03a	29.122,50 mq	Mirto
A03b	20.756,90 mq	Mirto
A04a	18.877,30 mq	Mandorlo
A04b	22.133,10 mq	Mandorlo
A05a	10.922,95 mq	Mirto
A05b	20.073,45 mq	Mirto
A05c	6.880,95 mq	Rosmarino
A05d	21.690,00 mq	Rosmarino
A06a	3.895,70 mq	Mirto
A06b	21.029,00 mq	Mirto
A06c	30.677,45 mq	Lavanda
A07a	20.853,70 mq	Lavanda
A07b	5.110,50 mq	Mandorlo
A08a	22.182,55 mq	Rosmarino
A08b	25.907,55 mq	Mandorlo
A09a	18.428,90 mq	Rosmarino
A09b	29.585,35 mq	Mandorlo
A010	43.300,55 mq	Mandorlo
A11a	12.520,00 mq	Mandorlo
A11b	24.792,40 mq	Mandorlo
A11c	11.313,50 mq	Mandorlo
A12a	16.906,00 mq	Mandorlo
A12b	21.800,10 mq	Mandorlo
A12c	14.750,20 mq	Mandorlo
A13a	19.845,30 mq	Mandorlo
A13b	21.800,10 mq	Mandorlo
A13c	20.200,80 mq	Mandorlo
A14a	8.352,10 mq	Mandorlo
A14b	8.810,10 mq	Mandorlo
A14c	5.093,65 mq	Mandorlo
A15	25.099,50 mq	Lavanda
A16	29.489,60 mq	Mandorlo
A17	33.402,25 mq	Mandorlo
- TOT Sup. Lotti Agricoli = 691.865,45 mq / 69,19 Ha		

Figura 28 : Divisione particellare e relative superfici utilizzate, indicate sia per gli impianti agrivoltaici che per le tipologie di coltivazione al di sotto. Da documento allegato "2202_T.P.08_Layout Piano Agronomico_Rev00"

La scelta delle suddette coltivazioni è stata effettuata sulla base di diversi parametri tra i quali:

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 66
---	--	---------------

- Condizioni pedo-climatiche della zona;
- Tipologia del terreno
- Caratteristiche produttive delle cultivar
- Rispetto delle specie tipiche del territorio sardo
- Domanda di mercato per il corretto posizionamento del prodotto agricolo
- Obiettivi economici dell'azienda agricola

Le coltivazioni scelte vengono messe a dimora rispettando i sestri di impianto tipici del pieno campo, anche con assetto semi-intensivo: mandorlo (cultivar Texas, Tuono e Arrubia) sesto di impianto 6,20x3,00 e aromatiche sesto di impianto 3,10x1,50 (mirto e rosmarino) e 3,10x1,00 (lavanda). Il sesto di impianto delle aromatiche permette la coltivazione sia sotto tracker che in interfila e parte della lavanda viene anche coltivata in pieno campo (0,16 ha nella parcella A15, ad Est). Per quanto riguarda il mandorleto, questo è stato progettato per rispondere alle esigenze morfologiche dell'area, piantumandolo in parte sotto tracker (25,93 ha) ed in parte in pieno campo (6,29 ha nelle parcelle A16 e A17, ad Est).

Essendo la proprietà utilizzata attualmente a scopo di foraggiamento, per la buona riuscita delle colture sarà necessario migliorare le condizioni strutturali e nutritive del terreno, stabilendo un buon livello di fertilità fisica e chimica per permettere i processi biogeochimici indispensabili a mantenere la disponibilità di elementi nutritivi nella rizosfera.

Per conseguire tali scopi, si prevede una fase di preparazione dell'area tramite azioni di volte al miglioramento fondiario, prima della messa a dimora delle colture. Le operazioni di preparazione e miglioramento fondiario avranno durata di due anni, in cui verrà svolta un'opera di sovescio (nel primo anno).

Le operazioni di miglioramento fondiario necessarie vengono suddivise nelle seguenti fasi di preparazione del terreno a cui, per chiarezza informativa, vengono integrate principali azioni di costruzione dell'impianto parte elettriche e le altre azioni colturali:

- 1) *Spietramento*: verrà utilizzata una macchina spietratrice per rendere il fondo uniformemente coltivabile, asportando ove necessario le pietre oltre una certa dimensione.
- 2) *Scasso con escavatore*: tramite escavatore con benna a rastrello saranno rimossi dall'area di impianto materiali in superficie o in profondità, come pietre, e rocce di medie dimensioni.
- 3) *Livellamento*: il terreno sarà livellato, lavorandolo tramite macchina livellatrice, al fine di predisporre il fondo alla realizzazione dell'impianto.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 67
---	--	---------------

- 4) *Divisione in parcelle*: tenuto conto delle tare relative a viabilità, fossi, capezzagne, volumi tecnici, si stima una superficie agricola utile di 70,81 ha, divisa in 35 lotti coltivabili, di dimensioni variabili a seconda della morfologia della proprietà e delle strade esistenti.
- 5) *Installazione delle strutture agrivoltaiche*: tramite utilizzo di macchine battipalo saranno infissi i pali di sostegno per i tracker elevati da terra. **Le strutture saranno infisse senza l'utilizzo di fondazioni in cemento.**
- 6) *Aggiunta di letame e/o ammendanti organici in misura adeguata*: l'apposizione del materiale ammendante verrà posto al fine di fertilizzare l'area tramite **concime naturale** con scelta di letami maturi disponibili in zona o ammendanti pellettati.
- 7) *Frantumazione della componente sassosa e rilascio della componente minerale al suolo*: al fine di migliorarne ulteriormente la fertilità sul filare avverrà la frantumazione (tale operazione sarà accorpata con l'interramento del materiale ammendante). L'operazione di riduzione della granulometria è prevista tramite la frantumazione delle pietre a livello superficiale.
- 8) *Semina e sovescio (1 anno)*: il primo anno verrà effettuata semina e sovescio tramite la semina di mix erbacei. La massa erbosa cresciuta stagionalmente sarà sfalcata e lasciata al suolo, per velocizzare il processo di fertilizzazione del terreno e recupero della massa organica, ai fini della buona riuscita delle coltivazioni previste. L'operazione avviene tra i filari dei tracker installati. Dal secondo anno inizierà la piantumazione delle colture.
- 9) *Impianto colture*: tramite l'ausilio di piccole macchine escavatrici verranno eseguite le buche necessarie per la messa a dimora delle colture e delle piante per la siepe di mitigazione. Le buche per la messa a dimora delle piantine lungo i filari verranno concimate con fertilizzante organico granulare.

Inoltre, il progetto prevede la piantumazione di una siepe di mitigazione, ove necessario lungo il perimetro dell'area, al fine di proteggere le colture dai venti di Maestrale. Nei punti in cui il sito risulta già limitato da siepi, le piante scelte saranno integrate con quelle esistenti. Le specie scelte per l'arricchimento della mitigazione sono *Arbutus unedo* – corbezzolo, *Crataegus monogyna* – biancospino, *Pistacia lentiscus* – lentisco, *Viburnum tinus* – viburno.

Tali specie permettono di inserire e mantenere nell'area una componente vegetale autoctona, che si rinviene nell'intorno del sito di intervento. Le specie per la siepe presentano un apparato radicale

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 68
---	--	---------------

molto robusto, resistenza ai parassiti ed elevata rusticità, sempreverdi con chioma e portamento compatto, caratteri nettariiferi e polliniferi e periodi di fioritura scalari.

Insieme alla presenza delle coltivazioni del campo già diversificate, tali caratteristiche garantiscono la produzione di polline e nettare durante tutto l'anno. Ciò permette l'inserimento in campo di 40 arnie della specie *Apis mellifera ligustica* al duplice scopo di monitoraggio ambientale e produzione di miele e prodotti derivati.

Il progetto agrivoltaico così strutturato contribuisce a migliorare la complessità biologica del sistema agroecologico, per iniziare un percorso aziendale certificato e di qualità, contribuendo, allo stesso tempo, ad implementare anche l'occupazione locale nei settori energetico ed agro-alimentare.

Infatti, tramite la vendita sia di prodotto fresco che lavorato, l'azienda si assicura la produzione di un quantitativo adeguato ed una varietà di prodotti tale da garantire un buon posizionamento di mercato della produzione agricola. In futuro si prevede anche la certificazione dei prodotti ottenuti integrando la tradizione agricola con le tecnologie innovative di ambienti agrivoltaici; infatti, già nel 2022² il **Consorzio Le Greenhouse** prevedeva la realizzazione di un marchio di provenienza per i prodotti agrivoltaici che sarebbe stato percepito dal consumatore come indicatore di qualità e sostenibilità ambientale. Ad oggi, in collaborazione con l'AIAS (Associazione Italiana Agrivoltaico Sostenibile), Le Greenhouse lavora alla realizzazione di questo marchio al quale seguirà una certificazione di qualità.

5.2.2. Sistema di irrigazione e gestione del campo

Il sito di cui dispone la proponente ricade nel comprensorio del Consorzio di Bonifica della Nurra e presenta al suo interno un sistema d'irrigazione utilizzato a supporto delle attività agricole svolte. A seguito del miglioramento fondiario previsto, l'intera area sarà maggiormente infrastrutturata attraverso un sistema di irrigazione avanzato grazie al quale sarà possibile un notevole risparmio della risorsa idrica.

Il centro di comando sarà realizzato all'interno di un vano tecnico posizionato in maniera baricentrica rispetto al sito e da cui si dirameranno n.4 condotte di diverso diametro con lo scopo di servire tutte le diverse macroaree dell'impianto agricolo. Quest'ultime a loro volta si dipartiranno in condotte con diametri sempre minori considerato che l'impianto di irrigazione progettato

2 http://bancadati.datavideo.it/media/20230315/20230315-RAI_3-BUONGIORNO_REGIONE_PUGLIA_0730-075943526m.mp4
-L'energia elettrica - AIET Associazione Italiana di Elettronica, Elettrotecnica, Automazione, Informatica e Telecomunicazioni. Maggio 2022, n.3 vol.99, Articolo 1. "l'integrazione tra agricoltura e fotovoltaico favorisce innovazione e cultura imprenditoriale - descrizione del prototipo di agrivoltaico di Scalea", 1.3. "Valorizzazione del prodotto agricolo".
-INTERVISTA CON LE GREENHOUSE, 27 Febbraio 2023.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 69
---	--	---------------

prevede una distribuzione in subirrigazione e microirrigazione attraverso ala gocciolante auto compensante e nebulizzatori aerei integrati nei tracker.

Il sito presenterà 30 sottocampi idrici suddivisi a loro volta in due grandi ripartizioni:

- Area destinata a coltivazione arboree;
- Area destinata a coltivazione piante officinali/aromatiche erbacee arbustive.

Il sistema di irrigazione, a secondo della coltura praticata, potrà avvenire attraverso irrigatori/nebulizzatori integrati nei Tracker o in subirrigazione attraverso ala gocciolante autocompensante. Il sistema progettato risponde alle più avanzate tecniche di irrigazione e di fertirrigazione finalizzato al contenimento dei consumi idrici.

Il sistema di irrigazione sarà gestito da una centralina Drip Net a più canali con controllo da remoto mediante una rete WiFi di campo (5G) capace di gestire tutte le elettrovalvole, i sistemi di misura, i sensori. Di seguito si riportano i sensori di monitoraggio previsti:

- umidità del suolo a 20 cm;
- umidità del suolo a 40 cm;
- temperatura del suolo;
- temperatura aria;
- umidità dell'aria;
- precipitazioni;
- flusso linfatico e inspessimento del tronco della pianta (dendrometro);
- quantità di acqua erogata per ciascuna sezione;
- misurazione del pH dell'acqua e delle miscele di fertirrigazione;
- radiazione fotosinteticamente attiva (PAR);
- quantità di fertilizzanti erogati per ciascuna sezione;

e più in generale:

- ore di funzionamento dell'impianto,
- controllo di eventuali perdite accidentali dell'impianto con blocco immediato della perdita,
- possibilità di comando da remoto.

Tutti i dati raccolti saranno trasmessi in cloud ad un server gestito da Netafim, al fine di produrre statistiche e studi per l'ottimizzazione dei cicli id irrigazione.

Le stesse tecniche di irrigazione sono state sperimentate negli impianti serricoli fotovoltaici della proponente presenti nelle zone di Scalea-Orsomarso e Cassano-Villapiana (CS) dal 2011, registrando risultati ottimali in termini di risparmio idrico.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 70
---	--	---------------

Dunque, tramite il sistema di subirrigazione, microirrigazione a doppia ala gocciolante e di nebulizzazione aerea, la società risparmia **tra 1/3 e 1/4 rispetto alle coltivazioni in pieno campo** (parcelle libere da tracker). Ciò è sostanzialmente dovuto, oltre agli avanzati sistemi di irrigazione, soprattutto **all'ombreggiamento dei moduli fotovoltaici che riduce notevolmente l'evapotraspirato**.

Nell'elaborato "2202_R.05_Piano Agronomico_Rev00" sono riportati i fabbisogni irrigui per ciascuna coltura in ambiente agrivoltaico applicando, prudenzialmente, solo una riduzione del 25% rispetto al pieno campo.

I trattamenti fitosanitari per la difesa da attacchi di patogeni verranno effettuati osservando le linee guida del disciplinare di produzione di lotta integrata della regione Sardegna, contribuendo attivamente alla lotta contro la perdita della agrobiodiversità e della biodiversità in genere, soprattutto animale, con riferimento specifico agli impollinatori. Infatti, tramite l'introduzione in campo di arnie di api della specie *Apis mellifera ligustica*, l'azienda effettua attività di biomonitoraggio ambientale tramite **arnie spia**, in quanto ritenuta tra le pratiche ambientali più sostenibili in grado di controllare e verificare lo stato di salubrità del sistema agroambientale. Delle 40 arnie poste in campo 6 fungeranno da arnie di monitoraggio.

Nel progetto in proposta sarà valutato direttamente lo stato di salute dei nuclei di api contenuti in arnie con sistemi di monitoraggio di tipo Melixa; per dettagli si rimanda al capitolo "13. INTRODUZIONE API" dell'elaborato "2202_R.05_Piano agronomico_Rev00".

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 71
---	--	---------------

6. OPERE DI CONNESSIONE

Nel presente paragrafo, sono descritte le caratteristiche tecniche delle opere necessarie alla connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata da Terna S.p.A. in data 11.05.2022 (**Codice Pratica 202103000**, Preventivo di connessione Prot. n. 20220040055 del 11.05.2022, accettato dalla proponente in data 31.08.2022) prevede il collegamento dell'impianto in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150/36 kV "Olmedo 380" da inserire in entra-esce alla RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo-Ittiri". Il collegamento in antenna a 36 kV per il collegamento dell'impianto alla nuova SE costituisce impianto di utenza per la connessione mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta SE costituisce impianto di rete per la connessione.

Si specifica che la nuova SE e relative opere di potenziamento della RTN sono comuni con altri produttori e la progettazione della nuova SE e dello stallo a 36 kV è affidata ad un altro produttore costituitosi come Capofila. A valle del benessere di Terna, il progetto definitivo delle Opere di Rete sarà condiviso con la proponente che provvederà a includerlo e integrarlo nel progetto complessivo.

Con riferimento alle opere di connessione lato utente, si evidenzia che il collegamento tra l'impianto e la nuova SE, sarà eseguito mediante cavidotto AT a 36 kV interrato e di lunghezza pari a circa 5,6 km, che si estende lungo la fascia a nord della Strada Provinciale SP65. Di seguito si riportano nuovamente per comodità l'inquadramento dell'area d'impianto con dettagli del percorso del cavidotto.



Figura 29: Inquadramento Area impianto, percorso cavidotto e area nuova SE Olmedo su Ortofoto

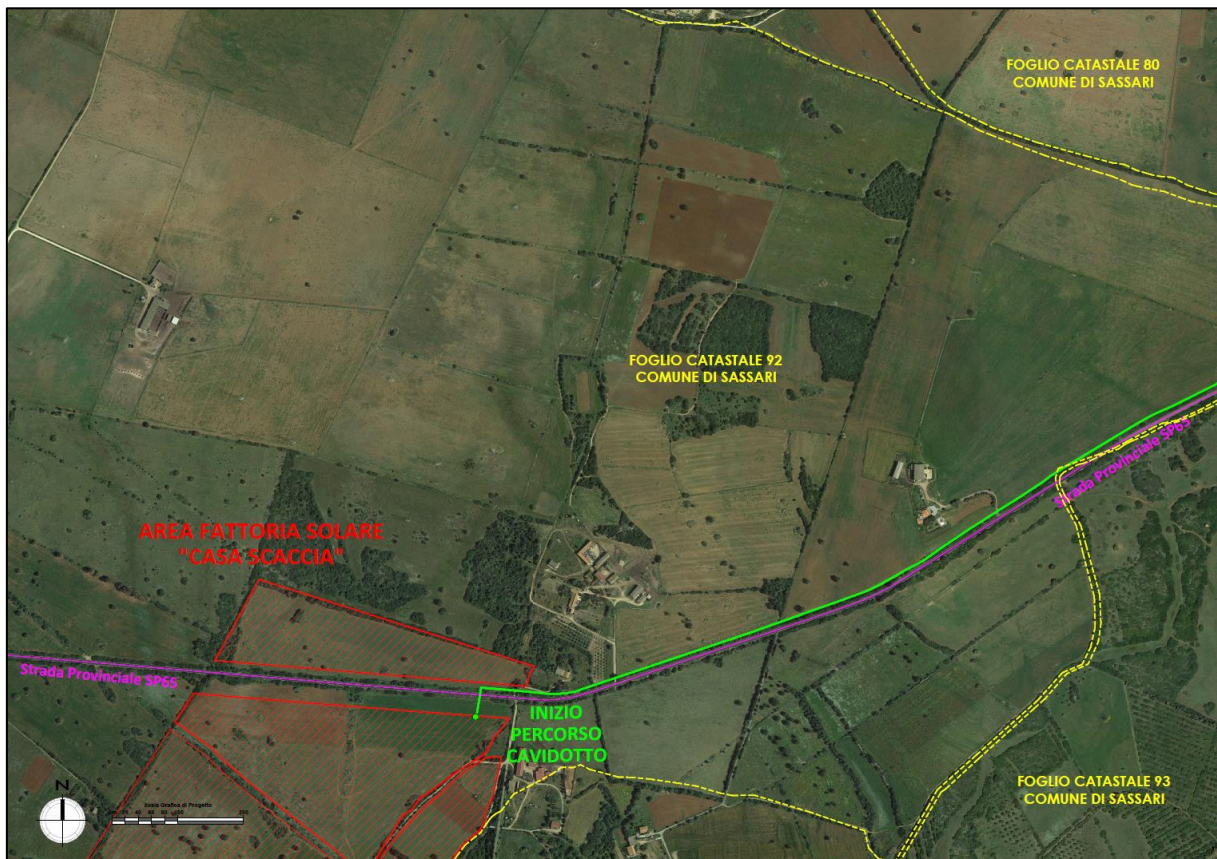


Figura 30: Inquadramento Territoriale "Percorso Cavidotto" con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Quadro 1

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 73
---	--	---------------

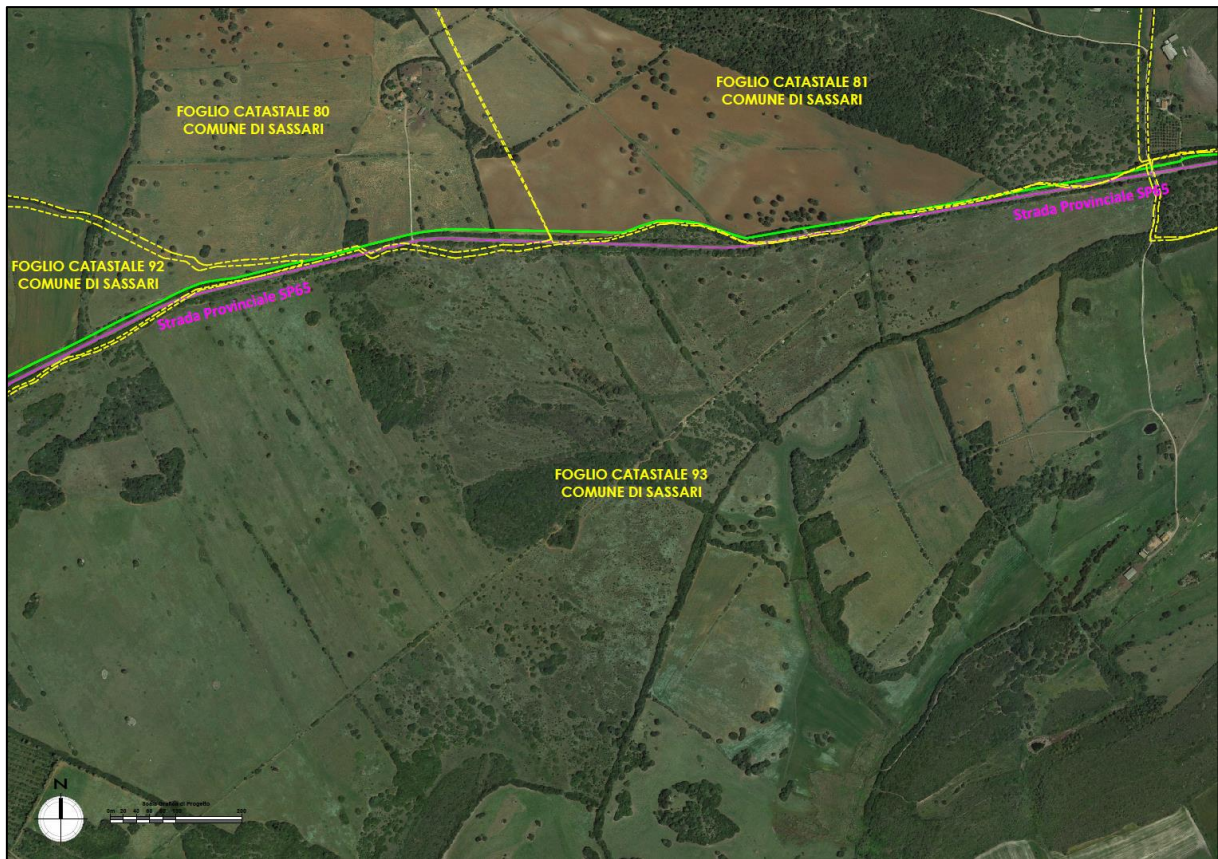


Figura 31: Inquadramento Territoriale "Percorso Cavidotto" con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Quadro 2

Progetto: Fattoria Solare “Casa Scaccia” AGRI BRUZIA SOCIETA’ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 74
---	--	---------------

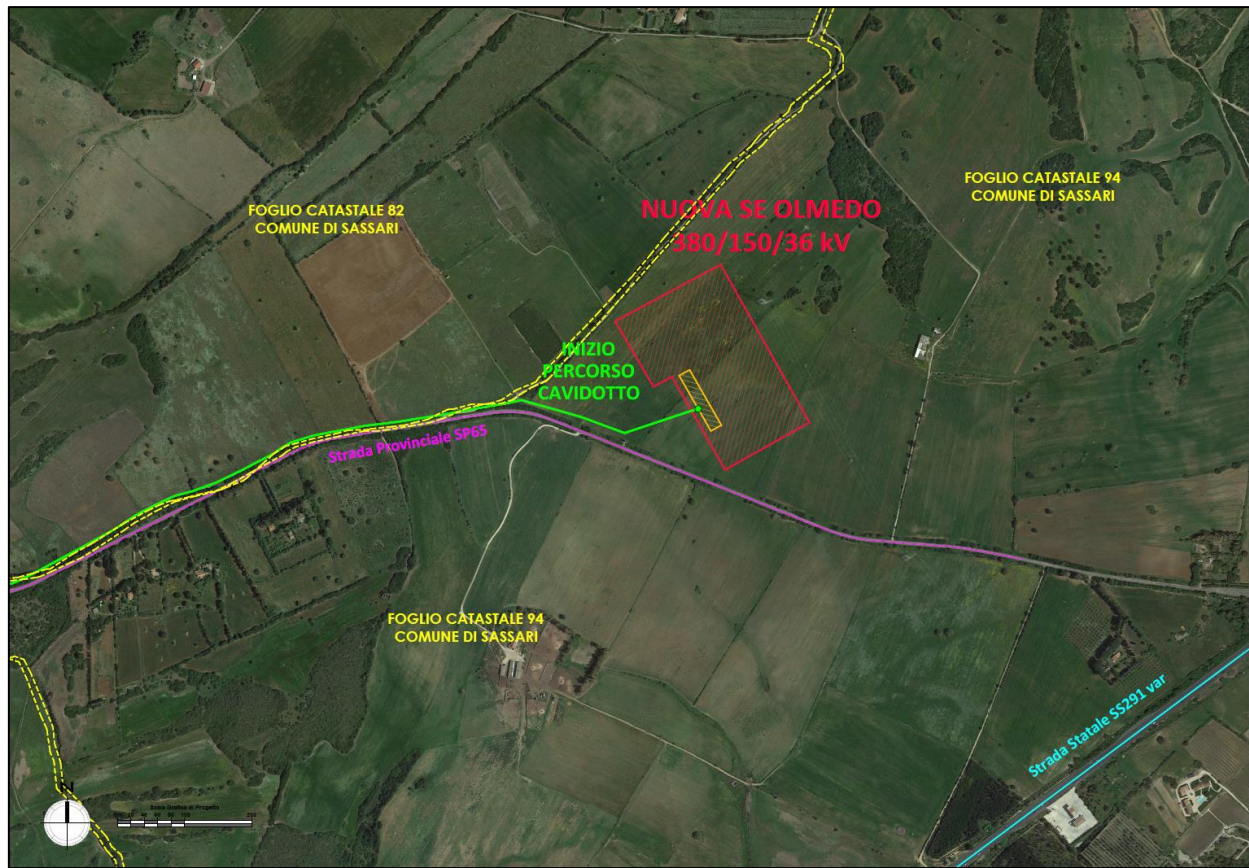


Figura 32: Inquadramento Territoriale “Percorso Cavidotto” e Area nuova “SE Olmedo” con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Quadro 3

6.1. Cavidotto e collegamento alla Nuova SE

In base alla STMG rilasciata da Terna S.p.A., l’impianto si conetterà in antenna a 36 kV sulla futura SE 380/150/36 kV RTN denominata “Olmedo 380”, ubicata nel Comune di Sassari (SS).

All’interno della SE di Terna, sarà messa a disposizione del produttore uno scomparto 36 kV ubicato all’interno del fabbricato 36 kV. La connessione a detto scomparto potrà avvenire mediante massimo due cavi per fase, come previsto dall’Allegato A.68 al Codice di Rete.

Nelle figure sotto vengono riportate degli standard relativi al tipo di connessione in proposta:

- un esempio di quadro 36 kV da interno
- un estratto della planimetria del fabbricato 36 kV
- localizzazione del fabbricato (riquadro in giallo)
- SE Olmedo (riquadro in rosso)
- quadri 36 kV all’interno del fabbricato (ovale blu)

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 75
---	--	---------------



Figura 1

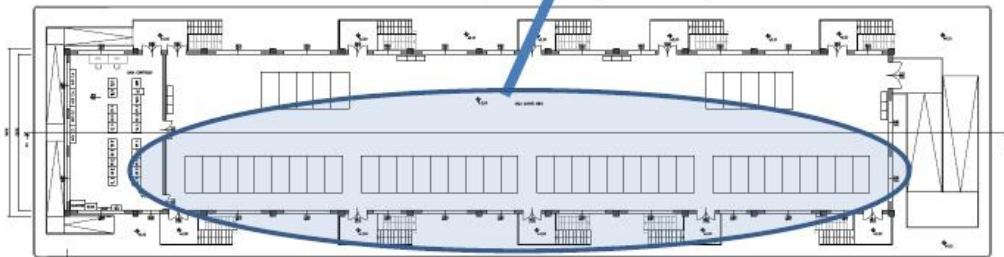
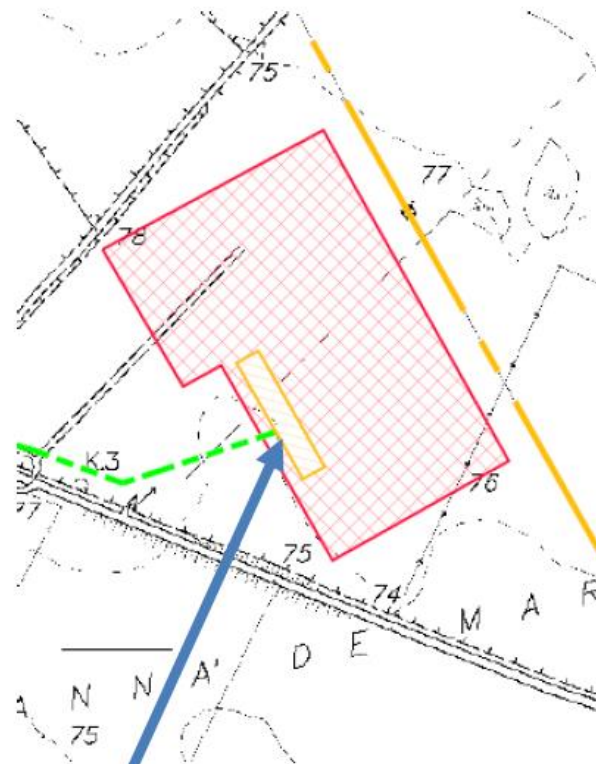


Figura 33: Dettaglio collegamento AT stazione elettrica Olmedo 380

Si riportano di seguito le condizioni ambientali e i dati elettrici di progetto utilizzati per il dimensionamento del cavidotto:

Condizioni ambientali

- Massima temperatura ambiente per l'esterno +40°C
- Minima temperatura ambiente per l'esterno -25 °C
- Umidità relativa massima per l'interno 90%
- Altezza dell'installazione sul livello del mare < 1000 m
- Classificazione sismica $A_g/g \leq 0,05$ - Zona 4
- Zona climatica secondo CEI 11-60 A

Dati elettrici di progetto del cavidotto 36 kV

- Tensione nominale 36 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione massima 40,5 kV

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 76
---	--	---------------

- Tensione di tenuta a livello industriale 83,2 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 185 kV
- Stato del neutro compensato con bobina Petersen a reattanza variabile

Come anticipato, il cavidotto che collega l'impianto Agrivoltaico alla SE 380/150/36 kV "Olmedo 380" è costituito per un primo tratto da tre terne di cavi in parallelo per una lunghezza 5,37 km e per un secondo tratto adiacente alla stazione da due terne di lunghezza 134 m, per una lunghezza complessiva di circa 5,6 km. La massima potenza in transito sarà di 59,80 MVA mentre la tensione di esercizio è di 36 kV.

Nel primo tratto le tre terne saranno formate da cavi unipolari in alluminio del tipo (N)A2X5(F)2Y 20,8/36 kV, ciascuno della sezione di 630 mmq. Di seguito le caratteristiche del cavo:

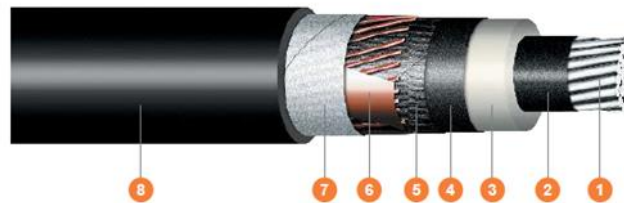


Figura 34: Cavo AT

1. Conduttore in alluminio
2. Strato semiconduttivo interno
3. Isolante in polietilene reticolato (XLPE)
4. Strato semiconduttivo esterno
5. Nastro di rivestimento protettivo
6. Schermatura in filo di rame e nastro di rame
7. Nastro idrorepellente
8. Guaina esterna in polietilene (PE)

Tale cavo è adatto per applicazioni a tensione nominale 20,8/36 kV ed è conforme alla normativa vigente in materia. Risulta adatto ad una condizione di posa interrata con tegolo di protezione, in ottemperanza alla Norma CEI 11-17 "Sollecitazioni a trazione". Detta norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare in grado di assorbire le varie sollecitazioni statiche e dinamiche che possono verificarsi nel corso della vita utile dell'impianto di Utenza. Si richiama in particolar modo l'articolo 2.3.04 di detta Norma che, per ciò che riguarda i conduttori in alluminio, prescrive sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non superiori ad una sollecitazione di 50N/mm² (limite sui conduttori). Dopo la posa, i cavi andranno sottoposti a collaudo per verificare l'insorgere di eventuali difettosità, grossolani

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 77
---	--	---------------

errori di confezionamento dei giunti e terminali e/o danneggiamenti avvenuti durante i lavori, al fine di garantire la perfetta regola d'arte.

Nell'ultimo tratto di circa 134 m in ingresso all'ampliamento a 36 kV della SE 380/150/36 kV "Olmedo 380", il cavidotto sarà composto da sole due terne di cavo, una dello stesso tipo e sezione delle precedenti, mentre la seconda sarà sempre di sezione 630 mmq ma in rame del tipo N2XS(FL)2Y 20,8/36 kV. Ciò si rende necessario per trasportare la corrente in transito in due delle tre terne costituenti la tratta principale del cavidotto, tramite una giunzione "Y", da installarsi nell'ultimo giunto localizzato nell'area pozzetti esterna all'ampliamento 36 kV della SE 380/150/36 kV "Olmedo 380".

Di seguito le caratteristiche del cavo in rame:

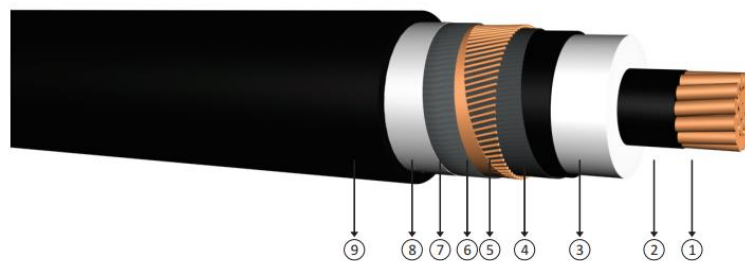


Figura 35:Cavo in rame

1. Conduttore in rame
2. Strato semiconduttivo interno
3. Isolante in polietilene reticolato (XLPE)
4. Strato semiconduttivo esterno
5. Nastro di rivestimento protettivo
6. Schermatura in filo di rame
7. Nastro idrorepellente
8. Strato di alluminio rivestito
9. Guaina esterna in polietilene (PE)

La potenza reattiva capacitiva prodotta dal cavidotto 36 kV, prima in formazione 3x3x1x630 mm², poi 2x3x1x630 mm² sarà pari a circa 3,47 MVAR, che andranno compensati, come previsto da A.68 CdR Terna.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 78
---	--	---------------

Nella tabella seguente sono sintetizzati i valori di cui sopra:

Impianto	Formazione	Partenza	Arrivo	Potenza in transito [MVA]	km	Capacità [μ F]	Potenza reattiva generata [MVAR]
Casa Scaccia	3x3x1x630	Cabina di raccolta	Area pozzetti esterni SE 380/150/36 kV Olmedo	59,80	5,36	4,92	3,47
Casa Scaccia	3x1x630	Area pozzetti esterni SE 380/150/36 kV Olmedo	Fabbricato 36 kV - SE 380/150/36 kV Olmedo		0,134		
Casa Scaccia	3x1x630	Area pozzetti esterni SE 380/150/36 kV Olmedo	Fabbricato 36 kV - SE 380/150/36 kV Olmedo		0,134		

Le cadute di tensione e potenza percentuali, sono state calcolate ad una tensione di esercizio pari al 90% della tensione nominale e $\cos\varphi=0,944$.

6.1.1. Sezione giunto a "Y"

La topologia nella quasi totalità del cavidotto è stata progettata attraverso l'utilizzo di tre terne parallele, in prossimità della stazione, il passaggio da tre a due terne attraverso l'utilizzo del giunto a "Y" risulta necessario in quanto Terna prevede l'accesso ai quadri 36 kV con il collegamento di massimo due terne.

Di seguito nella viene rappresentata la sezione tipo del giunto previsto:

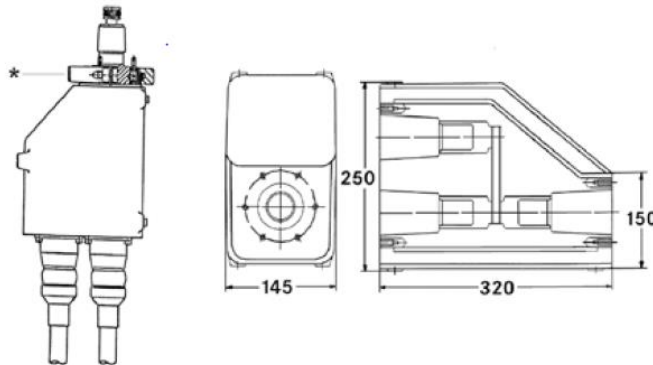


Figura 36: Sezione tipo del giunto "Y" previsto

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 79
---	--	---------------

6.1.2. Sezione di scavo e tracciato AT

Il cavidotto si estenderà per circa 5,6 km a partire dalla cabina di Raccolta AT afferente all'impianto fino al raggiungimento della Stazione AT/AT sopra menzionata.

L'opera si articolerà lungo la Stata Provinciale SP65, prevedendo una fascia di esproprio pari a 6 m lungo le particelle a Nord della SP65 in adiacenza alla stessa.

Si riporta di seguito il dettaglio della sezione di scavo del cavidotto con evidenza del tipo di posa dei cavi e delle quote, espresse in centimetri, rispetto al piano di campagna. Come si può osservare in figura il cavidotto avrà differenti tipi di scavo a seconda del punto del tracciato interessato.

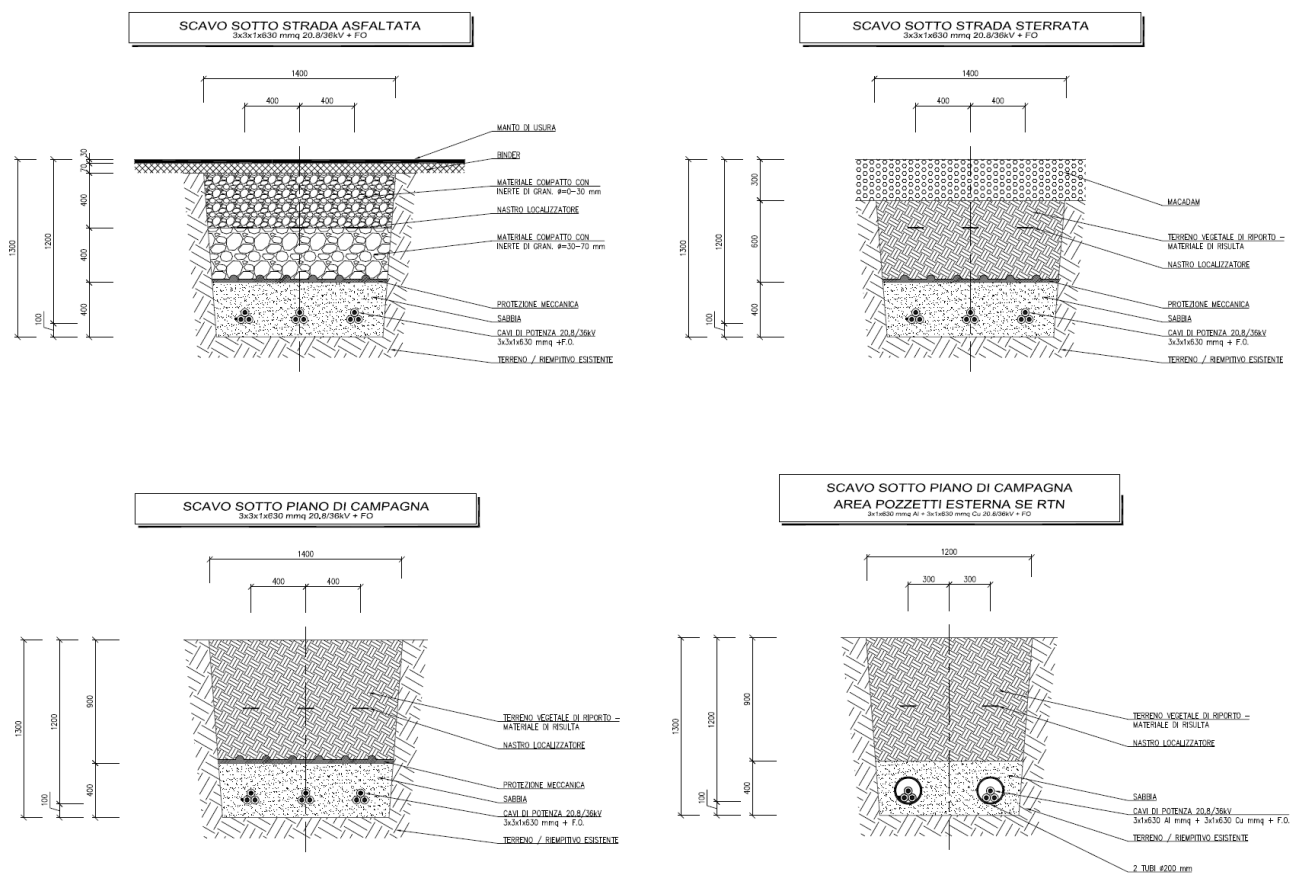


Figura 37: Sezione di scavo Connessione

La sezione di scavo del cavidotto sarà pari a 1,40 x 1,30 metri, 1,2 x 1,3 a valle della giunzione a "Y". L'opera richiederà in alcuni punti di intersezione con Strada Provinciale SP65 o con la Rete di Approvvigionamento Idrico la trivellazione orizzontale controllata (c.d. TOC). Per dettagli si fa riferimento ai paragrafi precedenti e agli elaborati tecnici dedicati. A lavori ultimati, allo scopo di conoscere con esattezza nel tempo la posizione del cavo, saranno comunque rilevati e rappresentati

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 80
---	--	---------------

il percorso e le quote di posa effettive a fronte di eventuali modifiche rispetto a quanto previsto in sede di progettazione definitiva.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 81
---	--	---------------

7. NORME E SPECIFICHE TECNICHE

Le opere in argomento sopra esposte, se non diversamente precisato nelle Prescrizioni o nelle Specifiche Tecniche del Gestore di rete in esse richiamate, saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza di norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della accettazione, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

Vengono di seguito elencati come esempio, alcuni riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d'impianto.

- Norma **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici";
- Norma **CEI EN 61936-1** "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Prescrizioni comuni";
- Norma **CEI EN 50522** "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Norma **CEI EN 50341-2-13** "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia";
- Norma **CEI 11-17; V1** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo";
- Norma **CEI EN 62271-100** "Interruttori a corrente alternata ad alta tensione";
- Norma **CEI EN 62271-102** "Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione";
- Norma **CEI EN 60896-22** "Batterie stazionarie al piombo - Tipi regolate con valvole - Prescrizioni";
- Norma **CEI EN 60332-1-1** "Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Apparecchiatura";
- Norma **CEI 20-37-0** "Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Generalità e scopo";
- Norma **CEI EN 61009-1** "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari";
- Norma **CEI EN 60358-1** "Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi - Norme generali";
- Norma **CEI 36-12** "Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V";

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 82
---	--	---------------

- Norma **CEI EN 61869-1** "Trasformatori di misura - Prescrizioni generali";
- Norma **CEI EN 61869-2** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di corrente";
- Norma **CEI EN 61896-3** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione induttivi";
- Norma **CEI EN 61896-5** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione capacitivi";
- Norma **CEI 57-2** "Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI 57-3; V1** "Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate";
- Norma **CEI 64-2** "Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione";
- Norma **CEI 64-8; V5** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua";
- Norma **CEI 79-2; V2** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature";
- Norma **CEI 79-3** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti";
- Norma **CEI EN 60839-11-1** "Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Sistemi elettronici di controllo d'accesso - Requisiti per il sistema e i componenti";
- Norma **CEI EN 60335-2-103** "Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati";
- Norma **CEI EN 60076-1** "Trasformatori di potenza";
- Norma **CEI EN 60076-2** "Trasformatori di potenza - Sovratemperature in trasformatori immersi in liquidi";
- Norma **CEI EN 60137** "Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-3** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-4** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60068-3-3** "Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature";
- Norma **CEI EN 60099-4** "Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata";
- Norma **CEI EN 60099-5** "Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione";
- Norma **CEI EN 50110-1 e 2** "Esercizio degli impianti elettrici";

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 83
---	--	---------------

- Norma **CEI 7-6** "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici";
- Norma **UNI EN ISO 2178** "Misurazione dello spessore del rivestimento";
- Norma **UNI EN ISO 2064** "Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore";
- Norma **CEI EN 60507** "Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI EN 62271-1** "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione";
- Norma **CEI EN 60947-7-2** "Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame";
- Norma **CEI EN 60529** "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Norma **CEI EN 60168** "Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V";
- Norma **CEI EN 60383-1** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata";
- Norma **CEI EN 60383-2** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata";
- Norme **CEI EN 61284** "Linee aeree - Prescrizioni e prove per la morsetteria";
- Norme **UNI EN 54-1** "Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio";
- Norme **UNI 9795** "Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- Norma **CEI EN 61000-6-2** "Immunità per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 61000-6-4** "Emissione per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 50182** "Conduttori per linee aeree - Conduttori a fili circolari cordati in strati concentrici";
- Norma **CEI EN 61284** "Linee aeree - Prescrizioni e prove per la morsetteria";
- Norma **CEI EN 60383-1; V1** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata - Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione";
- Norma **CEI EN 60305** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Elementi di isolatori di vetro e di ceramica per sistemi in corrente alternata - Caratteristiche degli elementi di isolatori a cappa e perno - Caratteristiche di elementi di catene di isolatori a cappa e perno";
- Norma **CEI 11-60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne";

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 84
---	--	---------------

- Norma **CEI 211-4** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
 - Norma **CEI 211-6**, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
 - Norma **CEI 103-6** "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
 - Norma **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Linee elettriche aeree e in cavo";
 - Codice di rete emesso da Terna.
-

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 85
---	--	---------------

8. SISTEMA DI CONTROLLO, RECINZIONE E VIABILITA' INTERNA

L'intero impianto di produzione sarà recintato mediante una recinzione del tipo paletti e rete in maglia metallica leggera arricchita da una siepe verde perimetrale con il duplice obiettivo di mitigare le strutture fotovoltaiche e di non alterare l'attuale vista del sito dalle strade e altri confini limitrofi. Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 20 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

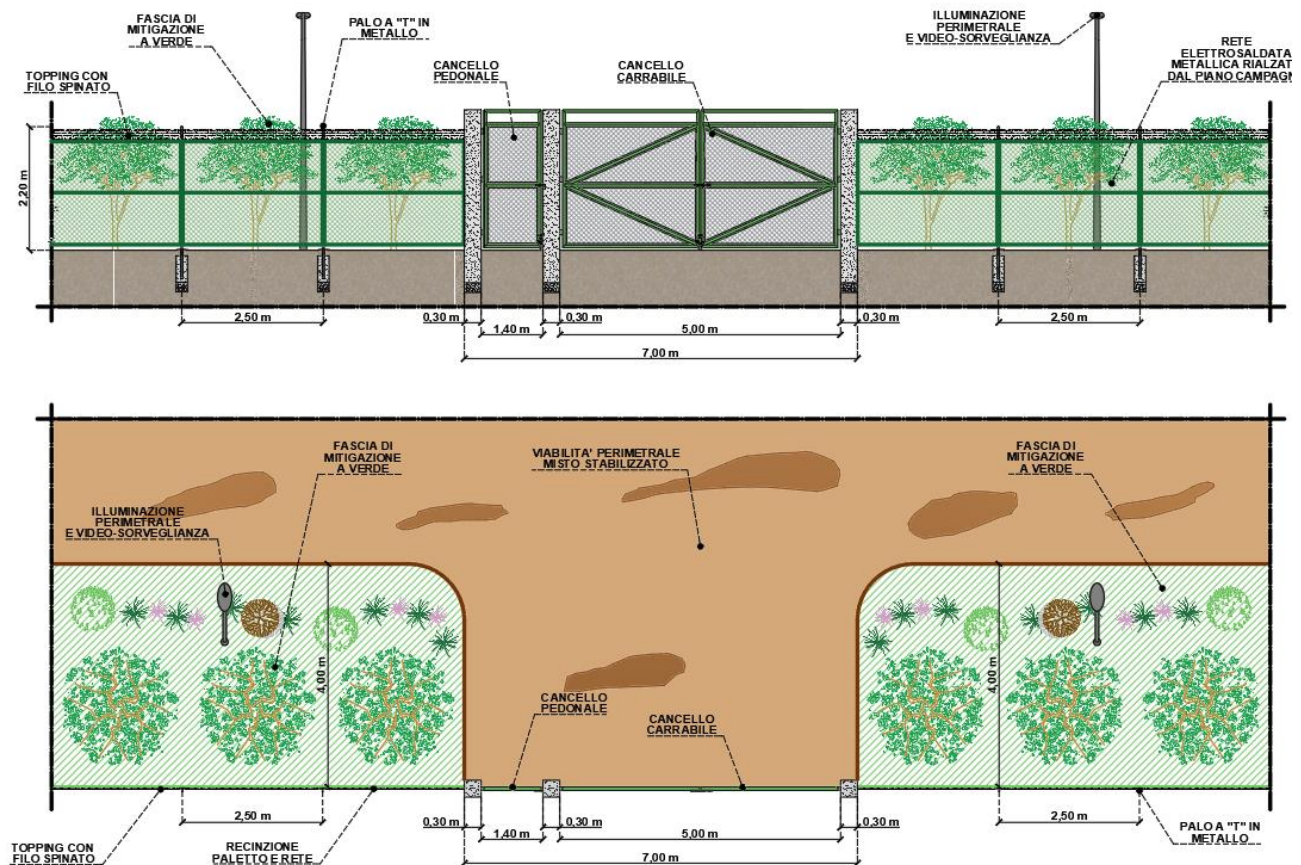


Figura 38: Dettagli Costruttivi Recinzione, Opere di Mitigazione e Viabilità perimetrale

La recinzione è prevista sia lungo il perimetro dell'area che entro le fasce di rispetto imposte lungo la Strada Provinciale SP65, le strade vicinali e le condotte idriche consortili. Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di n.16 cancelli ad ingresso carrabile e pedonale per consentire l'accesso alle varie sezioni del campo, compatibilmente alle esigenze agricole e di conduzione dell'impianto e nel rispetto dell'attuale viabilità dell'area interessata dal progetto.

All'interno del sito si distingueranno viabilità perimetrali e centrali caratterizzate da una carreggiata di dimensioni pari a circa 6m mentre la disposizione dei tracker, in armonia con i

sesti di impianto delle colture, consente il mantenimento di ampie aree di manovra per la movimentazione dei mezzi operanti all'interno del sito.

In virtù del modello agrivoltaico proposto, si evidenziano altresì viabilità secondarie in direzione longitudinale e trasversale sfruttando le altezze (2,70m con inclinazione massima dei moduli fotovoltaici a 50°) che caratterizzano i tracker e che non creano impedimento e ostacolo alla circolazione di mezzi agricoli, garantendo una conduzione meccanizzata in tutto il sito.

Tali percorsi possono essere utilizzati da mezzi di diverse dimensioni operanti sia nella conduzione agricola che in quella elettrica e risultano utili anche per eventuali interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria nel corso della vita utile dell'impianto.

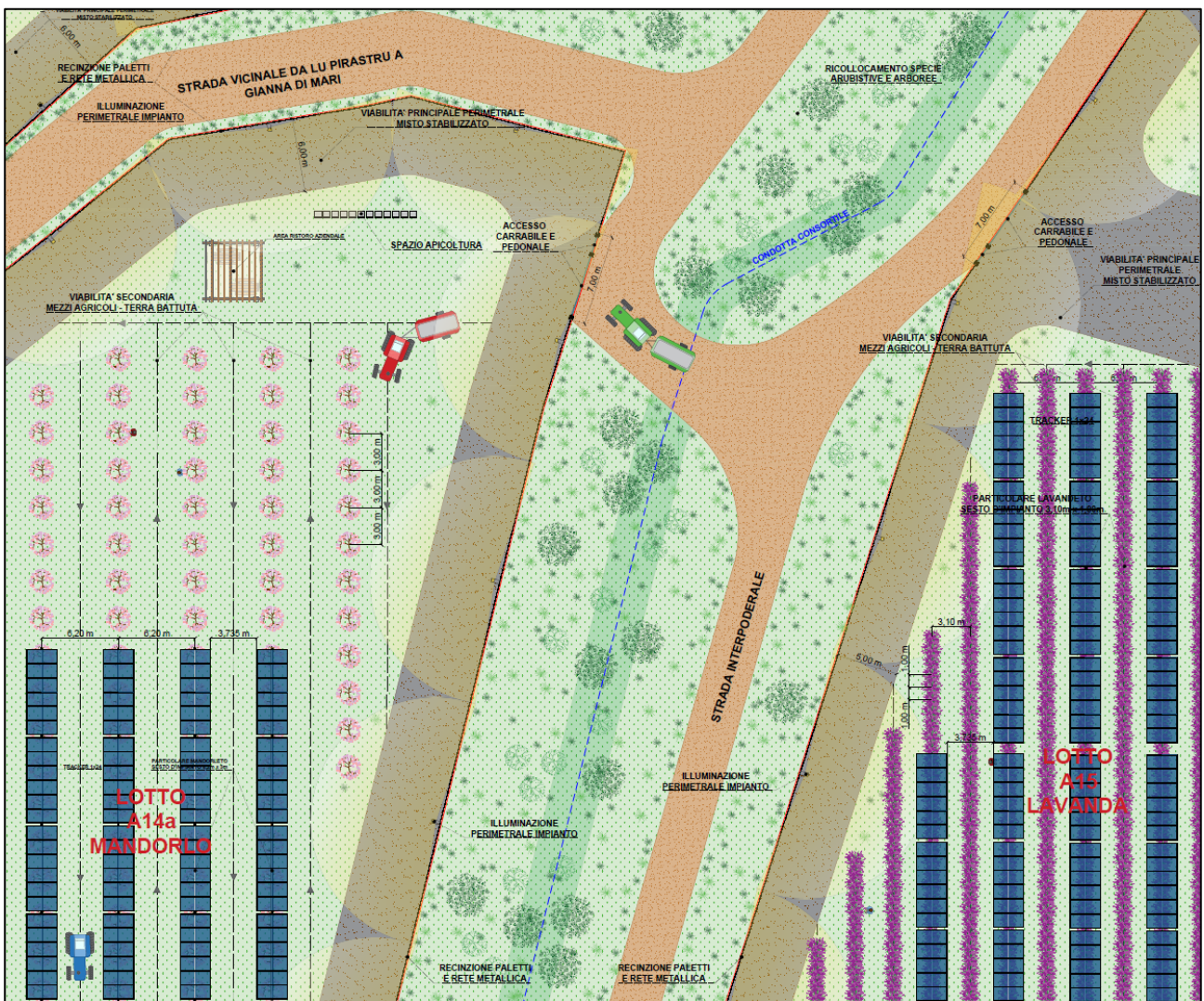


Figura 39: Stralcio planimetria di dettaglio impianto agrivoltaico con evidenza del sistema viario interno e dell'integrazione tra sistema agricolo e sistema fotovoltaico Riferimento Elaborato Grafico "2202_T.P.11_Stralcio planimetria di dettaglio impianto agrivoltaico_Rev00"

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 87
---	--	---------------

Il sito sarà dotato di un sistema di sicurezza e antintrusione con lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate. Il sistema di sorveglianza/deterrenza potrà utilizzare sia sistemi di antintrusione perimetrale cablati in fibra ottica sulla recinzione e sia sistemi di rilevazione video mediante telecamere digitali a doppia tecnologia ad alta risoluzione che consentiranno di monitorare in tempo reale il perimetro e le aree di maggior interesse impiantistico. I sistemi video saranno posti sui pali di illuminazione che si trovano lungo il perimetro. Il sistema di video sorveglianza avrà il compito di garantire al servizio di vigilanza locale gli strumenti necessari per effettuare un'analisi immediata degli eventi a seguito di allarme generato dal sistema perimetrale e per eventuali azioni da intraprendere.

9. STIMA DELLA PRODUCIBILITÀ

In relazione alle caratteristiche climatiche e metereologiche del sito, alle caratteristiche tecniche dei componenti di impianto e alla loro interconnessione, la stima della producibilità dell'impianto in oggetto è complessivamente pari a **84 GWh/anno**.

La modellazione del sistema, condotta mediante software PVSystem, ha tenuto conto dei fattori di ombreggiamento, delle ombre vicine, oltre che della presenza di un rilievo a Sud-Est dell'impianto. Per motivi di semplicità, lo stesso è stato modellato mediante un prisma a base rettangolare avente vertice di altezza pari al punto più alto e facce laterali a riprodurre la pendenza del rilievo.

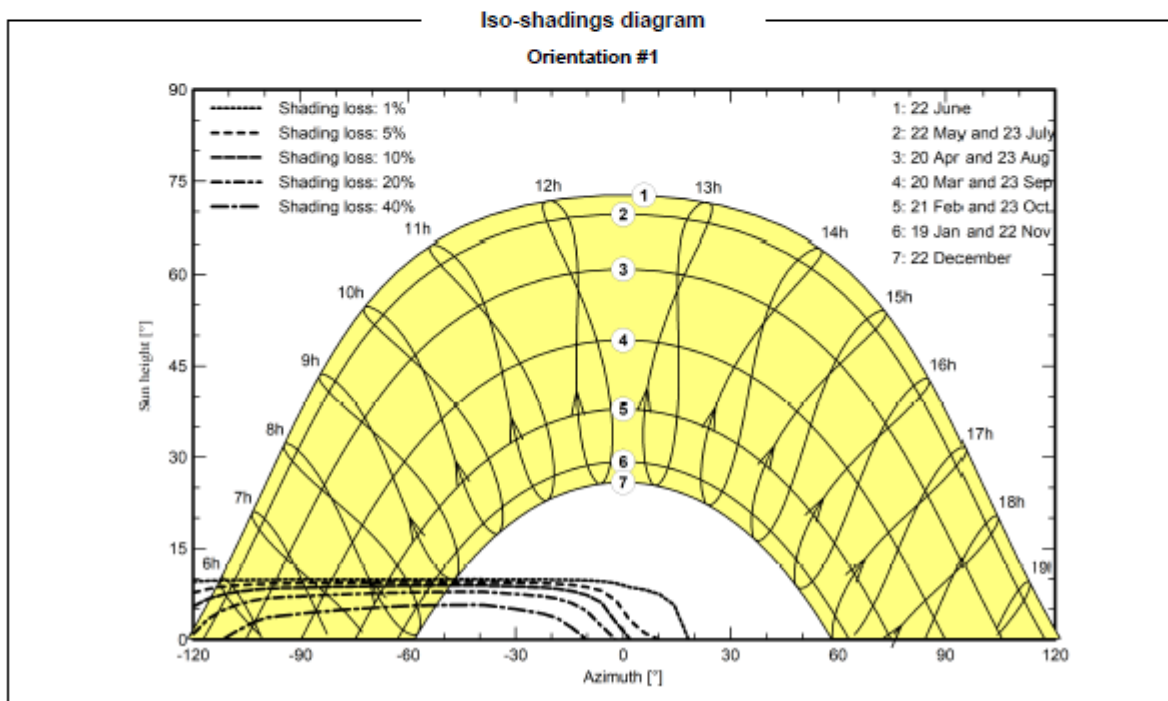
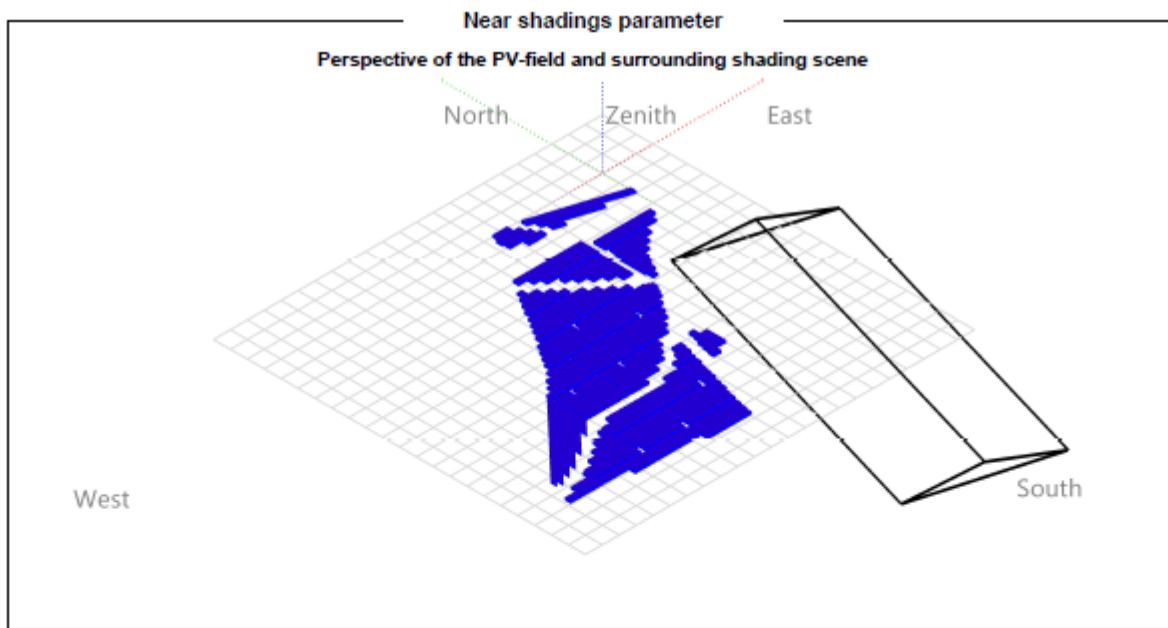
Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	Backtracking array
Orientation		Astronomic calculation	Nb. of trackers 2963 units
Tracking plane, horizontal N-S axis		Backtracking activated	Sizes
Axis azimuth 0°			Tracker Spacing 6.20 m
			Collector width 2.46 m
			Ground Cov. Ratio (GCR) 39.8 %
			Phi min / max. +/- 50.0°
			Backtracking strategy
			Phi limits +/- 66.4°
			Backtracking pitch 6.20 m
			Backtracking width 2.47 m
Models used		Near Shadings	User's needs
Transposition Perez		Linear shadings	Unlimited load (grid)
Diffuse Perez, Meteonom			
Circumsolar separate			
Horizon			
Free Horizon			
Bifacial system			
Model	2D Calculation unlimited trackers		
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing 6.20 m		Ground albedo 0.30	
Tracker width 2.46 m		Bifaciality factor 80 %	
GCR 39.8 %		Rear shading factor 5.0 %	
Axis height above ground 2.10 m		Rear mismatch loss 10.0 %	
		Shed transparent fraction 0.0 %	
Grid injection point			
Power factor			
Cos(phi) (lagging) 1.000			

PV Array Characteristics

Array #1 - Campo FV		Inverter	
PV module		Manufacturer SMA	
Manufacturer	JA Solar	Manufacturer	SMA
Model	JAM78D40-620/GB	Model	Sunny Central 2660 UP (Preliminary)
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	620 Wp	Unit Nom. Power	2660 kWac
Number of PV modules	3936 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	2440 kWp	Total power	2660 kWac
Modules	164 Strings x 24 In series	Operating voltage	880-1325 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	0.92
Pmpp	2260 kWp		
U mpp	1008 V		
I mpp	2241 A		



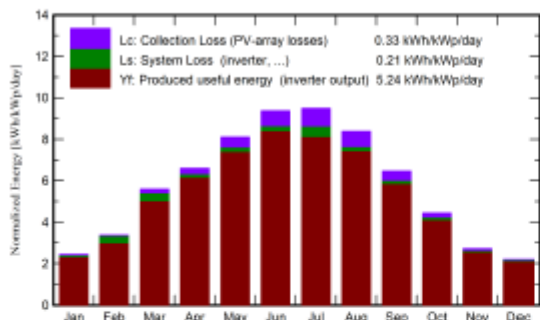
Main results

System Production

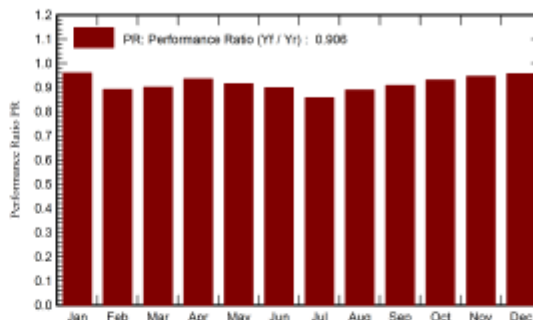
Produced Energy 84 GWh/year
Apparent energy 84000 MVAh

Specific production 1912 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 90.61 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR

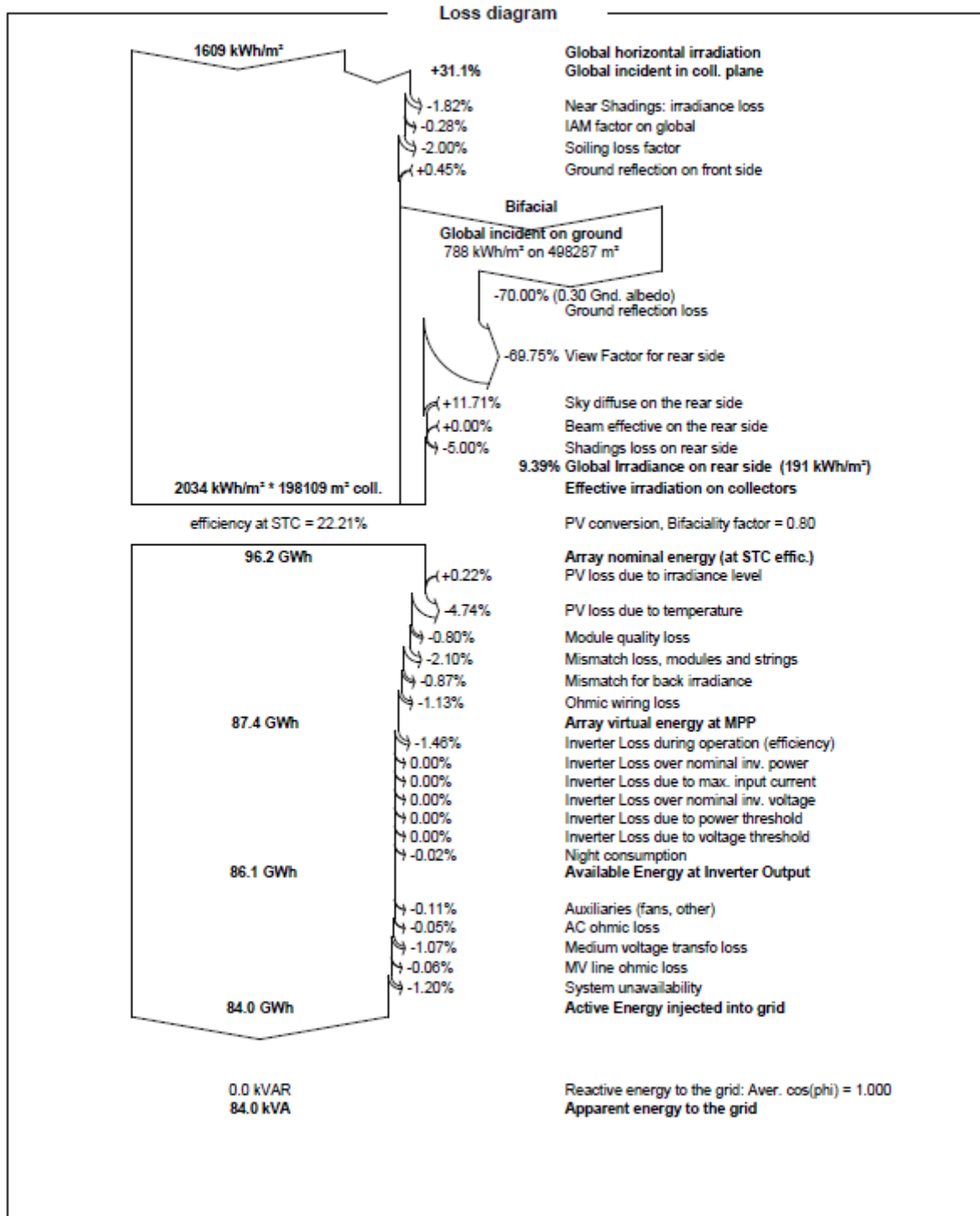


Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	57.3	26.70	9.48	75.8	72.3	3.30	3.20	0.960
February	73.1	37.10	9.22	94.4	90.5	4.13	3.70	0.891
March	131.7	51.46	11.60	173.4	167.0	7.40	6.86	0.901
April	155.7	68.53	14.06	198.1	190.8	8.37	8.14	0.935
May	194.1	76.87	17.98	251.2	242.5	10.39	10.11	0.916
June	217.4	78.35	22.36	281.3	271.9	11.41	11.11	0.898
July	223.8	74.25	25.58	294.2	284.6	11.77	11.09	0.858
August	195.1	68.16	25.42	259.7	250.8	10.43	10.16	0.890
September	144.8	50.03	21.44	193.7	187.0	7.95	7.73	0.908
October	103.7	44.05	18.50	137.7	132.3	5.79	5.63	0.930
November	61.4	26.85	13.92	81.7	78.4	3.50	3.39	0.946
December	51.1	22.73	10.84	68.5	65.5	2.98	2.88	0.957
Year	1609.1	625.08	16.75	2109.8	2033.5	87.42	84.00	0.906

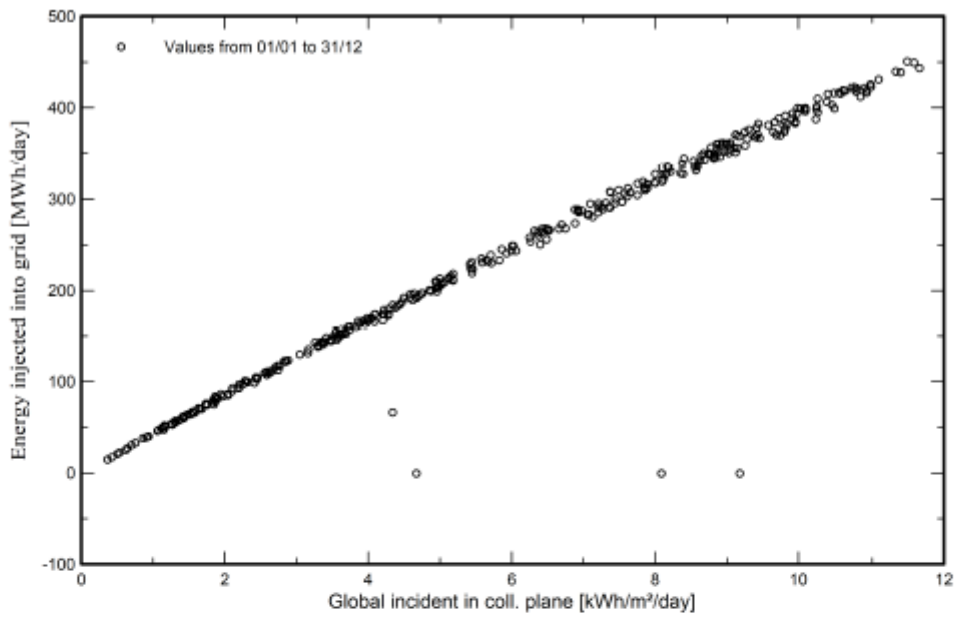
Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio

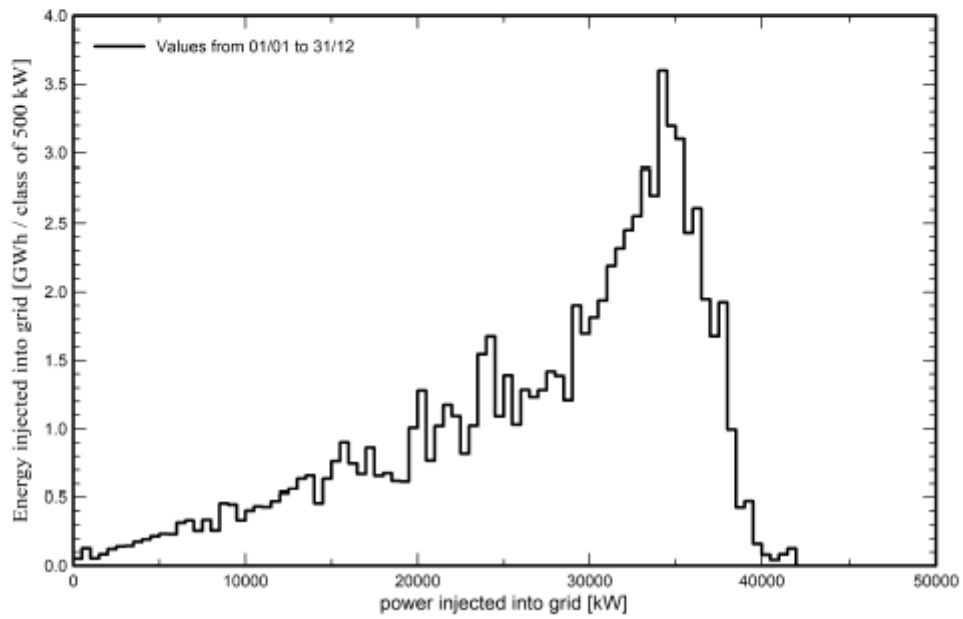


Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 93
---	--	---------------

9.1. Benefici Ambientali

Nel presente paragrafo si analizzano i benefici ottenibili dall'impianto in materia ecologico-ambientale.

Al fine di quantificare l'effettivo risparmio di combustibile fossile si converte l'energia prodotta dall'impianto a fonte rinnovabile in TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) tramite il coefficiente di conversione TEP/MWh ricavabile dall'equivalenza:

$$1 \text{ TEP} \equiv 11,63 \text{ MWh}$$

Tale equivalenza esprime la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo. Il coefficiente di conversione TEP/MWh che indica a quante TEP corrisponde un MWh di energia risulta pari a:

$$\frac{\text{TEP}}{\text{MWh}} \cong 0,085985$$

Pertanto, considerando anche un fattore di perdita di efficienza annuale dell'impianto dello 0,80%, le TEP risparmiate dall'impianto risulteranno:

Risparmio combustibile fossile	
Energia prodotta dall'impianto	84.000,00 MWh/anno
Combustibile fossile risparmiato in un anno	7.222,70 TEP
Combustibile fossile risparmiato in 20 anni	133.476,2 TEP

Inoltre, considerando i Rapporti 363/2022 dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) riguardanti gli Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico, si possono calcolare le Emissioni di gas ad effetto serra evitate.

Al fine di valutare l'impatto di tali fonti sulla riduzione di gas a effetto serra sono state calcolate le emissioni di CO₂ evitate ogni anno. La metodologia adottata consiste nel calcolo delle emissioni nell'ipotesi che l'equivalente energia elettrica da fonti rinnovabili sia realizzata con il mix fossile dell'anno in questione. Le emissioni evitate sono quindi calcolate in termini di prodotto dell'energia elettrica generata da fonti rinnovabili per il fattore di emissione medio annuale da fonti fossili. L'ipotesi si basa sull'assunzione che, in assenza di produzione rinnovabile, la stessa quantità di energia elettrica deve essere prodotta dal mix fossile.

Il fattore di emissione della produzione elettrica nazionale e dei consumi elettrici risulta:

$$\frac{g \text{ CO}_2}{kWh} = 449,1$$

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 94
---	--	---------------

Tale coefficiente fa riferimento esclusivamente alla produzione termoelettrica lorda proveniente da fonte fossile ed è espresso in grammi di CO₂ emessi per kWh di energia prodotta.

Pertanto, considerando analogamente il fattore di perdita di efficienza annuale dell'impianto dello 0,90%, la quantità di CO₂ evitata dall'impianto risulterà:

Emissione di CO₂ evitata	
Energia prodotta dall'impianto	84.000,00 MWh/anno
Emissione di CO ₂ evitata in un anno	37.724,40 t CO ₂
Emissione di CO ₂ evitata in 20 anni	697.146,9 t CO ₂

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 95
---	--	---------------

10. DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI

Al termine della vita utile di un impianto agrivoltaico, il progetto definitivo prevede una serie di operazioni che hanno l'obiettivo di dismettere e smantellare l'impianto in tutte le sue parti.

Tali operazioni vengono previste e descritte al fine di consentire il ritorno allo stato iniziale delle aree interessate dall'opera. La produzione di rifiuti verrà gestita secondo la normativa vigente D.lgs. 152/2006, i materiali riciclabili verranno inviati ad aziende specializzate al riciclo mentre i materiali non riciclabili e di risulta verranno inviati ad impianti di recupero e smaltimento specializzati ed autorizzati. I materiali identificati come materiali riciclabili saranno recuperabili al momento della loro dismissione tramite processi di fusione e successiva raffinazione, dando luogo a prodotti analoghi a quelli di origine o comunque sottoprodotti di pari impiego.

Le fasi delle attività di dismissione dell'impianto Agrivoltaico, dello Storage e delle opere di connessione sono dettagliatamente descritte, insieme al cronoprogramma e alla stima preliminare dei costi, nell'elaborato "*2202_R.09_Piano di Dismissione e Ripristino dei Luoghi con stima costi*".

I tempi relativi alla dismissione e ripristino dell'impianto, si stimano essere pari a circa 35 settimane.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 96
---	--	---------------

11. CRONOPROGRAMMA LAVORI

I tempi per la realizzazione del progetto si stimano essere di circa 14 mesi. I tempi relativi alla costruzione dell'impianto, intesi come tempo che intercorre dal verbale di apertura cantiere fino ai collaudi preliminari dello stesso si stimano essere di circa 12 mesi. La costruzione dell'impianto sarà avviata immediatamente dopo l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie, previa realizzazione del progetto esecutivo. I tempi di messa in esercizio dell'impianto sono chiaramente vincolati alla realizzazione da parte di Terna della nuova SE Olmedo 380 e delle opere di rete necessarie alla connessione con la linea 380 kV "Fiumesanto Carbo-Ittiri", stimata in circa 20 mesi dal preventivo di connessione. Terminata la costruzione della stazione elettrica si provvederà al collaudo finale dell'opera e alla messa in esercizio.

In merito ai tempi di approvvigionamento dei tracker e dei moduli fotovoltaici si ipotizzano circa 3 mesi, inteso come tempo che intercorre dalla data di invio ordine al fornitore, fino alla consegna in impianto. Per le apparecchiature preassemblate, i container, la strumentazione e il materiale elettrico per impianto e cavidotto si ipotizzano dai 4 ai 6 mesi.

Per il dettaglio delle tempistiche delle attività di realizzazione dell'impianto di produzione e del cavidotto si faccia riferimento all'elaborato "2202_R.14_Cronoprogramma dei lavori", che rappresenta il cronoprogramma complessivo delle opere.

12. VALORE DELL'OPERA

La stima del valore dell'opera nel suo complesso ammonta a circa 56,57 mln/€ (escluso IVA) incluse spese di consulenza, progettazione tecnico-ambientale e collaudi; i costi di dismissione sono stimati in circa 2,3 mln/€ (escluso IVA). Per i dettagli si rimanda al Quadro economico e all'elaborato "2202_R.11_Computo metrico estimativo".

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina: 97
---	--	---------------

13. BENEFICI SOCIO-ECONOMICI E RICADUTE OCCUPAZIONALI

Il progetto agrivoltaico in proposta, oltre a contribuire alla produzione di energia pulita e alla conseguente riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti nell'atmosfera, permette la valorizzazione dell'area agricola.

Il progetto in esame mira, infatti, al miglioramento fondiario di un'area attualmente utilizzata per pascolo bovino tramite operazioni di spietramento, frantumazione e di aumento della fertilità del suolo mediante prassi colturali specifiche. Inoltre, verrà resa irrigua l'intera superficie valorizzando le infrastrutture presenti del Consorzio di Bonifica.

All'interno della pianificazione agronomica del progetto è prevista la creazione di una coltivazione diversificata, anche per favorire la biodiversità dei luoghi, tramite piante arboree e piante aromatiche in abbinamento all'apicoltura. La sopravvivenza e permanenza in loco degli insetti pronubi, utili non solo ai fini ecologici per l'ambiente ma anche all'agricoltore in quanto possono rappresentare una risorsa di reddito agrario aggiuntivo con la produzione del miele, della cera, della pappa reale e del propoli.

Utilizzare il suolo sia per la produzione di energia pulita che per l'attività agricola, permette di sviluppare due business integrati e paralleli. Ciò consente di sviluppare diverse possibilità occupazionali sul territorio in cui si inserisce: dalla gestione e manutenzione della parte fotovoltaica alla gestione agricola e di attività ad essa connesse.

Si stima per la parte agricola, l'occupazione fino a 6-7 operai nelle fasi di raccolta, che verranno inseriti anche in percorsi di formazione per lo sviluppo di agricoltura digitale e di precisione in ambiente fotovoltaico; mentre per la parte di manutenzione elettrica ordinaria verranno impiegati 2/3 operai specializzati oltre all'occupazione di squadre di addetti specializzati nelle operazioni di manutenzione straordinaria.
