



REGIONE SARDEGNA
PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA
COMUNE DI GUSPINI



**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
DENOMINATO "AGRIMARMIDA"
DI POTENZA NOMINALE PARI A 61,487 MW_{ac}
E POTENZA DI PICCO PARI A 64,561 MW
E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN**

Società proponente



ICA BES SRL

Via Giorgio Pitacco, 7

00177 Roma (Italia)

C.F. / P.IVA 16028961007

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Validato	Approvato
0.0	30/01/2023	Prima emissione per procedura di VIA	GT	MC	CS	DLP
Codice ICA_102_REL01	Scala	Titolo elaborato RELAZIONE TECNICA GENERALE				

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Sommario

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	DATI DI PROGETTO	7
3.1	Localizzazione	7
3.2	Descrizione del progetto	7
4.	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	8
4.1	Moduli fotovoltaici	8
4.2	Dispositivi di conversione.....	10
4.3	Trasformatori.....	11
4.4	Strutture di supporto	13
4.5	Quadri elettrici	14
4.6	Cavi elettrici.....	16
4.7	Impianto di messa a terra – protezione scariche atmosferiche	17
4.8	Carpenterie.....	17
4.9	Impianto di Monitoraggio	18
4.10	Sistemi ausiliari	19
4.10.1	Videosorveglianza	19
4.10.2	Illuminazione	19
5.	SISTEMA ANTINCENDIO E RISCHIO INCIDENTI	21
5.1	Sistema antincendio impianto fotovoltaico	21
5.2	Rischio incidenti – Sicurezza dei lavoratori	21
6.	CALCOLO PRODUCIBILITA'	22
6.1	Benefici ambientali.....	30
7.	SCHEMA DI COLLEGAMENTO ALLA RTN.....	31
7.1	Collegamento alla Rete AT	32
7.2	Elettrodotto AT a 36 kV	32
7.2.1	Descrizione del tracciato	32
7.2.2	Aree impegnate e fasce di rispetto	32
7.2.3	Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia	33
7.2.4	Sezioni di posa	35
7.2.5	Giunti	37

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

7.2.6 Fasi di realizzazione	38
7.2.7 Risoluzione delle interferenze – Trivellazione orizzontale teleguidata	40
8. OPERE CIVILI	42
8.1 Cabina Elettrica.....	42
8.2 Recinzione	43
8.3 Livellamenti	44
8.4 Movimenti di terra	44
9. GESTIONE DELL’IMPIANTO	46
10. FASI DI LAVORAZIONE	47
10.1 Dettaglio delle fasi di cantiere.....	50
10.1.1 Montaggio del cantiere	50
10.1.2 Realizzazione recinzione definitiva	50
10.1.3 Realizzazione strade	50
10.1.4 Approvvigionamento materiali	51
10.1.5 Lavori preliminari elettrici	51
10.1.6 Cabine di campo e cabine di impianto	51
10.1.7 Montaggio strutture.....	51
10.1.8 Opere elettriche	52
10.1.9 Smantellamento cantiere.....	52
11. DISMISSIONE	52

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica generale costituisce parte integrante del progetto definitivo di un impianto agrovoltaiico di potenza di picco pari a 64,561 MWp e potenza in immissione di 61,487 MW, installato a terra su strutture ad inseguimento mono-assiale in agro del Comune di Guspini, in provincia del Sud Sardegna, in località Casa Marmida e delle relative opere di connessione alla RTN.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una Nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150/36 kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis-Oristano", la cui realizzazione è prevista in località Spina Zurpa, a circa 1,3 km a nord dell'abitato di Guspini, e il cui iter autorizzativo è interiorizzato nel progetto di altro produttore.

La proponente è la società ICA BES S.r.l. con sede in Via Giorgio Pitacco, 7 – 00177 Roma (RM).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito il quadro normativo di riferimento da rispettare per la progettazione degli impianti fotovoltaici.

Norme generali

- Decreto Legislativo 387/03 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"; pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 25 del 31 gennaio 2004 - Supplemento Ordinario n. 17;
- Decreto Legislativo 09/04/2008 n. 81 - Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Suppl. Ordinario n.108) – (sostituisce e abroga tra gli altri D. Lgs. 494/96, D.Lgs. n. 626/94, D.P.R. n. 547/55).
- Decreto Ministeriale 10 settembre 2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili";
- Decreto legislativo 3 marzo 2011 n. 28 e ss.mm.ii.: Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- Decreto-legge 24 gennaio 2012 n. 1 e ss.mm.ii. "Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività";
- Decreto Legislativo 14 marzo 2014, n. 49 "Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)" (GU Serie Generale n.73 del 28-03-2014 - Suppl. Ordinario n. 30);
- Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199: Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

- Legge 27 aprile 2022, n. 34, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 1° marzo 2022, n. 17, recante misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali.

Opere in cemento armato

- Legge n. 1086 del 5/11/1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2/2/1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Circ. M. LL.PP. 14 febbraio 1974, n. 11951, "Applicazione delle norme sul cemento armato".
- Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1980, n. 20049. "Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato".
- D. M. 11/3/1988. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare Ministero LL.PP. 24/9/1988 n. 30483: "Legge n.64/1974 art. 1 - D.M. 11/3/1988. Norme tecniche su terreni e rocce, stabilità di pendii e scarpate, progettazione, esecuzione, collaudo di opere di sostegno e fondazione".
- D.M. del 14/2/1992. "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 9/1/1996. "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 16/1/1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. 16/1/1996. "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi"".
- Circolare M.LL.PP. 04/07/1996 n. 156 AA.GG./STC. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" di cui al D.M. 16/1/1996".
- Circolare M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato ordinario e precompresso e per strutture metalliche" di cui al D.M. 9/1/1996".
- Circolare 10/4/1997 n. 65 AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20/03/2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3431 del 03/05/2005 – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- UNI-EN 1992-1-1 2005: Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI-ENV 1994-1-1 1995: Progettazione delle strutture composte acciaio calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- D.M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Norme tecniche impianti elettrici

- CEI 0-16. Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2). Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3). Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-37. Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- 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 11-17. Impianti elettrici di potenza con tensioni nominali superiori a 1 kV in corrente alternata. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo.
- CEI 82-25. Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- UNI 10349. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

Norme ARERA

- Delibera 29 marzo 2022 n. 128/2022/R/efr. Modifiche al Testo Integrato Connessioni Attive (TICA) in attuazione di quanto disposto dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199 in materia di Modello Unico per la connessione alla rete elettrica degli impianti fotovoltaici;
- Delibera 30 luglio 2015 n. 400/2015/R/efr. Interventi finalizzati alla semplificazione delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA);
- Delibera ARG/elt 125/10 dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas. Modifiche e integrazioni alla deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 in materia di condizioni

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA).

- Delibera ARG/elt 179/08 dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas. Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas ARG/elt n. 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica.
- Delibera AEEG 161/08. Modificazione della deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas 13 aprile 2007, n. 90/07, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.
- Delibera ARG/elt 99/08 dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas (nel seguito Delibera 99/08), recante in Allegato A il “Testo integrato connessioni attive” (TICA);
- Delibera ARG/elt 33/08 dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- Delibera AEEG 90/07. Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare 19 febbraio 2007, ai fini dell’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.
- Delibera AEEG 88/07. Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

3. DATI DI PROGETTO

3.1 Localizzazione

L'impianto è ubicato nel comune di Guspini, nella provincia del Sud Sardegna, su terreni ricadenti in zona agricola, situati in linea d'aria a circa 14÷11 km in direzione nord-ovest rispetto al centro abitato di Guspini, in località Casa Marmida.

L'impianto si sviluppa su cinque sottocampi; la superficie complessivamente coinvolta risulta essere di circa 137 ettari, mentre la superficie recintata è pari a ettari 111 circa.

L'impianto è dislocato in due macroaree, un'area più a nord che comprende i sottocampi 1 e 2 ed un'area più a sud, che comprende i sottocampi 3, 4 e 5.

Le coordinate geografiche di riferimento sono le seguenti:

- Latitudine 39.671849°
- Longitudine 8.578625°

In particolare, sulla Cartografia I.G.M. in scala 1: 25.000, il foglio di riferimento è il 538, Sezione II "San Nicolò d'Arcidano".

Il sito presenta un'orografia prevalentemente pianeggiante, con un'altitudine media compresa indicativamente tra le quote di 20 m e 50 m s.l.m.

I lotti di progetto sono facilmente accessibili mediante Strada Provinciale S.P. 65 e tramite viabilità locale facente capo alla medesima Strada Provinciale.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, si svilupperà per circa 16 km al di sotto di viabilità esistente ed interesserà il solo Comune di Guspini, fino ad arrivare alla sezione a 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150/36 kV di Guspini, che sarà ubicata in località Spina Zurpa, a circa 1,3 km dal centro abitato.

3.2 Descrizione del progetto

L'impianto sarà strutturato in cinque sottocampi ed occuperà una superficie complessiva di circa 111 ettari, di cui circa 30,91 ettari saranno interessati dall'installazione dei moduli fotovoltaici, per una percentuale di occupazione del suolo di circa il 28 %.

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 96.360 moduli, aventi potenza di picco pari a 670 Wp e dimensioni di 2384 x 1303 x 35 mm, montati su strutture di sostegno ad inseguimento solare mono-assiale (trackers installati in direzione Nord-Sud, capaci di ruotare in direzione Est-Ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno e ottimizzando la produzione).

I moduli saranno installati con configurazione monofilare (1V15; 1V30), per un totale di 3212 stringhe. La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato, per un totale di 49 inverter racchiusi in 13 cabinati.

4. CARATTERISTICHE TECNICHE

4.1 Moduli fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 132 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie.

L'impianto sarà costituito da un totale di 96.360 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 64,516 MWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti sono le seguenti:

- Marca: Canadian Solar
- Modello: BiHiKu7 CS7N-670 MB-AG
- *Caratteristiche geometriche e dati meccanici*
 - Dimensioni: 2384 x 1303 x 35 mm
 - Peso: 37,9 kg
 - Tipo celle: silicio monocristallino
 - Telaio: alluminio anodizzato
- *Caratteristiche elettriche (STC)*
 - Potenza di picco (Wp): 670 Wp
 - Tensione a circuito aperto (Voc): 43,3 V
 - Tensione al punto di massima potenza (Vmp): 36,3 V
 - Corrente al punto di massima potenza (Imp): 13,85 A
 - Corrente di corto circuito (Isc): 14,96 A

I moduli impiegati nella realizzazione del presente progetto sono in silicio monocristallino e con tecnologia "bifacciale".

La tecnologia bifacciale consente di utilizzare sia la luce incidente sul lato anteriore che sul lato posteriore del modulo, massimizzando la potenza in uscita del modulo. Il retro del modulo bifacciale, infatti, viene illuminato dalla luce riflessa dall'ambiente, consentendo al modulo di produrre in media il 25% di elettricità in più rispetto a un pannello convenzionale con lo stesso numero di celle.

I moduli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione monofilare con configurazione 1V15 e 1V30.

In Figura 1 si riporta la scheda tecnica del modulo fotovoltaico scelto.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

4.2 Dispositivi di conversione

I dispositivi di conversione (inverter) dovranno essere dimensionati in modo da consentire il funzionamento ottimale dell'impianto e rispettare la norma CEI 0-16; dovranno avere almeno 10 anni di garanzia e rendimento europeo non inferiore al 94%.

Dovranno essere dichiarate dal costruttore le seguenti caratteristiche minime:

- inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20;
- funzione MPPT (Maximum Power Point Tracking) di inseguimento del punto a massima potenza sulla caratteristica I-V del campo;
- ingresso cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT;
- sistema di misura e controllo d'isolamento della sezione cc; scaricatori di sovratensione lato cc; rispondenza alle norme generali su EMC: Direttiva Compatibilità Elettromagnetica (89/336/CEE e successive modifiche 92/31/CEE, 93/68/CEE e 93/97/CEE);
- trasformatore di isolamento, incorporato o non, in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20;
- protezioni di interfaccia integrate per la sconnessione dalla rete in caso di valori fuori soglia di tensione e frequenza e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale (certificato DK5940).
- conformità marchio CE; grado di protezione IP65, se installato all'esterno, o IP45 ;
- dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati di impianto (interfaccia seriale RS485 o RS232);

I dispositivi di conversione e trasformazione utilizzati per il progetto in oggetto saranno convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato marca SIEL, modello DSPX TLH 1415M, posizionati all'interno di N° 13 cabinati, dei quali:

- N.10 cabinati, ciascuno contenente 4 inverter, per una potenza nominale pari a 5660 kVA, ed un trasformatore AT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a 6000 kVA;
- N.3 cabinati, ciascuno contenente 3 inverter, per una potenza nominale pari a 4245 kVA, ed un trasformatore AT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a 6000 kVA.

La Tabella 1 riporta le caratteristiche tecniche degli inverter.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Tabella 1 – Caratteristiche tecniche inverter SIEL DSPX TLH 1415M

SOLEIL DSPX TLH 1500	708	1415M(*)	2830M(*)	4245M(*)	5660M(*)
Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli					
Nominale [kWp]	718	1435	2865	4291	5721
Massima [kWp]	899	1794	3582	5364	7152
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
Ingresso DC – Specifiche tecniche					
Intervallo operativo di tensione [V] ⁷	950 - 1450				
Intervallo di tensione di MPPT [V] ⁷	950 - 1400				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	1170				
Tensione minima DC [V]	950				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	757	1511	3016	4517	6023
Corrente cortocircuito (Isc) [A]	947	1889	3770	5647	7529
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
Uscita lato AC					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] ¹	707,5	1415	2830	4245	5660
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] ¹	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] ¹	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Tensione Nominale rms [V]	640				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] ²	639	1277	2553	3830	5106
Corrente Massima Imax [A] ³	724	1447	2894	4341	5787
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] ⁴	90% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] ⁴	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] ⁴	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] ⁵	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] ⁶	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)
Euro Efficienza [%] ⁶	99,29 (**)	99,33 (**)	99,36 (**)	99,36 (**)	99,35 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) ¹	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente di cortocircuito [A]	1086	2170,5	4341	6511,5	8680,5

4.3 Trasformatori

I trasformatori di elevazione BT/AT saranno di potenza pari a 6.000 kVA a doppio secondario. Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche.

- Frequenza nominale: 50 Hz

- Rapporto di trasformazione: $V1n/V2n$: 36.000/640 V
- Campo di Regolazione tensione maggiore: $\pm 2 \times 2,5\%$
- Tipologia di isolamento: ad olio
- livello di isolamento primario: 1,1/3 kV
- livello di isolamento secondario: 36/70/120
- Simbolo di collegamento: Dyn11yn11
- Collegamento primario: a triangolo
- Collegamento secondario: a stella + neutro
- Classe Ambientale E2
- Classe Climatica C2
- Comportamento al Fuoco F1
- Classi di isolamento primarie e secondarie F/F
- Temperatura ambiente max 40°C
- Sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari 100/100 K
- Installazione interna
- tipo raffreddamento ONAN
- altitudine sul livello del mare ≤ 1000 m
- Impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- livello scariche parziali ≤ 10 pC

In Figura 1 si riporta un esempio di trasformatore ad olio.

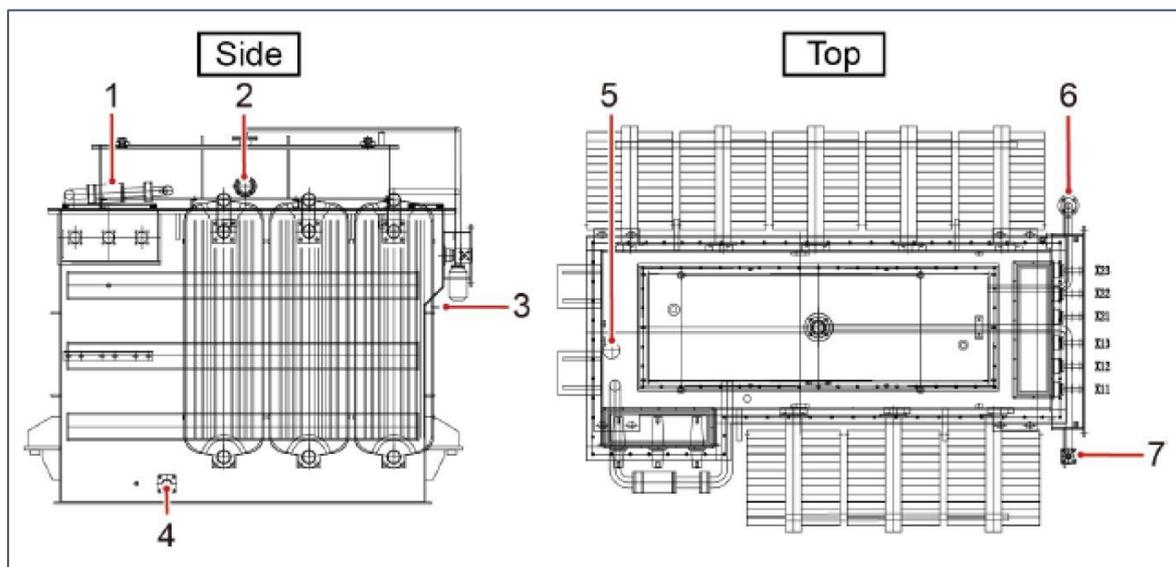


Figura 2 – Tipico trasformatore ad olio

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

4.4 Strutture di supporto

Un inseguitore solare è un dispositivo meccanico automatico il cui scopo è quello di orientare il pannello fotovoltaico nella direzione dei raggi solari. Gli inseguitori fotovoltaici monoassiali (tracker) sono dispositivi che "inseguono" il Sole ruotando attorno a un solo asse.

Grazie a questi strumenti - noti anche come *tracker* solari - è possibile inclinare i pannelli solari verso il Sole in modo da mantenere un angolo di incidenza tra il pannello e i raggi solari di circa 90°, ottimizzando così l'efficienza energetica.

A seconda dell'orientazione di tale asse, si possono distinguere quattro grandi tipi di inseguitori:

- inseguitori di tilt;
- inseguitori di rollio;
- inseguitori di azimut;
- inseguitori ad asse polare.

Nel caso specifico, saranno utilizzati inseguitori di rollio.

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici sono realizzate in profilati metallici in acciaio zincato su cui vengono fissati i moduli, rigidamente collegati ad una trave centrale mossa da un piccolo motore elettrico che consente la rotazione. La struttura è ancorata al terreno mediante montanti metallici infissi nel terreno mediante una macchina operatrice munita di battipalo.

Tale metodologia di fissaggio garantisce un'ottima stabilità della struttura, rendendola capace di sopportare le sollecitazioni causate dal carico del vento e dal sovrastante peso strutturale (moduli fotovoltaici).

Questa tecnica di infissione permette di non interferire né con la morfologia del terreno né col suo assetto agrario ed idrografico, evitando l'utilizzo e la posa di qualsiasi altra struttura di ancoraggio (es. plinti in calcestruzzo).

Per il progetto in oggetto si utilizzeranno tracker della Convert Italia S.p.A., in soluzione 1P (configurazione unifilare) con interasse tra le file pari a 6 metri.

Si prevede inoltre l'impiego delle seguenti tipologie di strutture:

- Struttura 1x15 moduli fotovoltaici da 670 Wp disposti in portrait;
- Struttura 1x30 moduli fotovoltaici da 670 Wp disposti in portrait.

Eventuali diverse modalità di installazione dei pannelli fotovoltaici potranno essere valutate nella successiva fase progettuale a seguito di più puntuali riscontri che scaturiranno dall'esecuzione delle indagini geologiche e geotecniche di dettaglio e dei rilievi topografici.

Si riassumono di seguito le caratteristiche ed i vantaggi della struttura utilizzata:

Logistica

- Alto grado di prefabbricazione

- Montaggio facile e veloce
- Componenti del sistema perfettamente integrati

Materiali

- Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata;
- Materiali altamente riciclabili;
- Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata;

Costruzione

- Nessun tipo di fondazioni per la struttura;
- Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice;
- Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine;

Calcoli statici

- Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologiche;
- Traverse rapportate alle forze di carico;
- Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi.

4.5 Quadri elettrici

Per il progetto in esame è previsto un quadro a 36kV collettore di impianto denominato "QGEN" che sarà installato ai confini dell'area 'impianto fotovoltaico; il suddetto quadro raccoglie le linee in arrivo a 36kV dalle cabine di conversione e trasformazione dei vari cluster oltre a fornire i Servizi Ausiliari per l'area del campo fotovoltaico.

Le caratteristiche tecniche del quadro a 36kV sono le seguenti:

- Tensione nominale/esercizio: 27-36 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- N° fasi: 3
- Corrente nominale delle sbarre principali: fino a 1250 A
- Corrente di corto circuito: 31.5 kA/1s o 40kA/0,5s
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 16-25 kA
- Tenuta arco interno: 31,5kA/1s o 40kA/0,5s

Il quadro e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Ciascun quadro elettrico sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinato alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.

Il quadro sarà realizzato in esecuzione protetta e sarà adatto per l'installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Il quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro fino a 40kA per 0.5 s (CEI-EN 60298).

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e aventi ciascuno un involucro isolante, di tipo "sistema a pressione sigillato" (secondo definizione CEI 17.1, allegato EE), che realizza un insieme a tenuta riempito con esafluoruro di zolfo (SF6) a bassa pressione relativa, delle parti attive contenute nell'involucro e di un comando manuale ad accumulo di energia tipo RI per versione SF1, (tipo GMH elettrico per SF2).

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il sistema di protezione associato a ciascun interruttore cluster è composto da:

- trasduttori di corrente di fase e di terra (ed eventualmente trasduttori di tensione) con le relative connessioni al relè di protezione;
- relè di protezione con relativa alimentazione;
- circuiti di apertura dell'interruttore.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Il sistema di protezione sarà costituito da opportuni TA di fase, TO (ed eventualmente TV) che forniscono grandezze ridotte a un relé che comprende la protezione di massima corrente di fase almeno bipolare a tre soglie, una a tempo dipendente, le altre due a tempo indipendente definito. Poiché la prima soglia viene impiegata contro il sovraccarico, la seconda viene impiegata per conseguire un intervento ritardato e la terza per conseguire un intervento rapido, nel seguito, per semplicità, ci si riferirà a tali soglie con i simboli:

- I> (sovraccarico);
- I>> (soglia 51, con ritardo intenzionale);
- I>>> (soglia 50, istantanea);
- 67 protezione direzionale.

La regolazione della protezione dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente. I valori di regolazione della protezione generale saranno impostati dall'Utente in sede di progetto esecutivo

Sono previste, inoltre, le seguenti protezioni:

- massima tensione (senza ritardo intenzionale) (soglia 59);
- minima tensione (ritardo tipico: 300 ms) (soglia 27);
- massima frequenza (senza ritardo Rev. 0 - del 21/07/2022
- minima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81<);
- massima tensione omopolare V0 (ritardata) (soglia 59N). intenzionale) (soglia 81>).

4.6 Cavi elettrici

Per l'interconnessione dell'impianto alla sezione a 36 kV della Stazione Elettrica verranno usati cavi del tipo RG7H1RX. I cavi sono isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC, con conduttore in rame.

Caratteristiche tecniche

Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

Semiconduttivo interno: Elastomerico estruso (solo per cavi con tensione $\geq 6/10$ kV)

Isolante: Mescola di gomma ad alto modulo G7

Semiconduttivo esterno: Elastomerico estruso (solo per cavi con tensione $\geq 6/10$ kV) pelabile a freddo

Schermatura: A filo di rame rosso

Guaina: PVC, di qualità Rz, colore rosso

Applicazioni

I cavi possono essere forniti con caratteristiche di:

- non propagazione dell'incendio e ridotta emissione di sostanze corrosive;
- ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi (AFUMEX).

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi (Iz) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Altri cavi

- Cavi di media tensione: ARE4H1R 26/45 kV
- Cavi di bassa tensione: FG16R16, FG16OR16 0,6/1 kV
- Cavi di bassa tensione: ARE4R, ARE4OR 0,6/1 kV
- Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet.

4.7 Impianto di messa a terra – protezione scariche atmosferiche

La realizzazione della messa a terra consiste nel collegamento all'impianto di terra esistente delle masse dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto di messa a terra deve essere completo di capicorda, targhette di identificazione, eventuali canaline aggiuntive, e quant'altro per la realizzazione dell'impianto a regola d'arte.

Inoltre, l'efficienza dell'impianto di terra deve essere garantita nel tempo, e le correnti di guasto devono essere sopportate senza danno.

Normativa

- Legge 5 marzo 1990, n° 46: "Norme per la sicurezza degli impianti";
- Norma CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua";
- Norma CEI 64-12: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- Norma CEI 64-14: "Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori";
- Norma CEI 81-10: "Protezione di strutture contro i fulmini".

4.8 Carpenterie

I moduli fotovoltaici saranno sorretti da montanti in acciaio infissi nel terreno a file parallele con asse Nord-Sud ed opportunamente distanziate sia per mantenere gli spazi necessari sia ad evitare il reciproco ombreggiamento dei pannelli laterali, sia per l'impiego di questi "corridoi" naturali di terreno per il transito di macchine agricole atte alla manutenzione e al lavaggio delle superfici attive dei moduli nonché alla necessaria pulizia dei luoghi.

In definitiva, i supporti dei pannelli sono costituiti da strutture a binario, composte da due profilati metallici distanziati tra loro da elementi trasversali che formano la superficie di appoggio dei pannelli. Tali strutture sono collegate a dei montanti verticali, costituiti da pali metallici di

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

opportuno diametro, i quali garantiscono l'appoggio del terreno per infissione diretta, senza ricorso quindi a fondazioni permanenti.

L'inseguitore monoassiale utilizza una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione lungo l'arco solare est-ovest su un asse di rotazione orizzontale nord-sud, posizionando così i pannelli sempre con l'angolazione ottimale.

L'inseguitore solare ha lo scopo di ottimizzare la produzione elettrica dell'effetto fotovoltaico (il silicio cristallino risulta molto sensibile al grado di incidenza della luce che ne colpisce la superficie. Le modalità di inseguimento utilizzano la tecnica del backtracking: i servomeccanismi orientano i moduli in base ai raggi solari solo nella fascia centrale della giornata, e invertono il tracciamento a ridosso dell'alba e del tramonto. La posizione notturna di un campo fotovoltaico con backtracking è con i pannelli perfettamente orizzontali rispetto al piano campagna. Dopo l'alba, il disassamento dell'ortogonale dei moduli rispetto ai raggi solari viene progressivamente ridotto in base all'orario ed alla stagione programmata. Prima del tramonto viene eseguita una analoga procedura, ma in senso contrario, riportano i moduli del campo fotovoltaico in posizione orizzontale per il periodo notturno.

L'algoritmo di backtracking che comanda i motori elettrici consente ai moduli fotovoltaici di seguire automaticamente il movimento del sole durante tutto il giorno, arrivando a catturare il 25 % in più di luce solare rispetto al sistema ad inclinazione fissa previsto dal progetto originario.

Dati relativi al posizionamento dei moduli:

- Moduli fotovoltaici disposti in portrait in configurazione unifilare;
- Interasse tra i tracker: 6 mt.

4.9 Impianto di Monitoraggio

L'impianto dovrà essere dotato di sistema di monitoraggio sia in remoto, via Web, che tramite dedicato schermo indicatore di produzione. Il sistema per il monitoraggio dell'impianto fotovoltaico globale indicherà la potenza istantaneamente prodotta, la produzione energetica giornaliera e la produzione energetica totale degli impianti, a partire dalla loro attivazione.

Il sistema dovrà comprendere inoltre la seguente componentistica o equivalente:

- schede di interfaccia dati RS485, da installare internamente in ogni inverter.
- centrale di comunicazione.
- adattatore Ethernet - RS232 e relativo alimentatore
- cavo di segnale RS 485 e cablaggi relativi.
- cavo di segnale Ethernet incrociato (cross cable) di cat. 6 minimo, e cablaggi relativi.
- cavo di segnale RS 232 e cablaggi relativi.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

4.10 Sistemi ausiliari

4.10.1 Videosorveglianza

Le aree occupate dall'impianto fotovoltaico saranno recintate e sottoposte a sorveglianza dal personale in loco o automaticamente dalla presenza di un sistema integrato anti-intrusione di cui sarà eventualmente dotata l'intera zona.

Tale sistema, se presente, sarà composto dalle seguenti apparecchiature principali:

- telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 35 m;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, agganciato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina;
- n.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alle cabine;
- n.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina.

Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alle cabine elettriche e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

4.10.2 Illuminazione

Sarà realizzato un impianto di illuminazione per la videosorveglianza composto da armature IP65 in doppio isolamento (classe 2) con lampade a LED da 79 W posti nelle immediate vicinanze delle telecamere e quindi sulla sommità del palo. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe 2 e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Il sistema è stato progettato al fine di garantire il minimo possibile di energia e inquinamento luminoso utilizzando le moderne tecnologie a LED e prevedendo un sistema di sensori, già presente per l'impianto di sicurezza, che sarà tarato per attivarsi esclusivamente con la presenza di entità significative (per massa e volume). Ciò consentirà all'impianto di non attivarsi per la maggior parte del tempo e di non attivarsi per la presenza della fauna locale di piccola taglia (es. volpi, conigli, istrici ecc.).

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

5. SISTEMA ANTINCENDIO E RISCHIO INCIDENTI

5.1 Sistema antincendio impianto fotovoltaico

L’impianto fotovoltaico, ai sensi del DPR 151/2011, sarà soggetto ai controlli dei Vigili del Fuoco per quanto attiene all’area di generazione:

- Attività 48: Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 mc (per quanto attiene all’olio isolante contenuto nei trasformatori BT/AT);

Saranno rispettate le fasce di rispetto previste dalla normativa vigente e le indicazioni sugli accessi alle aree, nonché le prescrizioni del Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Viterbo.

Per gli interventi di prima necessità, in prossimità delle strumentazioni elettriche quali inverter, quadri, e trasformatori, saranno localizzati/installati estintori adatti, catalogati secondo la classe E, caricati con estinguente del tipo non tossico.

Per gli interventi di prima necessità nell’intera area dell’impianto fotovoltaico saranno inoltre localizzati/installati estintori adatti per classe A-B-C con capacità estinguente non inferiore a 13A - 89B, caricati con polveri o fluidi del tipo non tossico.

5.2 Rischio incidenti – Sicurezza dei lavoratori

In relazione alla presenza di lavoratori, si sottolinea come l’impianto fotovoltaico in fase di esercizio preveda attività di carattere saltuario.

Il personale addetto alla manutenzione dell’impianto sarà esclusivamente rappresentato da personale addestrato e abilitato a operare su impianti elettrici, ed avrà il compito di supervisione e controllo delle apparecchiature elettriche. Tutti i lavoratori saranno informati – formati ed equipaggiati di D.P.I. in linea con le disposizioni del D.Lgs 81/2008 e successive modificazioni e/o integrazioni.

6. CALCOLO PRODUCIBILITA'

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia del Sud Sardegna e con riferimento al Comune di Guspini, si è proceduto al calcolo della producibilità per l'impianto fotovoltaico in oggetto mediante apposito software PVsyst.

Si riporta di seguito il report del calcolo effettuato, da cui si evince che la producibilità totale annua stimata è pari a **126.530 MWh/anno** al netto delle perdite di impianto.

Project summary			
Geographical Site	Situation	Project settings	
Linnas	Latitude	39.68 °N	Albedo
Italia	Longitude	8.58 °E	0.20
	Altitude	17 m	
	Time zone	UTC+1	
Meteo data			
Linnas			
PVGIS api TMY			

System summary			
Grid-Connected System	Tracking system with backtracking		
PV Field Orientation	Near Shadings	User's needs	
Tracking plane, horizontal N-S axis	According to strings	Unlimited load (grid)	
Axis azimuth	Electrical effect	100 %	
0 °			
System information			
PV Array		Inverters	
Nb. of modules	96360 units	Nb. of units	49 units
Pnom total	64.52 MWp	Pnom total	69.34 MWac
		Grid power limit	61.49 MWac
		Grid lim. Pnom ratio	1.050

Results summary			
Produced Energy	126530 MWh/year	Specific production	1960 kWh/kWp/year
Apparent energy	129957 MVAh	Perf. Ratio PR	85.22 %

Table of contents	
Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	5
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Special graphs	9

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Backtracking strategy	
Orientation		Models used	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Nb. of trackers	3545 units
Axis azimuth	0 °	Identical arrays	
		Sizes	
		Tracker Spacing	6.00 m
		Collector width	2.38 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	39.7 %
		Phi min / max.	-/+ 60.0 °
		Backtracking limit angle	
		Phi limits	+/- 66.4 °
Horizon		Near Shadings	
Average Height	3.1 °	According to strings	
		Electrical effect	100 %
Grid injection point		User's needs	
Grid power limitation		Unlimited load (grid)	
Active Power	61.49 MWac		
Pnom ratio	1.050	Power factor	
		Cos(phi) (leading)	0.975

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Canadian Solar Inc.	Manufacturer	SIEL
Model	CS7N-670MS 1500V	Model	SOLEIL1415 P(Text) REV04
(Original PVsyst database)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	670 Wp	Unit Nom. Power	1415 kWac
Number of PV modules	96360 units	Number of inverters	49 units
Nominal (STC)	64.52 MWp	Total power	69335 kWac
Modules	3212 Strings x 30 In series	Operating voltage	950-1400 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>20°C)	1443 kWac
Pmpp	59.31 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	0.93
U mpp	1038 V		
I mpp	57140 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	64516 kWp	Total power	69335 kWac
Total	96360 modules	Number of inverters	49 units
Module area	299328 m ²	Pnom ratio	0.93

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Loss Fraction	2.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	0.30 mΩ
		Uc (const)	31.0 W/m ² K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Uv (wind)	1.6 W/m ² K/m/s		
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses	
Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.4 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP
Strings Mismatch loss					
Loss Fraction	0.1 %				

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Auxiliaries loss

constant (fans) 120.0 kW
 0.0 kW from Power thresh.
 Proportionnal to Power 1.0 W/kW
 0.0 kW from Power thresh.
 Night aux. cons. 60.0 kW

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 640 Vac tri
 Loss Fraction 0.32 % at STC

Inverter: SOLEIL1415 P(Text) REV04

Wire section (49 Inv.) Alu 49 x 3 x 1000 mm²
 Average wires length 30 m

MV line up to Injection

MV Voltage 36 kV
 Average each inverter
 Wires Alu 3 x 185 mm²
 Length 15000 m
 Loss Fraction 1.02 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 36 kV

Operating losses at STC

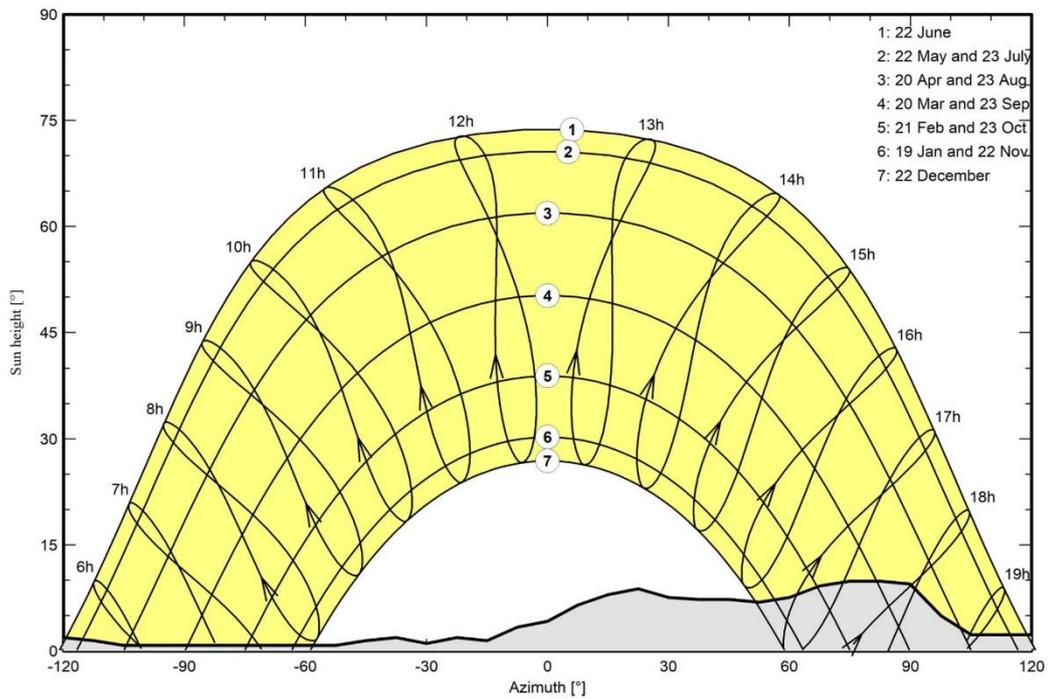
Nominal power at STC 64052 kVA
 Iron loss (24/24 Connexion) 4.93 kW/Inv.
 Loss Fraction 0.10 % at STC
 Coils equivalent resistance 3 x 0.83 mΩ/inv.
 Loss Fraction 1.00 % at STC

Horizon definition**Horizon from PVGIS website API, Lat=39°40'30', Long=8°34'41', Alt=m**

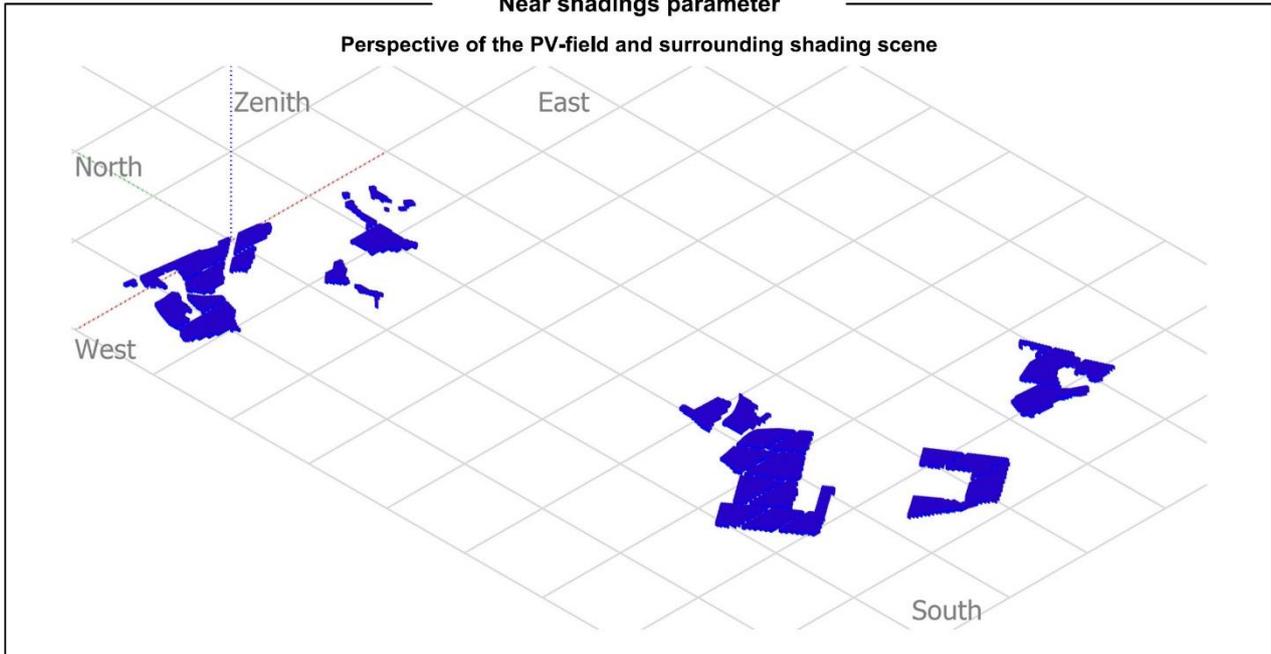
Average Height	3.1 °	Albedo Factor	0.72
Diffuse Factor	0.93	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

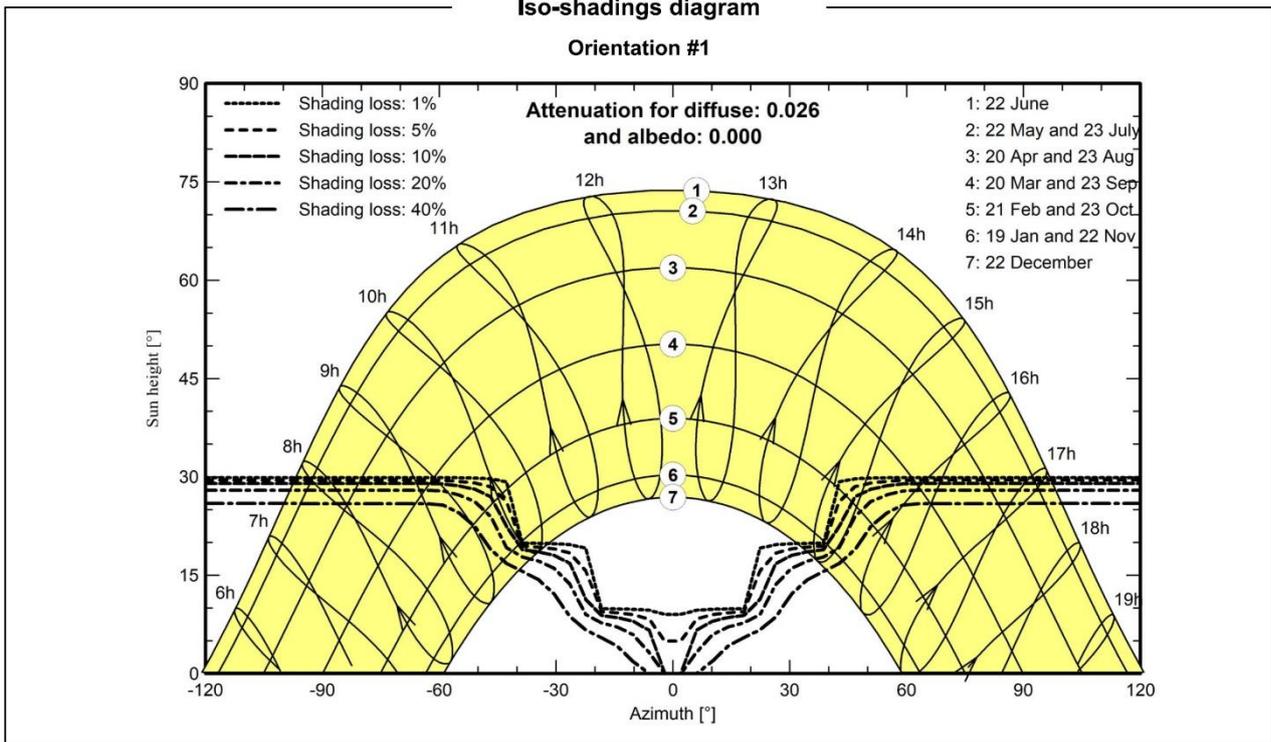
Azimuth [°]	-180	-173	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-53	-45	-38
Height [°]	0.8	0.4	0.4	0.8	1.9	2.3	1.9	1.5	0.8	0.8	1.5	1.9
Azimuth [°]	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45	53
Height [°]	1.1	1.9	1.5	3.4	4.2	6.5	8.0	8.8	7.6	7.3	7.3	6.9
Azimuth [°]	60	68	75	83	90	98	105	135	143	173	180	
Height [°]	7.6	9.2	9.9	9.9	9.5	5.0	2.3	2.3	0.0	0.0	0.8	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

Near shadings parameter



Iso-shadings diagram



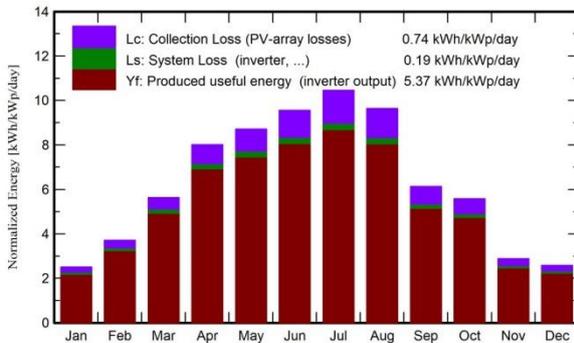
Main results

System Production

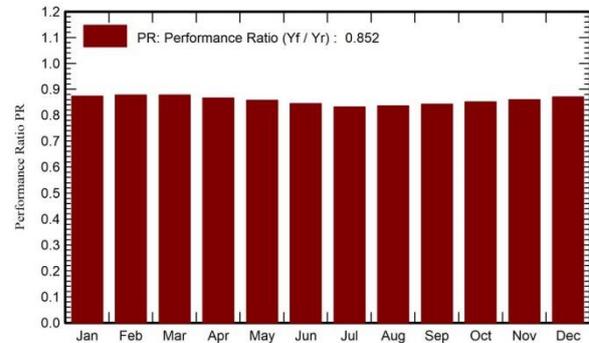
Produced Energy 126530 MWh/year
Apparent energy 129957 MVAh

Specific production 1960 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 85.22 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



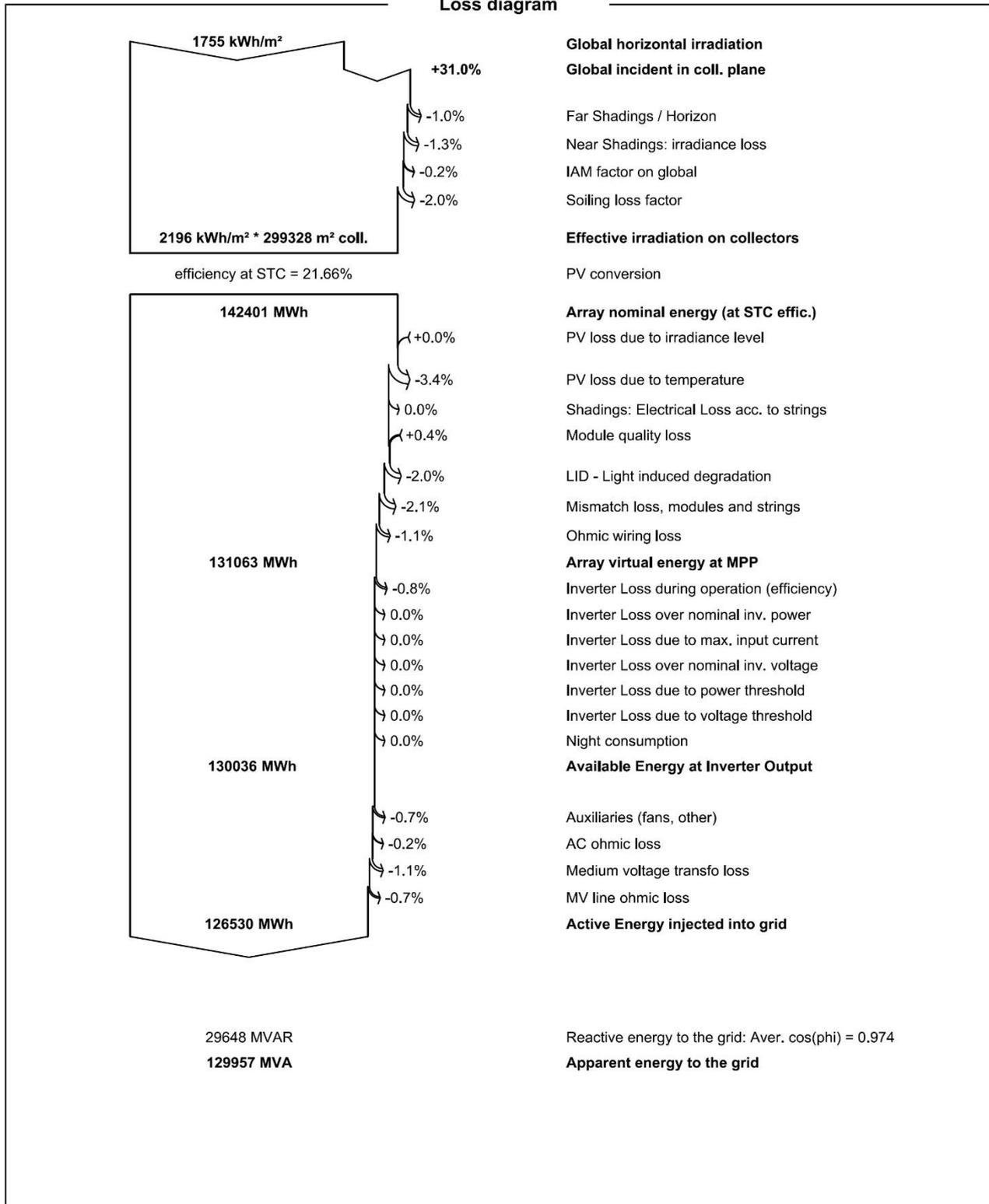
Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	60.4	30.61	11.18	77.8	73.2	4590	4390	0.874
February	80.6	34.73	11.68	103.8	97.8	6112	5884	0.878
March	134.8	54.63	11.90	174.8	165.8	10259	9904	0.878
April	185.7	67.70	14.30	240.1	229.7	13888	13420	0.866
May	210.0	71.53	17.05	270.0	259.1	15477	14954	0.858
June	221.4	70.22	20.89	286.4	275.0	16156	15624	0.845
July	245.4	63.98	25.04	324.2	311.9	17995	17408	0.832
August	221.8	54.90	24.19	298.8	287.7	16674	16126	0.836
September	141.2	54.66	22.38	184.1	175.6	10370	10015	0.842
October	127.8	41.63	20.41	173.2	164.5	9849	9513	0.851
November	66.2	32.67	15.75	86.4	81.1	4998	4796	0.860
December	60.2	27.99	11.26	80.0	74.8	4695	4496	0.871
Year	1755.5	605.23	17.20	2299.6	2196.2	131063	126530	0.852

Legends

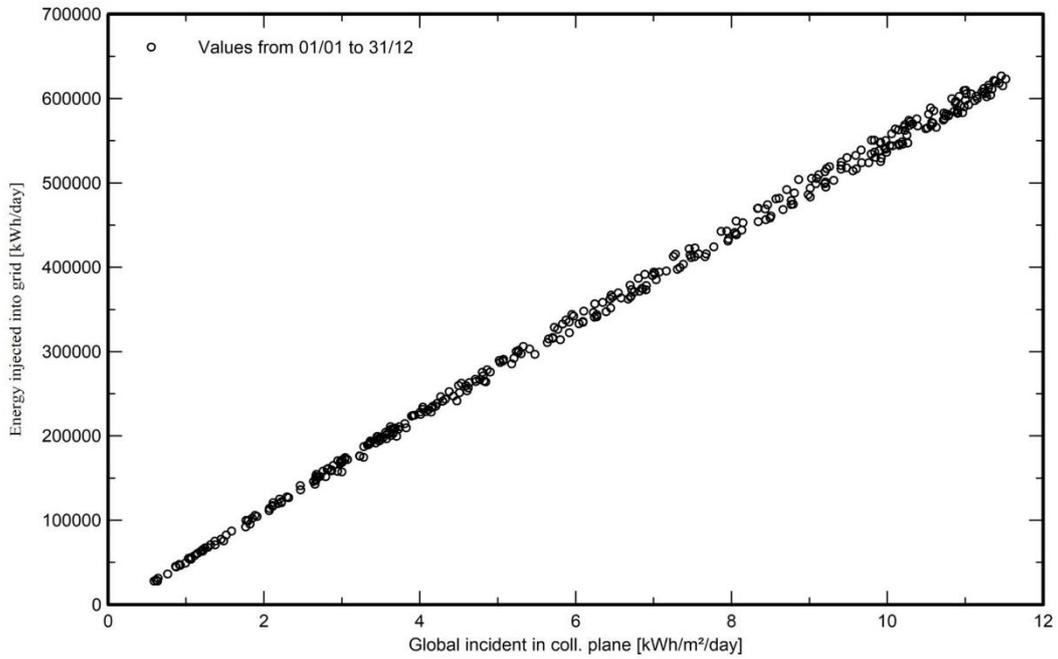
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Loss diagram

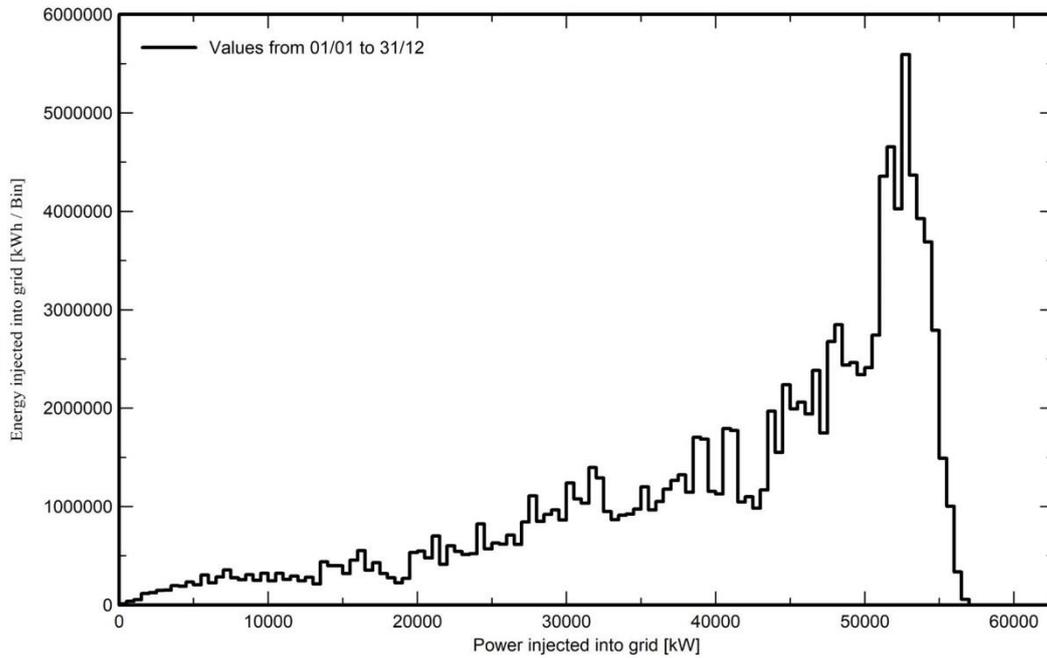


Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



6.1 Benefici ambientali

Sulla base della producibilità annua è possibile determinare una stima dei benefici ambientali connessi alla realizzazione dell'opera in oggetto.

La messa in esercizio dell'impianto consentirà di:

- avere un risparmio di circa 27.839 TEP¹ (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) all'anno;
- evitare l'emissione in atmosfera dei gas ad effetto serra, sintetizzati nella tabella seguente (i dati di input sono stati ricavati dagli indicatori forniti dall'ISPRA nel rapporto n. 343/2021 "Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico").

	CO2	CH4	N2O	GHG	SO2
Emissioni evitate in un anno [tCO2eq/kWh/annui]	34.901	86	196	35.182	222
Emissioni evitate in 30 anni [tCO2eq/kWh]	1.047.017	2.569	5.867	1.055.453	6.668

¹ Il dato è ricavato sulla base di un valore standard indicato come consumo specifico medio lordo convenzionale fornito dalla società Terna S.p.a. (1 TEP genera 4.545 kWh di energia utile)

7. SCHEMA DI COLLEGAMENTO ALLA RTN

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema unifilare dell'impianto, riportato in **Figura 3**.

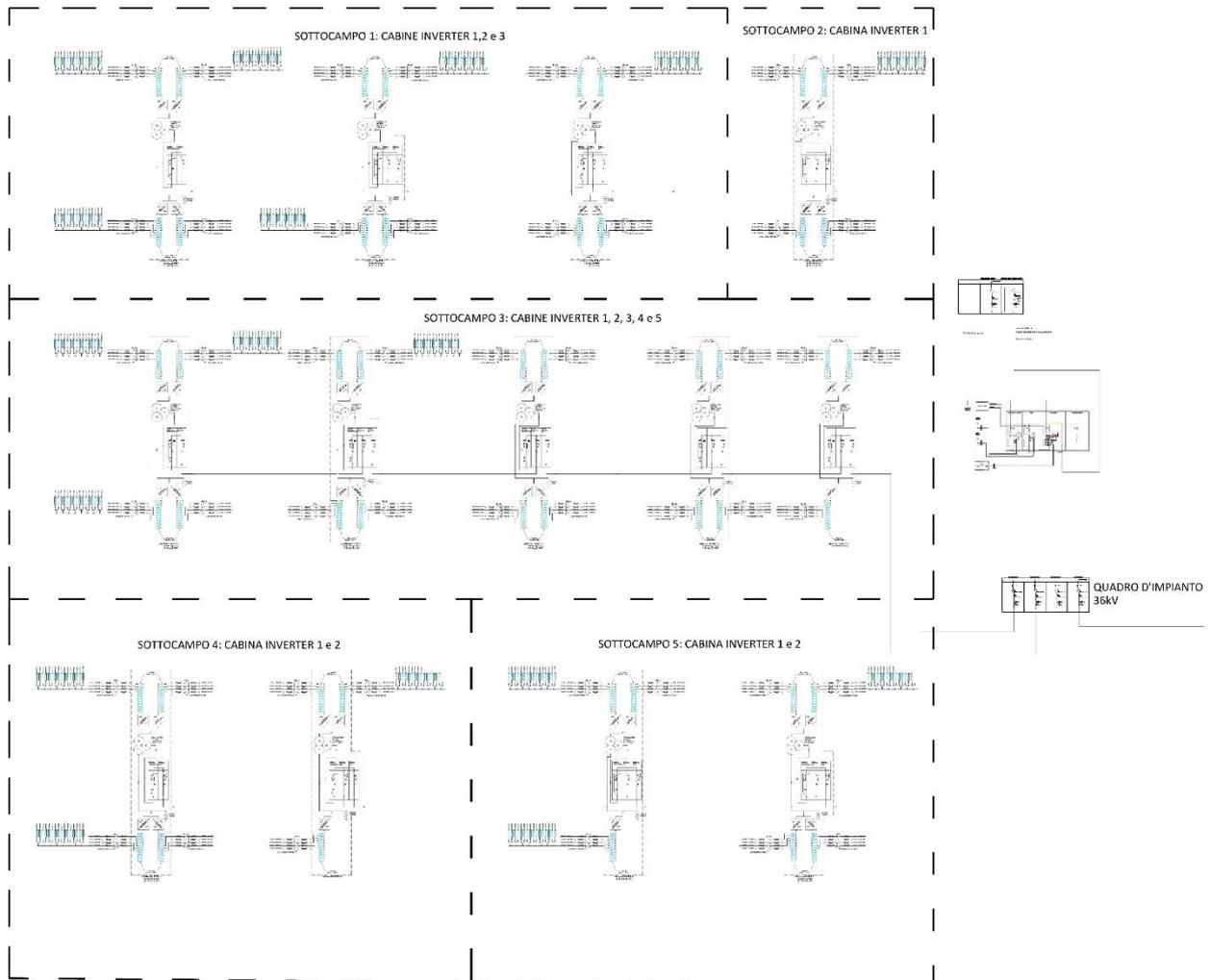


Figura 3 – Schema Elettrico Unifilare

La configurazione utilizzata prevede che a ciascun inverter siano collegate fino ad un massimo di 70 stringhe in parallelo, ciascuna composta da 30 moduli fotovoltaici in serie per stringa.

I cavi di stringa provenienti dal campo fotovoltaico sono raggruppati in massimo 4 quadri di parallelo di campo (DC) con il fine di raggruppare le stringhe, ottimizzando le perdite elettriche e proteggendo le linee con appositi diodi e fusibili ad intervento rapido. Dal Quadro di parallelo di campo parte un cavo di alimentazione verso uno dei 4 ingressi consentiti di ciascun inverter centralizzato posizionato all'interno della cabina di campo più vicina. L'uscita trifase di ciascun inverter si atterrerà poi sul lato BT del trasformatore elevatore.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

All'interno della cabina di campo sarà alloggiato il trasformatore BT/AT che permette l'elevazione della tensione al livello 36 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascuna area. Le cabine di campo saranno collegate con schema di tipo radiale alla cabina di impianto AT a 36 kV situata all'interno del Sottocampo 1.

7.1 Collegamento alla Rete AT

L'energia elettrica prodotta dai 5 sottocampi dell'impianto fotovoltaico verrà trasferita dalle cabine inverter alla cabina elettrica di impianto, ubicata nel sottocampo 1.

Dalla cabina di impianto avrà origine il collegamento alla RTN in cavidotto interrato AT a 36 kV della lunghezza di circa 16,18 km.

Tale cavidotto in alta tensione si sviluppa interamente su sede stradale.

7.2 Elettrodotto AT a 36 kV

7.2.1 Descrizione del tracciato

Il tracciato consiste in una linea interrata in alta tensione (36 kV) della lunghezza complessiva di circa 16,18 km che si sviluppa al di sotto di viabilità esistente, collegando il campo fotovoltaico alla Stazione Elettrica di trasformazione.

L'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis - Oristano".

Il tracciato del cavidotto interessa il solo Comune di Guspini.

Il cavidotto parte dalla cabina di impianto sita nel sottocampo 1 e percorre, per circa 12 km, la Strada Provinciale 65.

Successivamente, nei pressi della località Pauli Sirbanu, si immette su una strada comunale, percorsa per un tratto di circa 4 km, fino ad arrivare al lotto della nuova Stazione Elettrica Terna, in località Spina Zurpa, ove avviene il collegamento alla RTN nello stallo dedicato a 36 kV

7.2.2 Aree impegnate e fasce di rispetto

Le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate dal Testo Unico sugli espropri come "Aree Impegnate", cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto; nel caso specifico, per il cavo interrato, esse hanno un'ampiezza di 1.5 m per parte dall'asse linea.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate", che equivalgono alle zone di rispetto indicate nel Testo Unico sugli espropri n. 327 del 08/06/2001 e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

L'ampiezza delle fasce di asservimento sarà di circa 2,5 metri dall'asse linea per lato per il tratto in cavo interrato, in accordo con quanto stabilito nella "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione", allegato K, ed. 4.0 di marzo 2014.

Per tali interventi si utilizza, in accordo a tale disposizione, una larghezza di asservimento pari a 5 metri per il cavidotto AT interrato (2,5 metri per lato dall'asse linea).

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

7.2.3 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia

Per la connessione del quadro generale denominato "QGEN" presente nella cabina collettrice d'impianto con la sezione a 36kV della futura SE di Terna verranno usati cavi del tipo ARG7H1R - 36kV forniti nella versione tripolare riunito ad elica visibile.

I cavi sono isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC, con le seguenti caratteristiche:

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

La tipologia dei cavi è adatta per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e impianti di generazione.

Sono adatti per posa interrata diretta o indiretta in ambienti umidi o bagnati.



Figura 4 – Cavo tripolare del tipo ARG7H1R

La profondità media di interrimento (letto di posa) sarà di 1,1 / 1,2 metri da p.c.; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 1 metro salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar' e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc.), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

7.2.4 Sezioni di posa

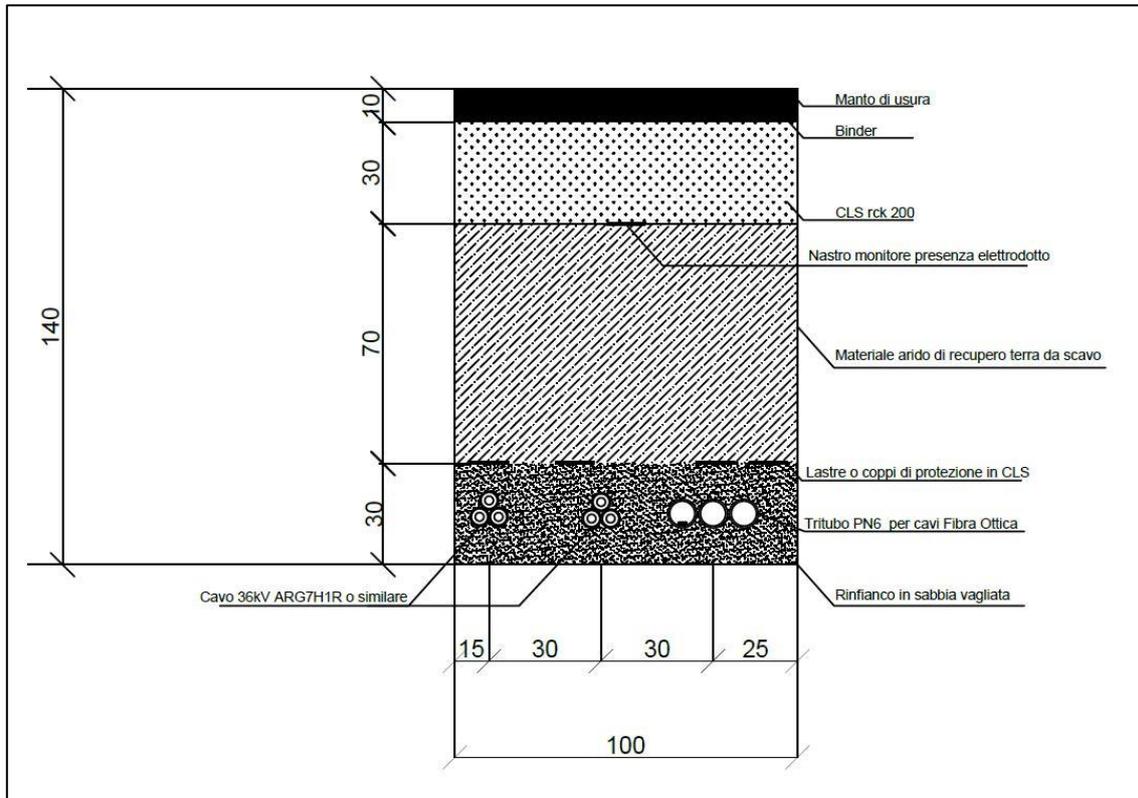


Figura 5 – Sezione tipo su manto stradale

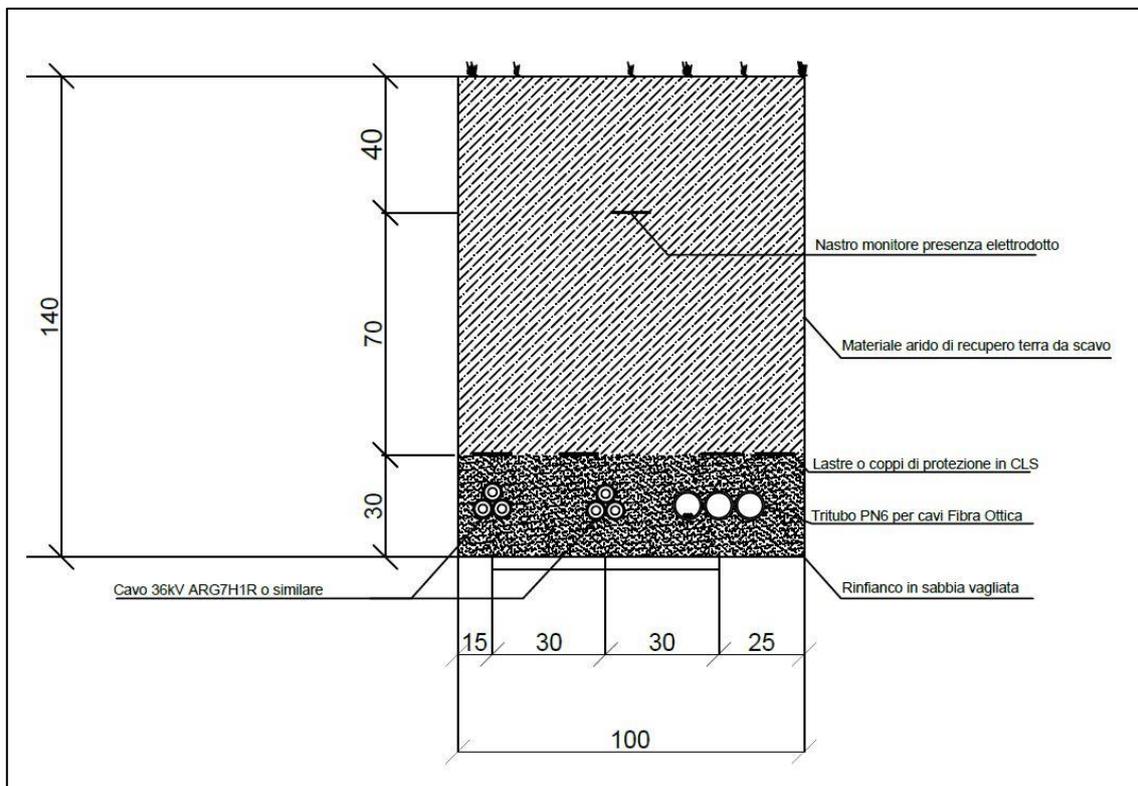


Figura 6 – Sezione tipo su terreno vegetale

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Tabella 2 – Dati tecnici del cavo

CONDUTTORE	Corda di alluminio rotonda compatta
ISOLAMENTO	Polietilene reticolato
SCHERMO	Fili di rame rosso e controspirale
COLORE	Rosso
GUAINA ESTERNA	PVC
TENSIONE NOMINALE	36 kV
TENSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO Um	36 kV
TEMPERATURA MASSIMA DI ESERCIZIO	90° C
TEMPERATURA MASSIMA DI CORTO CIRCUITO	250° C
TEMPERATURA MINIMA DI POSA	- 25° C

Tali dati potranno subire adattamenti, comunque, non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Tabella 3 – Dati condizioni di posa

POSA	Interrata in letto di sabbia
MESSA A TERRA DEGLI SCHERMI	Messa a terra trasposta o ad una estremità del cavo
PROFONDITA' DI POSA	1,4 m
FORMAZIONE	Doppia terna a trifoglio
TIPOLOGIA DI RIEMPIMENTO	Sabbia a bassa resistività termica
PROFONDITA' DI RIEMPIMENTO	1,10 m
COPERTURA CON LASTRE DI PROTEZIONE IN CLS (solo per riempimento con sabbia)	Minimo 5 cm
TIPOLOGIA DI RIEMPIMENTO FINO A PIANO TERRA	Terreno di riporto
PROFONDITA' POSA DI NASTRO MONITORE	0,40 m

7.2.5 Giunti

Il cavo verrà fornito in bobine con pezzatura da 600 m circa. Poiché l'elettrodoto avrà una lunghezza di circa 16180 m si prevede l'esecuzione all'incirca di 27x2 giunzioni intermedie.

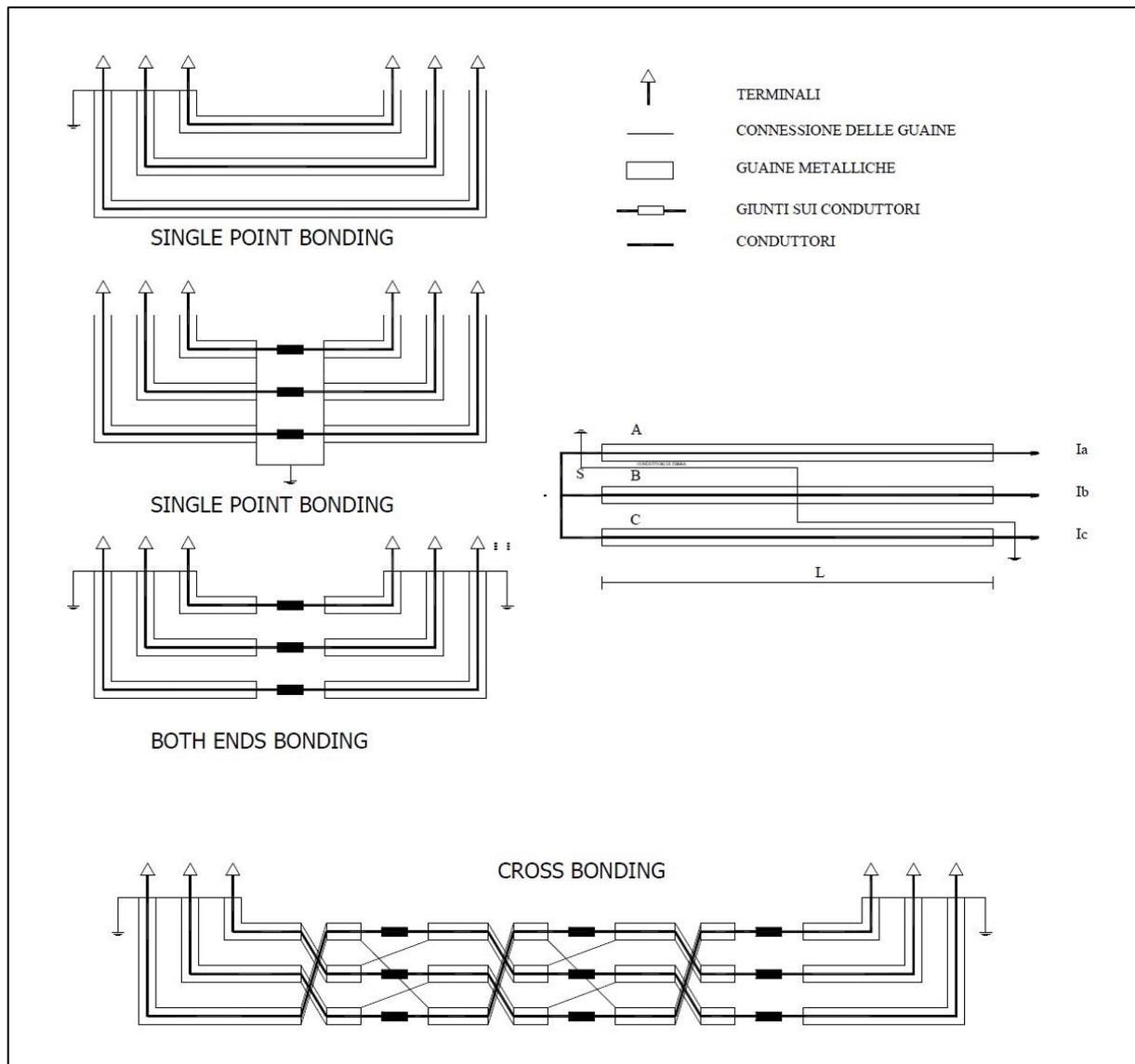


Figura 7 – Schema di connessione delle guaine metalliche

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

7.2.6 Fasi di realizzazione

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini.

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte.

In particolare, si evidenzia che in alcuni casi specifici potrebbe essere necessario procedere alla posa del cavo con:

- Perforazione teleguidata;
- Staffaggio su ponti o strutture preesistenti;
- Posa del cavo in tubo interrato;
- Realizzazione manufatti per attraversamenti corsi d'acqua.

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

7.2.6.1 Realizzazione delle infrastrutture temporanee per la posa del cavo

Prima della realizzazione dell'opera sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; di norma vengono predisposte piazzole circa ogni 500-800 metri.

Tali piazzole, ove possibile, vengono realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

7.2.6.2 Apertura dello scavo

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

7.2.6.3 Posa del cavo

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotta interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori).

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

7.2.6.4 Ripristini

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella riprofilatura dell'area interessata dai lavori e nella riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

7.2.6.5 Scavi lungo il percorso stradale

Tenendo conto che il tracciato si sviluppa interamente su percorso stradale si nota che quando la strada lo consenta (cioè nel caso in cui la sede stradale permetta lo scambio di due mezzi pesanti) sarà realizzata, come anticipato, la posa in scavo aperto, mantenendo aperto lo scavo per tutto il tratto compreso tra due giunti consecutivi e istituendo per la circolazione stradale un regime di senso unico alternato mediante semafori iniziale e finale, garantendo la opportuna segnalazione del conseguente restringimento di corsia e del possibile rallentamento della circolazione. In casi particolari e solo quando si renderà necessario potrà essere possibile interrompere al traffico, per brevi periodi, alcuni tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa e prendendo i relativi accordi con i comuni e gli enti interessati.

Per i tratti su strade strette o in corrispondenza dei centri abitati, tali da non consentire l'istituzione del senso unico alternato, ovvero laddove sia manifesta l'impossibilità di interruzione del traffico si potrà procedere con lo scavo di trincee più brevi (30÷50 m) all'interno delle quali sarà posato il tubo di alloggiamento dei cavi, da ricoprire e ripristinare in tempi brevi, effettuando la posa del cavo tramite sonda nell'alloggiamento sotterraneo e mantenendo aperti tratti di scavo in corrispondenza di eventuali giunti.

7.2.7 Risoluzione delle interferenze – Trivellazione orizzontale teleguidata

Per la risoluzione delle interferenze tra il cavidotto ed i corsi d'acqua attraversati si prevede il ricorso alla tecnica della T.O.C., trivellazione orizzontale teleguidata.

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico, senza scavo a cielo aperto: questa tecnica sarà utilizzata in particolare per tutti gli attraversamenti dei corpi idrici. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori

La prima fase della perforazione è la realizzazione del "foro pilota", in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia "pilotata". La "sonda radio" montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- Altezza;
- Inclinazione;
- Direzione;
- Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare (strada, ferrovia, canale, pista aeroportuale ecc.). La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche,

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche. All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua. L'acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello "fondo-foro".

Generalmente la macchina teleguidata viene posizionata sul piano di campagna ed il foro pilota emette geometricamente una "corda molla" per evitare l'intercettazione dei sottoservizi esistenti. In alcuni casi però, soprattutto quando l'impianto da posare è una condotta fognaria non in pressione, è richiesta la realizzazione di una camera per il posizionamento della macchina alla quota di perforazione desiderata.

La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del "foro pilota", che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

L'allargamento del foro pilota avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati "alesatori" che sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

La terza ed ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di "alesaggio", è l'infilaggio del tubo camicia all'interno del foro alesato.

La tubazione camicia generalmente in PEAD, se di diametro superiore ai 110 mm, viene saldata a caldo preventivamente, e ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all'asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche "girella", evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all'interno del foro insieme alle aste di perforazione.

8. OPERE CIVILI

8.1 Cabina Elettrica

La cabina elettrica svolge la funzione di edificio tecnico adibito a locale per la posa dei quadri, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo e di consegna e misura. Per l'impianto in oggetto si è stabilito di adottare per la cabina di campo un box prefabbricato (con struttura portante in acciaio e chiusure con pannelli metallici a doppia parete contenenti materiale isolante termo-acustico), munito di fondazione, del sistema di raffreddamento ad acqua (circuiti chiusi), dei sistemi ausiliari per il fabbricato e per la connessione degli inverter fotovoltaici ai trasformatori elevatori e di questi ai rispettivi quadri (soluzione del tipo "plug and play").



Figura 8 - ESEMPIO DI CABINA ELETTRICA (POWER STATION)

Le dimensioni del box container (cabina di campo) sono di 11,60 x 2,54 m, per una superficie complessiva di circa 29,46 mq e per una cubatura complessiva di circa 94,27 mc. L'accesso alla cabina elettrica di campo avviene tramite la viabilità interna.

Per i dettagli si rimanda al relativo elaborato grafico "ICA_102_TAV14 - Cabine: pianta, prospetti e particolari".

La cabina di impianto è costituita dai seguenti vani:

- n° 1 locale AT
- n° 1 locale BT e TLC
- n°1 cella trasformatore servizi ausiliari

La cabina di impianto, dopo aver raccolto tutti i cavi provenienti dalle cabine di campo, si collega tramite cavo AT a 36 kV con la nuova stazione elettrica di RTN 36/150/220 kV localizzata nel comune di Guspini nella frazione di Spina Zurpa.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

La struttura prevista per la cabina di impianto sarà prefabbricata in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80 mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio FeB44K e calcestruzzo classe Rck 400 kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi AT/BT. In alternativa potrà essere realizzata in materiale metallico, tipo container.

La rifinitura della cabina, nel caso essa sia prefabbricata, comprende:

- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4 mm;
- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- rivestimento esterno con quarzo plastico;
- impianto di illuminazione;
- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;
- porte e serrande metalliche di mm 1200x2200, 2000x2300 e 2400x2600 con serratura. La cabina sarà costituita da 3 locali compartimentali adibiti rispettivamente a locale quadri BT, trasformazione in AT e quadri AT.

Le pareti esterne del prefabbricato saranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli enti preposti, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti. La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali saranno eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

L'accesso alle cabine elettriche di campo e di impianto avviene tramite la viabilità interna; la sistemazione di tale viabilità sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

I cavi elettrici BT dell'impianto e i cavi di collegamento AT delle cabine di campo alla cabina di impianto saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, sebbene non si potranno escludere alcuni interventi localizzati per l'adeguamento della sede stradale.

8.2 Recinzione

Per garantire la sicurezza delle aree dell'impianto le singole aree di pertinenza saranno delimitate da una recinzione metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che conferiscono una

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

particolare resistenza e solidità alla recinzione. Essa offre una notevole protezione da eventuali atti vandalici e costituisce un sistema di fissaggio nel rispetto delle norme di sicurezza.

Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede il sollevamento del margine inferiore della recinzione lungo tutto il perimetro.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 1 m con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in c.a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

A distanze regolari di 4 interassi le piantane saranno controventate con paletti tubolari metallici.

In prossimità dell'accesso principale saranno predisposti un cancello metallico per gli automezzi della larghezza di cinque metri e dell'altezza di due e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

8.3 Livellamenti

Nelle aree oggetto di intervento sarà necessaria una pulizia propedeutica dei terreni dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti.

L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa delle cabine di campo BT/AT e per la realizzazione della cabina di impianto.

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno.

La posa delle canaline portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato. Né saranno necessarie opere di contenimento del terreno.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

8.4 Movimenti di terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Tabella 4 - Volumi di scavo del progetto

DESCRIZIONE	U.M.	DIMENSIONI			Q.tà (mc)
		L	P	H	
Scavo di sbancamento per i cavidotti CC eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti, compresi carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento.		5300	0,7	1	3710
Scavo di sbancamento per i cavidotti BT eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti, compresi carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento.		8489	0,7	1	5942,3
Scavo di sbancamento per i cavidotti AT 36kV interno eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti, compresi carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento.		5378	0,7	1,4	5270,44
Scavo di sbancamento per i cavidotti AT 36kV di connessione alla RTN eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti, compresi carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento.		16157	1	1,4	22619,8
Scavo di sbancamento per Illuminazione perimetrale eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti, compresi carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento.		19095	0,3	0,8	4582,8
Scavo di sbancamento per Fondazioni cabine di campo e Trasformation center eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti, compresi carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento.	13	22,9	3	0,8	714,48
Scavo di sbancamento per Fondazioni cabine di Impianto eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti, compresi carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento.	7	18	3	0,8	302,4
Totale volume di scavo					43142,22

Le terre scavate non contaminate, che non si prevede di riutilizzare all'interno del cantiere, saranno gestite secondo quanto previsto dalla normativa in materia, in particolare dal Decreto Ministeriale n. 152 del 27 settembre 2022, secondo cui tali materiali cessano di essere qualificati come rifiuti e sono qualificati come "aggregato recuperato" se conformi ai criteri di cui all'Allegato 1 del suddetto Decreto.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

9. GESTIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

La centrale, infatti, sarà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo:

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

Il sistema di controllo, con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente;
- Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS).

10. FASI DI LAVORAZIONE

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi.

Ogni fase potrà prevedere il noleggio di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabina prefabbricata, ecc.)

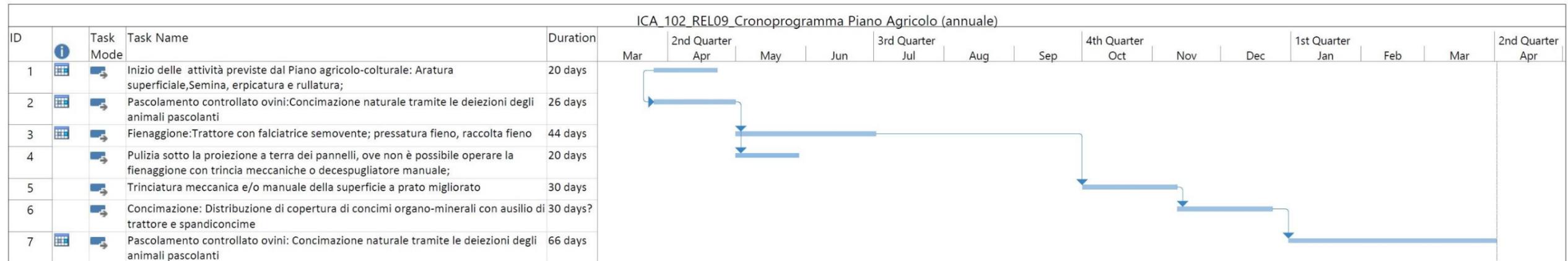
A questo proposito è opportuno precisare che non sono previsti interventi di adeguamento della viabilità pubblica preesistente al fine di consentire il transito dei mezzi idonei al montaggio e alla manutenzione.

È previsto l'intervento di squadre di operai differenziate a seconda del tipo di lavoro da svolgere.

Saranno impiegati i seguenti tipi di squadre:

- Manovali edili;
- Eletttricisti;
- Montatori meccanici;
- Ditte specializzate.

Si riporta di seguito il cronoprogramma dei lavori.



Critical		Split		Finish-only		Baseline Milestone		Manual Summary		Inactive Task	
Critical Split		Task Progress		Duration-only		Milestone		Project Summary		Inactive Milestone	
Critical Progress		Manual Task		Baseline		Summary Progress		External Tasks		Inactive Summary	
Task		Start-only		Baseline Split		Summary		External Milestone		Deadline	

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

10.1 Dettaglio delle fasi di cantiere

10.1.1 Montaggio del cantiere

I lavori per la realizzazione dell'opera non sono tali da comportare un allestimento di cantiere particolarmente complesso. In particolare, le attrezzature e gli impianti da allestire saranno costituite da:

- N°2 container attrezzati per la funzione di uffici/spogliatoi;
- N°2 container uso magazzino;
- N°3 wc chimici;
- N°2 depositi acqua da 1000 litri per acqua di cantiere;
- Recinzione provvisoria di cantiere;
- Allaccio provvisorio rete BT di cantiere;
- Container cassone per rifiuti.

L'attrezzaggio del cantiere richiederà un minimo di preparazione dell'area di posizionamento dei container mediante eventuale spianatura del terreno realizzata con mezzi di movimento terra.

10.1.2 Realizzazione recinzione definitiva

La recinzione definitiva dell'impianto sarà realizzata come prima opera in maniera tale da delimitare le aree di lavoro. La recinzione sarà realizzata, previo picchettamento, mediante piccoli scavi di fondazione in cui vengono cementati i paletti di sostegno della recinzione tipo orso grill. Successivamente sarà montata la recinzione di tamponamento mediante operazioni manuali.

Il lavoro sarà realizzato con piccole carotatrici e cemento prodotto con betoniere da cantiere.

10.1.3 Realizzazione strade

Ciascuna strada sarà realizzata mediante rimozione di uno strato di circa 45 cm di terreno, formazione di una massicciata di spessore intorno ai 30 cm e successivo riempimento con breccia. La strada avrà una larghezza intorno ai 4 metri con degli slarghi in corrispondenza delle cabine per permettere le manovre dei mezzi utilizzati per la posa delle cabine stesse.

Inoltre, lungo tutto il perimetro interno della recinzione è prevista la realizzazione di uno scavo di 30 cm con successivo riempimento con stabilizzato e breccia per permettere il passaggio di piccoli mezzi (furgoncini) per gli interventi di manutenzione ordinaria.

Per entrambe le tipologie di strade saranno utilizzati inerti vergini tali da garantire anche un aspetto visivo adeguato per i tracciati.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

La realizzazione delle strade richiede l'utilizzo di ruspe ed escavatori per l'esecuzione di scavi e del rullo compressore per il compattamento della strada.

10.1.4 Approvvigionamento materiali

L'attività di approvvigionamento dei materiali è significativa, soprattutto in riferimento a:

- Materiali per strutture di sostegno;
- Cabine di campo e di impianto;
- Moduli fotovoltaici;
- Inerti per opere edili;

I materiali prefabbricati per le strutture di sostegno verranno trasportati tramite autoarticolato. Le cabine prefabbricate saranno trasportate mediante rimorchio piatto. Per i moduli fotovoltaici si prevedono container di dimensione 12,2 x 2,45 x 2,6 metri di altezza. Gli inerti necessari per la realizzazione delle strade saranno approvvigionati da ditte locali e trasportati con mezzi specializzati.

10.1.5 Lavori preliminari elettrici

I lavori preliminari elettrici sono essenzialmente costituiti dalla realizzazione dei cavidotti interrati.

Vengono realizzati gli scavi per i cavidotti, posato uno strato di sabbia e sopra ad esso i tubi in PVC per il passaggio dei cavi. Quindi lo scavo viene riempito con inerti utilizzando piccoli escavatori.

Le materie prime utilizzate, oltre ai canali e ai cavi elettrici sono costituite dalla sabbia per la preparazione del fondo dello scavo. I quantitativi sono comunque molto ridotti.

10.1.6 Cabine di campo e cabine di impianto

Le cabine di campo e di impianto sono di tipo prefabbricato. Per il loro posizionamento vengono eseguiti degli scavi per l'alloggiamento della base della cabina integrata con una vasca per la raccolta di eventuali perdite di olio dai trasformatori.

Sul fondo dello scavo viene realizzato uno strato di "magrone" per garantire la stabilità della cabina stessa.

La posa delle cabine, sia nel caso che arrivino già assemblate che nell'ipotesi di assemblaggio sul posto avviene con due mezzi affiancati, quello di trasporto e quello munito di gru. Questo giustifica la necessità di ampi spazi di manovra di fronte alle varie cabine.

10.1.7 Montaggio strutture

Il montaggio delle strutture e dei moduli è la fase che ha una durata temporale maggiore.

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

Tale fase consta sostanzialmente di due attività principali di cui una basata sull'utilizzo di macchinari per il fissaggio nel terreno dei profili portanti dei pannelli e una prettamente manuale che prevede il montaggio delle strutture di sostegno dei moduli al disopra dei profili portanti e il fissaggio dei moduli stessi.

La fase che prevede l'utilizzo del battipalo è certamente quella cui possono essere associati aspetti ambientali in quanto la macchina produce rumore ed è munita di un motore a scoppio con necessità di gasolio e presenza di oli idraulici.

10.1.8 Opere elettriche

I lavori elettrici sono sostanzialmente legati al cablaggio dei moduli già montati sulle strutture e all'allestimento dei vari quadri elettrici e cabine di campo. Tali attività vengono svolte manualmente e dal punto di vista ambientale comportano solamente la produzione di modeste quantità di spezzoni di cavo e imballaggi derivanti dai materiali utilizzati.

10.1.9 Smantellamento cantiere

Lo smantellamento del cantiere consisterà nell'eliminazione delle strutture provvisorie costituite dai container uffici e magazzino, da bagni chimici e dai cassoni per il deposito temporaneo dei rifiuti.

Saranno inoltre rimosse tutte le attrezzature e i materiali utilizzati per la fase di cantierizzazione e dismessi gli allacci temporanei di acqua e corrente.

Le attività richiederanno l'accesso al cantiere dei mezzi per il carico delle attrezzature.

11. DISMISSIONE

In generale, si prevede una vita utile dell'impianto fotovoltaico in esame non inferiore ai 35 anni.

A fine vita dell'impianto è previsto l'intervento sulle opere non più funzionali attraverso uno dei modi seguenti:

- totale o parziale sostituzione dei componenti elettrici principali (moduli, inverter, trasformatori, ecc.),
oppure:
- smantellamento integrale del campo e riutilizzazione del terreno per altri scopi.

In merito al recupero e riutilizzo delle componenti tecnologicamente più sviluppate e maggiormente presenti in un impianto fotovoltaico, rappresentate dai moduli fotovoltaici, è utile ricordare che dal 2007 è stato istituito, su iniziativa volontaria di alcuni primari produttori di moduli fotovoltaici europei, *PV-Cycle*, il primo sistema mondiale di raccolta e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine-vita. In Italia il CONSORZIO *PV-Cycle* opera dal 2012, in conformità alla normativa di settore. Nella maggior parte dei casi la normativa prevede che la gestione dei rifiuti FV professionali

Codice elaborato ICA_102_REL01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	 ICA BES SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16028961007
Revisione 00 del 30/01/2023		

(derivanti da impianti di potenza nominale totale uguale o superiore a 10 kW) sia finanziata dal Produttore (art. 4, comma 1, lettera g) del D. Lgs. 49/2014).

Pertanto, è ipotizzabile che lo smaltimento/riciclaggio dei moduli fotovoltaici non rappresenterà in futuro una grossa criticità.

Prodotti quali gli inverter, i trasformatori BT/AT, ecc., saranno ritirati e smaltiti a cura del produttore.

Essendo prevista la completa sfilabilità dei cavi, a fine vita ne verrà recuperato il rame e smaltiti i rivestimenti in mescole di gomme e plastiche.

Le strutture metalliche, quali i pali di sostegno delle strutture, la recinzione, i pali perimetrali e le strutture in acciaio e ferro zincato saranno recuperate. Le strutture in alluminio saranno riciclate al 100%.

I materiali edili (i plinti di pali perimetrali, la muratura delle cabine) in calcestruzzo, saranno frantumati e i detriti saranno riciclati come inerti da ditte specializzate.