



N. rev	Nota di revisione	Data	Firma	Controllo
R01	Emissione	15/06/2023		

Oggetto:
 PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO VIA (art. 23 del Dlgs 152/2006 ssmi) + AUR
 Comune di Sassari (SS) - "Località Tanca Beca"
 Progetto di un Impianto Fotovoltaico a Terra Potenza Nominale 143,87 MWp e Sistema di
 Accumulo Elettrochimico della Potenza Nominale di 70MW/560MWh connesso alla rete RTN

Titolo del disegno:

RELAZIONE TECNICA

Società Proponente:

e-Solar 5 srl
 Via Augusto Gargana, 34 - Viterbo
 Tel.Fax.: +39 0761 972329; Mob.: +39 338 6316126;



Progettazione :

Ing. Vincenzo CHIRICOTTO
 Strada Fastello, 65 - Viterbo
 Tel.Fax.: +39 0761 972329; Mob.: +39 338 6316126;
 Email: vincenzo@chiricotto.it;



R17

Data: 15/06/2023

PREMESSA.....	2
LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	4
DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	9
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	12
DIMENSIONAMENTO IMPIANTO	14
MODULI FOTOVOLTAICI	15
INVERTER, CABINE	17
SCHEDE TECNICHE MODULI	18
SCHEDE TECNICHE INVERTER	19
CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	22
CALCOLI ELETTRICI	24
NORME APPLICABILI.....	27

PREMESSA

La presente relazione Illustrativa è descrittiva delle opere in progetto di impianto fotovoltaico a terra di Pn 143,87 MWp connesso alla rete RTN e sistema di accumulo elettrochimico (BESS) di Pn 70 MW da realizzarsi nel Comune di Sassari (SS) in Loc. "Tanca Beca".

L'impianto in progetto prevede l'installazione a terra di pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino – tecnologia PERC bifacciale della potenza di picco (comprensiva del contributo della facciata posteriore – rear side) di 655 Wp, su un'area di estensione totale di terreno pari a circa 1'894' 491 m² attualmente a destinazione agricola.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione bifilare con l'alloggiamento di 2 filari da 32 moduli ognuno per un totale di 64 pannelli FV. Il progetto prevede l'installazione di n. 3.432 tracker per una potenza complessiva installata di 143,87 MWp.

L'impianto sarà costituito da 25 Cabine BT/MT (con sezione MT e trasformatore di potenza apparente pari a 2x3250 KVA), a ciascuna verranno connessi n° 400 inverter. Ciascuna cabina verrà equipaggiata con i sistemi di gestione remota dei parametri di producibilità e sicurezza dell'impianto.

L'energia prodotta dall'impianto sarà trasmessa, mediante un cavidotto AT interrato della lunghezza di circa 1,6 km, alla costruenda Stazione SE RTN "Olmedo".

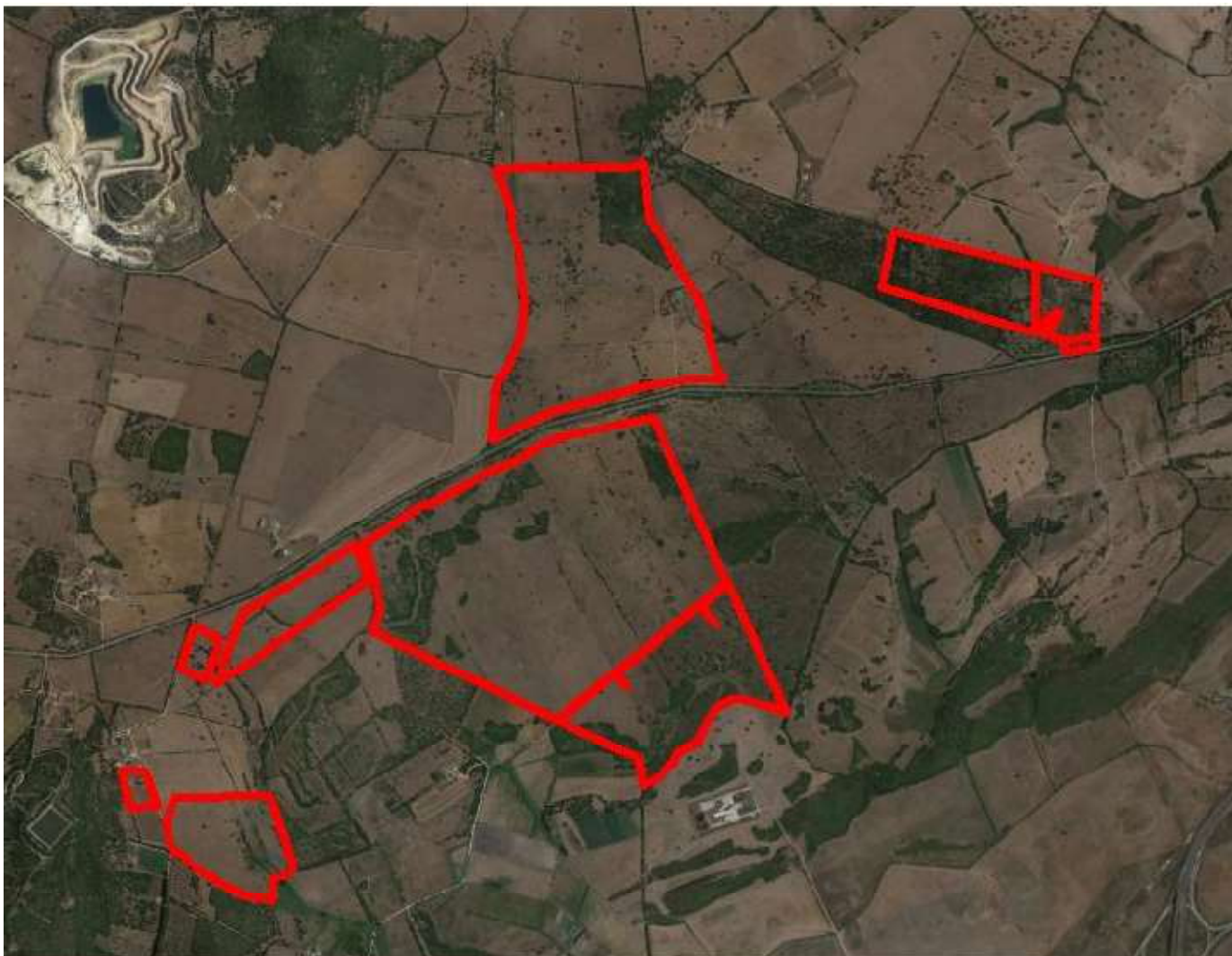


Figura 1 - Localizzazione del progetto su ortofoto

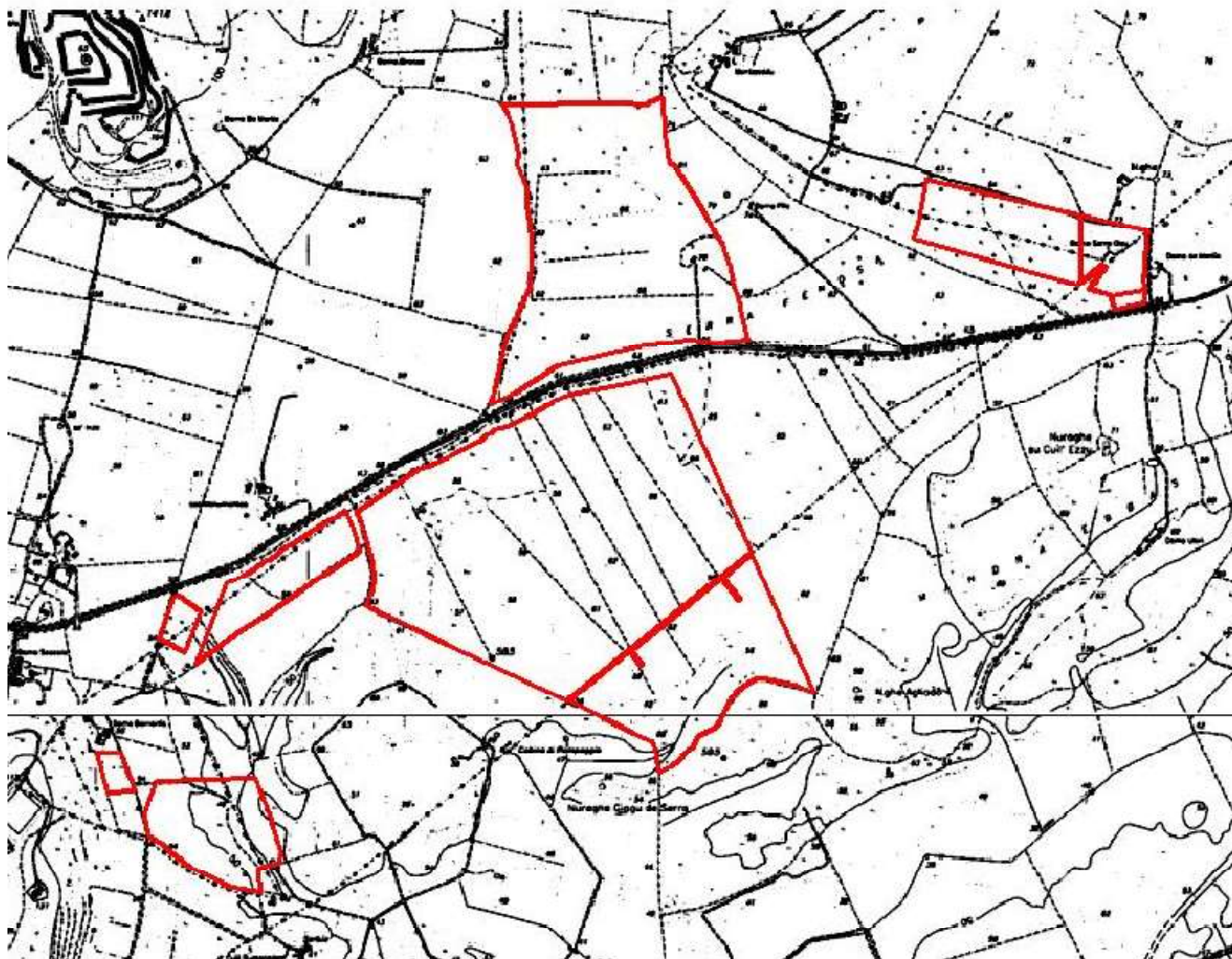


Figura 2 - Localizzazione del progetto su CTR

LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

I terreni su cui è progettato l'impianto ricadono nel quadrante Ovest del centro storico di Sassari ad una distanza circa di 8 km, in località "Tanca Beca". Essi si collocano alla quota media di 60 m slm. L'area si trova, in una zona occupata da terreni agricoli e distante circa 500m da agglomerati residenziali o case sparse. Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale SP-65, costituita da strade provinciali, comunali e vicinali.

Nella cartografia del Catasto Terreni l'area di impianto fotovoltaico è ricompresa nei Fogli specificati di seguito:

Comune di Sassari:

Foglio 80 Particelle 167 – 246 – 247 – 248

Foglio 81 Particelle 25 – 54 – 58 – 56 – 50 – 51

Foglio 92 Particelle 12 – 110

Foglio 93 Particelle 117 – 1 – 168 – 170 – 110

Foglio 101 Particelle 709 – 658 – 705 – 712 – 716

Foglio 111 Particelle 101 – 130 – 131 – 132 – 128 – 51 – 50

Le particelle interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico hanno un'estensione complessiva di 1'982'159 m².

L'area di insediamento dello Sistema di Accumulo elettrochimico ricade nel:

Foglio 81 Particelle 25 – 50 – 51 – 54 – 56

Detta area ha un'estensione circa di 43'755 m².

Nella cartografia ufficiale l'impianto FV e l'adiacente Storage sono individuati nei seguenti riferimenti:

- Cartografia dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25'000 (IGM): tav. n. 459
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:5'000 (CTR): sezione 495050-495090

I terreni interessati dall'impianto fotovoltaico sono iscritti in un poligono individuato, nel sistema di coordinate geografiche di latitudine e longitudine:

Punto 1: 40°42'58.13"N ; 8°22'4.08"E

Punto 2: 40°42'46.89"N ; 8°23'32.20"E

Punto 3: 40°41'57.87"N ; 8°22'46.39"E

Punto 4: 40°41'36.22"N ; 8°21'30.12"E

Punto 5: 40°41'50.73"N ; 8°21'8.19"E

Punto 6: 40°42'7.30"N ; 8°21'19.01"E

Punto 7: 40°42'27.31"N ; 8°22'2.51"E

Come meglio identificato nella figura seguente.

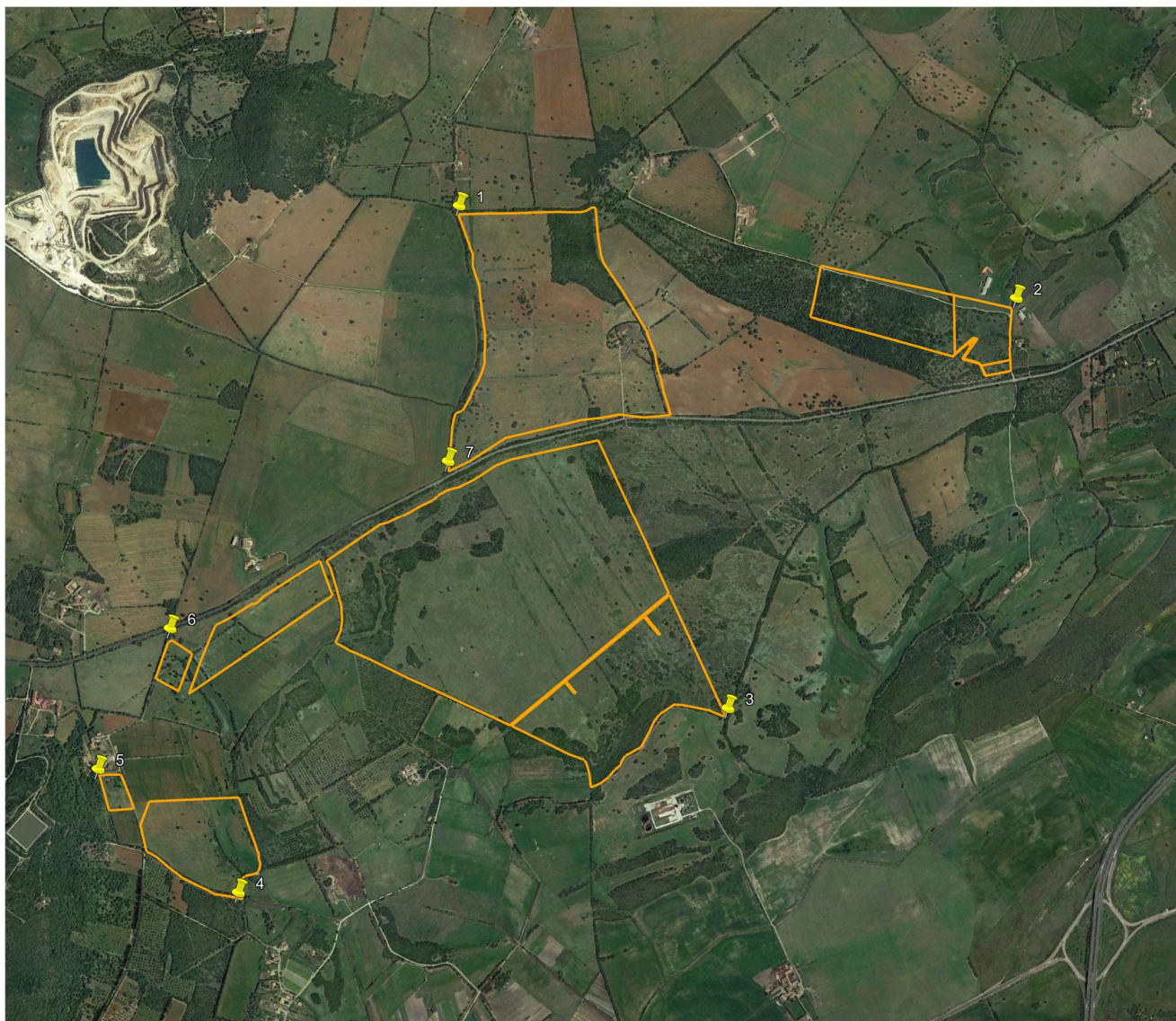


Figura 3 – Punti delimitazione Perimetro

I terreni su cui insisterà il progetto, per l'impianto fotovoltaico, hanno una destinazione d'uso agricola e sono liberi da vincoli archeologici, del sottosuolo e dell'ambiente idrico superficiale e profondo; solo in minima parte sono interessati da vincolo di inedificabilità assoluta per motivi naturalistici e paesistici poiché detti terreni ricadono in parte all'interno del vincolo paesistico ai sensi dell'art. 134 c. 1 lettera b) del D.Lgs 42/04 (art.142 comma 1, lettera c) e lettera g) del D.lgs. 42/04. Queste limitate porzioni dei terreni sono state lasciate intatte, non prevedendo il progetto alcuna modifica delle stesse o installazioni su di esse.

I terreni su cui insisterà Il Sistema di Accumulo elettrochimico hanno destinazione Industriale e Artigianale.

I terreni su cui insisterà il progetto, per la Stazione Elettrica, hanno una destinazione d'uso agricola e sono liberi da vincoli archeologici, del sottosuolo e dell'ambiente idrico superficiale e profondo; solo in minima parte sono interessati da vincolo di inedificabilità assoluta per motivi naturalistici e paesistici. Queste limitate porzioni dei terreni sono state lasciate intatte, non prevedendo il progetto alcuna modifica delle stesse o installazioni su di esse.

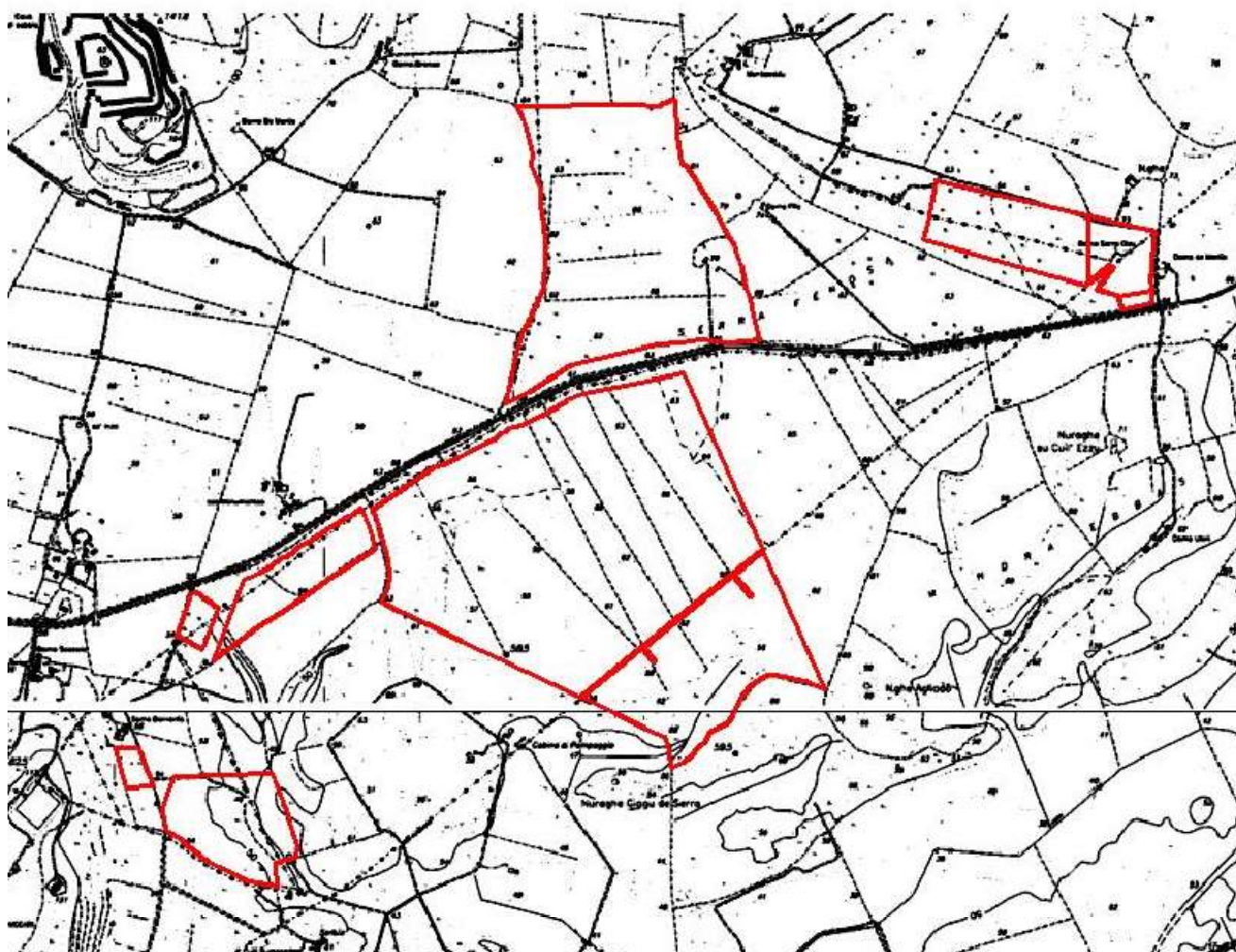


Figura 4 - Localizzazione dell'impianto su CTR



Figura 5 - Inquadramento dell'impianto su ortofoto



Figura 6 - Planimetria individuazione punti impianto

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto fotovoltaico in progetto prevede l'installazione a terra, su un'area di occupazione di terreno pari a circa 1'892'159 m² su una attualmente a destinazione agricola di 1'892'159m², di pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino – tecnologia PERC bifacciale - della potenza di picco di 655 Wp.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione bifilare con l'alloggiamento di 2 filari da 32 moduli ognuno per un totale di 64 pannelli FV. I pannelli fotovoltaici scelti hanno dimensioni 2.256 x 1.133 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, per un peso totale di 36 kg ognuno.

Le strutture dei tracker sono costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati da una trave orizzontale secondo l'asse nord-sud (mozzo) inserita all'interno di cuscinetti appositamente progettati per consentirne la rotazione lungo l'arco solare (asse est-ovest). Ogni tracker è dotato di un motorino passo – passo calettato sull'asse, che trasmette il moto rotazionale al mozzo.

I pali su cui sono montati i tracker saranno realizzati in acciaio inossidabile, resistente alla corrosione.

L'altezza al mozzo delle strutture è di 2,20 m dal suolo; l'angolo di rotazione del mozzo è di $\pm 55^\circ$ rispetto all'orizzontale.

La Stazione Utente sarà collegata in antenna alla costruenda SE RTN "Olmedo". La SE Utente è composta con 3 stalli di trasformazione della potenza nominale di 86 MVA per l'impianto fotovoltaico e ulteriore stallo identico per tipologia ma con potenza pari a 85 MVA per la connessione del Sistema di Accumulo.

Essa sarà posizionata ed in adiacenza all'impianto FV ed al Sistema di Accumulo in posizione Nord-Est rispetto all'impianto FV.



Figura 7 – Catastale

Tale area sarà pavimentata con ghiaia e pietrisco e ospiterà il trasformatore MT/AT e le apparecchiature elettromeccaniche necessarie (scaricatori, interruttori, sezionatori, terminali cavo AT).

L'energia prodotta dall'impianto sarà veicolata in uscita dalla sottostazione utente MT/AT, mediante un cavidotto AT interrato, alla costruenda stazione SE RTN "Olmeda", nel territorio comunale di Sassari.

Ogni blocco, costituito da diversi moduli costituenti le stringhe, è collegato alle PCU, unità di conversione, all'interno delle quali avviene la trasformazione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata. Le PCU hanno oltre alla sezione Inverter AC/DC una sezione MT e trasformazione.

Le sezioni MT delle PCU sono a loro volta collegate alla sottostazione utente, che riceve la corrente alternata in MT prodotta dall'impianto fotovoltaico e la trasforma in alta tensione (AT) per essere poi veicolata sulla RTN.

I cavidotti delle linee BT e MT sono interni all'impianto fotovoltaico, mentre il cavidotto AT passa a lato della viabilità comunale e rurale esistente.

L'impianto sarà dotato di viabilità per 10.473 m, n. 9 accessi carrabili, recinzione perimetrale, sistema di illuminazione a termocamera e videocamera di videosorveglianza.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta 2 m, sostenuta da pali di castagno alti 2,50 m infissi direttamente nel suolo per una profondità di circa 60 cm. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia saranno realizzati dei passaggi aventi dimensioni di 20 cm x 100 cm ogni 200 m di recinzione.

La viabilità sarà larga 4 m; entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto, pietrisco e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria). La viabilità di accesso esterno alla sottostazione utente avrà le stesse caratteristiche di quella perimetrale e interna dell'impianto.

Il sistema di illuminazione sarà realizzato da luci a fascio LED con puntatori posizionati lungo il perimetro della recinzione a distanza di 150 m; l'impianto di videosorveglianza sarà costituito da rilevatori a termocamere e videocamere ad alta definizione collegati con luci a fasci LED e allarme acustico. Il posizionamento dell'illuminazione a fascio di luce LED e delle termocamere avverrà sullo stesso palo.

Durante l'esercizio, il funzionamento dell'impianto fotovoltaico non richiederà l'ausilio o presenza permanente di personale addetto. Il personale sarà presente per le eventuali operazioni di riparazione guasti o manutenzioni ordinarie e straordinarie.

Con cadenza saltuaria sarà necessario provvedere alla pulizia dell'impianto, che si divide in due operazioni: lavaggio dei pannelli fotovoltaici per rimuovere lo sporco naturalmente accumulatosi sulle superfici captanti (trasporto eolico e meteorico) e taglio dell'erba sottostante i pannelli. La frequenza delle suddette operazioni avrà indicativamente carattere stagionale, salvo casi particolari individuati durante la gestione dell'impianto.

Le operazioni di taglio dell'erba saranno effettuate, secondo una tecnica già consolidata e comprovata in quasi dieci anni di esercizio di impianti fotovoltaici in Italia, che prevede l'accordo con i pastori locali per far pascolare nell'area di impianto greggi di pecore. Tale procedura, del tutto naturale, assicura ottimi risultati ed evita il ricorso a macchine di taglio o a diserbanti chimici.

Le operazioni di lavaggio dei pannelli saranno invece effettuate con un trattore di piccole dimensioni equipaggiato con una lancia in pressione e una cisterna di acqua demineralizzata. Il trattore passerà sulla viabilità di impianto e laverà i pannelli alla bisogna. L'azione combinata di acqua demineralizzata e pressione assicura una pulizia ottimale delle superfici captanti evitando sprechi di acqua potabile e il ricorso a detergenti e sgrassanti.

Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione di natura elettrica saranno effettuate da ditte specializzate, con proprio personale e mezzi, con cadenze programmate o su chiamata del gestore dell'impianto.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il principio che sta alla base di questi impianti è l'effetto fotovoltaico, esso si basa sulle proprietà di alcuni materiali semiconduttori (tra cui il silicio, opportunamente trattato) di generare elettricità una volta colpiti dai raggi del sole.

Il dispositivo in grado di convertire l'energia solare è propriamente detto modulo fotovoltaico, il cui elemento costruttivo di base è la cella fotovoltaica, luogo in cui si ha la vera e propria generazione di corrente.

I moduli fotovoltaici, comunemente costituiti da 2x32, possono avere differenti caratteristiche sia dal punto di vista fisico che energetico, possono generare più o meno corrente, secondo il semiconduttore che li costituisce, ed avere rendimenti di conversione più o meno alti a seconda della qualità del materiale costruttivo.

Tale rendimento si attesta intorno al 19-21%, ciò sta ad indicare come per 100 unità di energia solare che colpiscono il modulo solo 19 si trasformano in elettricità; per ovviare a questi rendimenti non molto elevati, grazie alla struttura modulare dei pannelli, è possibile accoppiare più celle così da raggiungere potenze di 655 Watt di picco.

In altre parole, considerando che la superficie di ogni modulo fotovoltaico si aggira intorno a 2,52 m², per soddisfare il fabbisogno di un'utenza di 3 kW, tipico una abitazione italiana standard, si ha la necessità di installare circa 6 moduli corrispondenti ad una superficie captante di circa 15 m².

Da questo semplice esempio si può evincere che, a causa della bassa densità energetica dell'energia solare, sono necessarie grandi superfici per arrivare ad alte potenze.

TECNOLOGIA E TECNICHE ADOTTATE

Per l'impianto in progetto si è optato per una tecnologia ad inseguimento monoassiale, che permette di avere, con ingombri praticamente simili a quelli richiesti da una configurazione fissa, una producibilità attesa sarà superiore di almeno il 25% durante l'anno.

Tale soluzione permette di ottimizzare l'occupazione di territorio massimizzando al contempo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Nel progetto sono state scelte e implementate le migliori tecnologie attualmente disponibili, che consentono al contempo di massimizzare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e minimizzare l'occupazione di suolo e l'utilizzo di risorse naturali.

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, impianti connessi ad una rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico-utente e/o immessa nella rete, con la quale lavora in regime di interscambio.

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza.

Esso sarà quindi costituito dal generatore fotovoltaico o da un campo fotovoltaico, e da un sistema di controllo e condizionamento della potenza.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, ed eventualmente di quello di accumulo (non presente in questo progetto), permette di ricavare la percentuale di energia incidente

che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa al carico utilizzatore.

Nel seguito del paragrafo si descriveranno le tecniche e le tecnologie scelte per l'impianto di Sassari, con indicazioni sulle maggiori prestazioni sia elettriche che ambientali rispetto a quelle tradizionalmente usate nella progettazione di impianti fotovoltaici, nonché sulle soluzioni progettuali e operative adottate per minimizzare le emissioni e il consumo di risorse naturali.

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

L'impianto, oggetto del presente documento, è posizionato a terra su strutture di supporto. La zona in cui è ubicato l'impianto ha destinazione agricola e non interessa aree soggette a vincolo paesaggistico.

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);

- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- ✓ a Perdite per riflessione.
- ✓ b Perdite per ombreggiamento.
- ✓ c Perdite per mismatching.
- ✓ d Perdite per effetto della temperatura.
- ✓ e Perdite nei circuiti in continua.
- ✓ f Perdite negli inverter.
- ✓ g Perdite nei circuiti in alternata.

Nella relazione specialistica sulla producibilità viene valutato il BOS% per ogni sottocampo.

MODULI FOTOVOLTAICI

Allo stato attuale, le tecnologie disponibili per la realizzazione di moduli fotovoltaici si dividono in quattro categorie, elencate in ordine decrescente di rendimento:

- Moduli a etero-giunzione
- Moduli in silicio monocristallino
- Moduli in silicio policristallino
- Moduli in silicio amorfo.

Il rendimento, o efficienza, di un modulo fotovoltaico è definito come il rapporto espresso in percentuale tra l'energia captata e trasformata in elettricità, rispetto all'energia totale incidente sul modulo stesso.

L'efficienza dei pannelli fotovoltaici è proporzionale al rapporto tra watt erogati e superficie occupata, a parità di tutte le altre condizioni (irraggiamento, radiazione solare, temperatura, spettro della luce solare, risposta spettrale, etc.).

L'efficienza di un pannello fotovoltaico diminuisce costantemente nel tempo, a causa di fenomeni di degradazione sia meccanica che elettrica, a scala macroscopica e microscopica (degradazione delle giunzioni, deriva elettronica, degradazione della struttura cristallina del silicio, etc.). Di fatto, la vita utile di un modulo fotovoltaico viene considerata tra i 25 e i 30 anni, oltre i quali si impone una sostituzione del modulo per via della bassa efficienza raggiunta.

Facendo riferimento all'attuale offerta di mercato dei produttori a scala industriale, si possono assumere i seguenti dati medi di rendimento per pannelli reperibili in commercio (si specifica che i dati riguardano pannelli fotovoltaici assemblati e prodotti in serie, e non riguardano la potenza complessiva del pannello. A livello di singolo modulo fotovoltaico, o cella, i produttori dichiarano valori massimi raggiunti in condizioni di laboratorio anche superiori a quelli relativi ai pannelli):

- Moduli a etero giunzione – 21,5%
- Moduli in silicio monocristallino – 20%
- Moduli in silicio policristallino – 16,7%
- Moduli in silicio amorfo – 8,5%.

Lo stesso ordine decrescente si può assumere anche per la diminuzione di rendimento dei moduli al crescere della temperatura di esercizio.

Il modulo fotovoltaico scelto per la realizzazione dell'impianto è realizzato in silicio monocristallino bifacciale ed ha una potenza di picco di 655 Wp (tecnologia bifacciale: 655 Wp della 3SUN serie 3SUN 3SHB655G+) per complessivi 219.648 moduli.

La scelta è motivata dalla elevata potenza specifica del modulo e dalle migliori caratteristiche di rendimento in diverse condizioni ambientali e nel tempo rispetto alle offerte delle altre maggiori case produttrici a livello mondiale. Occorre rilevare che il pannello fotovoltaico bifacciale esprime un contributo alla produzione di energia elettrica da entrambi i lati, ovvero avremo un contributo aggiuntivo minimo in condizioni di albedo compreso tra il 5 e 15% della seconda faccia (rear side).

L'efficienza media di tali moduli, certificata dal produttore e garantita per 30 anni, è del 19%.

Nello specifico, la tecnologia adottata consente di:

- Ridurre la perdita di rendimento alle alte temperature
- Ridurre la intrinseca degradazione dei moduli indotta dalla prolungata esposizione alla luce
- Aumentare l'efficienza di conversione in condizioni di irraggiamento non ottimale come scarsa luminosità o luminosità diffusa e non diretta
- Ridurre la percentuale di energia incidente che viene persa per riflessione
- Ridurre il calo intrinseco di rendimento nell'arco di vita utile dei moduli
- Massimizzare la produzione di energia durante tutta la vita utile del pannello
- Massimizzare la stabilità di rendimento del pannello nel tempo.

L'efficienza media di tali moduli, certificata dal produttore e garantita per 30 anni, è del 19%. I moduli bifacciali – tecnologia PERC convertono una maggiore quantità di luce solare in elettricità, producendo almeno il 25% di energia in più rispetto ai moduli tradizionali in silicio monocristallino.

La stabilità di rendimento delle celle permette di avere una maggiore potenza garantita dal costruttore: 97% per i primi 5 anni, con una diminuzione progressiva a partire dal sesto anno fino ad arrivare al 30esimo anno all'81%.

Pertanto, allo stato attuale e rispetto alle altre tecnologie disponibili, i moduli fotovoltaici scelti per il presente progetto consentono di avere:

- una maggiore potenza installata a parità di superficie occupata
- una maggiore efficienza a parità di irraggiamento del sito di installazione
- una maggiore produzione di energia rinnovabile nel tempo a parità di tutte le altre condizioni.

INVERTER, CABINE

La scelta tipologica delle cabine ed inverter, trasformatori e sezione MT è ricaduta su Stringa Inverter monoblocco aventi un'altezza di 1035x700x365mm di potenza nominale pari a 200kVA. Le cabine di trasformazione sono dunque distribuite in adiacenza ai tracker monoassiali di produzioni in ragione di 1 ogni 145 tracker circa. Ogni cabina di trasformazione ospita 2 trasformatore di potenza nominale pari a 3250 kVA ed è costituita

da due monoblocchi in materiale metallico per l'alloggiamento della sezione MT e dei trasformatori oltre che per interruttori, quadri e cavedi.

La sottostazione utente e relativa cabina di consegna MT/AT occuperanno un'area, ubicata a nord-est del sito. Tale area sarà realizzata in termini di pavimentazione con pietrisco e ghiaia. Essa ospiterà il trasformatore MT/AT e le apparecchiature elettromeccaniche necessarie (scaricatori, interruttori, sezionatori, terminali cavo AT).

L'impianto sarà corredato inoltre da una control room alloggiata nella sottostazione utente AT. L'energia prodotta dall'impianto sarà veicolata in uscita dalla sottostazione utente MT/AT, mediante un cavidotto AT interrato, alla rete RTN Terna.

SCHEDE TECNICHE MODULI

DATI GENERALI

Marca	3SUN
Modello	3SHB655G+GGF
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 200.00

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	655.0 W
Im	18.15 A
Isc	19.29 A
Efficienza	23.14 %
Vm	36.08 V
Voc	43.65 V

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	0.2000 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.044 %/°C
NOCT	45.0 °C
Vmax	1 500.00 V

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 172.00 mm
Larghezza	1 303.00 mm
Superficie	2.830 m²
Spessore	25.00 mm
Peso	36.00 kg
Numero celle	60

NOTE

Note	Bifacial Output-Rearside Power Gain
------	--

SCHEDE TECNICHE INVERTER

DATI GENERALI

Marca	Huawei
Modello	UN2000-215KTL-H0
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00
2	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00
3	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00
4	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00
5	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00
6	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00

7	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00
8	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00
9	500.00	1 500.00	1 500.00	30.00

Max pot. FV [W] 215 000

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	200 000 W
Tensione nominale	800 V
Rendimento max	99.00 %
Distorsione corrente	3 %
Frequenza	50 Hz
Rendimento europeo	98.60 %

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	1035x700x365 mm
Peso	86.00 kg

NOTE

Note

Tecnologia di inseguimento solare

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione bifilare con l'alloggiamento di 2 filari da 32 moduli ognuno per un totale di 64 pannelli FV. I pannelli fotovoltaici scelti hanno dimensioni 2.256 x 1.133 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, per un peso totale di 36 kg ognuno.

Le strutture dei tracker sono costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati da una trave orizzontale secondo l'asse nord-sud (mozzo) inserita all'interno di cuscinetti appositamente progettati per consentirne la rotazione lungo l'arco solare (asse est-ovest). Ogni tracker è dotato di un motorino che trasmette il moto rotazionale al mozzo.

L'altezza al mozzo delle strutture è di circa 2,2 m dal suolo; l'angolo di rotazione del mozzo è di $\pm 55^\circ$ rispetto all'orizzontale.

Il progetto prevede 3.432 tracker (ovvero 219.648 moduli) per una potenza complessiva installata di 143,87 MWp

Il rendimento e la produttività di un impianto fotovoltaico dipendono da numerosi fattori, non soltanto dalla potenza nominale e dall'efficienza dei pannelli installati.

La resa complessiva dell'impianto dipende anche dal posizionamento dei pannelli, dalla struttura elettrica del loro collegamento in stringhe e sottocampi, dalla tipologia e dalle prestazioni dei componenti di raccolta e conversione dell'energia prodotta, dalla tipologia e dalla lunghezza dei cablaggi e dei cavi utilizzati per il trasporto dell'energia.

Oltre al posizionamento dei pannelli in configurazione ad inseguimento solare, che consente di massimizzare la captazione di energia radiante del sole in tutte le fasce orarie.

La tecnologia ad inseguimento monoassiale prevede il montaggio dei pannelli su strutture dotate di motorizzazione che, opportunamente sincronizzata e comandata a seconda della latitudine del sito di installazione, modificano l'inclinazione dei pannelli durante l'intera giornata per far sì che questi si trovino sempre nella posizione ottimale rispetto all'incidenza dei raggi solari.

L'inseguimento monoassiale prevede che i pannelli siano montati con esposizione a sud, e oscillino lungo l'asse est-ovest durante il giorno.

Per l'impianto in progetto si è optato per una tecnologia ad inseguimento monoassiale con pannelli bifacciali, che permette di avere, con ingombri praticamente simili a quelli richiesti da una configurazione fissa, una producibilità superiore di almeno il 25% durante l'anno.

Tale soluzione permette di ottimizzare l'occupazione di territorio massimizzando al contempo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

L'inclinazione e l'orientamento dei moduli sono stati scelti per ottimizzare la radiazione solare incidente: i moduli saranno orientati a Sud con inclinazione variabile da -55° a $+55^\circ$, in modo da consentire la massima raccolta di energia nell'arco dell'anno unitamente ad una ridotta superficie di esposizione al vento con la tecnologia ad inseguimento ad un asse.

I moduli sono disposti secondo file parallele; la distanza tra le stringhe è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località. Come si può facilmente verificare tale angolo limite è dato da:

$$\alpha = 90^\circ \text{Lat} - 23,5^\circ$$

Per una località situata alla latitudine di $42,24^\circ$ Nord, l'angolo limite è pari a $25,6^\circ$; detta h l'altezza dei moduli fotovoltaici rispetto al piano di appoggio la distanza tra le file deve essere almeno pari a:

$$d = h / \text{tg}\alpha.$$

CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto di generazione nel suo complesso è costituito da:

- ✓ Sottocampi Fotovoltaici per la trasformazione dell'energia solare incidente sul piano dei moduli in Corrente Continua (DC);
- ✓ moduli mono-assiali in alluminio installati e acciaio con azimut N-S;
- ✓ Inverter Fotovoltaici on-grid per la conversione dell'energia da Corrente Continua a Corrente Alternata (D.C./A.C.) in Bassa Tensione;

- ✓ Cavidotti in A.C. in Bassa Tensione per il collegamento degli SKID Inverter alle adiacenti Cabine di Campo BT/MT;
- ✓ Cabine di Campo per la trasformazione da Bassa a Media Tensione (BT/MT);
- ✓ Cavidotti MT di collegamento in entra-esce delle Cabine di Campo tra di loro e con la Cabina di Sottostazione nella sezione MT;
- ✓ Cabina elettrica di alimentazione dei servizi ausiliari della Cabina di Sottostazione nella sezione MT ;
- ✓ Sottostazione utente AT/MT 150/20 kV (SSE);
- ✓ Cavidotto di connessione alla rete RTN.

In numeri l'impianto sarà composto da:

n° 219.648 Moduli fotovoltaici Bifacciale 3SUN 3SHB655G+,

n° 25 Smart Transformer Station STS-3000K-H1,

n° 6.864 Stringhe composte da 32 moduli fotovoltaici

n° 400 SUN2000-215KTL-H0,

n° 3.432 Moduli mono-assiali TRJHT64PDP-BF ,

Potenza di Picco Attesa : 143,87 MWp

L'impianto sarà dotato di viabilità per 10.473 m, con n. 9 accessi carrabili, recinzione perimetrale, sistema di illuminazione a fasci di luce led con termocamera e puntatore e videocamera di videosorveglianza.

Gli accessi carrabili saranno realizzati da cancelli di 4 m con sostegni in saranno castagno battuti e privi di plinti di fondazione.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta 2 m, collegata a pali di castagno alti 2 m infissi direttamente nel suolo per una profondità di 60 cm. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia saranno realizzati dei passaggi di dimensioni 20 cm x 100 cm ogni 200 m di recinzione.

La viabilità perimetrale sarà larga 3 m, sarà realizzata in pietrisco battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria).

Il sistema di illuminazione e videosorveglianza sarà montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato - uniche opere realizzate con plinti di fondazione in cls. I pali avranno una altezza massima di 4 m, saranno dislocati ogni 150 m di recinzione e su di essi saranno montati i fasci di luce a LED e termocamera (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza. I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale già previsto per il passaggio dei cavidotti dell'impianto fotovoltaico.

Nella fase di funzionamento dell'impianto non sono previsti consumi di energia, eccezion fatta per il sistema di illuminazione e videosorveglianza che avrà una sua linea di alimentazione elettrica tradizionale.

I tracker sono del tutto indipendenti, dal punto di vista della alimentazione elettrica, e non necessitano di connessioni alla rete. Analogamente, le apparecchiature di conversione dell'energia generata dai moduli (inverter e trasformatori), nonché i moduli stessi, non richiedono fonti di alimentazione elettrica.

CALCOLI ELETTRICI

In via preliminare è stata fatta un'analisi delle potenze in funzione dei generatori fotovoltaici e delle rispettive linee tenendo conto del coefficiente di conversione della potenza di picco prodotta dall'inverter in rapporto a quella alternata trasmessa in rete dai trasformatori BT/MT.

In via cautelativa non si è applicato il coefficiente di riduzione alla potenza nominale dei trasformatori.

Il calcolo delle portate tiene conto del tipo di posa, della disposizione dei cavi e del loro isolamento.

Con riferimento alle norme CEI-Unel 35026 si applicano i seguenti coefficienti:

- K1 - fattore di correzione da applicare se la temperatura del terreno è diversa da 20°C;
- K2 - fattore di correzione da applicare per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano (Tab. III della stessa norma);
- K3 - fattore di correzione per profondità di posa dal valore di riferimento diversa dal valore specificato (Tab. IV della stessa norma);

- K4 - fattore di correzione per resistività del terreno diversa dal valore di riferimento di cui all'art. 2.7 (Tab. V della stessa norma).

La portata del cavo è data dalla seguente formula:

$$I_z[A] = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4,$$

Dove

I_0 rappresenta la portata a 20°C per posa interrata standard.

Tabella	Riferimenti	K riduzione
Tab II	25°C	0.95
Tab V	1.5 K*m/W	1

Livello	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K _c
AT	15°C	0m	1.5m	1.5 K*m/W	0.78
	1.04	0.8	0.94	1	
MT	15°C	0.25m	1.5m	1.5 K*m/W	0.87
	1.04	0.9	0.94	1	

La caduta di tensione di ciascun circuito è stata valutata assumendo la lunghezza elettrica equivalente pari alla lunghezza fra cabina di smistamento e la cabina PCU più distante.

Nel calcolo si tiene conto anche della componente reattiva non trascurabile per i livelli di tensione e per le sezioni dei cavi in progetto.

In formule:

$$DV\% = \frac{\sqrt{3} (R \cos \varphi + X \sin \varphi)}{V_n} L I_b 100$$

Conducibilità 80°C [S/m/mm ²]	50,0																			
	FV-01	FV-02	FV-03	FV-04	FV-05	FV-06	FV-07	FV-08	FV-09	FV-10	FV-11	FV-12	BEES-01	BEES-02	BEES-03	BEES-04	BEES-05	BEES-06	BEES-07	
Potenza [KW]	8030	10270	8510	9510	9510	9510	9510	10390	9510	9510	9510	11780	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500	7000
cosφ	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
V°Fasi	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
I/n	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ΔdT a monte [%]	2811	1970	1594	1770	1795	2470	1956	1982	1814	1679	1679	2335	390	417	383	410	228	71	74	74
- elettrica [m]																				
CALCOLO																				
Correnti Ib [A]	231,8	296,5	245,7	274,5	274,5	274,5	274,5	299,9	274,5	274,5	274,5	340,1	303,1	303,1	303,1	303,1	303,1	303,1	303,1	202,1
Sez.termica [mm ²]	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	120,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
Momento el. [Am]	651626	584062	391598	485932	492796	678109	536997	594486	498012	460949	0	794062	118216	126400	116094	124278	69111	21521	14954	14954
ΔdT imposta [%]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sez.calcolata [mm ²]	225,72	202,32	135,65	168,33	170,70	234,90	186,02	205,93	172,51	159,67	0,00	275,06	40,95	43,79	40,22	43,05	23,94	7,46	7,46	5,18
DIMENSIONAMENTO																				
Sezione fase [mm ²]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Sezione neutr [mm ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R fase [Ohm/m]	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04	1 E-04
K fase [Ohm/m]	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05	9 E-05
ΔdT calcolata [%]	0,63	0,56	0,38	0,47	0,47	0,65	0,52	0,57	0,48	0,44	0,00	0,76	0,11	0,12	0,11	0,12	0,07	0,02	0,01	0,01
ΔdT totale [%]	0,64	0,57	0,39	0,48	0,48	0,66	0,53	0,58	0,49	0,45	0,01	0,77	0,12	0,13	0,12	0,13	0,08	0,03	0,02	0,02
Portata Iz min [A]	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357
Fattore K* [S/m/mm ²]	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	167
ΣS* cavo [A*s]10 ⁻⁴	71931	72900	73875	74857	75845	76840	77841	78849	79863	80883	81910	82944	83984	85031	86084	87143	88209	89281	90360	90360

* FDR XI DF = 149 - PVC = 122 - C2 = 140

NORME APPLICABILI

In base alla destinazione finale d'uso degli ambienti interessati, dovranno essere rispettate le prescrizioni normative dettate da:

CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in C.A. e a 1500 V in C.C."; CEI 17-13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per Bassa Tensione. Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)"; CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare." Si sottolinea come, in conformità a quanto prescritto dalla Normativa CEI 23-51, i quadri di distribuzione con corrente nominale maggiore di 32A (e minore di 125A), sono sottoposti a verifiche analitiche dei limiti di sovratemperatura, secondo le modalità illustrate dalla stessa CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";

CEI 20-22: "Prova dei cavi non propaganti l'incendio";

CEI 20-38: "Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi";

ISO 3684: "Segnali di sicurezza, colori"

CEI 81-3: "Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico";

CEI 81-10/1: "Protezione contro i fulmini" Principi generali CEI 81-10/2: "Protezione contro i fulmini" Valutazione del rischio

CEI 81-10/3: "Protezione contro i fulmini" Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone CEI 81-10/4: "Protezione contro i fulmini" Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi a continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (82-12): Moduli fotovoltaici a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo; CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2:

Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni;

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems. Sono inoltre considerate le raccomandazioni contenute all'interno delle seguenti Guide:

CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.

CEI 11-25 "Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0. Calcolo delle correnti";

CEI 11-28 “Guida d’applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione”;

CEI 64-50 “Guida per l’integrazione nell’edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali.”

CEI 64-53: “Guida per l’integrazione nell’edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per

impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale.

“CEI 0-16; V2:” Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.