

STRUZZI DEL SOLE

SOCIETÀ AGRICOLA a.r.l.

LOCALITÀ BANGIUS sn
CAP 09040 - ORTACESUS (SU)
P.IVA 02329690925
PEC struzzidelsole@pec.it
REA CA-186871

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 51,99 MWp IN ZONA AGRICOLA DEL COMUNE DI SENOBÌ (SU)

R01 RELAZIONE ILLUSTRATIVA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Luca DEMONTIS (coordinatore)
Ing. Sandro CATTÀ

Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale) Dott. Archeol. A. Luisa SANNA (consulenza archeologica)
Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica) Ing. Federico MISCALI (consulenza acustica)
Geol. Andrea SERRELI (consulenza geologica) Ing. Marco MURONI (consulenza ambientale)
Dott. Agr. Andrea SCHIRRU (consulenza agronomica)
Ing. Filippo MOCCI (consulenza elettrica)

NOTE:

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1 PREMESSA.....	4
1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
1.3 NORME TECNICHE.....	6
2. SOCIETÀ PROPONENTE.....	8
3. INQUADRAMENTO DEL SITO.....	9
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E URBANISTICO.....	9
3.2 INQUADRAMENTO CATASTALE.....	10
4. QUADRO PROGETTUALE.....	15
5. VALUTAZIONE DELLA RADIAZIONE SOLARE E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	16
5.1 GENERALITÀ.....	16
5.2 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	17
5.3 EMISSIONI EVITATE.....	17
5.4 COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO.....	18
6. DESCRIZIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.....	22
6.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....	23
6.2 TRACKER.....	23
6.3 INVERTER.....	25
6.4 STRING BOX.....	26
6.5 TRASFORMATORI.....	28
6.6 QUADRO MT.....	28
6.7 CABINE ELETTRICHE.....	29
6.8 CABINE SERVIZI.....	30
6.9 IMPIANTO GENERALE DI TERRA.....	30
7. OPERE CIVILI E SERVIZI AUSILIARI.....	32
7.1 VIABILITÀ INTERNA.....	32
7.2 SCAVI.....	32
7.3 INFISSIONE PALI DEI TRACKER.....	32
7.4 POSA MODULI.....	33
7.5 REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI.....	33
7.6 RECINZIONI E CANCELLI.....	33
7.7 FONDAZIONI CABINE ELETTRICHE.....	34
7.8 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	34

7.9 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA	35
7.10 SVELLIMENTO PIANTUMAZIONE AGRICOLA ESISTENTE.....	36
8. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	37
9. CRONOPROGRAMMA	40
10. COMPONENTI IN ALTA TENSIONE	41
10.1. PREMESSA.....	41
10.2. TRASFORMATORI.....	41
10.2.1. Caratteristiche principali del trasformatore trifase in olio minerale	41
10.3. INTERRUTTORE A TENZIONE NOMINALE 150 KV	42
10.4. SEZIONATORI ORIZZONTALI A TENSIONE NOMINALE 150 KV CON LAME DI MESSA A TESSA.....	42
10.5. SEZIONATORI VERTICALI A TENSIONE NOMINALE 150 KV	43
10.6. SEZIONATORE DI TERRA SBARRE A TENSIONE NOMINALE	43
10.7. TRASFORMATORE DI CORRENTE A TENSIONE NOMINALE DI 150 KV	44
10.8. TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITATIVO A TENSIONE NOMINALE DI 150 KV	44
10.9. TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO A TENSIONE NOMINALE DI 150 KV.....	45
10.10. SCARICATORI PER TENSIONE NOMINALE A 150 KV.....	45
10.11. RUMORE	45
11. CONDUTTURE ELETTRICHE	47
11.1. CAVI DI BASSA TENSIONE	47
11.2. CAVI DI MEDIA TENSIONE.....	48
11.3. CONDIZIONI DI POSA	49
12. ALLEGATI: SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DI IMPIANTO	50
12.1 SCHEDA MODULO FV.....	50
12.2 SCHEDA INVERTER.....	51
12.3 SCHEDA CAVO AD ELICA VISIBILE 12/20 KV	53
12.4 SCHEDA CAVO UNIPOLARE 12/02 kv (Sottostazione elettrica) – Trafo MT/AT	55
13. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO	57
14. ESITI DEL QUADRO PROGETTUALE	59

1. INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

La presente relazione tecnica illustra il progetto denominato “Sisini Agrivoltaico” presentato dalla società **STRUZZI DEL SOLE Società Agricola** per la realizzazione e gestione di un nuovo impianto agro-fotovoltaico, da realizzarsi nel Comune di Senorbì (SU) nei pressi della frazione di Sisini, in un’area agricola. La potenza nominale installata sarà pari a 51.995,52 kWp per una superficie complessiva dei lotti, comprese le opere accessorie, di circa 129,65 ha, di cui circa 73 ha dedicati all’impianto.

Il progetto prevede l’installazione di 88.128 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half-cell, della potenza di picco totale di 590 Wp cad., che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e +55° (ovest), per una superficie captante di circa 247.026 m².

L’impianto sarà connesso alla rete di distribuzione elettrica nazionale in AT tramite un collegamento in antenna a 150 kV ad una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN a 150 kV, gestita da TERN A Spa. Il rendimento energetico annuale della centrale è previsto pari a circa 1.875 kWh, calcolato utilizzando il database di radiazione solare PVGIS-CMSAF.

L’energia elettrica prodotta sarà ceduta ad un trader accreditato tramite la modalità di cessione sul mercato libero. La proprietà potrebbe valutare anche di partecipare al meccanismo delle aste secondo D.M. 04/07/2019.

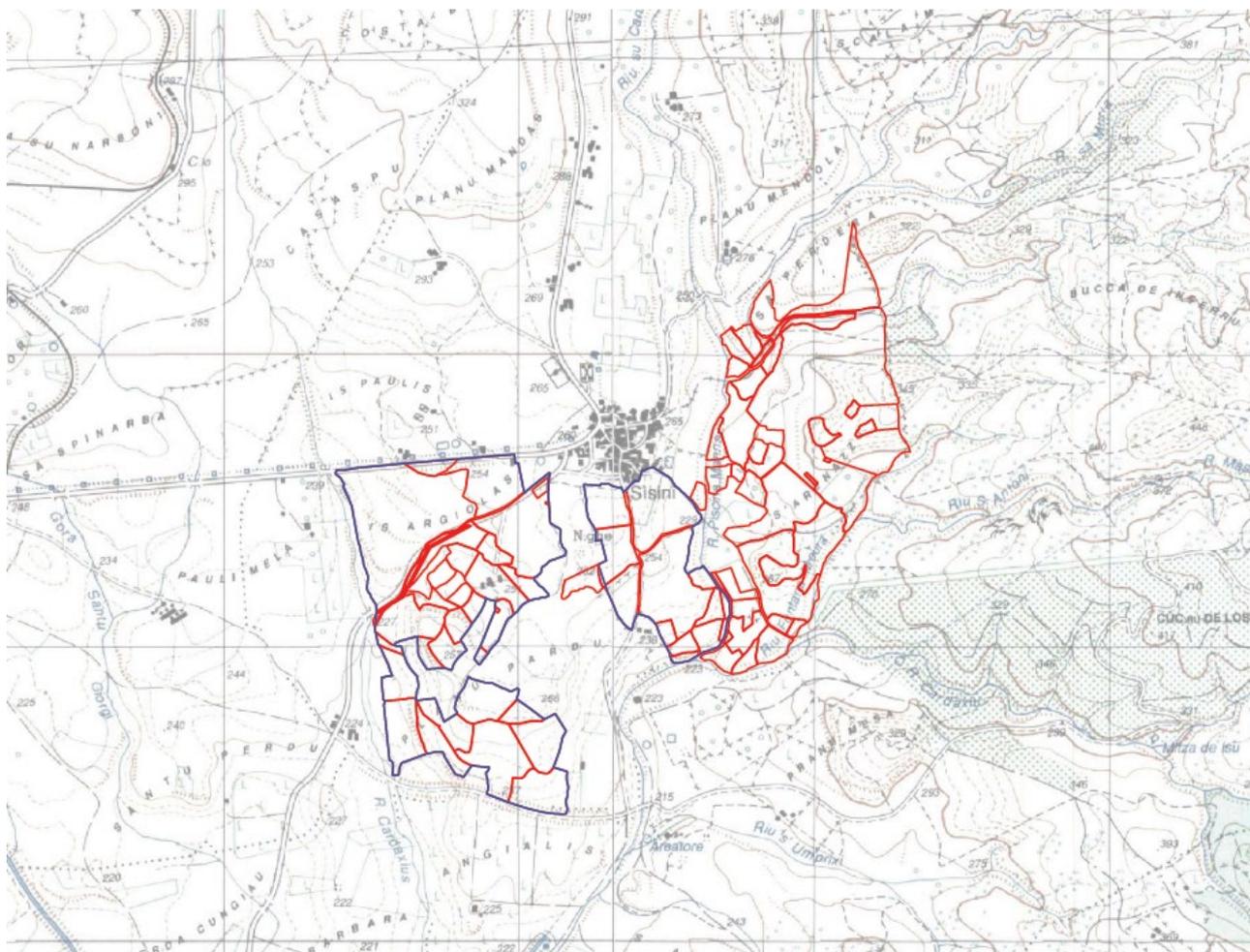


Figura 1 - Inquadramento delle aree di progetto su IGM 25k.

1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti fotovoltaici e relativi componenti devono ottemperare, in aggiunta alle disposizioni applicative per la connessione alla rete elettrica riportate nei preventivi di connessione dei gestori di rete e le eventuali prescrizioni impartite da autorità locali, comprese quelle dei VVFF, alle seguenti prescrizioni imposte dalle norme di riferimento:

Legge n. 186 del 1/3/1968 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici

Legge n. 791/1977 - Attuazione della direttiva europea n. 73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione

Decreto Legislativo n. 504 del 26/7/1995 - aggiornato 1/6/2007: Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative

Decreto Legislativo n. 493 del 14/8/1996 - Segnaletica di sicurezza e/ o salute sul luogo del lavoro

Decreto Legislativo n. 615 del 12/11/1996 - Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993

Decreto Legislativo n. 387 del 29/12/2003 - attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità

Legge n. 239 del 23/8/2004 - riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia

Decreto Legislativo n. 311 del 29/12/2006 - disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo n. 192, del 19/08/2005 recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia

Decreto Legislativo n. 152 del 14/4/2006 – norme in materia ambientale

Decreto Ministeriale n. 37/2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Decreto Legislativo n. 81 del 9/4/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Decreto Legislativo n. 115 del 30/05/2008 - attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE

Decreto legislativo n. 28 del 3/3/2011 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili

Decreto del Presidente della Repubblica n. 115 del 1/8/2011 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 - quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122

Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione 2012 – Ministero dell'Interno; "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324.

Legge n. 116 del 11/8/2014 - conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge n. 91 del 24/06/2014, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea

Decreto Ministeriale 03 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139

In riferimento alla normativa regionale, si citano tra le altre:

D.G.R. 5/1 del 28/01/2016;

D.G.R. 45/24 del 27/11/2017;

D.G.R. 53/14 del 28/11/2017;

D.G.R. n. 3/25 del 23/01/2018 "Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 28/2011. Modifica della deliberazione n. 27/16 del 1° giugno 2011";

D.G.R. 19/33 del 17/04/2018;
Legge Regionale n. 1 del 11/01/2019.

1.3 NORME TECNICHE

Per quanto riguarda il fotovoltaico e l'attività normativa nel CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), il Comitato Tecnico principale di riferimento è il CT82, "Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare", che ha lo scopo di preparare norme riguardanti la costruzione, le prescrizioni, le prove e la sicurezza di sistemi e componenti per la conversione fotovoltaica dell'energia solare, dalle celle solari fino all'interfaccia col sistema elettrico cui viene fornita l'energia. Il suo principale obiettivo è quello di favorire l'introduzione dei sistemi fotovoltaici nel mercato mediante l'armonizzazione normativa. Il CT82 è collegato al TC82 del CENELEC (Solar photovoltaic energy systems) e al TC82 dell'IEC (Solar photovoltaic energy systems).

Il CT82 predispone ed aggiorna periodicamente anche la Guida CEI 82-25, "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione".

Tra le principali Norme che si applicano al settore si evidenziano:

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

CEI 0-16 e s.m.i.: Regola tecnica di riferimento per la connessione (RTC) di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

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

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): 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 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

CEI EN 61439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da:

- **CEI EN 61439-1 Parte 1:** Regole generali
- **CEI EN 61439-2 Parte 2:** Quadri di potenza

CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);

CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

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 20-13: Cavi in isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:

- **CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):** Principi generali;
- **CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):** Valutazione del rischio;
- **CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):** Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- **CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):** Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Appareti per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);

EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;

CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari -
Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);

CEI EN 62271-202 (CEI 17-103): Sottostazioni prefabbricate

CEI EN 62271-200 (CEI 17-6 Ed.VI): Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da
1kV a 52kV

CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese
distributrici di energia elettrica

Deliberazione 84/2012/R/EEL 8 Marzo 2012: interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di
energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del
sistema elettrico nazionale

Deliberazione 562/2012/R/EEL 20 Dicembre 2012: Modifiche alla Deliberazione 84/2012/R/EEL 8 Marzo
2012

Allegato A70 di Terna: Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita.

2. SOCIETÀ PROPONENTE

La Società proponente è **STRUZZI DEL SOLE Società Agricola** con sede legale a Ortacesus (SU) Località Bangiu CAP 09040, iscritta al Registro delle Imprese della Camera di Commercio di Cagliari - Oristano al numero REA CA-186871 P. IVA 02329690925.

La società ha per oggetto esclusivo l'attività agricola di cui all'art. 2135c.c. e specificatamente: coltivazione di fondi, silvicoltura, allevamento di animali ed attività connesse, con particolare riferimento a tutte le attività dirette alla manipolazione, trasformazione, conservazione, commercializzazione e valorizzazione di prodotti ottenuti prevalentemente dalla coltivazione di fondi, boschi e/o dall'allevamento di animali, nonché le attività dirette alla fornitura di beni o servizi mediante l'utilizzo prevalente di attrezzature o risorse dell'azienda, normalmente impiegate nell'attività agricola esercitata, ivi comprese le attività di valorizzazione del territorio e del patrimonio rurale e forestale ovvero di ricezione, turismo rurale ed ospitalità come definite dalle leggi vigenti in materia, agricoltura sociale, interventi di ricerca nel settore agricolo, formazione operatori agricoli, espletamento di servizi in campo agricolo, la commercializzazione di merci e prodotti utilizzati come materie prime, materiali di consumo e attrezzature nell'ambito della coltivazione di fondi, della silvicoltura, dell'allevamento di animali e di attività connesse; nonché l'effettuazione di lavori agricoli con proprio personale e macchinari presso terzi.

3. INQUADRAMENTO DEL SITO

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E URBANISTICO

Il sito su cui verrà realizzato l'impianto si trova a Sisini, frazione del Comune di Senorbì (SU). Sisini è situato a 199 m sul livello del mare, nella regione della Trexenta, e conta circa 4839 abitanti. Il territorio comunale si estende su una superficie di 34,29 km² e confina con i Comuni di Ortacesus, San Basilio, Sant'Andrea Frius, Selegas, Siurgus Donigala, Suelli. Il sito, ubicato in un terreno in zona agricola, occupa una superficie di circa 129 ettari, di cui 73 dedicati all'impianto agrivoltaico. È ubicata nella parte nord-orientale del territorio comunale e ricade nella zona agricola limitrofa al centro urbano di Sisini e al Nuraghe omonimo. I dati per l'individuazione sono i seguenti:

- Latitudine 39°33'48.4"N, Longitudine 9°09'36.2"E.
- Altezza media di 250 m s.l.m.
- Carta d'Italia in scala 1:25.000 edita dall'IGM Foglio 226 - IV - SE .
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000 foglio 548 – 020, 548 – 030.
- Carta Geologica d'Italia foglio n° 548 – Senorbì.

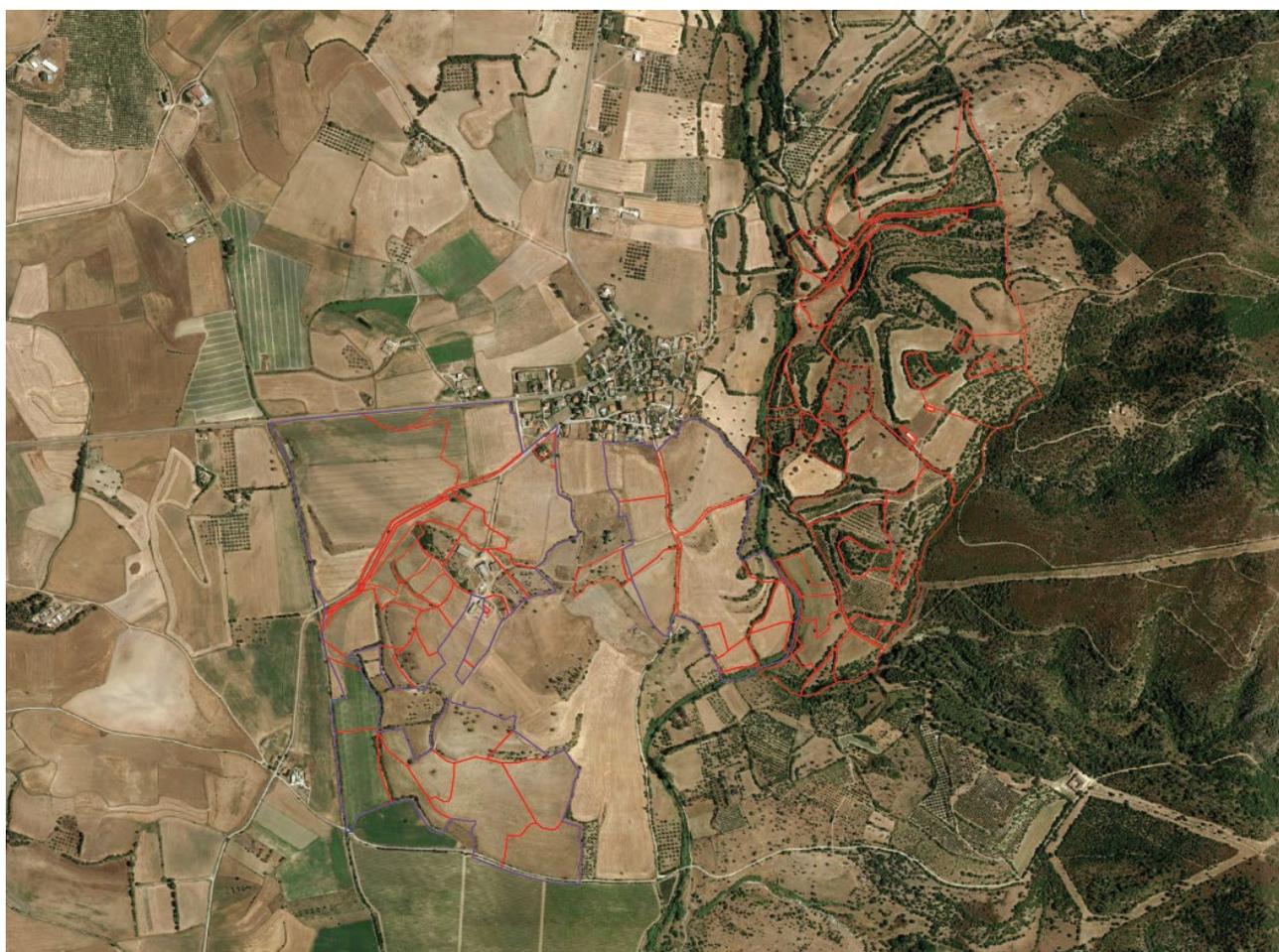


Figura 2 - Inquadramento delle aree di progetto su OFC (Fonte Regione Sardegna).

I lotti in cui verrà realizzato l'impianto sono individuati dalla Variante al Piano Urbanistico Comunale di Senorbì (adottata con D. C. C. n° 2 del 15/02/2010) come di seguito riportato:

- ✓ **Zona E – Agricola:** Le parti del territorio destinate ad usi agricoli e quelle con edifici, attrezzature ed impianti connessi al settore agro-pastorale, e alla valorizzazione dei loro prodotti.

■ Zona E Agricola

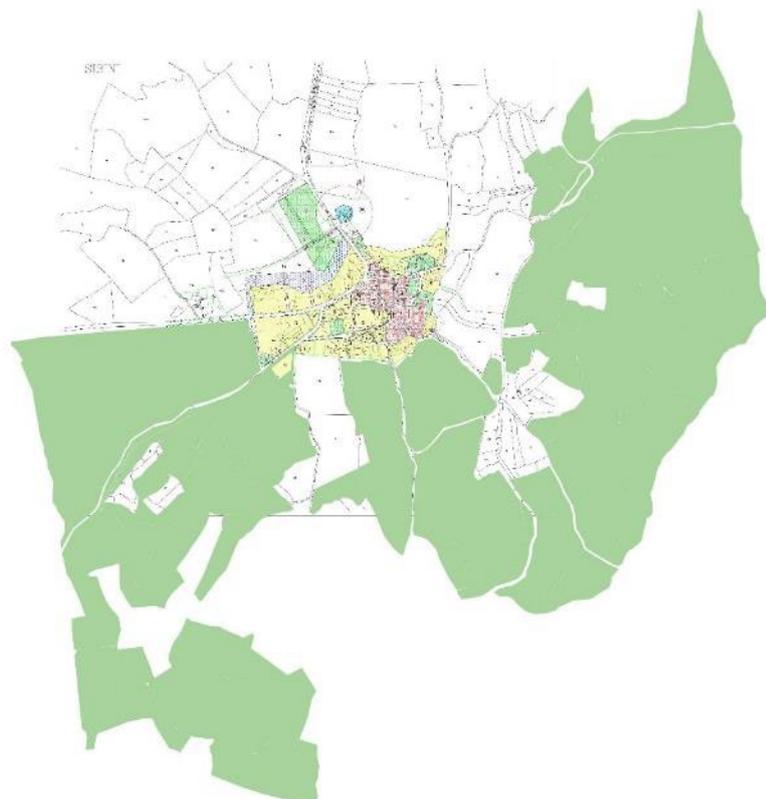


Figura 3 - Individuazione dell'area nello stralcio della zonizzazione del PUC di Senorbì
 (Tavola 8b PLANIMETRIA ZONIZZAZIONE SISINI ARIXI).

3.2 INQUADRAMENTO CATASTALE

L'impianto fotovoltaico verrà realizzata nei lotti individuati al Catasto dei Terreni secondo il seguente elenco:

Comune censuario	Foglio	Partt.	Qualità	Classe	Superficie Ha.
Senorbì (sez. Sisini)	3	150	Seminativo	3	0,2285
Senorbì (sez. Sisini)	3	38 AA	Seminativo	4	0,4724
Senorbì (sez. Sisini)	3	38 AB	Pascolo	1	0,0516
Senorbì (sez. Sisini)	3	270 AA	Seminativo	3	1,3274
Senorbì (sez. Sisini)	3	270 AB	Pascolo	1	0,0312
Senorbì (sez. Sisini)	3	271	Seminativo	3	0,1924
Senorbì (sez. Sisini)	3	280 AA	Seminativo	3	12,2842
Senorbì (sez. Sisini)	3	280 AB	Pascolo	1	0,5613
Senorbì (sez. Sisini)	3	281	Seminativo	3	0,0333
Senorbì (sez. Sisini)	3	282	Seminativo	3	0,0579
Senorbì (sez. Sisini)	3	13	Seminativo	3	0,5830
Senorbì (sez. Sisini)	3	122	Seminativo	2	3,4091

**Impianto fotovoltaico "SISINI AGRIVOLTAICO" 51,99 MWp
STRUZZI DEL SOLE Società Agricola**

Senorbì (sez. Sisini)	3	233 AA	Seminativo	2	0,1562
Senorbì (sez. Sisini)	3	233 AB	Pascolo	1	0,6218
Senorbì (sez. Sisini)	3	235 AA	Seminativo	2	0,4700
Senorbì (sez. Sisini)	3	235 AB	Pascolo	1	0,2860
Senorbì (sez. Sisini)	3	221 AA	Pascolo	1	0,4766
Senorbì (sez. Sisini)	3	221 AB	Seminativo	4	4,6485
Senorbì (sez. Sisini)	3	27	Seminativo	2	0,7045
Senorbì (sez. Sisini)	3	31 AA	Seminativo	3	0,5366
Senorbì (sez. Sisini)	3	31 AB	Pascolo	1	0,0049
Senorbì (sez. Sisini)	3	33	Seminativo	3	0,4005
Senorbì (sez. Sisini)	3	34	Seminativo	3	0,4760
Senorbì (sez. Sisini)	3	358	Ente Urbano		0,0189
Senorbì (sez. Sisini)	3	371	Seminativo	3	0,9041
Senorbì (sez. Sisini)	3	37 AA	Seminativo	4	0,7917
Senorbì (sez. Sisini)	3	37 AB	Pascolo	1	0,1733
Senorbì (sez. Sisini)	3	274 AA	Seminativo	4	0,5471
Senorbì (sez. Sisini)	3	274 AB	Pascolo	1	0,0123
Senorbì (sez. Sisini)	3	275	Seminativo	4	0,0104
Senorbì (sez. Sisini)	3	276	Seminativo	4	0,0082
Senorbì (sez. Sisini)	3	54	Seminativo	2	0,7335
Senorbì (sez. Sisini)	3	57	Seminativo	2	0,1525
Senorbì (sez. Sisini)	3	277	Seminativo	4	2,6831
Senorbì (sez. Sisini)	3	278	Seminativo	4	0,0184
Senorbì (sez. Sisini)	3	279	Seminativo	4	0,0025
Senorbì (sez. Sisini)	3	234	Ente Urbano		1,9480
Senorbì (sez. Sisini)	5	94 AA	Seminativo	3	0,2327
Senorbì (sez. Sisini)	5	94 AB	Pascolo	1	0,7500
Senorbì (sez. Sisini)	5	95	Seminativo	2	1,9117
Senorbì (sez. Sisini)	5	85	Seminativo	1	1,9479

Senorbì (sez. Sisini)	5	5	Seminativo	3	1,6340
Senorbì (sez. Sisini)	3	170	Seminativo	3	1,5637
Senorbì (sez. Sisini)	3	47	Seminativo	4	1,4845

**Impianto fotovoltaico "SISINI AGRIVOLTAICO" 51,99 MWp
STRUZZI DEL SOLE Società Agricola**

Senorbì (sez. Sisini)	3	172	Seminativo	3	2,4243
Senorbì (sez. Sisini)	3	63	Seminativo	2	1,4078
Senorbì (sez. Sisini)	5	35	Seminativo	3	2,4570
Senorbì (sez. Sisini)	5	47	Seminativo	3	2,2495
Senorbì (sez. Sisini)	5	49 AA	Seminativo	3	3,7768
Senorbì (sez. Sisini)	5	49 AB	Pascolo	1	0,0352
Senorbì (sez. Sisini)	5	54 AA	Seminativo	4	0,4101
Senorbì (sez. Sisini)	5	54 AB	Pascolo	1	0,2839
Senorbì (sez. Sisini)	5	55	Seminativo	3	2,2015
Senorbì (sez. Sisini)	4	22	Seminativo	4	0,0885
Senorbì (sez. Sisini)	4	23 AA	Seminativo	1	3,8783
Senorbì (sez. Sisini)	4	23 AB	Pascolo	1	0,4242
Senorbì (sez. Sisini)	5	6 AA	Seminativo	3	5,5239
Senorbì (sez. Sisini)	5	6 AB	Pascolo	1	0,1606
Senorbì (sez. Sisini)	5	13 AA	Seminativo	4	0,3810
Senorbì (sez. Sisini)	5	13 AB	Pascolo	1	0,0890
Senorbì (sez. Sisini)	5	14 AA	Seminativo	3	0,5939
Senorbì (sez. Sisini)	5	14 AB	Pascolo	1	0,0571
Senorbì (sez. Sisini)	5	15 AA	Seminativo	3	0,4766
Senorbì (sez. Sisini)	5	15 AB	Pascolo	1	0,0989
Senorbì (sez. Sisini)	5	16 AA	Seminativo	4	0,6117
Senorbì (sez. Sisini)	5	16 AB	Pascolo	1	0,0338
Senorbì (sez. Sisini)	5	25	Seminativo	3	0,4075
Senorbì (sez. Sisini)	5	27 AA	Seminativo	3	0,7537
Senorbì (sez. Sisini)	5	27 AB	Pascolo	1	0,0738
Senorbì (sez. Sisini)	5	28 AA	Seminativo	3	1,0222
Senorbì (sez. Sisini)	5	28 AB	Pascolo	1	0,1413
Senorbì (sez. Sisini)	5	30 AA	Seminativo	1	0,8120
Senorbì (sez. Sisini)	5	30 AB	Pascolo	1	0,2530
Senorbì (sez. Sisini)	5	41	Seminativo	3	0,1960
Senorbì (sez. Sisini)	5	42	Seminativo	3	0,2290
Senorbì (sez. Sisini)	5	44 AA	Seminativo	1	0,6974
Senorbì (sez. Sisini)	5	44 AB	Pascolo	1	0,0376

**Impianto fotovoltaico "SISINI AGRIVOLTAICO" 51,99 MWp
STRUZZI DEL SOLE Società Agricola**

Senorbì (sez. Sisini)	5	52	Seminativo	3	0,5060
Senorbì (sez. Sisini)	5	29	Seminativo	1	0,4890
Senorbì (sez. Sisini)	5	39 AA	Seminativo	3	0,4177
Senorbì (sez. Sisini)	5	39 AB	Pascolo	1	0,0238
Senorbì (sez. Sisini)	5	40 AA	Pascolo	1	0,0605
Senorbì (sez. Sisini)	5	40 AB	Seminativo	3	0,0400
Senorbì (sez. Sisini)	5	43	Seminativo	3	0,1225
Senorbì (sez. Sisini)	4	19	Seminativo	3	0,3715
Senorbì (sez. Sisini)	4	20	Seminativo	4	0,6115
Senorbì (sez. Sisini)	4	21	Seminativo	4	0,6020
Senorbì (sez. Sisini)	4	24	Seminativo	4	0,1755
Senorbì (sez. Sisini)	4	25	Pascolo	1	0,4375
Senorbì (sez. Sisini)	4	26	Seminativo	2	0,2695
Senorbì (sez. Sisini)	4	27	Seminativo	2	0,7905
Senorbì (sez. Sisini)	4	29	Seminativo	3	0,7350
Senorbì (sez. Sisini)	4	30	Seminativo	1	2,2090
Senorbì (sez. Sisini)	4	255	Seminativo	2	22,7903
Senorbì (sez. Sisini)	4	256	Ente Urbano		0,0627
Senorbì (sez. Sisini)	4	257	Ente Urbano		0,0220
Senorbì (sez. Sisini)	4	33	Pascolo	2	0,1620
Senorbì (sez. Sisini)	4	34	Pascolo	2	0,5580
Senorbì (sez. Sisini)	4	35	Pascolo	2	0,2250
Senorbì (sez. Sisini)	4	40	Pascolo	1	0,3635
Senorbì (sez. Sisini)	4	41	Seminativo	1	0,5635
Senorbì (sez. Sisini)	4	43	Seminativo	2	0,6230
Senorbì (sez. Sisini)	4	49	Seminativo	2	0,7305

Senorbì (sez. Sisini)	4	50	Seminativo	2	0,7660
Senorbì (sez. Sisini)	4	51	Seminativo	1	0,3875
Senorbì (sez. Sisini)	4	52	Seminativo	4	4,1000
Senorbì (sez. Sisini)	4	53	Seminativo	4	3,8030
Senorbì (sez. Sisini)	4	54 AA	Seminativo	4	2,6787
Senorbì (sez. Sisini)	4	54 AB	Pascolo	1	1,5643

Impianto fotovoltaico "SISINI AGRIVOLTAICO" 51,99 MWp
STRUZZI DEL SOLE Società Agricola

Senorbì (sez. Sisini)	4	55 AA	Seminativo	2	0,3300
Senorbì (sez. Sisini)	4	55 AB	Pascolo	2	0,0390
Senorbì (sez. Sisini)	4	120	Seminativo	2	0,2190
Senorbì (sez. Sisini)	4	121 AA	Seminativo	4	0,1155
Senorbì (sez. Sisini)	4	121 AB	Uliveto		0,1100
Senorbì (sez. Sisini)	4	152 AA	Seminativo	2	1,6000
Senorbì (sez. Sisini)	4	152 AB	Pascolo	1	2,1433
TOTALE					129,6478

Tabella 1 - Individuazione delle particelle catastali.

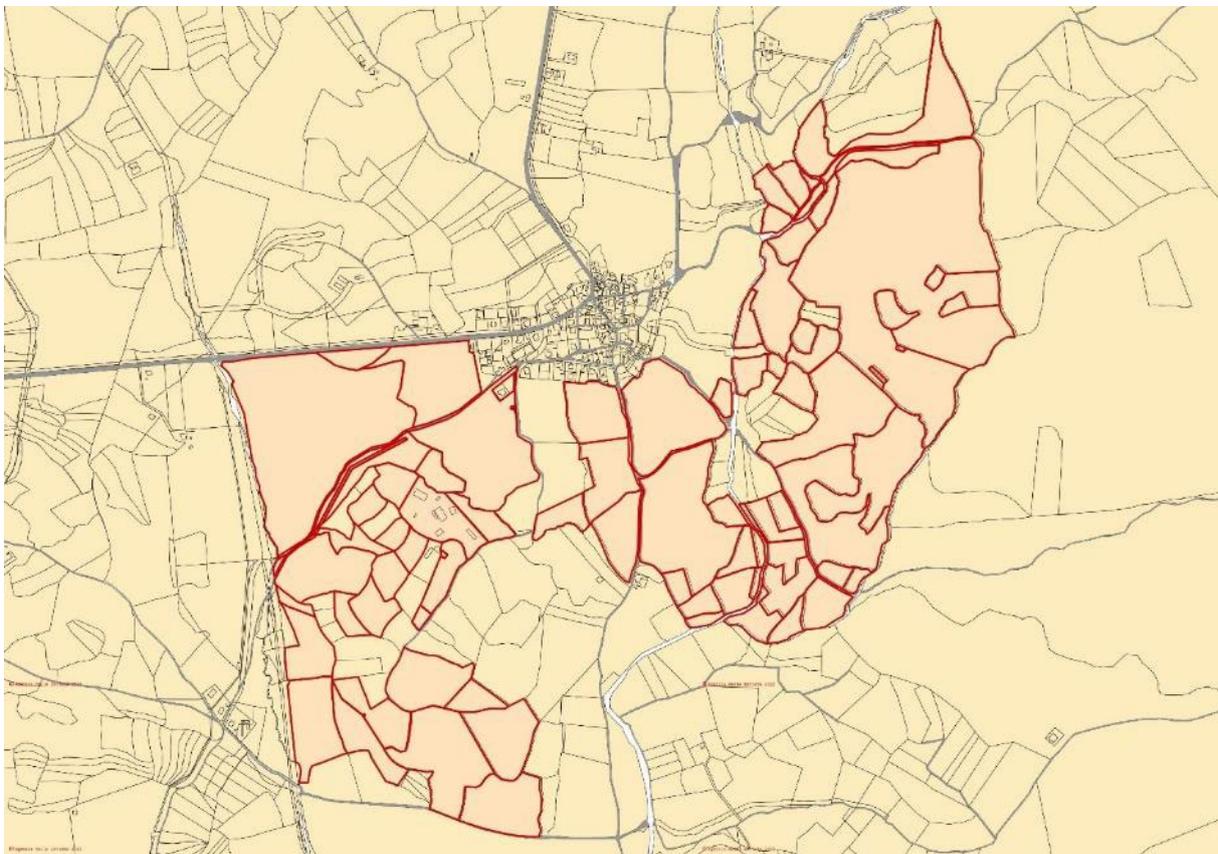


Figura 4 - Inquadramento catastale Comune di Senorbì sez. Sisini.

4. QUADRO PROGETTUALE

La realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione permette di realizzare una generazione distribuita dell'energia elettrica producendo energia laddove necessario ed evitando il potenziamento delle dorsali di distribuzione dell'energia elettrica. L'impianto consentirà:

- la produzione d'energia elettrica senza emissione di alcuna sostanza inquinante;
- nessun inquinamento acustico;
- il risparmio di combustibile fossile;
- l'occupazione locale.

L'Impianto Fotovoltaico sarà realizzato in un'area di circa 129,65 ha presso Sisini, frazione del territorio comunale di Senorbì.

L'intero Impianto sarà installato a terra secondo una geometria ben definita e illustrata in modo preliminare negli elaborati grafici progettuali e nella Relazione Tecnica.

L'inserimento architettonico e geometrico dell'Impianto Fotovoltaico è stato studiato relativamente alla morfologia esistente nell'area. Si tratta di un impianto non integrato, ovvero con pannelli posizionati a terra tramite apposite strutture di sostegno, ancorate al terreno senza l'utilizzo di strutture di fondazione, compatibilmente con le caratteristiche geotecniche del suolo e ai risultati delle eventuali "prove a strappo" che si rendesse necessario in fase esecutiva, pur tenendo presente la natura specifica e ben determinata del terreno.

L'Impianto Fotovoltaico, descritto nella presente Relazione Generale, è stato progettato considerando l'impiego di materiali e componenti di Fornitori di primaria importanza, dotati di marchio di qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore, attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

5. VALUTAZIONE DELLA RADIAZIONE SOLARE E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

5.1 GENERALITÀ

La disponibilità della fonte solare, per il sito di installazione, è verificata utilizzando i dati di irraggiamento resi disponibili, per il comune di installazione, Fonte dei dati: PVGIS

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune Senorbì (SU), considerando i suddetti valori di altitudine, latitudine e longitudine, si ricavano i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale delle superfici, stimati sono pari a:

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	1,223	0,933	0	2,157	66,853
Febbraio	1,585	1,214	0	2,798	78,358
Marzo	1,999	1,878	0	3,877	120,194
Aprile	3,866	1,919	0	5,786	173,569
Maggio	4,832	1,978	0	6,81	211,105
Giugno	6,076	1,811	0	7,888	236,625
Luglio	6,717	1,475	0	8,192	253,945
Agosto	6,011	1,239	0	7,25	224,76
Settembre	3,56	1,469	0	5,029	150,879
Ottobre	2,776	1,147	0	3,923	121,627
Novembre	1,66	0,903	0	2,563	76,891
Dicembre	1,365	0,775	0	2,139	66,324

Tabella 2 - Irradiazione media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²] Fonte dei dati: PVGIS.

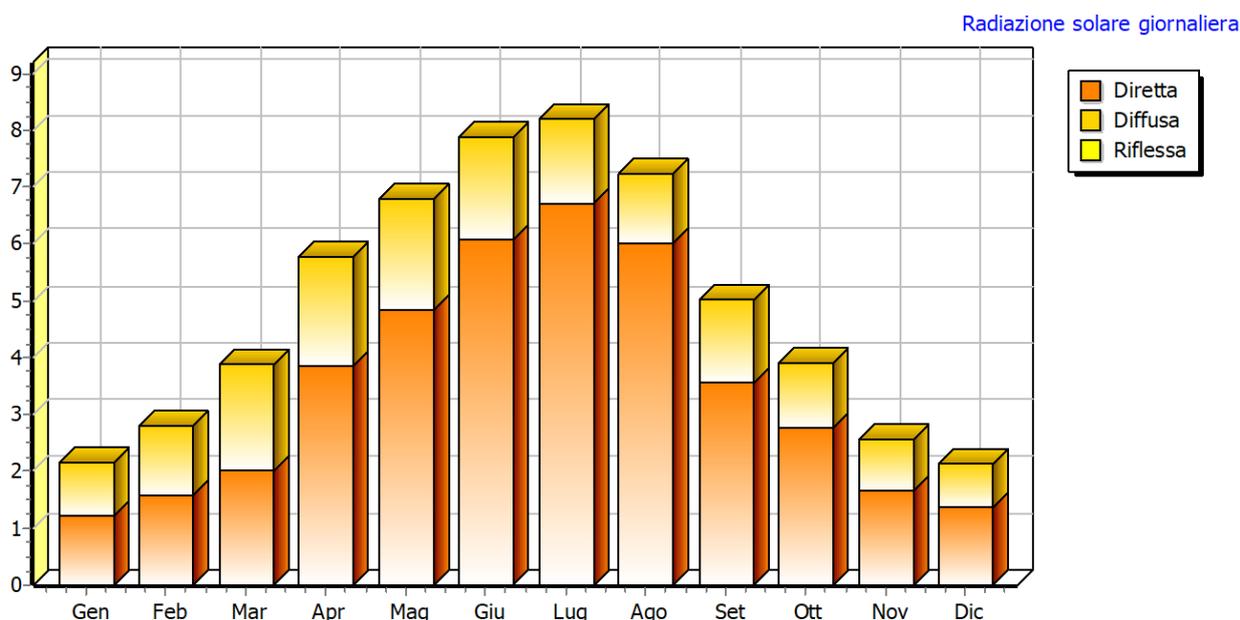


Figura 5 - Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²] – Fonte dei dati: PVGIS.

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano dei moduli fotovoltaici sono pari a: 1875 kWh/m².

5.2 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla banca dati PVGIS, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Senorbì, risulta essere pari a 1875 kWh/m².

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1.000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$P_{STC} = P_{MODULO} \times N^{\circ}_{MODULI} = 590 \times 88.128 = \mathbf{51.995,52 \text{ Wp}}$$

Considerando un'efficienza del B.O.S. (Balance of system) dell'74,97%, che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a:

$$P_{CA} = P_{STC} \times 85\% = \mathbf{44.196,192 \text{ Wp}}$$

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

$$E \text{ [kWh/anno]} = (I \times A \times K_{OMBRE} \times R_{MODULI} \times R_{BOS})$$

in cui:

I = irraggiamento medio annuo = 1875 kWh/m²

A = superficie totale dei moduli = 247.026 m²;

K_{OMBRE} = Fattore di riduzione delle ombre = 0,97;

R_{MODULI} = rendimento di conversione dei moduli = 20,80%;

R_{BOS} = rendimento del B.O.S. = 74.97%.

Pertanto, applicando la formula abbiamo:

$$E = (1875 \times 247.026 \times 0,97 \times 20,80\% \times 74,97\%) = 70.059.417 \text{ kWh.}$$

Il valore di 70.059.417 kWh/anno è l'energia che il sistema fotovoltaico produrrà in un anno.

5.3 EMISSIONI EVITATE

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	27 131,49 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	28 724,36 kg
Polveri:	1 401,19 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	37 131,49 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	1 940,80 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	436,25 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	13 507,09 TEP

5.4 COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO

Il progetto prevede l'installazione di 88.128 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half cell che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e $+55^\circ$ (ovest), per una superficie captante di circa 247.026 m².

La potenza di picco prevista dell'impianto è di 51,99 MWp, ottenuta utilizzando moduli aventi ciascuno una potenza di picco totale di 590 Wp. La potenza di immissione è pari a 50.000 kW

I moduli saranno installati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e tilt massimo variabile tra -55° e $+55^\circ$, che avranno la doppia attività di fungere da riparo per le coltivazioni sottostanti e da supporto per la posa di un impianto fotovoltaico.

La soluzione tecnologica proposta prevede un sistema ad inseguitore solare in configurazione monoassiale che alloggia file da 36 o 18 moduli, per un totale di 2.560 trackers (n. 2.336 da 36 moduli e n. 224 da 18 moduli), con altezza al mozzo delle strutture di circa 2,426 m dal suolo. In questo modo nella posizione a $\pm 55^\circ$ i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0,50 m e un'altezza massima di circa 4,595 m.

La distanza prevista tra le file di pannelli sarà variabile di circa 9m.

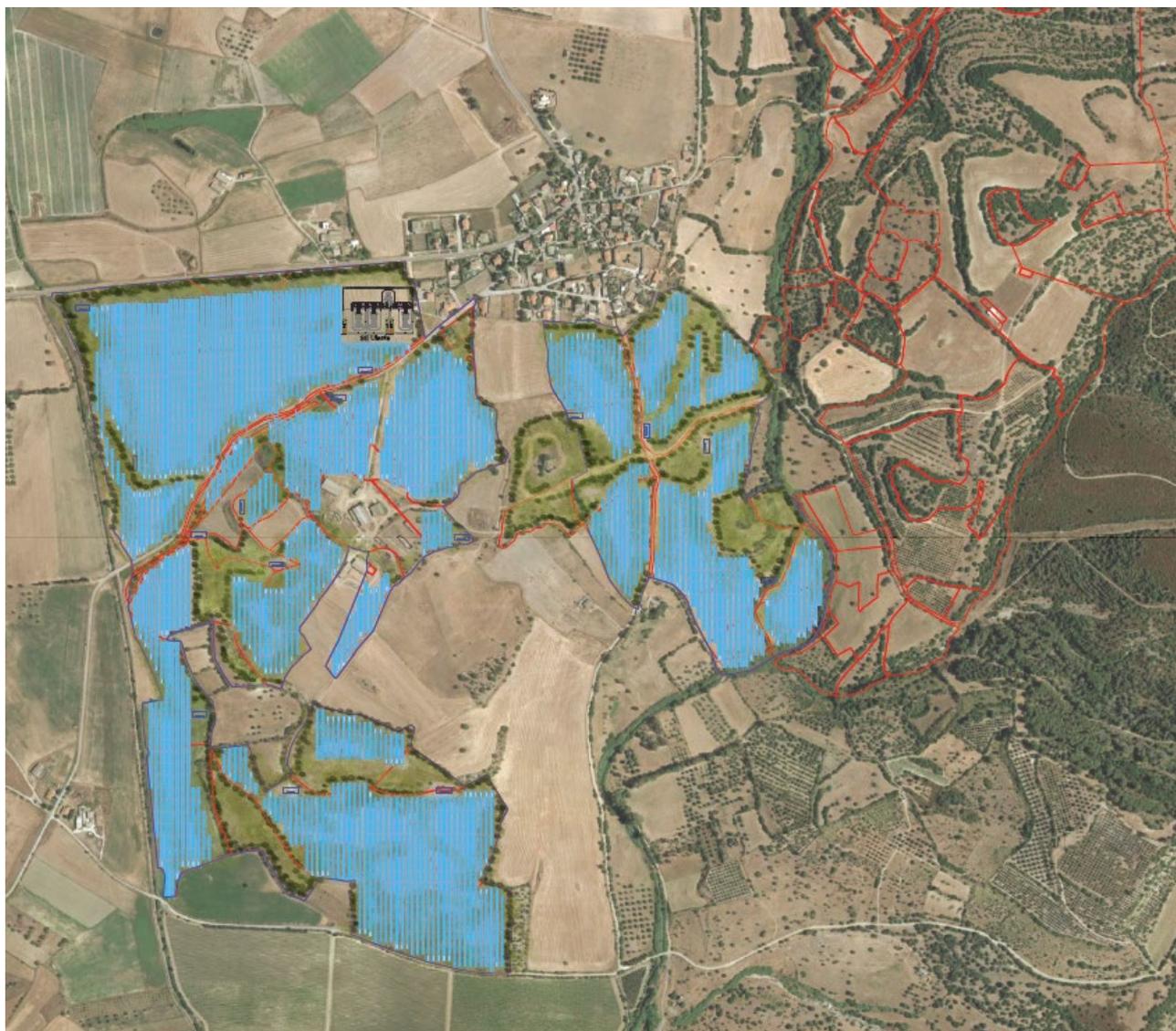


Figura 6 - Inquadramento stato di progetto.

L'installazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture, sfruttando le strutture coperte e basculanti (trackers monoassiali), permette contestualmente di utilizzare la stessa area impegnata, sia per la produzione di colture sia per la produzione di energia elettrica derivante dalla fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

I moduli fotovoltaici verranno collegati su tipologia di stringa composta da 27 moduli fotovoltaici, ogni stringa sarà collegata direttamente al quadro di stringa per poi essere collegata all'inverter fotovoltaico. Gli inverter verranno posizionati all'interno dell'area di impianti, dislocati in modo baricentrico alla porzione di impianto fotovoltaico che dovrà essere collegato su di esso.

Ogni inverter è dotato di n.8 inseguitori del punto di massima potenza (MPPT), dove su n.7 di MPPT saranno collegati n.351 moduli fotovoltaici (13 stringhe da 27 moduli FV) e sull'ottavo MPPT 297 moduli fotovoltaici (11 stringhe da 27 moduli FV).

In totale, sul campo verranno installati n. 32 inverter per un totale di n. 16 cabine o sottocampi.

Di seguito si riporta il dettaglio delle caratteristiche costruttive dei sottocampi costituenti la centrale fotovoltaica:

Sottocampo/Cabina	N. moduli	Pinst (MWp)
1	5.508	3,24972
2	5.508	3,24972
3	5.508	3,24972
4	5.508	3,24972
5	5.508	3,24972
6	5.508	3,24972
7	5.508	3,24972
8	5.508	3,24972
9	5.508	3,24972
10	5.508	3,24972
11	5.508	3,24972
12	5.508	3,24972
13	5.508	3,24972
14	5.508	3,24972
15	5.508	3,24972
16	5.508	3,24972
	88.128	51,99552

Tab.3 - Dettaglio caratteristiche costitutive dei sottocampi.

I 16 sottocampi che compongono la centrale, costituiti ognuno da una "cabina inverter" saranno suddivisi in 4 gruppi funzionali. Ogni gruppo sarà costituito da 4 cabine interconnesse in entra-esce tramite un collegamento in MT alla tensione nominale di 30 KV, per un totale dunque di 4 dorsali di potenza nominale rispettivamente pari a: A) 12.998,88 kWp; B) 12.998,88 kWp; C) 12.998,88 kWp; D) 12.998,88 kWp.

Dorsale	Cabina	MWp/Cabina	MWp/Dorsale
A	A1	3,24972	12.99888
	A2	3,24972	
	A3	3,24972	
	A4	3,24972	
B	B1	3,24972	12.99888
	B2	3,24972	
	B3	3,24972	
	B4	3,24972	
C	C1	3,24972	12.99888
	C2	3,24972	
	C3	3,24972	
	C4	3,24972	
D	D1	3,24972	12.99888
	D2	3,24972	
	D3	3,24972	
	D4	3,24972	
			51,99552

Tab.4 - Associazione dorsale-sottocampi/cabine.

Ciascuna "cabina inverter" di ogni sottocampo sarà costituita da una sezione di raccolta DC, un inverter per la conversione DC/AC, un quadro AC in bassa tensione, un trasformatore BT/MT e un quadro MT costituito da due o tre celle (in particolare: protezione trasformatore, arrivo linea - assente nella cabina terminale - e partenza linea).

Tutte le dorsali confluiranno in una cabina di raccolta MT, collocata in adiacenza alla sottostazione elettrica MT/AT per la connessione alla RTN a 220 KV.

La progettazione dei cabinati sono stati considerati anche in termini di ingombro volumetrico; la distanza dei trackers dalle aree destinate ad ospitarli è stata infatti fissata in modo che il cabinato non generi effetti di ombreggiamento sui moduli con conseguente perdita di producibilità dell'impianto.

La superficie coperta in progetto (impianto e cabine) è dunque di 24,75 ettari, per un indice di copertura del 19,19% (<50%), in conformità all'art. 7 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Urbanistico Comunale di Senorbì.

Di seguito è riportato il calcolo delle superfici coperte:

Dati di input:

- ✓ Superficie coperta singolo tracker da 36 moduli: 100,91 mq
- ✓ Superficie coperta singolo tracker da 16 moduli: 50,45 mq
- ✓ Superficie coperta cabina/inverter: 31,19 mq

Calcolo Superficie Coperta dei tracker con 36 e 18 moduli			
Dorsale	n. Tracker	Sup. massima/tracker [mq]	Proiezione al suolo [mq]
A	640 (584*36+56*18)	100,91 (36 moduli) 50,46 (18 moduli)	61.756,62
B	640 (584*36+56*18)		61.756,62
C	640 (584*36+56*18)		61.756,62
D	640 (584*36+56*18)		61.756,62
TOTALE	2.560		247.026,49

Calcolo Superficie Coperta delle Cabine Inverter			
Dorsale	n. cabine	Sup. /cabina [mq]	Occupazione di suolo [mq]
A	4	31,19	124,76
B	4		124,76
C	4		124,76
D	4		124,76
TOTALE	16		499,04

CALCOLO SUPERFICIE COPERTA TOTALE					
Dorsale	Sup. Moduli	Sup. Inverter	Sup. TOTALE	Sup. Lotto	RC [%]
A	61.756,62	124,76	61.881,38	1.290.000	19,19%
B	61.756,62	124,76	61.881,38		
C	61.756,62	124,76	61.881,38		
D	61.756,62	124,76	61.881,38		
TOTALE	247.026,49	499,04	247.525,53		

Tabella 5 - Calcolo della superficie coperta suddiviso per le dorsali previste.

Sono previste fasce di distacco dai confinanti di 12 m, fasce di distacco dalle strade locali di accesso ai terreni agricoli dell'area e dagli edifici di 15 m.

Le strade interne ai lotti (strada perimetrale e strade interne di raccordo dei filari di pannelli) hanno una larghezza minima di 5m.

Il progetto prevede che sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio l'accesso al campo fotovoltaico consenta un transito agevolato dei mezzi di lavoro e degli autoveicoli addetti alla manutenzione.

6. DESCRIZIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica attraverso l'effetto fotovoltaico, ossia la proprietà di alcuni materiali semiconduttori di generare elettricità se colpiti da radiazione luminosa ed è definita rinnovabile in quanto:

- è inesauribile;
- non comporta emissioni né di residui né di scorie.

I più significativi vantaggi dell'utilizzo della tecnologia fotovoltaica sono i seguenti:

- assenza di emissioni acustiche in fase di esercizio;
- mancata emissione di monossido di carbonio e anidride carbonica (principali inquinanti dell'effetto serra);
- mancata emissione di ossidi di azoto (principali responsabili dello smog fotochimico);
- mancata emissione di ossidi di zolfo (principali responsabili delle piogge acide).

Un impianto fotovoltaico produce elettricità per 25-30 anni, con poche necessità di manutenzione e una buona resistenza agli agenti atmosferici; i pannelli fotovoltaici più diffusi sono quelli di silicio cristallino (monocristallino e policristallino).

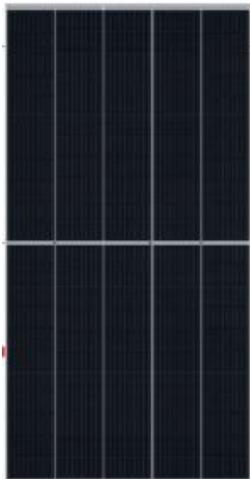
I principali componenti dell'impianto fotovoltaico sono costituiti da:

- **Moduli fotovoltaici** - il progetto prevede l'installazione di moduli fotovoltaici in silicio monocristallino tipo Haitai Solar modello HTM590DMH5-78, di potenza 590 Wp e dimensioni 2474x1133x30 mm.
- **Tracker** - in carpenteria metallica di acciaio zincato a caldo da 36 moduli fotovoltaici.
- **Inverter** - saranno installate n. 16 cabine inverter, una per ogni sottocampo che compone la centrale. Gli inverter, tipo SUN2000-185KTL-H1, sono dotati di inseguitori del punto di massima potenza (MPPT) ed ogni inseguitore riceve n.1 stringa in ingresso. Ulteriori dettagli in merito al numero di stringhe collegate agli inverter si possono evincere dallo schema unifilare allegato alla presente. La potenza dell'inverter è stata scelta in base alla potenza del generatore fotovoltaico in modo tale da non superare i valori massimi di tensione e corrente ammissibili.
- **Trasformatori** - all'uscita di ciascun inverter sarà collegato un trasformatore trifase MT/BT 15kV/0,80kV da 1600 kVA (@25°C) del tipo in resina, al fine di innalzare la tensione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Di seguito si forniscono informazioni di dettaglio sui citati componenti.

6.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Il progetto prevede l'utilizzo di moduli monocristallini tipo Haitai Solar modello HTM590DMH5-78, di potenza 590 Wp e dimensioni 2474x1133x30 mm., incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 30 mm, con un peso totale di 31,0 kg ciascuno.



Le caratteristiche elettriche dei modelli scelti per il progetto in esame sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 6 - Principali caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici.

Peak Power Watt- P_{max} (Wp)	590
Power Output Tolerance- P_{max} (W)	0 - + 5
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	33,99
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	17,36
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	41,09
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	18,43
Module Efficiency η_m (%)	20,8

6.2 TRACKER

Le strutture metalliche sulle quali andranno posati i moduli sono realizzate in alluminio e acciaio zincato, fissate terra senza utilizzo di calcestruzzo.

I micropali "radice" di sostegno saranno infissi nel terreno con una profondità massima d'incasso di 2,0 m, senza l'utilizzo di materiali quali il calcestruzzo e senza, pertanto, causare danneggiamenti al suolo di sedime. La posa del palo radice nel terreno avviene con battipalo dotato di apposite barre stabilizzatrici e guide laterali. Allo stesso palo vengono poi fissate le strutture di sostegno metalliche dei pannelli, montate secondo un principio "telescopico" permettendo il cd. inseguimento solare, ovvero il movimento dei pannelli da Est a Ovest nel corso della giornata (non occorre pertanto alterare sostanzialmente l'area di sedime).

Tale sistema di fissaggio garantisce la stabilità nel tempo della posizione e dell'orientamento dei singoli moduli, costantemente ortogonali ai raggi solari, tenendo conto delle caratteristiche del terreno stesso e delle sollecitazioni dovute alle condizioni atmosferiche.

Il suddetto sistema consente altresì, al termine della vita utile dell'impianto e in fase di dismissione dello stesso, una rinaturalizzazione del terreno semplice ed economica.

La soluzione tecnologica proposta prevede l'utilizzo di un sistema a inseguitore solare (tracker) monoassiale, con allineamento dei moduli in direzione nord-sud e rotazione est-ovest fino a $\pm 55^\circ$ rispetto al piano orizzontale (piano di campagna). I singoli tracker, realizzati assemblando multipli di 36 pannelli per avere configurazioni variabili a seconda delle necessità (36,18 etc.) sono distanziati di circa 9 metri tra gli assi al fine di evitare ombreggiamenti. Ci si riserva di apportare modifiche alla tipologia in fase di progettazione esecutiva nel caso dovessero subentrare esigenze differenti di natura economica e tecnica.

Il sistema di backtracking dei trackers verifica e garantisce che una serie di pannelli non oscuri altri pannelli adiacenti, soprattutto quando l'angolo di elevazione del Sole è basso, all'inizio o alla fine del giorno.

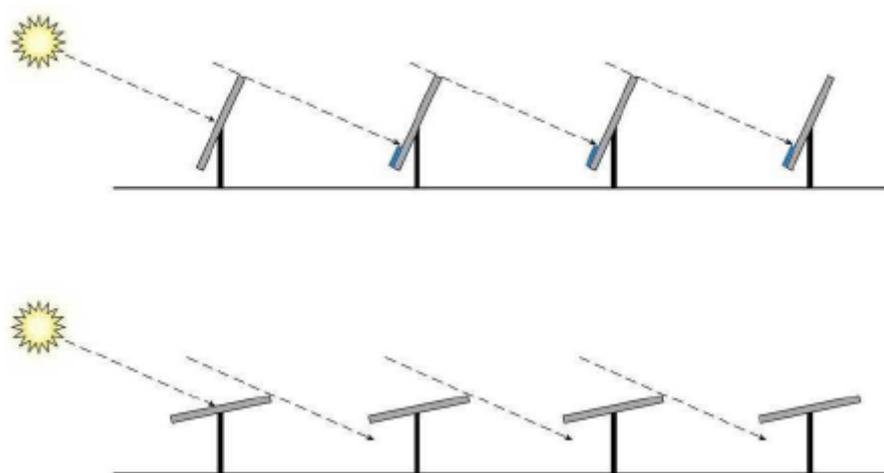


Figura 2 - Backtracking.

Il sistema è inoltre universale e permette l'installazione di qualsiasi marca e modello di modulo.

L'altezza di posa dei telai proposti permette inoltre un ricircolo d'aria al di sotto dei pannelli, scongiurando fenomeni di autocombustione derivanti dalle possibili alte temperature di esercizio dei moduli fotovoltaici (fino a 65° circa). È comunque prevista la manutenzione del suolo sottostante mediante rimozione regolare della vegetazione infestante da effettuarsi esclusivamente con decespugliatore e senza l'utilizzo di diserbanti.

Le strutture previste sono della marca Haitai Solar modello HTM590W, composte da un inseguitore solare orizzontale, in modo tale che assumano un'inclinazione da -55° a +55° attorno all'asse nord-sud, ma non si esclude l'installazione di altro sistema che, al momento della realizzazione dell'impianto, offra migliori caratteristiche tecniche e/o condizioni economiche più vantaggiose.

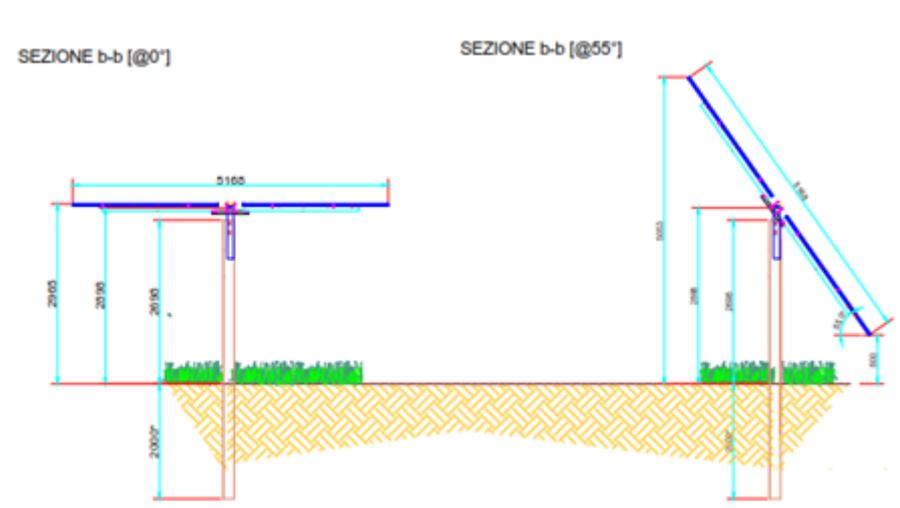


Figura 8 - Dimensioni Strutture di Sostegno (Trakers).

Le strutture raggiungono complessivamente un'altezza massima di circa 4,595 m considerando l'inclinazione massima dei pannelli. La disposizione degli inseguitori è "in linea", al fine di utilizzare interamente l'intera area e di renderla facilmente raggiungibile e manutenibile in ogni suo punto.

Il posizionamento di tutti gli inseguitori (Layout) si evince dalle specifiche tavole grafiche allegate. L'adozione della soluzione a palo fisso senza fondazioni ridurrà drasticamente la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

La struttura del tracker TRJ è completamente adattabile secondo le dimensioni del pannello fotovoltaico, le condizioni geotecniche del sito specifico e lo spazio disponibile.

La configurazione elettrica delle stringhe richiede la seguente tabella di configurazione dei tracker con moduli fotovoltaici:

- Struttura 1x36 o 1X18 moduli fotovoltaici con il lato lungo perpendicolare all’asse di rotazione.
- Dimensioni (36 moduli) (L) 20,376 m x 5,096 m x (H) max. 4,595 m.
- Componenti meccanici della struttura in acciaio: 3 montanti (di solito circa 4 m di altezza comprese le basi) e 4 tubolari quadrati (le specifiche dimensionali variano in base al terreno e al vento e sono inclusi nelle specifiche tecniche verificate durante la progettazione preliminare del progetto). Supporto del profilo Omega e ancoraggio del pannello.
- Componenti proprietari del movimento: 5 post-teste (2 per estremità e intermedio e 1 supporta il motore). Una scheda di controllo elettronica per il movimento (una può servire 10 strutture). 1 motore (attuatore elettrico lineare (mandrino) AC).
- La distanza tra i tracker (I) impostata per il progetto sarà di circa 9 metri.
- L'altezza minima da terra dei moduli (D) è di circa 0,50 m.
- Ogni struttura pesa circa 800 kg.
- Sono necessari in media 47 tracker (con 36 moduli fotovoltaici 590 Wp) per 1 MWp.

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 elettrico con albero a vite senza fine, che trasmette il moto rotazionale al mozzo.

Questo tipo di strutture hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in cls, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

In aggiunta alla elevata facilità di installazione e montaggio, si tratta di strutture molto versatili in quanto si adattano alla morfologia del terreno senza necessitare di opere di scavi e rinterri e alle demarcazioni naturali dei campi, sono resistenti agli agenti atmosferici necessitando solo di sporadici interventi di manutenzione ordinaria e rispettano un rapporto di copertura adeguato ad evitare generali effetti di desertificazione del suolo.

I pali, che avranno un profilo in acciaio ad omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno, saranno infissi nello stesso per mezzo di apposito “battipalo”.

L’impianto fotovoltaico sarà dunque composto dall’insieme dei moduli, dagli inverter e dai trasformatori elevatori di tensione che saranno collegati tra di loro e, per ultimo, alla rete generale mediante elementi di misura e protezione.

Gli inverter, posti nei locali tecnici nei rispettivi sottocampi, permetteranno di trasformare la corrente continua in uscita dalla centrale fotovoltaica in corrente alternata convogliata nella cabina di consegna/utenza di ciascuna sezione d’impianto.

6.3 INVERTER

La centrale è composta da 16 sottocampi, costituiti ognuno da una “cabina inverter” i quali saranno suddivisi in 4 gruppi funzionali. Ogni gruppo sarà costituito da 4 cabine interconnesse in entra-esce tramite un collegamento in MT alla tensione nominale di 30 KV, per un totale dunque di 4 dorsali di potenza nominale rispettivamente pari a: A) 12,999 MWp; B) 12,999 MWp; C) 12,999 MWp; D) 12,999 MWp.

Ciascuna “cabina inverter” di ogni sottocampo sarà costituita da una sezione di raccolta DC, una sezione inverter per la conversione DC/AC, un quadro AC in bassa tensione, un trasformatore BT/MT e un quadro MT costituito da 2 o 3 celle (in particolare: protezione trasformatore, arrivo linea - assente nella cabina terminale - e partenza linea).

Tutte le dorsali confluiranno in una cabina di raccolta MT, collocata in adiacenza alla sottostazione elettrica MT/AT per la connessione alla RTN a 220 KV.

Ogni sottocampo (dei 16 presenti) sarà costituito dai seguenti componenti:

1. tracker mono-assiali da 36 o 18 moduli fotovoltaici, per una potenza, rispettivamente, di 21,24 KWp e di 10,62kWp;
2. quadri elettrici in DC;
3. convertitore statico centralizzato DC/AC;
4. quadri elettrici in bassa tensione sez. AC;
5. trasformatore BT/MT;
6. quadri elettrici in media tensione.

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

Per il progetto in esame sono stati selezionati inverter con le seguenti caratteristiche:

- gli inverter DC/AC sono della Huawei modello SUN2000-185KTL-H1 o similare, di potenza nominale in AC pari a 175 kW e in grado di gestire la potenza in DC di ogni sottocampo costituente la centrale. Gli inverter sono dotati di inseguitori del punto di massima potenza (MPPT) ed ogni inseguitore riceve n.1 stringa in ingresso. Ulteriori dettagli in merito al numero di stringhe collegate agli inverter si possono evincere dallo schema unifilare allegato alla presente;
- l'inverter sarà dotato di sezionatore DC e protezione contro le fulminazioni indirette sia lato DC che lato AC. Tali protezioni sono Scaricatori di classe II e varistori;
- le uscite in corrente alternata dell'inverter verranno collegate ad un quadro di parallelo AC posizionato all'interno della cabina di trasformazione. Il collegamento elettrico tra ogni inverter ed il quadro di parallelo avverrà attraverso la predisposizione di un cavidotto interrato.



Figura 9 - Inverter SUN2000-185KTL-H1.

6.4 STRING BOX

Allo scopo di realizzare le connessioni in parallelo delle stringhe saranno utilizzate delle string box con le seguenti caratteristiche indicative:

Technical Data

APPLICATION DATA

Operating ambient temperature range	-20 °C to +50 °C
Intended installation location	protected outdoors (>1 km from sea)
Conformity with norms	IEC 61439-2 ed 2.0 / EN 61439-2:2011
Altitud above sea level	up to 3000m

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Rated DC voltage (Un)	1500 VDC
Rated DC current per input (Inc)	9,4
Rated DC current per input (10h short-circuit at main output)	1.25 · Inc
DC earthing system	floating positive and negative
Switch disconnecter breaking & making capacity (acc. to IEC 60947-3)	400 A (DC21B 1500 V)
Circuit breaker breaking & making capacity (acc. to IEC 60947-2)	N/A
Contactors breaking & making capacity (acc. to IEC 60947 4-1)	N/A
Switch-disconnector / Circuit breaker / Contactor handle location	direct handle (inside enclosure)
Surge protection on DC ports	1500V DC, type II, I _{max} = 40 kA, U _p ≤ 5.0 kV, no aux. contact
Surge protection on monitoring supply ports	N/A
Surge protection on EIA RS 485 ports	N/A

ENCLOSURE

Enclosure dimensions (H x W x D)	1035 x 835 x 300 mm
Material	glass-fiber reinforced polyester (GFRP)
Degree of protection (acc. to IEC 60529)	IP65
Form factor	cabinet with hinged door(s)
Fixing system	plastic wall mount lugs

Figura 10 - Caratteristiche tecniche indicative delle string box.

6.5 TRASFORMATORI

All'interno della cabina di trasformazione, in appositi vani chiusi a chiave, sono contenuti n. 2 trasformatori aventi i seguenti dati caratteristici:

- n.1 un trasformatore trifase MT/bt 15kV/0,8 kV da 1600 kVA del tipo in resina (impianto fotovoltaico);
- n.1 un trasformatore BT 0,8/0,4 kV da 50 kVA del tipo in resina (servizi ausiliari);
- trasformatore in resina trifase;
- avvolgimenti MT inglobati in resina;
- avvolgimenti BT impregnati in resina;
- nucleo magnetico realizzato con lamierini a cristalli orientati a basse perdite, con tecnologia di giunzione step lap;
- livello di scariche parziali < 10 pC;
- classe termica F - Sovratemperatura 100 K;
- temperatura ambiente $\leq 40^{\circ}\text{C}$, altitudine ≤ 1000 m;
- autoestinguenti con basse emissioni di fumi classificazione F1;
- resistenti agli shock termici classificazione C2;
- resistenti all'umidità e all'inquinamento atmosferico classificazione E2.

Accessori a completamento:

- piastre di connessione terminali BT;
- morsettiera cambio tensione primaria a 5 posizioni;
- targa caratteristica;
- golfari di sollevamento;
- morsetti di terra.

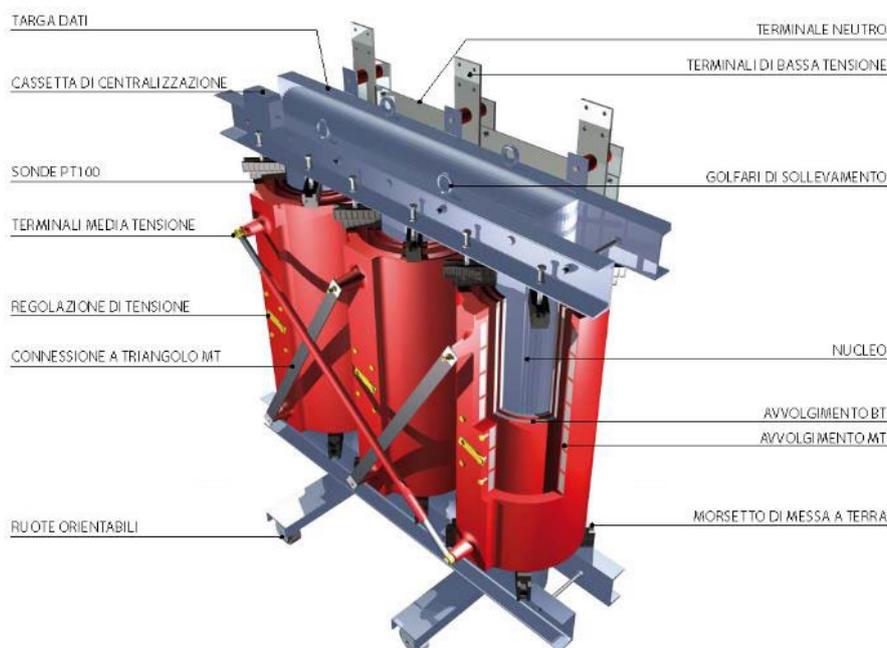


Figura 11 - Caratteristiche tecniche trasformatore.

6.6 QUADRO MT

All'interno della cabina di trasformazione saranno installati anche i quadri MT.

Tali quadri saranno realizzati in lamiera di acciaio zincata e verniciata con polvere epossidica, avranno tensione nominale di esercizio 15 kV e saranno dotati di dispositivi di blocco meccanico che precludono ogni possibilità di errata manovra.

In particolare verranno installati:

- uno scomparto MT con interruttore isolato in SF6, dotato di sezionatore di linea e sezionatore di terra così come previsto dalla norma CEI 0-16, asservito al sistema di protezione di interfaccia (SPI) e al sistema di protezione generale (SPG);
- uno scomparto MT Misure dotato di sezionatore di linea, sezionatore di terra e fusibili di protezione da 2 A. All'interno di tale scomparto saranno installati i trasformatori Voltmetrici (TV) di segnale per le protezioni MT;
- un quadro Mt di arrivo linea dotato di sezionatore di linea e sezionatore di terra, all'interno del quale verrà effettuato il collegamento elettrico della linea in media tensione proveniente dalla cabina di consegna del Distributore.

I sistemi di protezione installati a bordo dei quadri Mt saranno conformi alle specifiche della norma CEI 0-16 e saranno:

- Sistema di protezione di interfaccia SPI:
 - dotato di soglie di protezione di massima tensione, di minima tensione, di massima frequenza permissiva e restrittiva, di minima frequenza permissiva e restrittiva, di massima tensione inversa con sblocco voltmetrico, di minima tensione diretta con sblocco voltmetrico, massima tensione residua con sblocco voltmetrico e soglia limite di massima tensione residua. Inoltre tale protezione sarà predisposta per il comando da remoto di teledistacco.
- Sistema di protezione Generale SPG:
 - dotato di soglie di protezione di massima corrente e di massima corrente omopolare regolate secondo quanto prescritto dal Distributore per il punto di consegna.

6.7 CABINE ELETTRICHE

Le "cabine inverter" di sottocampo saranno costituite da due parti principali affiancate, una costituita da uno shelter metallico del tipo prefabbricato di dimensioni esterne pari a circa 6,10x2,45x2,50 ml e da una seconda costituita da un monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 con dimensioni (esterne) pari a circa m. 6,70x2,46x2,46 ml.

I passaggi, previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze; se dietro un quadro chiuso sarà previsto il transito delle persone, la larghezza del passaggio potrà essere ridotta a 50 cm.

La cabina sarà posata su fondazione realizzata in opera o prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di circa 60 cm (interna di 50 cm) e dotata di fori diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati.

La vasca che fungerà da vano per i cavi sarà accessibile da botola su pavimento dei rispettivi locali o da botola esterna.

A completamento delle cabine saranno forniti:

- n. 2 porte di accesso in lamiera o VTR;
- n. 1 porta di accesso in lamiera zincata e preverniciata.

Il calore prodotto dal trasformatore, dai quadri e dagli inverter sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di apposite griglie di aerazione e tramite ventilazione meccanica per mezzo di torrini di estrazione elicoidale.

Le cabine saranno inoltre dotate di:

- punti luce costituiti da plafoniera IP65 con lampada a led da 11 W, avente autonomia di 2h, combinati con interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili;
- collettore e anello di messa a terra interno, realizzato con piatto di rame mm 20x5, morsetti e capicorda, compreso il collegamento delle masse metalliche, dei quadri BT, del trasformatore nonché il collegamento del PE degli inverter e del trasformatore;
- accessori antinfortunistici: estintore a polvere, lampada emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina;
- gruppo soccorritore (UPS) per circuiti ausiliari (trascinamento) tipo UPS o HPS (220Vca-220Vca/220Vca-48 24 Vcc /Vca).

6.8 CABINE SERVIZI

Oltre alle cabine elettriche, sono previste due cabine servizi del tipo prefabbricato monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 contenenti rispettivamente:

1. il locale misure, il locale tecnico di utente contenente lo scada di impianto FV e il locale servizi igienici;
2. il locale contenente i quadri di protezione e controllo e il server scada a servizio della sottostazione elettrica MT/AT;
3. il locale contenente il quadro di alimentazione e switching (con alimentazione di ricalzo/emergenza da connessione BT ENEL dedicata) servizi ausiliari di sottostazione e di impianto FV (QGBT).

6.9 IMPIANTO GENERALE DI TERRA

L'impianto di terra è progettato per garantire le seguenti prestazioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- evitare danni a componenti elettrici ed ai beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I dispersori, in base alla tipologia di materiale di cui sono costituiti devono possedere dimensioni atte a garantire la loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche e alla corrosione.

Si sceglie di installare come sistema disperdente orizzontale corda nuda in rame di sezione pari a 50mm² che risulta soddisfare i requisiti previsti dalla normativa tecnica vigente.

L'impianto di terra delle cabine è di tipo "ad anello", con dispersore orizzontale in rame nudo da 50 mm² di sezione, lungo tutto il perimetro delle cabine, interrato un metro di profondità e distante un metro dalle pareti delle cabine. Ad ogni vertice e nella mezzeria dell'anello verrà inserito un dispersore verticale, a picchetto di acciaio zincato, di lunghezza pari a 1,5 m.

Tutte le strutture metalliche dei quadri, dei trasformatori e tutte le masse presenti in cabina di trasformazione verranno collegate al nodo equipotenziale. Tale nodo verrà collegato al dispersore orizzontale ad anello che circonda la cabina e all'impianto di terra del campo fotovoltaico.

Si prevede, la posa di una corda nuda di rame alla base dello scavo del cavidotto principale che attraversa l'impianto di produzione. Le strutture metalliche dei tracker dovranno essere collegate al dispersore

orizzontale tramite un conduttore di protezione in rame tipo FG16-R16 di sezione pari a 35 mm². I singoli tracker affiancati sulla stessa fila, dovranno essere collegati tra di loro tramite un collegamento equipotenziale realizzato con conduttore in rame tipo FG16-R16 di sezione pari a 50 mm².

In prossimità di ogni inverter verrà realizzato un nodo equipotenziale in cui saranno collegati il conduttore equipotenziale esterno all'inverter, il conduttore equipotenziale interno all'inverter e la struttura metallica di supporto dello stesso convertitore. Tale nodo equipotenziale, verrà collegato al dispersore orizzontale tramite conduttore di terra realizzato in cavo di rame tipo FG16-R16 di sezione pari a 35 mm².

La recinzione del campo fotovoltaico verrà realizzata con griglia metallica rivestita in plastica, per cui non è necessario il collegamento a terra, ai sensi dell'allegato F.1 della norma CEI 11.1. I cancelli d'ingresso al campo fotovoltaico andranno messi a terra, in quanto masse estranee.

7. OPERE CIVILI E SERVIZI AUSILIARI

Le opere civili consistono in tutte quelle opere e manufatti connessi all'impianto fotovoltaico in progetto.

7.1 VIABILITÀ INTERNA

Le strade di accesso al sito saranno quelle presenti praticamente lungo i confini dei lotti interessati.

L'opera in progetto prevede in ogni caso la realizzazione di una viabilità circolare perimetrale ai filari di pannelli (principale) ed una minima viabilità interna di raccordo degli stessi (secondaria), esclusa al traffico civile, comunque percorribile anche da autovetture ed utilizzata anche per la fase di cantiere.

La viabilità, almeno quella perimetrale, sarà realizzata in modo da consentire la circolazione anche in caso di maltempo (salvo neve e/o ghiaccio); a questo scopo il fondo della carreggiata avrà sufficiente portanza, ottenibile mediante la formazione di una massicciata o inghiaatura (l'asfaltatura è da escludere) ed attraverso il costipamento dello strato costituito da granulare misto stabilizzato con macchine idonee.

Data la debole intensità del traffico, la velocità modesta dello stesso e la quasi unidirezionalità dei flussi, la strada in progetto sarà ad un'unica carreggiata, la cui larghezza (massima 5 metri) va contenuta nel minimo necessario ad assicurare il transito in sicurezza dei veicoli e sarà assicurata la loro continua manutenzione.

Tale disponibilità di una rete viabile adeguata alle necessità dei lavori costituisce premessa irrinunciabile per lo svolgimento degli stessi e per le successive opere di manutenzione ordinaria che dovranno effettuarsi negli anni successivi alla realizzazione dell'investimento.

La realizzazione della viabilità principale e secondaria comprende:

- il compattamento del piano di posa della fondazione stradale (sottofondo) nei tratti in trincea per la profondità e con le modalità prescritte dalle norme tecniche, fino a raggiungere in ogni punto un valore della densità non minore del 95% di quella massima della prova AASHTO modificata, ed una portanza caratterizzata in superficie da un modulo di deformazione $M_d \leq 50 \text{ N/mm}^2$ in funzione della natura dei terreni e del rilevato;
- la posa di geotessile non tessuto costituito esclusivamente da fibre in 100% polipropilene a filamenti continui spunbonded, stabilizzato ai raggi UV;
- la massicciata stradale eseguita con tout-venant da impianti di recupero rifiuti derivanti dall'attività di costruzione/demolizione a distanza non superiore ai 20 km. Granulometria 0/63 mm, limite di fluidità non maggiore di 25 ed indice di plasticità nullo, portanza espressa da un modulo di deformazione M_d non inferiore a 80 N/mm^2 ricavato dalle prove con piastra avente diametro di 30 cm.

7.2 SCAVI

Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi elettrici avranno ampiezza variabile tra 30 e 80 cm e profondità massima di 140 cm. La larghezza dello scavo potrà variare in relazione al numero di linee elettriche (terne di cavi) che dovranno essere posati. Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non abbiano a riversarsi nei cavi. I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno momentaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro. I materiali in eccedenza rinvenuti per la realizzazione delle fondazioni e degli scavi potranno essere utilizzati per l'appianamento dell'area di installazione. Trattandosi di scavi poco profondi, in terreni naturali lontani da strade, sarà possibile evitare la realizzazione delle armature, qualora la natura del terreno sia sufficientemente compatta.

7.3 INFISSIONE PALI DEI TRACKER

I tracker hanno la caratteristica di poter essere infissi attraverso i pali nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in cls, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le

strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

I pali, che avranno un profilo in acciaio omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno - la cui profondità di posa dipende dal tipo di terreno - saranno infissi nel terreno per mezzo di apposito "battipalo".

Le strutture che sostengono i moduli fotovoltaici verranno posizionate in file parallele con interasse di circa 9 metri, allo scopo di evitare mutui ombreggiamenti tra i moduli, consentire una buona permeabilità del suolo ma soprattutto permettere il passaggio delle macchine operatrici per le attività agricole.

7.4 POSA MODULI

I moduli verranno posati da squadre di 3 operatori cad., coadiuvati da un mezzo di trasporto e sollevamento (muletto da cantiere). I moduli saranno adagiati sulle strutture di supporto dei tracker ed a queste fissate per mezzo di appositi sistemi di bloccaggio a vite.

7.5 REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI

Verranno eseguiti degli scavi a sezione obbligata, per mezzo di scavatori cingolati, avendo cura di sistemare temporaneamente il materiale inerte su uno dei due bordi di scavo, in modo da lasciare l'altro libero per la posa dei corrugati e/o dei cavi elettrici che verranno posati all'interno dello scavo.

Qualora si attui la posa diretta del cavo, senza la protezione di cavidotto in apposito corrugato, si dovrà predisporre un letto di posa in sabbia, atto a proteggere i cavi da danneggiamenti meccanici.

La sabbia andrà stesa entro lo scavo prima e subito dopo la posa del cavo stesso.

Sopra il secondo strato di sabbia, dovrà essere predisposta apposita bandella di guardia, atta a segnalare la presenza del cavidotto in tensione.

7.6 RECINZIONI E CANCELLI

Contestualmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto si prevede la realizzazione di una recinzione lungo il perimetro di confine allo scopo di proteggere l'impianto. Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà con la sola infissione dei pali a sostegno, ad eccezione dell'area di accesso in cui sono presenti dei pilastri a sostegno della cancellata. La recinzione sarà realizzata con una rete grigliata in acciaio zincato, rivestita in PVC, di 2,10 m di altezza, direttamente infissa nel terreno, sorretta da pali metallici.

Le opere di recinzione sul fronte stradale in particolare saranno realizzate a giorno o con siepi verdi, prevedendo, quando possibile, anche alberature. Lungo i margini del lotto adiacenti ai confinanti, la recinzione verrà realizzata lungo il confine stesso, mentre sui fronti stradali verrà arretrata di alcuni metri e verrà realizzata una fascia alberata di schermatura.

I sostegni che verranno utilizzati saranno pali in profili ad U. La rete metallica per recinzione sarà di tipo "a maglia romboidale" 50 x 50 mm plastificata di colore verde, in filo di ferro zincato, diametro 2 mm, di altezza circa 2 m ancorata a pali di sostegno in profilato metallico con sezione U (o eventualmente a T) in acciaio zincato di dimensioni 80x60 mm. I pali, alti 2,1 m, verranno conficcati nel terreno per una profondità pari 0,8 m e controventati con paletti in ferro zincato della stessa sezione, posti ad interasse non superiore a 3 m. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi.

La recinzione lungo il confine con i lotti adiacenti verrà inoltre posizionata ad un'altezza da terra di circa 10 cm, al fine di permettere alla piccola fauna presente nella zona di utilizzare l'area di impianto, mentre lungo i fronti stradali saranno previsti dei ponti ecologici consistenti in cunicoli delle dimensioni di 100x20 cm sotto la rete metallica.

I cancelli (pedonali e carrabili) saranno realizzati in tubolari di acciaio e rete elettrosaldata, agganciati a profili tubolari quadrati in acciaio di dimensioni 10x10 cm ancorati al suolo tramite blocchi di fondazione in cls di dimensioni 50x50x50 cm su magrone di sottofondazione di spessore 10 cm, saranno completi di guida di scorrimento fissa e serratura.

Sarà previsto anche un impianto di illuminazione, attivabile solo in caso di emergenza, oltre ad un sistema di allarme e videosorveglianza.

7.7 FONDAZIONI CABINE ELETTRICHE

Le opere civili relative alle cabine elettriche consistono nelle casseforme e nel calcestruzzo di fondazione. Le Casseforme sono in legname grezzo per getti di calcestruzzo semplice o armato per opere in fondazione con armature di sostegno.

La Rete elettrosaldada è costituita da barre di acciaio B450C conformi al DM 14/09/2005 e successive modifiche, a aderenza migliorata, in maglie quadre in pannelli standard, con diametro delle barre FI 8, maglia cm 15x15.

Il calcestruzzo a durabilità garantita per opere strutturali in fondazione avente classe di consistenza S4, con dimensione massima dell'aggregato inerte di 31,5 mm, confezionato con cemento 32,5 e gettato entro le apposite casseforme, avente resistenza caratteristica RCK pari a 30 N/mm² e classe di esposizione XC1 - XC2 norma UNI EN 206-1.

7.8 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

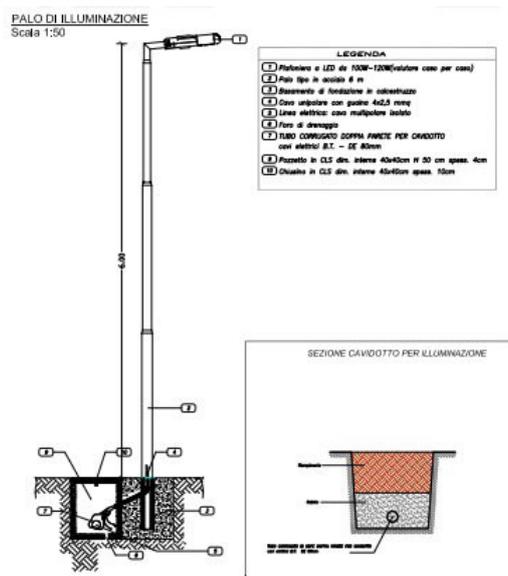
L'impianto di illuminazione è previsto su tutto il perimetro dell'impianto e sarà realizzato con pali tra loro distanti circa 20 m e di altezza di 6m, adatto ad illuminare il perimetro dell'area. Essi saranno dotati di lampade del tipo cut-off e di elevata efficienza a led, della potenza massima di 100W.

È stata prevista una alimentazione continua per i punti di accesso e per le aree a maggiore frequentazione, come le strade esterne, mentre la restante parte si doterà di sensori di movimento in grado di accendersi in vicinanza di una sagoma avente caratteristiche simili a quelle umane. Scopo di tale scelta è quello di rendere minimo l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso, oltre a salvaguardare la fauna selvatica presente in zona.

Il 50% delle lampade sarà alimentato da una linea a 220Vac, che potrà essere servita da gruppo di continuità e relative batterie di accumulo, in modo da ridurre i consumi energetici e sfruttare la generazione di energia da fonte rinnovabile. Il sistema previsto sarà costituito da un impianto fotovoltaico con accumulo, la cui generazione sarà realizzata sui tetti delle rispettive cabine di trasformazione, in modo da ottimizzare l'occupazione di suolo, ridurre il consumo di energia fossile e utilizzare per autoconsumo, l'energia rinnovabile solare mediante l'impiego di batterie di accumulo. Tale sistema permetterà l'utilizzo di energia rinnovabile per l'alimentazione sia delle telecamere di videosorveglianza che dell'illuminazione notturna dell'impianto.

Di seguito si riportano le due tipologie scelte per i pali di illuminazione e videosorveglianza.

Tali tipologie saranno realizzate con pali zincati, verniciati, in grado di portare il corpo illuminante e le telecamere, e verranno disposti ad una distanza di 20 m intervallando un palo di illuminazione ed uno di illuminazione con due telecamere e rilevatore di movimento.



7.9 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA

L'impianto di videosorveglianza sarà realizzato utilizzando le strutture dell'impianto di illuminazione. Si avrà l'installazione di telecamere sui pali di illuminazione serviti dal gruppo di continuità, lungo tutto il perimetro, posizionate ad una altezza minima di 5 m di altezza, lungo il perimetro dell'impianto, con sistema di monitoraggio da una centrale in luogo remoto.

Le telecamere di videosorveglianza saranno di tipo professionale con led infrarossi (con visione perfetta anche in assenza di luce) con 480 linee tv. Dotata di filtro IR meccanico automatico che permette di avere colori fedeli durante il giorno e la visione IR in notturna e in maniera completamente automatica.

Le telecamere saranno disposte sui vari pali a 180° in modo da garantire un'ampia visualizzazione su tutto il perimetro dell'impianto.

Grazie alla tecnologia ad infrarossi, potranno rilevare e registrare anche in assenza di illuminazione notturna. Infatti, nelle zone meno importanti l'illuminazione sarà accesa solo in presenza di sagome in movimento o in caso di attivazione manuale dell'accensione.

La telecamera dovrà avere una buona visualizzazione su una distanza di almeno 30m con un angolo di visualizzazione di 150°, tale da coprire adeguatamente il perimetro dell'area di impianto controllato.

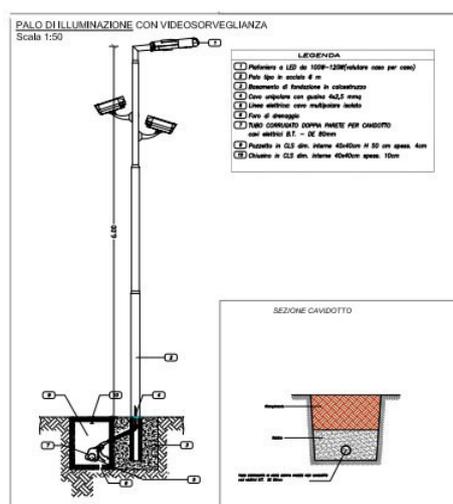


Figura 13 - Palo di illuminazione con due telecamere.

Le telecamere dovranno registrare i movimenti, inviando un segnale di allarme e una registrazione dovranno controllare l'intero perimetro della recinzione, con particolare attenzione ai punti critici, realizzati in prossimità delle cabine elettriche e nelle zone di attraversamento. Le telecamere saranno collegate ad un sistema di registrazione, DVR, posizionato in cabina di consegna e controllabile, tramite rete, anche da remoto.

Le telecamere saranno dotate di sensore di movimento ed a infrarosse. Solo per quelle poste in prossimità di cabine ed accessi, si potranno installare telecamere PTZ motorizzate (Pan – movimento orizzontale, Tilt – movimento verticale e Zoom). L'impianto di videosorveglianza dovrà essere realizzato mediante l'impiego di telecamere dotate di rilevamento di movimento.



Figura 14 - Telecamera night and day.

La tecnologia AHD è la più recente evoluzione che riguarda il mondo della sorveglianza.

La caratteristica principale rispetto alle obsolete CCTV analogiche è la presenza di sensori CMOS Megapixel che consentono riprese nitide prive di disturbi con un'elevata capacità di elaborazione d'immagine sia di giorno che di notte. Ad esempio, la nuova tecnologia Vultech AHD permette di raggiungere risoluzioni in Live di HD960p -1.3MPX (1280X960) prima ottenibili solo con tecnologia IP. Caratteristica fondamentale di questa telecamera AHD Vultech è la funzione DUAL-MODE. Tramite il telecomando OSD sarà possibile cambiare in qualsiasi momento la tecnologia della telecamera, scegliendo AHD (Digitale) o Analogia tradizionale.

7.10 SVELLIMENTO PIANTUMAZIONE AGRICOLA ESISTENTE

L'intervento comprende la messa a dimora di specie arbustive od arboree autoctone in fitocella nel perimetro esterno dei lotti, nonché messa a dimora di alberi autoctoni da vivaio di specie coerenti con gli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito nelle fasce lungo strada.

8. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Le fasi principali relative alla costruzione e messa in esercizio di un impianto fotovoltaico a terra sono le seguenti:

1. **preparazione della viabilità di accesso:** operai specializzati, mediante l'impiego di macchine operatrici, provvederanno alla manutenzione delle strade esistenti tramite eliminazione di erbe infestanti ed eventuali piante cespugliose che invadono le carreggiate, nei tratti di viabilità rurale caratterizzata da traffico limitato. Dove necessario verrà regolarizzato il fondo stradale;

2. **impianto del cantiere:** questa fase riguarda tutte le operazioni necessarie per delimitare le aree di cantiere e per realizzare le piazzole di stoccaggio dei materiali, ricovero e manutenzione dei mezzi d'opera, nonché i punti in cui verranno installati le cabine di servizio per il personale addetto e i box per uffici, spogliatoi, servizi igienici, spazio mensa, depositi per piccola attrezzatura e minuterie, ecc. Tali lavori comprenderanno:

- verifica catastale dei confini utili al tracciamento della recinzione dell'impianto così come verrà autorizzata;
- livellamento e spianamento delle aree di cantiere destinate alla posa delle cabine per il personale e box uffici, servizi igienici, ecc.;
- compattazione del terreno nelle zone che saranno soggette a traffico veicolare e movimentazione di mezzi d'opera;
- infissione dei pali lungo tutti i perimetri delle aree e montaggio della rete a maglia sciolta con ingressi dotati di cancelli;
- realizzazione di un impianto di illuminazione e di videosorveglianza.

3. **pulizia dei terreni:** operai specializzati tramite l'utilizzo di trincia erba puliranno il terreno, al fine di ottenere delle aree prive di ostacoli vegetali e facilmente accessibili ai tecnici per le successive operazioni di picchettamento;

4. **picchettamento delle aree:** i tecnici di cantiere mediante l'impiego di strumentazioni topografiche con tecnologia GPS, individueranno i limiti e i punti significativi del progetto, utili al corretto posizionamento dei moduli FV;

- **livellamento del terreno:** eventuali parti di terreno che presentano dei dislivelli incompatibili con l'allineamento del sistema tracker – pannello, verranno adeguatamente livellati da operai specializzati che si serviranno di macchine operatrici. L'eliminazione delle asperità superficiali, al fine di rendere agevoli le operazioni successive, interesserà unicamente lo strato superficiale del terreno per una profondità di circa 20 – 30 cm: in questo modo si rispetterà l'andamento naturale del terreno che presenta solo delle leggere acclività;

- **viabilità interna:** operai specializzati, mediante l'impiego di macchine operatrici, provvederanno alla realizzazione della viabilità interna, delle aree di stoccaggio dei materiali e di sosta delle macchine e mezzi, e delle piazzole per la posa delle cabine di trasformazione;

- **rifornimento delle aree di stoccaggio:** tutti i materiali utili al completamento del progetto saranno approvvigionati in apposite aree di stoccaggio per mezzo di autocarri o trattori. Gli operai giungeranno nelle aree di cantiere per mezzo di autovetture private, piccoli autocarri o pulmini;

- **movimentazione dei materiali e delle attrezzature all'interno del cantiere:** si prevede che la movimentazione di materiali ed attrezzature venga effettuato per mezzo di muletti o gru che scaricheranno il materiale dagli autocarri e caricheranno, in seguito al loro deposito nelle aree di stoccaggio, appositi rimorchi trainati da trattori adatti al transito all'interno di terreni agricoli;

- **scavo trincee, posa cavidotti e rinterrì**: mediante l'impiego di adeguate macchine operatrici (escavatori cingolati e/o gommati), si provvederà allo scavo delle trincee di posa delle condotte in cui saranno posati i cavi per la bassa, media e alta tensione. A seconda del tipo di intensità elettrica che percorrerà i cavi interrati, la profondità dello scavo potrà variare da un minimo di 60 cm, per i cavi BT, ad un massimo di 140 cm per i cavi AT. Le zone interessate da questa lavorazione saranno quelle in prossimità della viabilità interna all'impianto, anche in funzione della successiva manutenzione in caso di guasti;
- **posa delle cabine di trasformazione**: mediante l'impiego di autogrù verranno posate le cabine di trasformazione BT/MT;
- **infissione dei pali di sostegno nel terreno**: operai specializzati tramite l'uso di idonea macchina battipalo, provvederanno all'infissione nel terreno dei supporti (pali metallici) su cui andranno montati e ancorati i telai di sostegno dei pannelli fotovoltaici;
- **montaggio dei telai metallici di supporto dei moduli**: sui pali infissi nel terreno verranno ancorati i telai di sostegno dei moduli fotovoltaici, da operai specializzati con ausilio di attrezzatura manuale e/o macchinari per il trasporto di materiali metallici;
- **montaggio dei moduli FV**: sui supporti metallici verranno ancorati i moduli (o pannelli) fotovoltaici;
- **realizzazione rete di distribuzione dai pannelli alle cabine e cablaggio interno**: tutti i pannelli saranno adeguatamente collegati alle relative cabine in cui saranno posizionati gli inverter e il trasformatore BT/MT. Ogni cabina servirà un numero di pannelli tale da raggiungere una potenza collegata media di 3,25 MW: si prevede di installare un numero di cabine pari a 16, per un totale di circa 52 MW di potenza totale installata;
- **cablaggio della rete di distribuzione dalle cabine alla sottostazione**: tutte le cabine di trasformazione BT/MT andranno collegate alla sottostazione di trasformazione MT/AT. Operatori specializzati inseriranno gli appositi cavi elettrici all'interno dei cavidotti già predisposti e collegheranno gli stessi tramite morsettiere fino alla sottostazione;

16. **realizzazione sottostazione di trasformazione MT/AT**: gli interventi previsti per la realizzazione della sottostazione comprendono le seguenti attività:

- messa in opera della recinzione metallica e cancello di ingresso;
- posa dei pali di illuminazione;
- messa in opera dell'impianto di videosorveglianza;
- realizzazione delle platee in calcestruzzo armato per la posa dei trasformatori;
- posa del locale prefabbricato per i cavi in MT provenienti dalle cabine;
- posa dei quadri di protezione AT e quadri di distribuzione per servizi ausiliari;
- posa del trasformatore con l'impiego di un auto gru;
- montaggio dispositivi di sgancio e sezionamento.

Si tratterà di una lavorazione di elevata complessità per il numero di lavorazioni e per il contenuto tecnico delle stesse che impiegherà per più mesi personale specializzato, tecnici e comporterà l'utilizzo di varie attrezzature quali ruspe, escavatori, autocarri, autogrù e altri mezzi per la movimentazione di materiali ed attrezzature;

17. **posa dei cavi dalla sottostazione alla esistente linea di alta tensione**: si tratta della lavorazione con la quale si realizzerà il collegamento tra la sottostazione di trasformazione MT/AT fino al traliccio più vicino

della linea esistente di alta tensione. In particolare, si inseriranno i cavi elettrici all'interno dei cavidotti già realizzati precedentemente e il collegamento degli stessi tramite morsettiere fino alla linea AT di Terna.

18. **rimozione delle aree di cantiere secondarie**: si tratta della fase conclusiva del cantiere principale e dei vari sotto-cantieri, una volta terminate tutte le necessarie lavorazioni per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico;

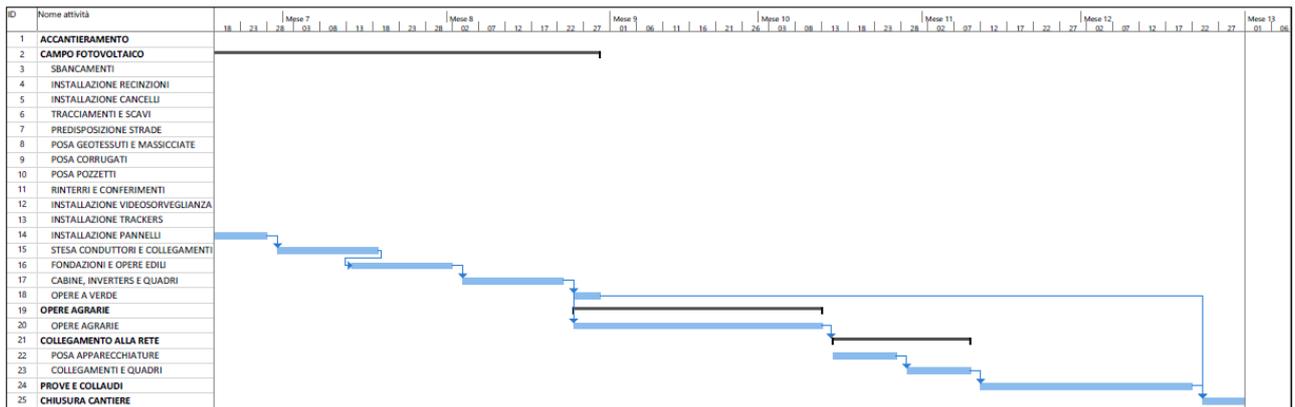
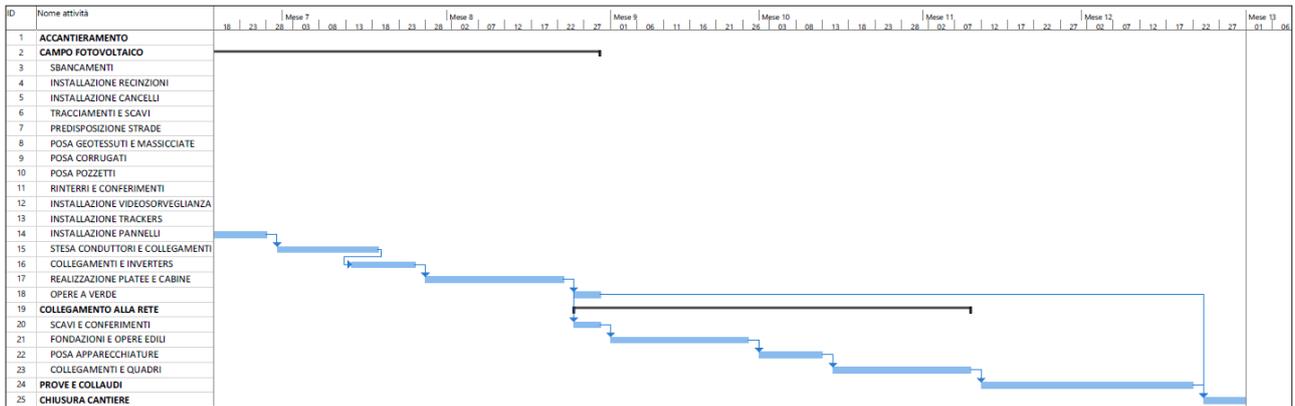
19. **realizzazione delle opere di mitigazione**: contemporaneamente alle fasi di rimozione del cantiere si inizieranno a realizzare le opere di mitigazione previste dal progetto e dal piano del verde: preparazione e trattamento del terreno e impianto delle nuove essenze arboree (arbusti e alberature);

20. **definizione dell'area di cantiere permanente**: si tratta della predisposizione di un'area destinata ad accogliere le macchine e le attrezzature necessarie ed indispensabili per la corretta gestione e manutenzione del parco fotovoltaico, per l'intera vita utile dell'impianto stimata in 25-30 anni.

9. CRONOPROGRAMMA

Ricevute tutte le autorizzazioni e le concessioni relative al nuovo impianto, anche per il fatto che la linea MT di collegamento alla sottostazione è molto corta e la sottostazione fa capo ad un altro impianto, i tempi di realizzazione delle opere necessarie saranno in linea di massima brevi, presumibilmente nell’ordine di 12 mesi.

Sarà comunque stilato un programma cronologico delle operazioni prima dell’inizio dei lavori, dove saranno rese chiare le operazioni prioritarie e le responsabilità della direzione degli stessi.



10. COMPONENTI IN ALTA TENSIONE

10.1. PREMESSA

L'impianto fotovoltaico in progetto sarà collegato in antenna a 150 kV sull'ampliamento della Stazione Elettrica 150 kV RTN denominata "Selegas", previa realizzazione dei raccordi della linea RTN 150 kV "S. Miali – Selegas" con la sezione 150 kV di una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".

10.2. TRASFORMATORI

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 KV e secondaria 15 kV, è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrapressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 40 t.

10.2.1. Caratteristiche principali del trasformatore trifase in olio minerale

Di seguiti le caratteristiche principali del trasformatore:

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150/15 kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di corto circuito 13,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAN) 20 MVA
- Peso del trasformatore completo 40 t

10.3. INTERRUTTORE A TENZIONE NOMINALE 150 KV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ³) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

10.4. SEZIONATORI ORIZZONTALI A TENSIONE NOMINALE 150 KV CON LAME DI MESSA A TESSA

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

10.5. SEZIONATORI VERTICALI A TENSIONE NOMINALE 150 KV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

10.6. SEZIONATORE DI TERRA SBARRE A TENSIONE NOMINALE

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

10.7. TRASFORMATORE DI CORRENTE A TENSIONE NOMINALE DI 150 KV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

10.8. TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITATIVO A TENSIONE NOMINALE DI 150 KV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

10.9. TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO A TENSIONE NOMINALE DI 150 KV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

10.10. SCARICATORI PER TENSIONE NOMINALE A 150 KV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

10.11. RUMORE

Nella Stazione d'utenza la sola apparecchiatura che rappresenta una sorgente di rumore permanente è il trasformatore AT/MT, per il quali si può considerare un livello di pressione sonora Lp(A) a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 metri in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri in funzionamento ONAF: esso però non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione.

Inoltre, gli interruttori, durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti), possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

11. CONDUTTURE ELETTRICHE

11.1. CAVI DI BASSA TENSIONE

11.1.1. Specifiche cavi in corrente continua

I cavi che collegano le stringhe di moduli all'inverter prevedono un percorso di posa sia all'aperto (fissati alle strutture di supporto dei pannelli) che interrato entro tubazioni in PE protettive (cavidotto corrugato interrato). Pertanto si prevede l'impiego di cavi di tipo solare PV1-F 0,6/1kV di colore rosso per il positivo e nero per il negativo aventi le seguenti caratteristiche:

Conduttori	Rame stagnato elettrolitico CEI EN 60228;
Isolante	Elastomero reticolato
Guaina esterna	Elastomero reticolato
Colore della guaina	Nero RAL 9005 - Rosso RAL 3013
Durata del cavo	> 20 anni (IEC 60216)
Resistenza elettrica	relativamente alla sezione (CEI EN 60228)
Tens. Nominale	U ₀ /U: 0,6/1 kVac 0,9/1,5 kVdc
Tensione max concatenata	1,2 kVac 1,8 kVdc
Tensione di prova	4 kVac 9,6 kVdc
Temperatura d'esercizio	- 40 °C ÷ + 120 °C
Temperatura di corto circuito	250 °C

I moduli fotovoltaici sono dotati di cavo con sezione minima di 10 mm² del tipo PV1-F, adatto ad operare in esterno e connessi tra loro ove necessario da analogo cavo.

- IB = 1,25*ISC = 17,45 A
- IZ (@80°C) = 60 A (posa in aria)
- In = 20 A (In del fusibile di stringa, per la protezione delle stringhe essendo in numero >3)
- IB ≤ IZ (@80°C)
- In ≤ 2,5*ISC

11.1.2. Specifiche cavi in corrente alternata BT

Per le connessioni elettriche della sezione di impianto in corrente alternata si prevede l'impiego di cavi unipolari del tipo ARG16R16-0.6/1 KV aventi conduttore in alluminio, isolato con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina in PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Conduttore	Corda di alluminio rigida, classe 2
Isolante	Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità
Riempitivo	Mescola di materiale non igroscopico
Colore della guaina	Mescola di PVC di qualità Rz
Temperatura nominale U ₀ /U	Grigio
Temperatura massima di esercizio	0,6/1kV
Temperatura minima di esercizio	90° C
Temperatura minima di posa	-15°C in assenza di sollecitazioni meccaniche
Temperatura massima di corto circuito	0° C
Sforzo massimo di trazione	250°C fino alla sezione da 240 mm ² , oltre 220°C
Raggio minimo di curvatura	50 N/mm ²

11.1.3. Collegamento tra inverter e quadro di parallelo AC

Tale collegamento verrà realizzato attraverso un percorso interrato dall'inverter fino alla cabina di trasformazione. Per la realizzazione dei cavidotti si utilizzeranno le seguenti sezioni di conduttore: Inverter: cavo ARG16R16-0.6/1 KV in formazione 3x(1x70 mm²).

- $I_{B\ max}= 152\ A$;
- $I_N= 160\ A$;
- $I_z (@30^\circ C)=204A$ (posa interrata).

Per cui risulta

- $I_B \leq I_N \leq I_z \quad 152 \leq 160 \leq 204$.

11.1.4. Collegamento tra quadro di parallelo AC e barre BT del trasformatore

Tale collegamento verrà realizzato utilizzando cavi del tipo ARG16R16-0.6/1 KV in formazione 3x(8x1x240+(4X240) mm²)

- $I_B\ max =1520\ A$;
- $I_N =2000\ A$ - regolazione 1800 A (protezione interruttore automatico QE.FV);
- $I_Z (@30^\circ C) = 1700\ A$ (posa in tubo in aria) $I_B \leq I_N \leq I_Z$.

Per cui risulta

- $I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 1520 \leq 1700 \leq 1819$.

11.1.5. Specifiche conduttori di protezione

Il dimensionamento dei conduttori di protezione viene effettuato considerando le sezioni dei conduttori di

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

fase, a seguire si riporta la regola prevista dalla normativa CEI 64-8:

dove:

- S_f è la sezione del conduttore di fase (mm²);
- S_{PE} è la sezione del conduttore di protezione (mm²).

11.2. CAVI DI MEDIA TENSIONE

11.2.1. Tratto da trasformatore a interruttore generale MT

I collegamenti saranno realizzati con cavi unipolari del tipo ARP1H5E 12/20 kV sezione conduttore 1x50 mm².

11.2.2 Tratto interruttore generale MT a cabina, alla cabina di consegna del Distributore

I collegamenti saranno realizzati con cavi del tipo ARP1H5E 12/20 kV sezione conduttore 1x3x95 mm².

11.3. CONDIZIONI DI POSA

11.3.1 Sez. DC

I cavi PV1-F saranno posati all'interno di passerelle grigliate in FeZn fissate alle strutture di sostegno dei moduli (o sistema equivalente) e all'interno di tubazioni in corrugato di PVC, $\varnothing_{\min}=150\text{mm}$ con resistenza allo schiacciamento min 750N (serie pesante) e resistenti ai raggi UV ad una profondità minima di 0.5m, misurata dal piano della strada (piano di rotolamento) rispetto all'estradosso del manufatto protettivo, tramite scavo a sezione obbligata di profondità minima di 0,6m. Per le tratte di collegamento dei quadri di parallelo stringhe sino al quadro DC dell'inverter, verranno utilizzati i cavi ARG16R16 0,6/1KV posati direttamente interrati o entro corrugato PVC, $\varnothing_{\min}=150\text{mm}$, con resistenza allo schiacciamento minimo 750N.

11.3.2. Sez. AC-BT

I cavi ARG16R16 0,6/1KV saranno posati in aria all'interno delle vasche dei monoblocchi prefabbricati delle cabine o in canalizzazioni metalliche appositamente predisposte.

11.3.3. AC-MT

I cavi ARP1H5E saranno posati in aria all'interno delle vasche dei monoblocchi prefabbricati delle cabine.
I cavi ARP1H5EX saranno posati interrati direttamente o all'interno di tubo corrugato in PVC, $\varnothing_{\min}=250\text{mm}$ con resistenza allo schiacciamento min 750N (serie pesante) ad una profondità minima di 1.0 m, misurata dal piano della strada (piano di rotolamento) rispetto all'estradosso del manufatto protettivo, tramite scavo a sezione obbligata di profondità minima di 1,2 m.

12. ALLEGATI: SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DI IMPIANTO

12.1 SCHEDA MODULO FV

Electrical Data (STC)						Temperature Coefficients	
Maximum Power (Pmax/W)	570	575	580	585	590	Temperature Coefficient (Pm)	-0.350%/°C
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	44.02	44.17	44.32	44.47	44.62	Temperature Coefficient (Voc)	-0.270%/°C
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.96	13.03	13.10	13.17	13.23	Temperature Coefficient (Isc)	0.048%/°C
Open Circuit Voltage (Voc/V)	53.22	53.37	53.52	53.67	53.82		
Short Circuit Current (Isc/A)	13.40	13.48	13.56	13.64	13.72		
Module Efficiency (%)	20.34	20.51	20.69	20.87	21.05		

Electrical Data (NMOT)						Operating Parameters	
Maximum Power (Pmax/W)	426	430	434	438	442	Maximum System Voltage	1000/1500V
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.50	40.65	40.80	40.95	41.10	Operating Temperature	-40°C ~+85°C
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.53	10.59	10.65	10.71	10.77	NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	41±3°C
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.91	49.06	49.21	49.36	49.51		
Short Circuit Current (Isc/A)	11.17	11.24	11.31	11.38	11.44		

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM1.5
NMOT (Nominal Module Operating Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, AM1.5, Wind Speed 1 m/s.

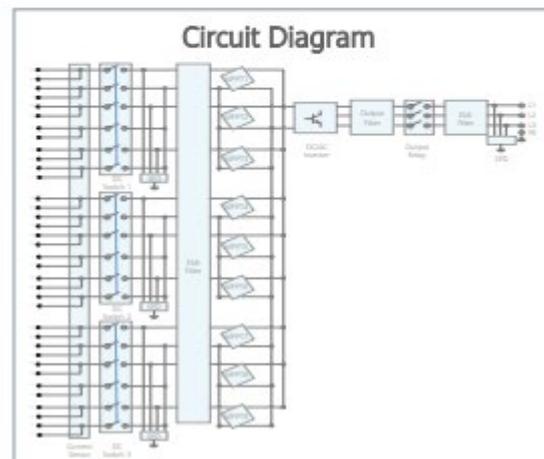
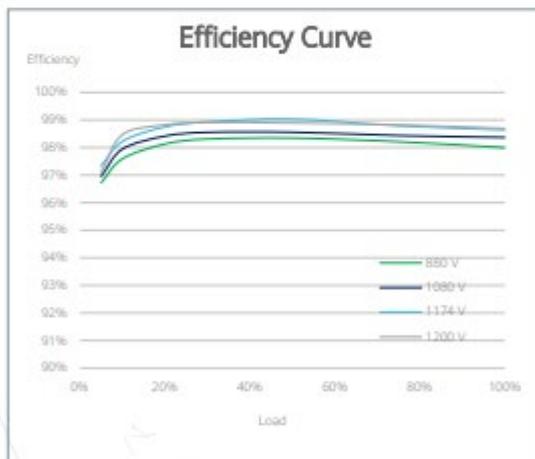
Module Dimensions (mm)		Mechanical Data	
	Cell Type	182×91mm Mono	<p style="color: #008000; font-weight: bold;">I-V Curve</p>
	Cell Orientation	156(6×26)	
	Module Dimensions	2474×1133×30mm	
	Weight	34.5kg	
	Glass	2.0mm high transmittance, reinforced glass	
	Backsheet	2.0mm part of the structure is grid-like white ceramic glass	
	Frame Material	Anodized aluminum alloy	
	Junction Box	Protection class IP68	
	Cable	4.0 mm ² positive pole: 300 mm negative pole: 400 mm wire length can be customized	
	Connector	MC4 compatible connector	

12.2 SCHEDA INVERTER

SUN2000-185KTL-H1 Smart String Inverter



-  9 MPP Trackers
-  99.0% Max. Efficiency
-  String-level Management
-  Smart I-V Curve Diagnosis Supported
-  MBUS Supported
-  Fuse Free Design
-  Surge Arresters for DC & AC
-  IP66 Protection



Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, ABNT NBR IEC 62116

12.3 SCHEDA CAVO AD ELICA VISIBILE 12/20 KV

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARP1H5EX *P-Laser*



Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
 Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Miscela estrusa

Isolante

Miscela in elastomero termoplastico (qualità HPTE)

Semiconduttivo esterno

Miscela estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
 ($R_{max} 3\Omega/Km$)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (**) ARP1H5EX <tensione> <sezione>

<fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro

Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140°C

Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: $K = 100$

N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),

FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),

FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied
 ($R_{max} 3\Omega/Km$)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARP1H5EX <rated voltage> <cross-section>

<phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

Applications

Overload maximum temperature 140°C

K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: $K = 100$

N.B. According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),

FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),

FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



ARP1H5EX *P-Laser*

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
 Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5EX

sezione nominale	diámetro conduttore	diámetro sull'isolante	diámetro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	approximate weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	open air installation	underground installation trifoil p=1 °C m/W	underground installation trifoil p=2 °C m/W
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	25	1550	530
70	9,7	19,1	26	1780	550
95	11,4	20,6	28	2160	590
120	12,9	22,1	29	2410	610
150	14,0	23,4	31	2720	660
185	15,8	25,6	33	3200	700
240	18,2	27,8	35	3950	740
300	20,8	31,0	39	4600	820

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	196	182	140
70	244	224	172
95	298	268	206
120	345	306	235
150	390	341	262
185	451	387	297
240	536	450	346
300	620	509	391

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	32	2400	680
70	9,7	25,1	32	2560	680
95	11,4	26,0	33	2810	700
120	12,9	26,9	34	3070	720
150	14,0	27,6	36	3340	740
185	15,8	29,0	37	3750	780
240	18,2	31,4	39	4460	820
300	20,8	34,6	43	5290	910

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	197	180	138
70	246	221	170
95	299	265	203
120	346	303	233
150	391	339	260
185	451	385	296
240	534	447	343
300	618	506	389

12.4 SCHEDA CAVO UNIPOLARE 12/02 KV (SOTTOSTAZIONE ELETTRICA) – TRAF0 MT/AT

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARP1H5E *P-Laser*



Unipolare 12/20 kV a 18/30 kV
 Single core 12/20 kV a 18/30 kV

Norma di riferimento
 HD 620/IEC 60502-2

Standard
 HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (**) ARP1H5E <tensione>

<sezione> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro

Marcatura metrica ad inchiostro

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARP1H5E <rated voltage>

<cross-section> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140°C

Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K = 100

N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Applications

Overload maximum temperature 140°C

K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100

N.B. According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),

FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),

FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),

FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),

FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



ARP1H5E *P-Laser*

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
 Single core 12/20 kV e 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>diameter over insulation</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>approximate weight</i>	<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio	
<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation</i>	$\rho=1\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$	$\rho=2\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

70	9,7	19,1	26	590	370
95	11,4	20,6	28	690	400
120	12,9	22,1	29	810	410
150	14,0	23,4	31	910	440
185	15,8	25,6	33	1070	470
240	18,2	27,8	35	1280	490
300	20,8	31,0	39	1530	550
400	23,8	34,2	42	1890	590
500	26,7	37,1	45	2280	630
630	30,5	41,5	50	2830	700

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

70	244	224	167
95	298	268	200
120	345	306	228
150	390	341	255
185	451	387	289
240	536	450	336
300	620	509	380
400	726	583	435
500	846	665	495
630	985	756	565

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

95	11,4	26,0	33	940	470
120	12,9	26,9	34	1020	480
150	14,0	27,6	35	1110	490
185	15,8	29,0	37	1250	520
240	18,2	31,4	39	1480	550
300	20,8	34,6	43	1760	610
400	23,8	37,8	46	2140	650
500	26,7	40,9	49	2560	690
630	30,5	45,5	54	3150	760

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

95	299	265	198
120	346	303	226
150	391	339	253
185	451	385	287
240	534	447	334
300	618	506	378
400	723	580	433
500	840	661	494
630	978	752	562

13. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

In ottemperanza al D.lgs. 387/2003, art. 12 comma 4, al termine dell'esercizio è prevista la demolizione e la dismissione dell'intero impianto, con il conseguente ripristino ambientale delle aree al loro stato originario, preesistente alla realizzazione del progetto.

Al termine della vita produttiva dell'impianto, stimabile in un periodo di 25-30 anni, si provvederà alla demolizione delle opere e delle infrastrutture con lo scopo di recuperare l'area per una futura destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici in vigore.

Lo schema di operazioni generali di dismissione sarà il seguente:

1. cessazione dell'attività di produzione di energia elettrica;
2. rimozione dei pannelli fotovoltaici;
3. bonifica di impianti ed attrezzature;
4. rimozione ed eventuale smaltimento delle macchine;
5. demolizione dei manufatti;
6. ripristino ambientale dell'area interessata.

Nello specifico, per le operazioni di recupero dei materiali prodotti dalla demolizione controllata delle strutture e delle apparecchiature, si possono distinguere le seguenti fasi:

- a) raggruppamento preliminare dei materiali per categorie omogenee;
- b) smontaggio dei componenti recuperabili (cornice di alluminio, vetri di protezione, ...), riutilizzabili (cablaggi, connettore, ...) o alienabili;
- c) avvio del recupero/riciclo delle componenti e parti ottenute;
- d) operazioni meccaniche (es. triturazione) delle parti non smontabili o separabili;
- e) selezione automatica e manuale dei materiali ottenuti;
- f) loro avvio alla successiva operazione di smaltimento o di recupero.

I cablaggi e i vari materiali ferrosi saranno recuperabili immediatamente dopo lo smaltimento dell'impianto.

Tutti i cablaggi interrati, una volta estratti dal loro alloggiamento in trincea, verranno avviati al recupero dei materiali metallici e delle plastiche. Il materiale di scavo verrà riposizionato in situ, compattato e raccordato con il terreno circostante per ripristinare la morfologia del luogo.

Tutti i dispositivi elettrici ausiliari (inverter, trasformatori, quadri, motori dei trackers), se riutilizzabili, verranno conferiti a ditte specializzate che provvederanno al loro recupero e ripristino, per poi poter essere riutilizzati in altri siti o immessi nel mercato dei componenti usati e ricondizionati. Qualora, invece, non dovessero trovarsi più in uno stato di efficienza accettabile, saranno ritirati da aziende specializzate e autorizzate al trattamento dei rifiuti RAEE.

Le strutture metalliche di sostegno dei pannelli saranno smontate e sfilate dal terreno per poter essere completamente recuperate. Lo stesso varrà per le componenti dei trackers e per la carpenteria varia derivante dalle operazioni di disassemblaggio. Il terreno su cui vengono posizionate tali strutture, se necessario, verrà rimodellato localmente, anche per sola semplice compattazione.

I fabbricati in c.a.p. verranno demoliti e il materiale di risulta verrà inviato a discariche autorizzate per lo smaltimento inerti. I box in acciaio delle stazioni centralizzate di trasformazione saranno smaltiti presso i centri autorizzati.

Il terreno sarà facilmente ripristinato in quanto non si dovrà procedere alla demolizione di eventuali fondazioni dal momento che le strutture saranno infisse direttamente in esso e quindi saranno facilmente rimovibili.

In dettaglio le attività di dismissione si svolgeranno in accordo a quanto segue:

- preparazione dell'area di cantiere;
- preparazione delle aree di stoccaggio dei materiali di risulta;

- preparazione e attrezzatura delle aree di eventuale trattamento (riduzione volumetrica, disassemblaggi, etc.);
- sezionamento impianto lato DC e lato CA (dispositivo di generatore);
- sezionamento in BT e MT (locale cabina di trasformazione);
- scollegamento stringhe moduli fotovoltaici;
- smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;
- impacchettamento moduli su pallet;
- scollegamento cavi lato DC e lato CA;
- smontaggio struttura metallica;
- rimozione del fissaggio al suolo di pali;
- rimozione cavi da canali interrati;
- rimozione pozzetti di ispezione;
- rimozione parti elettriche dei prefabbricati per alloggiamento inverter;
- rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione;
- smontaggio dei cavi e conferimento ad azienda per il recupero del rame;
- smontaggio sistema di videosorveglianza;
- smontaggio sistema di illuminazione;
- decontaminazione di tutte le apparecchiature meccaniche che lo richiedano;
- taglio, stoccaggio e trasporto di tutti i rottami metallici;
- invio dei moduli fotovoltaici ad idoneo consorzio, come stabilito dal costruttore, che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:
 - recupero cornice di alluminio;
 - recupero vetro;
 - recupero della cella di silicio;
 - conferimento a discarica di eventuali piccole parti plastiche;
- demolizione delle strutture prefabbricate;
- rimozione recinzione;
- rimozione pietrisco dalle strade perimetrali;
- consegna dei materiali residue a ditte autorizzate allo smaltimento e al recupero dei materiali;
- sgombero delle aree;
- operazioni di ripristino ambientale.

In questa fase preliminare si valuta che potranno essere impiegati i seguenti mezzi:

- pala gommata;
- escavatore;
- Bob-cat;
- autogrù;
- rullo compattatore;
- autocarro per il trasporto;
- martello pneumatico.

Si prevede un tempo massimo pari a 3 mesi per il completamento della dismissione dell'interno impianto fotovoltaico.

14. ESITI DEL QUADRO PROGETTUALE

Gli esiti risultanti dal Quadro di Riferimento Progettuale possono essere così riepilogati:

1. L'opera progettata si integra nel territorio rispettando tutte le realtà esistenti. Essa rafforza le azioni intraprese a livello europeo e nazionale di aumento di fornitura di energia tramite fonti rinnovabili.
2. La fase di cantierizzazione determinerà condizioni di disturbo per la durata dei lavori relativi alle sole opere civili. I provvedimenti di mitigazione previsti risultano adeguati a contenerne gli effetti. Si ritiene tuttavia che nella fase dei lavori dovrà essere posta molta attenzione rispetto soprattutto ai ricettori più prossimi ai fronti di lavoro. Una attenta gestione delle attività di cantiere opererà affinché la circolazione dei mezzi non interferisca con il traffico ordinario nelle ore di punta.
3. La fase di esercizio, come dettagliata nel Quadro di Riferimento Ambientale, non comporta alcun tipo di impatti se nonché una modifica del quadro paesaggistico e l'occupazione del suolo.
4. Durante la fase di costruzione, si avranno sicuramente rifiuti tipicamente connessi all'attività di cantiere: quelli prodotti durante gli scavi, il posizionamento dei cavidotti e delle stazioni di trasformazione e consegna.