



REGIONE
BASILICATA



COMUNE DI
MIGLIONICO



COMUNE DI
POMARICO



COMUNE DI
GROTTOLE



PROVINCIA DI
MATERA

PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. MASE n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

Titolo elaborato

Codice elaborato

F0531AR07B

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni Di Santo)



Gruppo di lavoro

ing. Giovanni DI SANTO
ing. Mauro MARELLA
ing. Marco LORUSSO
arch. Gaia TELESCA
arch. Luciana TELESCA



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente

Blusolar Miglionico 1st BLUSOLAR MIGLIONICO 1 S.R.L.
Via Caravaggio 125, 65125 Pescara (PE)

Amministratori
FABIO MARESCA MAURIZIO MARESCA

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Luglio 2022	Prima emissione	MMA	MLO	GDS
Dicembre 2023	Revisione	MMA	MLO	GDS

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Sommario

Premessa	4
1 Descrizione generale del progetto	6
<i>Dati generali del progetto</i>	6
<i>Normativa tecnica di riferimento</i>	6
2 Descrizione di diversi elementi progettuali	8
2.1 Pannelli fotovoltaici	8
2.2 Stringhe	9
2.3 Strutture di supporto	11
2.4 Inverter di stringa	13
2.5 Configurazione dell'impianto	16
2.6 Cabine di sottocampo	17
2.7 Cabina di distribuzione	18
2.8 Trasformatori	18
2.9 Ventilazione box trasformatori	19
2.10 Conduttori elettrici e cavidotti	19
2.11 Cabina di raccolta	20
3 Aspetti energetici dell'impianto fotovoltaico	21
3.1 Stima della produzione di energia	21
3.1.1 Sito di installazione	21
3.1.2 Dati meteorologici	22
3.1.3 Dati tecnici22	
3.1.4 Contributo Bifacciale	23
<i>Fattore di bifaccialità</i>	23
<i>Irraggiamento al suolo</i>	23
<i>Frazione trasparente della copertura</i>	24
<i>Irraggiamento sul lato posteriore - fattore di vista</i>	24
<i>Tettoie illimitate</i>	25

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

3.1.5	Perdite energetiche	26
3.1.6	Perdite energetiche	26
3.1.7	Irraggiamento e producibilità	27
3.1.8	Misure di irraggiamento e performance	28
3.2	Risparmio di combustibile ed emissioni evitate in atmosfera	28
4	Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione	30
4.1	Protezione generale	30
4.1.1	Protezione contro i contatti diretti	30
4.1.2	Protezione contro i contatti indiretti	31
4.1.3	Protezioni dai sovraccarichi	32
4.1.4	Protezione conduttori contro il corto circuito	32
4.1.5	Cartelli	33
4.1.6	Materiale per l'esercizio e la manutenzione	34
4.1.7	Mezzi di estinzione	34
4.1.8	Qualifica del personale	34
4.1.9	Apparecchiature e componenti	35
	<i>Cavi</i>	35
	<i>Connessioni elettriche</i>	35
	<i>Materiali isolanti</i>	35
	<i>Sezionatori</i>	35
	<i>Interruttori</i>	36
	<i>Interruttori di manovra</i>	36
	<i>Relè di protezione</i>	36
	<i>TA e TV di protezione</i>	37
	<i>Trasformatori</i>	37
	<i>Pulsanti di sgancio della cabina</i>	38
4.2	Protezione contro i fulmini	39
4.2.1	Protezioni contro le tensioni di passo e contatto	39
4.2.2	Protezioni delle apparecchiature da sovratensioni	39
4.2.3	Impianto di terra	39
	<i>Realizzazione dell'impianto di terra</i>	39
	<i>Verifica dell'impianto di terra</i>	40
ALLEGATO 1:	risultati simulazione parco FV con software PVSYST	41

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Premessa

In data 25/07/2023 e 27/07/2023 sono state trasmesse dal MASE, con protocolli nr. 121789 e 123279, le osservazioni di Terna S.p.A. e RFI al progetto per realizzazione dell'impianto fotovoltaico di grande generazione e delle opere ad esso connesse da realizzare nell'area SIN (Sito di Interesse Nazionale) VALBASENTO a cavallo del confine tra i territori comunali di Miglionico (MT) e Pomarico (MT).

In relazione al progetto dell'impianto fotovoltaico e alla procedura di VIA in oggetto, Terna S.p.A. ha rappresentato di aver ricevuto che, nell'ambito dei propri compiti istituzionali, da parte della società Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. (RFI) la richiesta di connessione per il collegamento alla rete di trasmissione nazionale (RTN) di un nuovo impianto denominato sottostazione elettrica (SSE) di Ferrandina inerente lo sviluppo della velocizzazione della linea ferroviaria "Matera- Ferrandina". Il progetto RFI, finanziato con risorse afferenti al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), commissariato ai sensi dell'art. 4 del DL 32/19 e pertanto con carattere prioritario, è stato autorizzato con ordinanza n. 6 del 29 luglio 2022 del commissario straordinario.

Il succitato provvedimento ha determinato variante agli strumenti urbanistici, dichiarazione di Pubblica Utilità ai sensi del DPR n. 327/2001 per le aree definite nel progetto, apponendo inoltre su di esse il vincolo preordinato all'esproprio.

Sulla base di tale richiesta, Terna ha provveduto ad elaborare la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione trasmessa alla società richiedente con noto protocollo Terna TE/P20220024388 del 21/03/2022. RFI ha quindi provveduto all'accettazione della soluzione di connessione proposta, in cui si prevede che la già menzionata SSE sia collegata ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150kV, la cui area è stata già prevista nel progetto RFI già autorizzato, da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Salandra – Ferrandina", attraverso n. 2 raccordi aerei.

La nuova stazione elettrica Terna sarà collocata in adiacenza all'utenza RFI nelle aree messe a disposizione dalla medesima società, secondo progetto approvato.

Pertanto, al fine di consentire la realizzazione delle opere di pubblica utilità su citate, Terna ha richiesto di modificare il progetto dell'impianto fotovoltaico come di seguito indicato:

- a) liberare dai pannelli fotovoltaici l'area destinata alla stazione elettrica, rimuovendo la parte di campo fotovoltaico posta ad est del tracciato ferroviario e a nord del metanodotto;
- b) prevedere una fascia libera da pannelli fotovoltaici con ampiezza circa 70 m, in affiancamento ad est all'attuale ponte ferroviario e necessaria alla localizzazione, costruzione, esercizio e corretta manutenzione dell'elettrodotto aereo verso Ferrandina, nel rispetto della normativa vigente;
- c) rendere libera dai pannelli fotovoltaici l'area adiacente ad ovest al ponte ferroviario e a nord del metanodotto necessaria per la realizzazione dell'elettrodotto aereo verso Salandra;
- d) ripermire, sempre ad ovest del tracciato ferroviario, la porzione di sottocampo 9 a nord del metanodotto, estendendo la fascia libera da pannelli in continuità con la fascia di servitù del metanodotto per ulteriori 50 m nella parte più ad est del sottocampo fino a 0 m nell'estremo ovest.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

RFI ha inoltre rilevato nelle conclusioni che dall'analisi condotta emerge che le opere in progetto interferiscono con le opere ferroviarie dell'intervento "Nuova Linea Ferrandina – Matera La Martella per il Collegamenti di Matera con la Rete Ferroviaria Nazionale" nonché con le aree in espropriazione ed occupazione temporanea di cui al Progetto Definitivo approvato con Ordinanza Commissariale n.6 del 29 luglio 2022.

In virtù della localizzazione della nuova utenza RFI, nonché della stazione elettrica, dei vincoli tecnici e ambientali presenti sull'area, risulta, pertanto indispensabile procedere alla modifica progetto in oggetto al fine di armonizzare e non ostacolare la realizzazione di opere di pubblica utilità legate al PNRR.

Il presente elaborato è stato predisposto per risolvere le interferenze con le opere in progetto di Terna e RFI, mediante le seguenti soluzioni progettuali:

- **eliminazione delle aree di impianto direttamente interferenti con le opere di RFI e Terna;**
- **divisione dell'impianto in 7 aree distinte, di cui 6 aree da realizzarsi in una prima fase e l'ultima, ricadente in aree destinate all'occupazione temporanea del progetto RFI, da realizzarsi dopo il completamento delle opere ferroviarie;**
- **aggiunta di un'ulteriore area, già nella disponibilità del proponente, non occupata dall'impianto fotovoltaico nel progetto originario.**

Nella fattispecie l'impianto, nella nuova configurazione predisposta per risolvere le interferenze con i progetti RFI e Terna, sarà caratterizzato da una potenza di picco di 37,33 MWp, e sarà utilizzato per la restituzione dell'energia nella rete Terna mediante la connessione alla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV sita nel territorio comunale di Grottole, attraverso un elettrodotto interrato della lunghezza di circa 29 km. Integrato all'impianto verrà realizzato un sistema di accumulo con una potenza di picco in immissione e in prelievo di 20MWp e una capacità complessiva dei moduli batteria di 40MWh.

La presente relazione, in particolare, è conforme agli allegati tecnici del Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR) della Regione Basilicata ex DGR 2260 del 29.12.2010 e s.m.i. perché descrive in dettaglio i diversi elementi progettuali dell'impianto fotovoltaico nonché il loro dimensionamento ed i criteri di scelta utilizzati.

A tal proposito si precisa che tutti gli impianti previsti rappresentano la miglior soluzione installativa emergente dalla valutazione del rapporto qualità/prezzo e dell'oggettiva funzionalità e flessibilità degli impianti, data anche la particolare natura della struttura in oggetto.

La validità delle soluzioni proposte sotto il profilo della sicurezza e della conformità normativa è vincolata all'impiego di materiali recanti la marcatura CE ed il marchio IMQ, integri, posati secondo le indicazioni del costruttore e in ogni caso strettamente dipendente dalle condizioni d'uso e di conservazione in efficienza dello stesso. Le installazioni da porre in opera saranno verificate con adeguata strumentazione prima dell'entrata in funzione, coerentemente con quanto disposto dalla normativa vigente.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

1 Descrizione generale del progetto

Dati generali del progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, tramite l'installazione a terra di pannelli fotovoltaici montati su strutture metalliche di supporto, denominate "tracker", in quanto in grado di variare l'angolazione orientare i pannelli in modo da "inseguire" la fonte solare durante il suo moto apparente sulla volta celeste per massimizzare l'efficienza dell'impianto.

L'impianto, suddiviso in 7 "sottocampi", è caratterizzato da una **potenza di picco installata in corrente continua di 37,33MW (+ 20 MW di accumulo)** collegati ad altrettante cabine di campo.

Il progetto, prevede la realizzazione dell'impianto in 2 fasi separate ovvero, 6 sottocampi verranno realizzati in una prima fase, mentre il settimo, posizionato nell'area interessata da occupazione temporanea del cantiere di RFI, sarà realizzato in una fase successiva, dopo il completamento delle opere di ferroviarie.

Le cabine di campo ospitano anche il trasformatore e fungono anche da "cabine di trasformazione" incrementando il voltaggio fino alla tensione (AT) 36kV. A valle dell'ultima cabina di campo, l'energia verrà trasferita mediante un unico cavidotto esterno alla futura stazione Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite il punto di connessione posto nel territorio comunale di Grottole.

All'interno di ogni sottocampo è prevista la realizzazione di una viabilità permeabile in grado da consentire la manutenzione da realizzarsi mediante scavo e posa in opera di uno stato di misto granulare stabilizzato. Al di sotto di tale viabilità, inoltre, si prevede il posizionamento sia dei conduttori elettrici necessari per portare l'energia prodotta al cavidotto esterno e sia di quelli degli impianti di illuminazione e videosorveglianza. Tali impianti, in particolare, saranno in grado di consentire il monitoraggio, il controllo e la manutenzione anche in ore serali e a distanza.

Al fine di garantire la sicurezza idraulica ai sensi del vigente Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), il progetto prevede anche un allargamento dei canali di bonifica che attraversano in direzione Nord-Sud le aree dell'intervento e che convogliano le acque di versante verso il fiume Basento.

In adiacenza all'impianto fotovoltaico è prevista la realizzazione di un sistema di accumulo a batterie con unità containerizzate, inverter e trasformatori per una potenza di prelievo ed immissione di 20MW e una capacità di 40MWh. Le caratteristiche del sistema di accumulo sono descritte nell'elaborato "F0531AR08A_A.5.b.Relazione tecnica sistema di accumulo".

A completamento degli interventi di progetto, infine, si prevede anche la realizzazione delle recinzioni perimetrali e di cancelli di ingresso finalizzati alla protezione degli impianti descritti in precedenza.

Normativa tecnica di riferimento

- D.M. 37/08 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.lgs. 81/08 – Testo Unico sulla salute e Sicurezza sul Lavoro;

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

- Legge n. 186 del 01.03.68 - Costruzione e realizzazione di materiali e impianti a regola d'arte;
- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli 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 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1000 V in corrente alternata;
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-35 - Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- CEI 17-13 - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT);
- CEI 17-63 - Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- CEI 81-10/1 (EN 62305-1) - "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali";
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2) - "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio";
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3) - "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4) - "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- CEI 81-3 - "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico";
- CEI 20 - Guida per l'uso di cavi in bassa tensione;
- CEI UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata;

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

2 Descrizione di diversi elementi progettuali

Nel seguito sono illustrati in dettaglio i principali elementi progettuali direttamente connessi con la produzione, conduzione e consegna dell'energia elettrica.

2.1 Pannelli fotovoltaici

Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà composto da un modulo monocristallino tipo JINKO Solar Tiger Neo N-type 66HL4M-BDV o similare da 620W. Assemblati con 132 celle bifacciali da 210 mm, questi moduli a doppio vetro hanno la capacità di convertire le luci incidenti sul lato posteriore in elettricità in aggiunta a ciò che viene generato dal lato anteriore, fornendo una maggiore potenza di uscita, un coefficiente di temperatura inferiore, una minore perdita di ombra e una maggiore tolleranza per il carico meccanico, risultando più performanti e più convenienti in termini di generazione di energia solare, nonché tolleranza per ambienti difficili e condizioni meteorologiche estreme.

Il modulo fotovoltaico Jinko da 620W della serie Tiger Neo è composto da celle monocristalline con le dimensioni di un wafer di silicio da 210 mm nella tecnologia delle celle di tipo N in un telaio spesso 30 mm in lega di alluminio anodizzato, rivestiti fronte e retro con vetri ad alta trasparenza, termoisolanti e spessi 2.00 mm ciascuno.

Il Jinko Tiger Neo N-Type ha diverse caratteristiche innovative di progettazione per ottenere un'elevata potenza di uscita, quali ottimo coefficiente di temperatura, ottime prestazioni anche a basso irraggiamento. Inoltre, grazie alle connessioni ad alta densità, l'efficienza dei moduli arriva fino al 22.95%.

Le celle di tipo N in costruzione sono arricchite con fosforo, il che si traduce in un tasso di degradazione inferiore dovuto alla luce solare, un LID basso, il che significa una maggiore efficienza per lunghi anni di utilizzo e maggiori risparmi. La nuova tecnologia implica anche un indice di temperatura più basso e una temperatura operativa più bassa nelle giornate soleggiate.

Pannelli fotovoltaici Vertex S+ TSM-NEG9R.28 è costituito da 144 celle monocristalline

I pannelli sfruttano la tecnologia *"half cut cells"* letteralmente celle tagliate a metà, che permette l'aumento della potenza del singolo modulo e della producibilità, grazie ai seguenti fattori:

A) Maggiore tolleranza all'ombreggiamento

Nei moduli tradizionali le celle sono collegate in serie in una matrice 6 x 10 e l'effetto di un'eventuale ombra è mitigato dai 3 diodi di by-pass. Nell'eventualità in cui una cella non venga irraggiata come le altre, uno dei 3 diodi si attiva e la produzione del modulo viene garantita solo per 2/3 (un modulo da 300W potrebbe produrre 200W). Considerando invece un modulo con 120 celle half-cut ci saranno 2 serie da 60 celle in parallelo aventi in comune i 3 diodi di by-pass. In questo modo se una cella viene ombreggiata solo 1/6 del modulo risentirà dell'ombra (un modulo da 300W potrebbe quindi produrre 250W).

B) Diminuzione delle perdite resistive

Nelle celle half cut, essendo la superficie metà rispetto alle celle intere, la corrente prodotta sarà anch'essa dimezzata e di conseguenza le perdite saranno ridotte di ¼ (essendo le perdite proporzionali

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

al quadrato della corrente). Inoltre, con una minore corrente circolante nei bus bar, la temperatura del modulo sarà più bassa concorrendo così ad aumentarne la producibilità.

C) Minore possibilità di crack

In una cella a minore superficie i microcrack che si formano nel tempo influiranno meno e il modulo fotovoltaico manterrà le prestazioni più a lungo nel tempo.

In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio del modulo, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: Jinko Solar;**
- **modello: JKM620N-66HL4M-BDV;**
- **tipologia: Bifacciali**
- **potenza di picco: 620 Wp;**
- **tensione massima di sistema: 1500V DC**
- **resa in bifaccialità: 80% ± 5%**
- **tensione a circuito aperto (Voc a STC): 49.08 V;**
- **corrente di corto circuito (Isc a STC): 16.08 A;**
- **dimensioni: 2382×1134×30 mm;**
- **peso: 32.4 kg.**

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM600N-66HL4M-BDV		JKM605N-66HL4M-BDV		JKM610N-66HL4M-BDV		JKM615N-66HL4M-BDV		JKM620N-66HL4M-BDV		JKM625N-66HL4M-BDV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	600Wp	453Wp	605Wp	457Wp	610Wp	461Wp	615Wp	464Wp	620Wp	468Wp	625Wp	472Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.16V	37.60V	40.31V	37.76V	40.46V	37.92V	40.60V	38.10V	40.74V	38.25V	40.88V	38.44V
Maximum Power Current (Imp)	14.94A	12.05A	15.01A	12.10A	15.08A	12.15A	15.15A	12.19A	15.22A	12.24A	15.29A	12.28A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.28V	45.86V	48.48V	46.05V	48.68V	46.24V	48.88V	46.43V	49.08V	46.62V	49.28V	46.81V
Short-circuit Current (Isc)	15.84A	12.79A	15.90A	12.83A	15.96A	12.88A	16.02A	12.93A	16.08A	12.98A	16.14A	13.03V
Module Efficiency STC (%)	22.21%		22.40%		22.58%		22.77%		22.95%		23.14%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C											
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)											
Maximum series fuse rating	35A											
Power tolerance	0~+3%											
Temperature coefficients of Pmax	-0.29%/°C											
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C											
Temperature coefficients of Isc	0.045%/°C											
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C											
Refer. Bifacial Factor	80±5%											

2.2 Stringhe

Dal punto di vista del collegamento elettrico, si prevede di collegare 26 moduli in serie, uniti lungo il lato maggiore (1x26 portrait) per formare una "stringa".

Ogni stringa, pertanto, produce una potenza pari a:

$$26 \times 620 \text{ W} = 15,0 \text{ kW}$$

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Unendo in parallelo fino a 3 stringhe si prevede di formare una struttura di supporto unica, denominata "tracker", un inseguitore monoassiale autoalimentato, che grazie ad un algoritmo è in grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte solare.

Di seguito i dati nominali della stringa (rif. Condizioni STC):

DATI PANNELLO

Marca

JINKO SOLAR

modello

JKM620N-66HL4M-BDV

	W_n	620	651	682	W
Potenza nominale (STC)					
Incremento bifacciale		0	5%	10%	%
Potenza condizioni operative (40°)	W_p	593	623	652	W
Tensione alla potenza massima	V_{MPP}	40,74	40,5	40,5	V
Corrente alla potenza massima	I_{MPP}	15,22	16,07	19,02	A
Tensione circuito aperto	V_{oc}	49,08	49,08	49,08	V
Corrente di corto circuito	I_{sc}	16,08	16,08	16,08	A
Efficienza del modulo	Eff	23,0%	24,1%	25,2%	%

Stringa

numero moduli	n	26			
Potenza massima	P_{MAX}	16,12	16,93	17,73	kW
Tensione alla potenza massima	V_{MPP}	1059,24	1059,24	1059,24	V
Tensione circuito aperto	V_{oc}	1276,08	1276,08	1276,08	V
Corrente alla potenza massima	I_{MPP}	15,22	16,07	19,02	A
Corrente di corto circuito	I_{sc}	16,08	16,08	16,08	A

Calcoli per variazione di temperatura

Temperatura STC	T_{STC}	25			°C
Coefficiente di temperatura per I_{sc}	$\alpha_{I_{sc}}$	0,045%			%/°C
Coefficiente di temperatura per V_{oc}	$\beta_{V_{oc}}$	-0,25%			%/°C
Coefficiente di temperatura per P_{MAX}	$\gamma_{P_{mp}}$	-0,29%			%/°C
Temperatura minima	T_{min}	-10			°C
Temperatura massima	T_{max}	40			°C
Tensione minima stringa	V_{min}	1019,5	1013,5	1013,5	V
Tensione massima stringa	V_{max}	1387,7	1387,7	1387,7	V
Corrente di corto circuito stringa (Tmax)	I_{max}	16,2	16,1	16,1	A

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Dove:

V_{\min} STRINGA è la tensione minima V_{MPP} della stringa alla massima temperatura ambiente del sito (40°C) calcolata come segue:

$$V_{\min} = V_{MPP(25^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot \Delta T) = V_{MPP(25^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot (40-25))$$

$$V_{\min} = 1059,24 \cdot (1 + (-0.25\%) \cdot 15) = \mathbf{1019,50 \text{ V}}$$

V_{\max} STRINGA è la tensione massima V_{oc} della stringa alla minima temperatura ambiente del sito (-10°C) calcolata come segue:

$$V_{\max} = V_{oc(20^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot \Delta T) = V_{oc(25^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{Voc} \cdot (-10-25))$$

$$V_{\max} = 1276,08 \cdot (1 + (-0.25\%) \cdot (-35)) = \mathbf{1387,70 \text{ V}}$$

I_{\max} STRINGA è la corrente massima I_{MP} della stringa a condizioni STC

2.3 Strutture di supporto

Le strutture metalliche di supporto ai pannelli fotovoltaici, denominate "tracker", saranno posizionate con asse nord-sud dato che sono in grado di variare l'angolazione orientare i pannelli in modo da "inseguire" la fonte solare durante il suo moto apparente sulla volta celeste. In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio della struttura, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: COMAL Impianti;**
- **modello: SunHunter 18AB;**
- **range di rotazione: 110° (da -55° a +55°);**
- **ground coverage ratio (GCR): 49.7%;**

Alla base della progettazione del tracker SunHunter sono state poste l'affidabilità del sistema e la facilità nell'installazione, entrambe caratteristiche frutto dell'esperienza di Comal Impianti nella costruzione di impianti fotovoltaici industriali. L'inseguitore è costituito da travi scatolate a sezione quadrata, sorrette da pali con profilo a Z ed incernierate nella parte centrale dell'inseguitore al gruppo di riduzione/motore; ancorati alle travi sono i supporti dei moduli, con profilo omega e zeta. I moduli vengono fissati con bulloni e almeno uno di essi è dotato di un dado antifurto.

Al variare della taglia dell'inseguitore, varia il numero di pali di fondazione. Ogni inseguitore è sempre dotato di un palo centrale di tipo HEA 160 ed un numero variabile di pali Z. Il particolare profilo dei pali Z consente una efficace penetrazione in differenti tipologie di terreni ed un'ottima tenuta alle sollecitazioni dovute alla movimentazione della struttura e carichi da vento. Entrambe le tipologie di pali presentano delle asolature per il successivo fissaggio delle teste palo. La presenza di asole consente una più accurata regolazione dell'allineamento della struttura e la compensazione di eventuali errori in fase di infissione. Prove di pull-out vengono eseguite prima della determinazione della lunghezza dei pali per lo specifico progetto.

Sul palo centrale sono imbullonate due piastre ad L per l'ancoraggio del gruppo motore (definite teste motore) e su queste viene fissato il gruppo motore stesso, al quale vengono successivamente

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

accoppiate le prime due travi centrali. Analogamente per ogni palo Z sono presenti delle piastre a T (teste palo), sulle quali sono fissati i cuscinetti per la rotazione della struttura. I cuscinetti sono realizzati in materiale plastico polimerico a matrice vetrosa, progettati e testati da Comal Impianti garantiscono alte prestazioni e durabilità per l'intera vita del progetto (stimata in 25 anni).

Nella parte centrale della struttura è presente il motore e gruppo di riduzione. Le travi sono l'elemento portante dell'intera struttura. Queste sono ancorate al motore e passanti all'interno dei cuscinetti. Le travi attraverso opportuni giunti sono collegate in serie, andando a formare un'unica struttura. Sulle travi vengono installati i moduli fotovoltaici. Specifici supporti con profilo omega (zeta quelli terminali) vengono fissati alle travi e, grazie alla presenza di fori di dimensioni compatibili con quelli presenti sui moduli, è possibile l'ancoraggio del generatore fotovoltaico all'inseguitore.

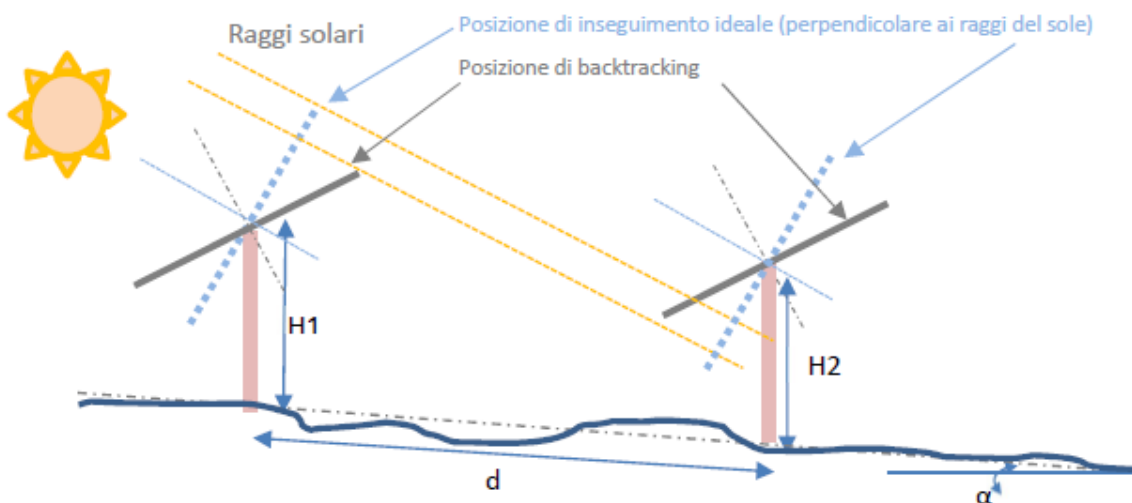


Figura 1. Schema di inseguimento del tracker

Grazie alla modularità con la quale è stato progettato il tracker SunHunter, la fase di installazione in campo richiede poco tempo e soprattutto non presenta operazioni critiche che ne possano pregiudicare il corretto funzionamento. La maggior parte delle componenti infatti è stata ideata con delle tolleranze tali da permettere di recuperare eventuali imprecisioni commesse nelle fasi precedenti.

Per quanto riguarda la manutenzione dopo la messa in servizio delle strutture, anche questa fase richiede dei tempi minimi. Per lo più infatti la manutenzione del SunHunter è di tipo ordinario.

L'inseguimento monoassiale semplifica la pulizia dei pannelli e l'eventuale gestione del verde, in quanto non sono presenti ostacoli tra le file: i tracker adiacenti, infatti, possono essere ruotati l'uno di fronte all'altro per consentire una pulizia simultanea.

Per poter rendere la giacitura del terreno compatibile con l'installazione delle strutture di supporto, inoltre, sono previste anche minime attività di movimento terra finalizzate ad operazioni di livellamento e regolarizzazione del piano campagna.

Le strutture di supporto sono state dimensionate in maniera tale da non consentire un elevato impatto visivo. L'altezza massima raggiungibile da ciascun pannello, infatti, è inferiore a 3.00 m rispetto al piano campagna. In questo modo, tra l'altro, gli elementi da installare ricadono all'interno della casistica A.5.9 (in quanto trattasi di "Pannelli solari e fotovoltaici su strutture di sostegno (pali e simili) di

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

altezza $\leq 3,00$ m dotati di certificato e/o brevetto ministeriale") della DGR 739 del 12.06.2012 "Atto di indirizzo per la definizione delle Opere Minori ai fini della sicurezza per le costruzioni in zona sismica" che disciplina le opere che risultano esentate dall'applicazione delle disposizioni della l.r. 38/1997 e del d.p.R. 380/2001 e che, pertanto, non sono soggette al deposito presso gli uffici dell'ex Genio Civile.

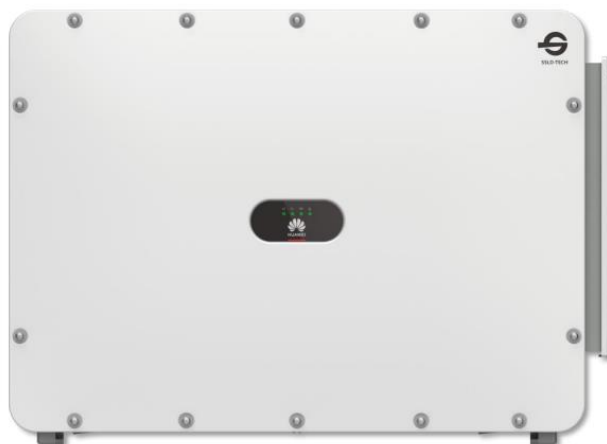
Le strutture di inseguimento scelte saranno del tipo:

- **SH78** (78 moduli, 3 stringhe da 26 moduli, configurazione 1X78 p)
- **SH52** (52 moduli, 2 stringhe da 26 moduli, configurazione 1X52 p)
- **SH26** (26 moduli, 1 stringa da 26 moduli, configurazione 1X26 p)
- **SH13** (13 moduli, 1/2 stringa da 13 moduli, configurazione 1X13 p)

2.4 Inverter di stringa

Le stringhe da 26 moduli saranno unite in parallelo e collegate a inverter di stringa che trasformano la corrente continua prodotta dai pannelli in corrente alternata con tensione di uscita di 800V.

SUN2000-330KTL-H1
 Smart PV Controller
 For APAC, LATAM & EUROPE



Per garantire la produzione di energia dell'impianto, è stata prevista l'installazione di inverter distribuiti di marca HUAWEI modello SUN2000-330KTL-H1, le cui caratteristiche sono riportate di seguito.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

SUN2000-330KTL-H1

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥ 99.0%
European Efficiency	≥ 98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	THD _i < 1% (Rated)
Protection	
Smart String-level Disconnection (SSLD)	Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Detection	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Detection Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤ 112 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	HH4SMM4TMSPA / HH4SFM4TMSPA
AC Connector	Support OT / DT Terminal (Max. 400 mm ²)
Protection Degree	IP 66
Anti-corrosion Protection	C5-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.	

SOLAR.HUAWEI.COM

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Gli inverter saranno posizionati in campo in posizione strategica rispetto alla cabina power center di riferimento. Essi saranno installati su un telaio in acciaio, ad altezza minima di 1,5 metri dal piano di campagna e protetti dai raggi solari con una apposita tettoia.

Ai fini della configurazione stringhe-inverter risultano rispettate le seguenti condizioni:

$$V_{min} \text{ STRINGA} > V_{min} \text{ INVERTER}$$

$$1041.3 \text{ V} > 500 \text{ V}$$

$$V_{max} \text{ STRINGA} < V_{max} \text{ INVERTER}$$

$$1399.1 \text{ V} < 1500 \text{ V}$$

$$I_{max} \text{ IN} < I_{max} \text{ INVERTER}$$

Dove:

V_{min} STRINGA è la tensione minima V_{MPP} della stringa alla massima temperatura ambiente del sito (40°C);

V_{min} INVERTER è la tensione minima di avvio dell'inverter

V_{max} STRINGA è la tensione massima V_{OC} della stringa alla minima temperatura ambiente del sito (-10°C) calcolata in precedenza

V_{max} INVERTER è la tensione massima di funzionamento dell'inverter

I_{max} STRINGA è la corrente massima I_{MP} della stringa a condizioni STC

I_{max} INVERTER è la corrente massima I_{MPPT} dell'inverter

Nel caso dell'inverter SUN2000-330KTL-H1, dotato di 6 ingressi MPPT, saranno collegate in parallelo fino a 20 stringhe, quindi, per ogni ingresso MPPT dell'inverter, saranno collegate fino a 4 stringhe in parallelo. La corrente massima di ingresso, pertanto, è data dal valore I_{max} di 4 stringhe, come riportato nella tabella seguente.

Tabella 1: tabella verifica inverter SUN2000-330KTL-H1 – 300kW

DATI INVERTER

MARCA	HUWEI		
Modello	SUN2000-330KTL-H1		
Tensione minima avvio inverter	V _{min_inv}	550	V
Tensione massima in ingresso	V _{max_inv}	1500	V
Corrente massima per MPPT	I _{max}	65	A
Corrente corto circuito per MPPT	I _{sc}	115	A
Potenza nominale	P _n	300	kW
Potenza apparente massima	P _{max}	330	kVA
Numero totale ingressi	N _{IN}	28	
Numero massimo stringhe	N _{st}	20	verificato (N _{st} <N _{IN})
Potenza massima in ingresso	P _{IN}	322,4	kW
numero ingressi MPPT		6	

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Rapporto DC/AC	1,07	Amnesso
-----------------------	-------------	----------------

Stringa

Tensione minima stringa	V_{min}	1019,5	V	VERIFICATO
Tensione massima stringa	V_{max}	1387,7	V	VERIFICATO
numero ingressi per MPPT	n_{MPPT}	4		
Corrente massima (STC)	I_{max}	60,88	A	VERIFICATO
Corrente di corto circuito (STC)	I_{sc}	64,75	A	VERIFICATO

Guadagno bifacciale **5%**

numero ingressi per MPPT	n_{MPPT}	4		
Corrente massima (STC)	I_{max}	63,92	A	VERIFICATO
Corrente di corto circuito (STC)	I_{sc}	64,32	A	VERIFICATO

Guadagno bifacciale 10% **10%**

numero ingressi per MPPT	n_{MPPT}	4		
Corrente massima (STC)	I_{max}	76,08	A	non verificato
Corrente di corto circuito (STC)	I_{sc}	64,32	A	VERIFICATO

Per l'inverter SUN2000-330KTL-H1, collegando fino a 4 stringhe per MPPT, i valori di corrente in immissione $I_{max}IN$ risultano, considerando il guadagno di bifaccialità del 10%, superiori al valore massimo dell'MPPT, pertanto, in caso di condizioni STC, l'inverter limiterà la corrente di stringa a limite massimo consentito.

Tale superamento della corrente massima non comporta problemi di funzionamento all'inverter ma solo una perdita di rendimento.

2.5 Configurazione dell'impianto

L'impianto, come detto, è suddiviso in 7 "sottocampi", collegati ad altrettante cabine di sottocampo caratterizzate dalle seguenti potenze di picco:

Tabella 2: Configurazione impianto

Sottocampi	nr. stringhe	nr. Pannelli	potenza DC	nr. inverter	potenza AC	DC/AC	trasformatore MVA
1	420	10920	6770,4	22	6600	1,03	6600
2	427	11102	6883,24	22	6600	1,04	6600
3	426	11076	6867,12	22	6600	1,04	6600
4	222	5772	3578,64	11	3300	1,08	3300
5	253	6578	4078,36	13	3900	1,05	6600
6	243	6318	3917,16	13	3900	1,00	6600

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

7	325	8450	5239	17	5100	1,03	6600
TOTALE	2316	60216	37333,92	120	36000	1	42900

In totale, quindi, saranno installati 60.216 moduli, raggruppati in 2316 stringhe di 26 moduli in serie, per una potenza di picco installata in corrente continua pari a:

$$28548 \text{ moduli} \times 620 \text{ Wp} = 37333.92 \text{ kWp} = 37.33 \text{ MW DC}$$

La potenza totale dell'impianto, in corrente alternata, data dalla somma della potenza degli inverter sarà pari a:

$$120 \times 300 = 36.0 \text{ MW AC}$$

2.6 Cabine di sottocampo

Come detto, l'impianto fotovoltaico in progetto è composto da 7 campi ognuno dei quali gestito da un numero variabile di inverter di stringa della potenza unitaria di 300kW e potenza complessiva da 3300 a 6600 kW.

In ogni sottocampo verrà installata una cabina avente dimensioni esterne 7,5 mt x 2,5 mt (LxP), composta da due vani che conterranno in uno il quadro di parallelo BT, quadro ausiliari e gli scomparti MT, nell'altro vano sarà ubicato il trasformatore MT/BT.

Il vano trasformatore sarà dotato di opportuno estrattore calcolato secondo le caratteristiche del trasformatore MT/BT.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice per tutti i locali, alimentati da apposito quadro BT (quadro AUX) installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 40.5kV, guanti di protezione 40.5kV, estintore ecc.).

La cabina sarà del tipo prefabbricato, realizzata mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Le cabine dei sottocampi avranno tutte le medesime caratteristiche, ovvero le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm, il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m². Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrature per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi. L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie. I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Anche le fondazioni della cabina sono prefabbricate e per l'alloggio sarà realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia, previo uno scavo a sezione ampia per l'asportazione del terreno coltivo.

A valle della trasformazione della tensione in MT è prevista la posa di un cavidotto interno in MT che collegherà tutte le cabine di sottocampo fino alla cabina di distribuzione situata anche quest'ultima all'interno dell'area d'impianto.

2.7 Cabina di distribuzione

All'interno della sala di controllo dell'impianto (control room) è prevista una cabina di distribuzione MT in cui verranno convogliati i cavi provenienti dalle cabine dei 7 campi e i circuiti di alimentazione dell'impianto di storage.

Essa sarà composta da due vani che conterranno in uno il quadro ausiliari e gli scomparti MT, nell'altro vano sarà ubicato il trasformatore MT/BT ausiliari.

Il vano trasformatore sarà dotato di opportuno estrattore calcolato secondo le caratteristiche del trasformatore MT/BT.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice per tutti i locali, alimentati da apposito quadro BT (quadro AUX) installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 30kV, guanti di protezione 36kV, estintore ecc.).

2.8 Trasformatori

Nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in vari sottocampi. In ogni sottocampo è prevista una cabina prefabbricata in cui verrà installato il trasformatore di elevazione BT/AT della potenza variabile tra 3300 e 6600 kVA. I trasformatori saranno a singolo o doppio secondario con tensione di 800V ed avrà una tensione al primario di 36kV con le seguenti caratteristiche a seguito:

- **Tipo a olio**
- Nucleo magnetico realizzato con lamierini a cristalli orientati a basse perdite
- Peso: variabile
- frequenza nominale 50 Hz
- Tensione primario 30 KV
- Tensione secondario 0,8 KV
- Perdite 6%
- simbolo di collegamento Dy 11 / Dy11y11
- collegamento primario triangolo
- collegamento secondario stella
- classe ambientale E2
- classe climatica C2
- comportamento al fuoco F1

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

- classe di isolamento termico primarie e secondarie F/F
 - temperatura ambiente max. 40 °C
 - installazione interna
 - tipo raffreddamento: KNAN estere con raffreddamento naturale ad aria
- altitudine sul livello del mare ≤1000m

2.9 Ventilazione box trasformatori

Nelle cabine in cui è prevista l'installazione di un trasformatore, dovranno essere predisposte delle aperture sulle pareti laterali per garantire la ventilazione naturale dei locali.

Le aperture di ventilazione dovranno essere posizionate in basso per l'ingresso di aria fresca e in alto per l'uscita dell'aria calda. Ove possibile dovranno essere disposte preferibilmente su pareti contrapposte, le aperture di ventilazione non avranno serramenti ma solo dotate di griglie del tipo a labirinto atte ad impedire l'ingresso di acqua, animali, e oggetti pericolosi.

Quando la ventilazione naturale non è sufficiente a smaltire il calore di ricorre alla ventilazione forzata.

La ventilazione forzata verrà attivata quando la temperatura interna del locale supera un livello di guardia prefissato (30° C ÷ 35° C) oppure dalle protezioni termometriche dei trasformatori.

2.10 Conduttori elettrici e cavidotti

L'impianto fotovoltaico è stato diviso in diversi sottocampi, ciascuno dei quali sarà collegato ad una cabina di campo. La prima e l'ultima cabina saranno collegate ad un quadro AT (36kV) di campo, in uscita dal quale è prevista la posa di un conduttore elettrico interrato in grado di condurre l'energia prodotta fino al punto di consegna in alta tensione (AT).

All'interno di ogni sottocampo ogni conduttore sarà alloggiato in un cavidotto interrato da posizionare al di sotto della viabilità stradale in progetto. Per ridurre le perdite energetiche, in caso di sovrapposizione del percorso di due o più conduttori, gli stessi potranno anche essere alloggiati all'interno dello stesso cavidotto pur rimanendo distinti l'uno dall'altro.

Il tratto di cavidotto esterno alle aree dei sottocampi, invece, sarà unico e sarà posizionato al di sotto della viabilità stradale esistente. Per la posa è prevista in particolare la demolizione della pavimentazione impermeabile esistente e la sua integrale ricostruzione in seguito alle opportune operazioni di scavo, posa del cavidotto e rinterro. Nell'elaborato "*Sezioni tipo stradali, ferroviarie, idriche e simili*" sono indicate in dettaglio le modalità di posa.

Per la risoluzione delle interferenze con attraversamenti stradali e, più in generale, in caso di impossibilità a procedere con gli scavi in trincea, saranno adottate le seguenti modalità di posa in opera del cavidotto esterno:

- 1) mediante **Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)**, vale a dire mediante una perforazione eseguita con una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche;
- 2) mediante **Spingi tubo**, una trivellazione orizzontale non guidata con successiva infissione di tubi (controtubo o tubo camicia), all'interno dei quali vengono infilati i cavi.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

- 3) mediante **staffaggio**, vale a dire mediante l'ancoraggio sull'opera di attraversamento con staffe ancorate esternamente rispetto all'impalcato, ma ad una quota superiore rispetto a quella di intradosso (in modo da evitare qualunque interferenza con l'eventuale deflusso delle acque in caso di attraversamenti di corsi d'acqua).

Nell'elaborato "*Sezioni tipo stradali, ferroviarie, idriche e simili*" sono indicate in dettaglio le modalità di realizzazione di tali sistemi di avanzamento, mentre nell'elaborato "*Planimetria del tracciato dell'elettrodotto*" sono visibili i tratti interessati.

Lungo il tracciato del cavidotto, inoltre, saranno realizzati dei giunti unipolari a circa 500-800 m l'uno dall'altro. Il posizionamento esatto dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze al di sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto, ma certamente saranno realizzati all'interno di pozzetti denominati "buche giunti".

2.11 Cabina di raccolta

Il progetto prevede la realizzazione di una cabina di raccolta posizionata in zona limitrofa a quella della nuova SE 36-150-380kV. Tale cabina sarà costituita da un fabbricato in c.a.o. di dimensioni in pianta pari a 25m x 10m, all'interno del quale saranno alloggiati i quadri di arrivo del circuito a 36kV proveniente dall'impianto fotovoltaico, nonché il quadro di partenza del collegamento verso la SE sempre con un cavidotto a 36kV.

Inoltre la cabina sarà dotata di locali magazzino, control room e servizi igienici.

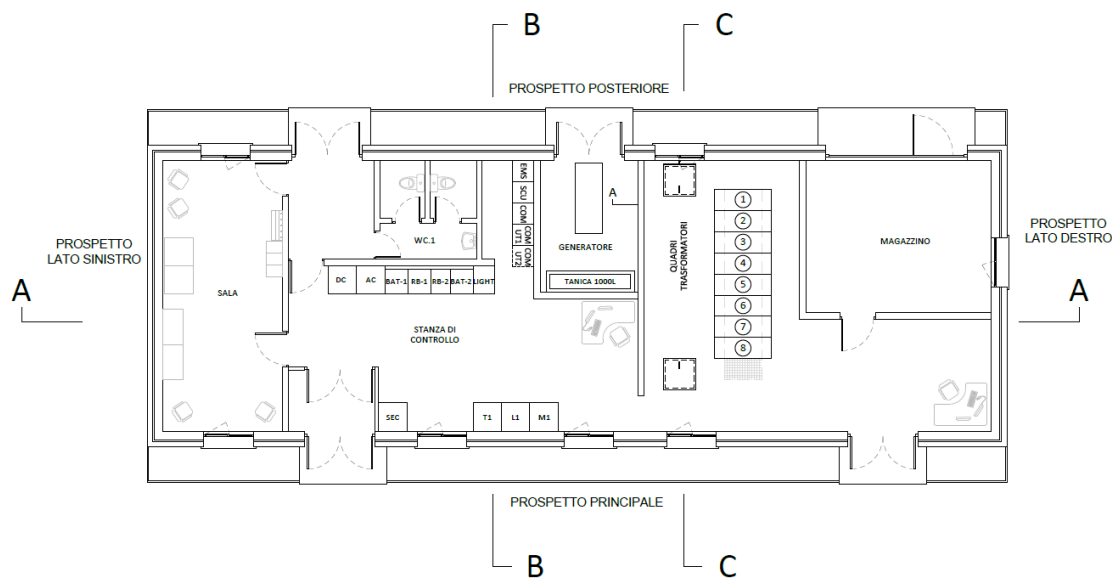


Figura 2 – Cabina di raccolta

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

3 Aspetti energetici dell'impianto fotovoltaico

3.1 Stima della produzione di energia

3.1.1 Sito di installazione

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

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare.

La stima di producibilità dell'impianto è stata effettuata mediante l'applicazione PVsyst, un pacchetto software completo per lo studio, il dimensionamento, la simulazione e l'analisi dei sistemi fotovoltaici.

Le simulazioni sono state svolte per ogni campo considerando i seguenti parametri:

- Latitudine: 40.53°N;
- Longitudine: 16.48° E;
- altitudine: circa 82 m slm

Project summary

Geographical Site Miglionico Pomarico Italy	Situation Latitude 40.53 °N Longitude 16.47 °E Altitude 72 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Miglionico Pomarico Meteonorm 8.1, Sat=100% - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System Simulation for year no 1	Trackers single array, with backtracking	
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 °	Tracking algorithm Astronomic calculation Backtracking activated	Near Shadings According to strings : Slow (simul.) Electrical effect 80 % Diffuse shading Automatic
System information PV Array Nb. of modules 60216 units Pnom total 37.33 MWp	Inverters Nb. of units 120 units Pnom total 36.00 MWac Grid power limit 36.00 MWac Grid lim. Pnom ratio 1.037	
User's needs Unlimited load (grid)		

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Results summary

Produced Energy	61796.55 MWh/year	Specific production	1655 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	87.32 %
Apparent energy	61796.55 MVAh/year				

3.1.2 Dati meteorologici

La versione del software PVsyst utilizzata per la simulazione ingloba al suo interno il programma Meteonorm 8.0, in grado di generare valori climatici annuali accurati e rappresentativi per qualsiasi luogo sulla terra. Meteonorm include due dei migliori modelli sul mercato per simulazioni affidabili di grandi impianti fotovoltaici.

Il database Meteonorm è composto da più di 8000 stazioni meteorologiche, cinque satelliti geostazionari e una climatologia dell'aerosol calibrata a livello globale. Su questa base, sofisticati modelli di interpolazione, basati su oltre 30 anni di esperienza, forniscono risultati con elevata precisione in tutto il mondo

3.1.3 Dati tecnici

Per la simulazione sono stati utilizzati i dati tecnici dei moduli e degli inverter previsti in progetto e presenti nel database del software.

Tabella 3: Parametri dell'impianto

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar 2023	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	JKM620N-66HL4M-BDV	Model	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	620 Wp	Unit Nom. Power	300 kWac
Number of PV modules	60216 units	Number of inverters	120 units
Nominal (STC)	37.33 MWp	Total power	36000 kWac
Modules	2316 string x 26 In series	Operating voltage	500-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	34.64 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.04
U mpp	970 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	35695 A		

PV Array Characteristics

Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	37334 kWp	Total power	36000 kWac
Total	60216 modules	Max. power	39600 kWac
Module area	162655 m ²	Number of inverters	120 units
Cell area	151737 m ²	Pnom ratio	1.04

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

3.1.4 Contributo Bifacciale

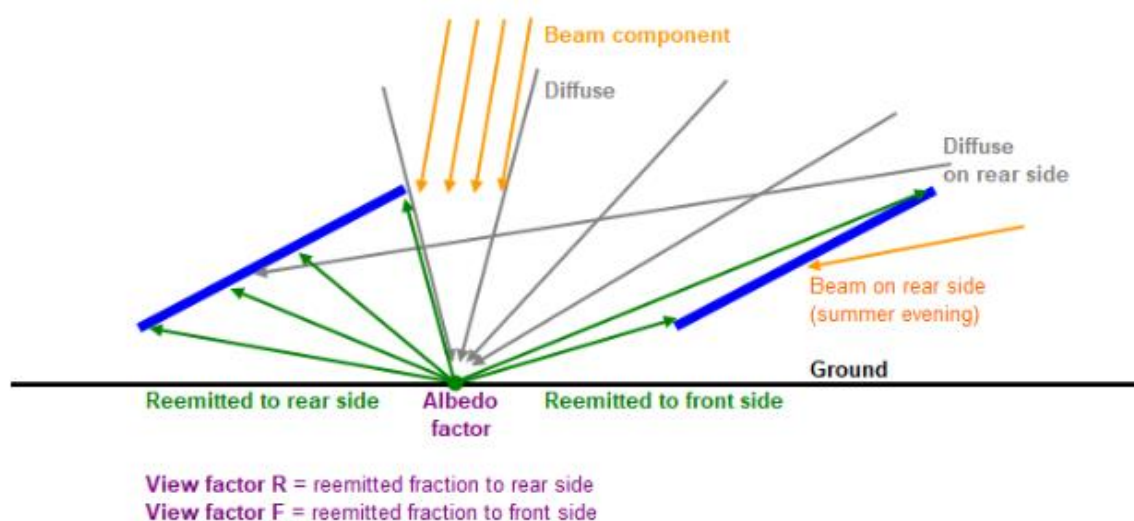
Fattore di bifaccialità

Il presente progetto prevede l'utilizzo di moduli Si-cristallini in grado di utilizzare la luce dal lato posteriore per produrre elettricità. Tali "Moduli Bifacciali" sono caratterizzati dal loro "Fattore di Bifaccialità", ovvero il rapporto tra l'efficienza nominale del lato posteriore, rispetto all'efficienza nominale del lato anteriore. Si ricorda che l'efficienza nominale è semplicemente la Potenza nominale (sotto STC) espressa in [kWp], divisa per l'area del modulo fotovoltaico [m²].

Per la simulazione si ritiene che il comportamento della produzione posteriore sia simile al comportamento della parte anteriore, ovvero obbedisca al modello a un diodo con gli stessi parametri.

Irraggiamento al suolo

Nella maggior parte dei casi (ad eccezione dei sistemi a piano verticale), l'irraggiamento utilizzabile nella parte posteriore è principalmente la riemissione di una parte della luce incidente al suolo, che non è uniforme e deve essere valutato per ogni punto del terreno.



La componente di fascio da considerare è infatti quella che raggiunge il suolo solo tra i moduli fotovoltaici. Pertanto, in un dato momento, un dato punto a terra riceverà (o meno) la componente del raggio. Ciò dipende ovviamente dalla posizione del sole, quindi la distribuzione dell'irraggiamento del raggio deve essere calcolata ad ogni passo temporale della simulazione.

La componente diffusa viene valutata, per un dato punto a terra, integrando i raggi diffusi ricevuti da tutte le direzioni dello spazio che non sono "nascosti" dai collettori. Per questo calcolo, viene usata la stessa ipotesi degli altri modelli diffusi, cioè che il diffuso sia isotropo. È possibile quindi valutare, per ogni punto a terra, la diffusione ricevuta da un integrale, analogo all'integrale per il modello di trasposizione, su tutte le parti del cielo "viste" da questo punto. Pertanto, la componente di irradiazione diffusa è una funzione di distribuzione sui punti al suolo, indipendente dalla posizione del

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

sole e, dipendendo solo dalla geometria del sistema, può essere calcolata in maniera univoca per un sistema di inclinazione fisso e un dato punto al suolo.

Frazione trasparente della copertura

La copertura potrebbe non essere completamente opaca alla luce del sole in quanto possono esserci spazi tra le celle e tra i moduli, che non sono ostruiti da componenti o strutture di montaggio; ciò porterà a una luce aggiuntiva che raggiunge il suolo. Per questo contributo, solitamente piccolo, nelle simulazioni si assume solo un contributo aggiuntivo alla luce ricevuta da ciascun punto a terra che sarà proporzionale all'irraggiamento orizzontale globale e al fattore di trasparenza della copertura.

Irraggiamento sul lato posteriore - fattore di vista

L'irraggiamento sul lato posteriore dei moduli fotovoltaici, come detto, è rappresentata dalla quantità di irraggiamento riemesso dal suolo, definito "Albedo".

La luce emessa da un dato punto del suolo è ottenuta moltiplicando l'irraggiamento ricevuto per il fattore albedo del suolo. Questo parametro è molto importante nella situazione bifacciale e dovrebbe essere stimato con cura per ogni particolare sistema, in quanto può cambiare quando il terreno è bagnato, con la neve, o con il tempo (invecchiamento della superficie), ed eventualmente anche con l'altezza del sole.

Nella simulazione non è possibile considerare gli effetti dei cambiamenti climatici, ma solo adottare valori stagionali per l'albedo. Per la simulazione di producibilità del presente progetto, tuttavia, si è adottato un valore fisso di albedo.

Si precisa che non va confuso l'albedo globale con l'albedo per bifaccialità, in quanto l'albedo globale caratterizza il terreno antistante l'installazione, lontano dal sistema e viene utilizzato nel modello di simulazione di rifrazione ed influisce sul valore globale di radiazione incidente (GlobInc). L'albedo per il contributo bifacciale è, invece, una proprietà del terreno appena sotto l'impianto fotovoltaico.

Un'ipotesi molto importante adottata nel modello di simulazione è che la luce riemessa da un punto del suolo abbia una distribuzione isotropa. Ciò significa che la luce viene riemessa con la stessa intensità qualunque sia la direzione dello spazio (semisfera sopra questo punto), ovvero non c'è un riflesso con una direzione privilegiata o particolare. L'ipotesi adottata porta ad una distribuzione lambertiana, cioè ogni raggio viene moltiplicato per il coseno dell'angolo di incidenza.

Viene definito "Fattore di vista" (o "Fattore di forma") la frazione di questa luce che raggiunge effettivamente il modulo fotovoltaico, ottenuta come integrale su tutte le direzioni che, dal punto al suolo, impattano sui moduli fotovoltaici. La luce riemessa verso il cielo è ovviamente persa. Anche il fattore di vista è una proprietà di ogni punto del suolo, solo in base alla geometria e quindi viene calcolata per ogni punto una sola volta.

Vengono valutati 2 tipi di "Fattori di vista", ovvero uno relativo al lato posteriore dei collettori, ed un altro che rappresenta l'irraggiamento che raggiunge il lato anteriore. Quest'ultimo contributo andrà ad aggiungersi all'usuale irradianza incidente.

Gli integrali del fattore di vista comportano una correzione dell'effetto di incidenza (IAM) per ciascun raggio, che è di particolare importanza per il lato anteriore. Si ricorda che l'effetto di incidenza (il

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

termine designato è IAM, per "Incidence Angle Modifier") corrisponde alla diminuzione dell'irraggiamento che raggiunge effettivamente la superficie delle celle fotovoltaiche, rispetto all'irraggiamento in condizioni di incidenza normale. Tale diminuzione è dovuta principalmente ai riflessi sulla copertura in vetro, che aumentano con l'angolo di incidenza.

Oltre a questi contributi, vengono considerati anche la parte diffusa vista direttamente dal lato posteriore (sempre risultato di un integrale), così come il raggio che eventualmente cade su di essa (la mattina e la sera in estate).

Tutti i calcoli di irraggiamento per il lato posteriore tengono conto delle perdite IAM e sono sempre calcolati utilizzando il semplice modello di Fresnel per vetri senza rivestimento antiriflesso.

Infine, possiamo avere delle strutture meccaniche dietro al modulo (inclusa la scatola di giunzione), e pertanto viene definito anche un fattore di ombreggiatura per il lato posteriore.

Tettoie illimitate

Nella simulazione, infine, è stata adottata l'ipotesi "tettoie illimitate", che consente un semplice calcolo analitico del comportamento della copertura, ovvero l'ombreggiamento reciproco da tettoia a tettoia, considerando un'unica direzione.

Questo semplifica i calcoli bifacciali, perché consente di considerare solo la distribuzione dei punti al suolo lungo la linea azimutale, e di analizzare il loro comportamento in termini di configurazione della tettoia, definiti i parametri caratteristici quali inclinazione piano/azimut, inclinazione, larghezza della copertura, altezza dal suolo, nonché l'albedo del suolo.

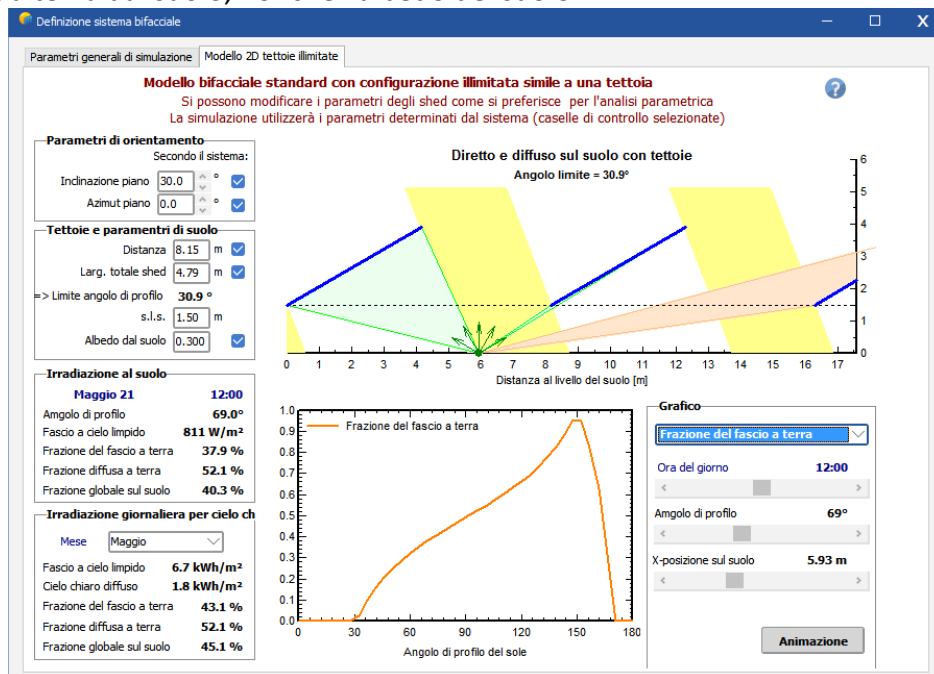


Figura 3: schermata finestra impostazione dati per calcolo contributo bifacciale

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

3.1.5 Perdite energetiche

Ai fini della stima della produzione di energia, sono stati considerati i seguenti fattori di perdita energetica dovuti ad una non perfetta efficienza nella trasmissione da un apparato all'altro:

- degradazione de modulo (per primo anno): 0.2%;
- perdita FV a causa del livello di irraggiamento: 0.4%;
- perdita FV a causa della temperatura: 4.6%;
- perdita per qualità del modulo: 0.7%;
- LID – (Light induced degradation): 2.0%;
 - La degradazione indotta dalla luce (LID) è un fenomeno meno noto che ha un impatto su un ampio segmento del mercato delle celle al silicio cristallino. In breve, è il degrado che si verifica in una cella solare nei primi giorni dopo l'installazione a causa dell'esposizione alla luce solare.
- perdita di accoppiamento, moduli e stringhe: 1.1%;
- perdita induttiva/resistiva al trasformatore: 0.9%;
- perdite ohmiche di cablaggio: 0.9%;
- perdita di inverter in funzione (efficienza): 1.4%;
- altre perdite di inverter: 0%.

L'energia annua immessa in rete è stata calcolata decurtando all'energia di irraggiamento globale disponibile sui pannelli le perdite su elencate.

3.1.6 Perdite energetiche

Ai fini della stima della produzione di energia, sono stati considerati i seguenti fattori di perdita energetica dovuti ad una non perfetta efficienza nella trasmissione da un apparato all'altro:

- degradazione de modulo (per primo anno): 0.2%;
- perdita FV a causa del livello di irraggiamento: 0.4%;
- perdita FV a causa della temperatura: 4.6%;
- perdita per qualità del modulo: 0.7%;
- LID – (Light induced degradation): 2.0%;
 - La degradazione indotta dalla luce (LID) è un fenomeno meno noto che ha un impatto su un ampio segmento del mercato delle celle al silicio cristallino. In breve, è il degrado che si verifica in una cella solare nei primi giorni dopo l'installazione a causa dell'esposizione alla luce solare.
- perdita di accoppiamento, moduli e stringhe: 1.1%;
- perdita induttiva/resistiva al trasformatore: 0.9%;
- perdite ohmiche di cablaggio: 0.9%;
- perdita di inverter in funzione (efficienza): 1.4%;
- altre perdite di inverter: 0%.

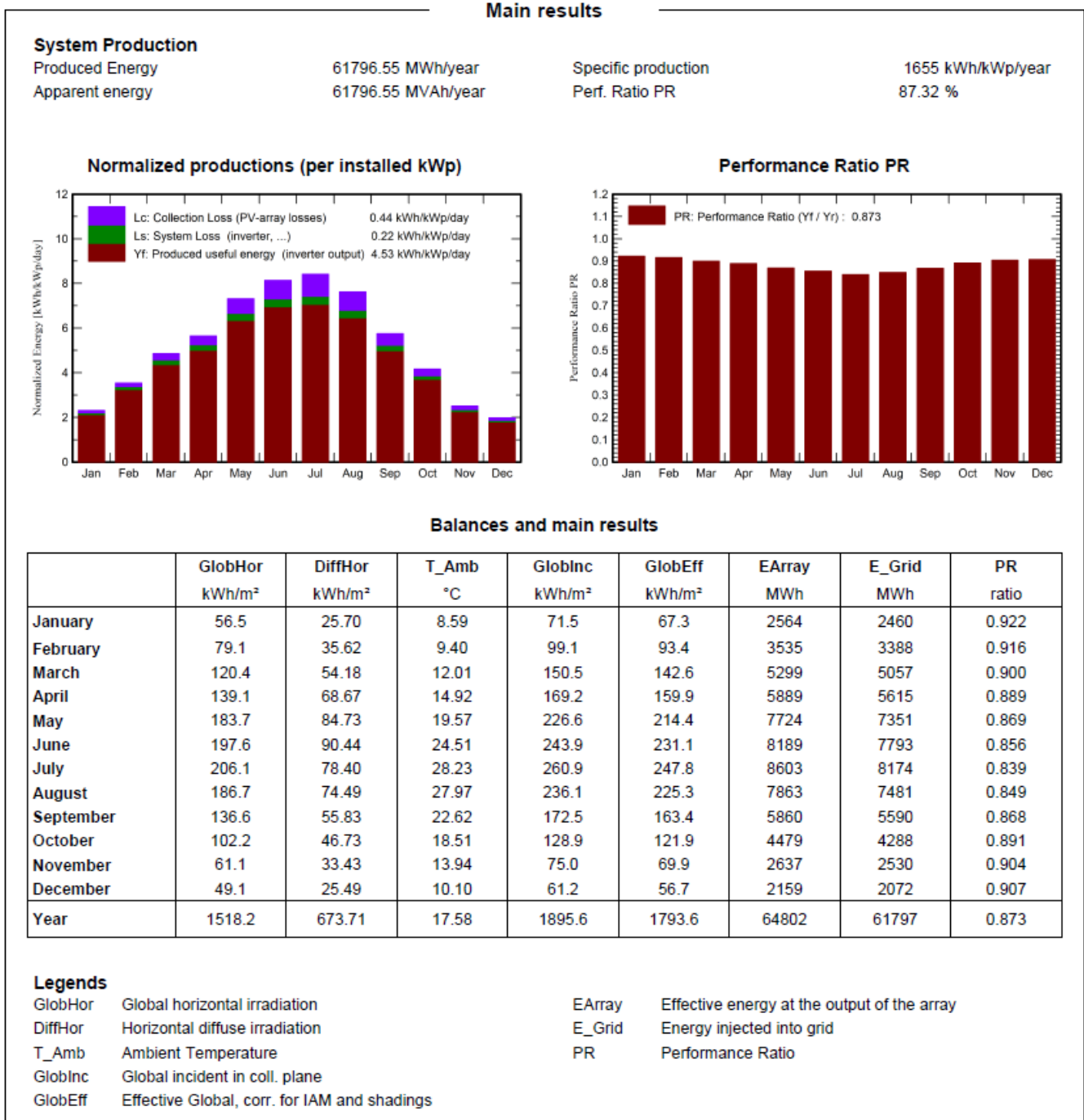
L'energia annua immessa in rete è stata calcolata decurtando all'energia di irraggiamento globale disponibile sui pannelli le perdite su elencate.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

3.1.7 Irraggiamento e producibilità

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei dati di irraggiamento e della conseguente energia immessa in rete (E-Grid) per il primo anno di esercizio.

Tabella 4: Risultati delle stime di producibilità



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Tenendo conto di un tasso di invecchiamento dei pannelli pari allo 0.45% (valore estratto dalla scheda tecnica del produttore), è possibile calcolare l'energia media annua immessa in rete durante la vita utile dell'impianto, pari a 20 anni. Nella tabella seguente è mostrato il cronoprogramma con l'indicazione della produzione di energia per ogni anno.

Tabella 5: Cronoprogramma della producibilità media annuale lungo la vita utile dell'impianto (20 anni)

Anno	Produzione di energia (MWh)
1	61.797
2	61.487
3	61.177
4	60.867
5	60.557
6	60.247
7	59.806
8	59.363
9	58.922
10	58.479
11	58.036
12	57.745
13	57.454
14	57.163
15	56.872
16	56.581
17	56.326
18	56.073
19	55.820
20	55.565
Totale	1.170.337,00

3.1.8 Misure di irraggiamento e performance

L'impianto risulterà dotato di un sistema di monitoraggio ambientale avente l'obiettivo di mantenere monitorati i dati climatici e di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

In particolare, verranno misurati, con idonei strumenti quali ad esempio celle solari e piranometri i dati di irraggiamento in un numero adeguato di strumenti distribuiti sul campo, oltre al dato della temperatura con sensori a contatto posti direttamente sui moduli.

La valutazione delle prestazioni energetiche sarà poi determinata tramite il calcolo del cosiddetto PR "Performance Ratio".

3.2 Risparmio di combustibile ed emissioni evitate in atmosfera

Ad oggi la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Un utile indicatore per

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il TEP, ossia il numero di **tonnellate equivalenti di petrolio** risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica. L'impianto fotovoltaico consente inoltre la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Secondo l'art. 2 della Delibera EEN 3/08 è possibile considerare il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria pari a:

$$f_c = 0,187 \text{ TEP/MWh}$$

Nel presente caso, pertanto, considerando una produzione media dell'impianto al primo anno di vita di 61797 MWh (Tabella 5), le TEP risparmiate in un anno sono pari a:

$$T_1 = 0,187 \cdot 61.797 = 11.556,04 \text{ TEP}$$

Mentre quelle risparmiate in 20 anni, sulla base di una produzione complessiva di 1.246.148 MWh (Tabella 4), sono pari a:

$$T_{20} = 0,187 \cdot 1.170.337 = \mathbf{231.120,78 \text{ TEP}}$$

Nella tabella seguente è possibile notare le quantità delle principali emissioni in atmosfera che la realizzazione dell'impianto consente di evitare.

Tabella 6: Emissioni in atmosfera evitate (fonte: Rapporto ambientale ENEL 2006)

Emissioni in atmosfera EVITATE	CO2	SO2	Nox	Polveri
Emissioni evitate (g/kWh)	496,00	0,93	0,58	0,029
Emissioni evitate in 1 anno (Ton)	30.651,31	57,47	35,84	1,79
Emissioni evitate in 20 anni (Ton)	580.487,15	1.088,41	678,80	33,94

4 Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione

Nel presente capitolo sono contenute tutte le soluzioni impiantistiche adottate per la protezione dell'impianto in progetto sia in linea generale che, più in dettaglio, contro i fulmini.

4.1 Protezione generale

Gli impianti saranno costruiti in modo da consentire al personale addetto all'esercizio ed alla manutenzione di circolare e di intervenire in sicurezza in ogni punto dell'impianto, secondo le circostanze, nell'ambito dei propri compiti e delle autorizzazioni concesse e in linea con la Norma CEI 64-8.

4.1.1 Protezione contro i contatti diretti

Nella costruzione degli impianti va considerato di evitare il contatto non intenzionale con parti attive od il raggiungimento di zone pericolose prossime alle parti attive.

Per quanto riguarda le parti attive, vanno protette quelle con il solo isolamento funzionale e le parti che possono essere considerate a potenziale pericoloso:

- parti esposte attive;
- parti degli impianti dove sono state rimosse guaine metalliche collegate a terra o schermi conduttori di cavi;
- cavi ed accessori sprovvisti di schermi metallici collegati a terra, nonché cavi flessibili sprovvisti di schermi conduttori elastomerici;
- terminali e guaine conduttrici dei cavi, se essi possono portarsi ad una tensione pericolosa;
- corpi isolanti di isolatori ed altre parti simili, se può insorgere una tensione di contatto pericolosa;
- telai o contenitori di condensatori, convertitori e trasformatori di conversione, che possono essere in tensione durante il normale esercizio;
- avvolgimenti di macchine elettriche, trasformatori e reattori.

I tipi di protezioni che potrebbero essere adottati sono i seguenti:

- protezione per mezzo di involucri;
- protezione per mezzo di barriere (ripari);
- protezione per mezzo di ostacoli (parapetti);
- protezione mediante distanziamento.

Le barriere devono impedire che nessuna parte del corpo di un uomo possa raggiungere la zona di guardia prossima alle parti attive e possono quindi essere pareti piene, pannelli o reti metalliche con un'altezza minima di 2000 mm.

Gli ostacoli possono essere realizzati tramite l'impiego di coperture, parapetti, catene e corde oppure utilizzando pareti piene, pannelli o reti metalliche con un'altezza inferiore ai 2000 mm e che quindi non possono rientrare nelle barriere.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

La protezione mediante distanziamento si ottiene collocando le parti attive al di fuori della zona dove le persone possono abitualmente soffermarsi o muoversi tenendo conto della distanza che si può raggiungere con le mani in qualsiasi direzione.

Le porte dei locali per le apparecchiature o per gli scomparti, utilizzate come elementi di chiusura, devono essere progettate in modo tale da poter essere aperte solo mediante attrezzi o chiavi.

4.1.2 Protezione contro i contatti indiretti

Nei sistemi di II categoria per la protezione contro i contatti indiretti la cabina deve essere dotata di un impianto di terra conforme alla Norma CEI 11-1.

Le masse o masse estranee facenti parte della cabina devono essere collegate all'impianto di terra. Per poter dimensionare l'impianto di terra si deve richiedere all'Ente Distributore:

- il valore della corrente di guasto a terra della rete;
- il tempo di eliminazione del guasto.

Le prescrizioni da rispettare affinché venga assicurata la protezione sono:

- Neutro collegato direttamente a terra;
- Conduttore di neutro e conduttore di protezione comuni PEN: sistema TN-C;
- Conduttore di neutro e conduttore di protezione separati PE + N: sistema TN-S;
- Masse di utilizzazione collegate al conduttore di protezione, a sua volta collegato a terra in più punti e alla messa a terra dell'alimentazione;
- Sgancio obbligatorio al primo guasto d'isolamento, eliminato tramite i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti o del differenziale.

I dispositivi di interruzione automatica ammessi dalle norme sono:

- Il dispositivo a corrente differenziale;
- Il dispositivo contro le sovracorrenti.

In un sistema IT il neutro del trasformatore non è connesso a terra, si dice, quindi, "sistema a neutro isolato". In questo tipo di sistema non è prevista alcuna protezione contro i contatti indiretti, in quanto l'intero sistema si ritiene isolato.

Un sistema come quello in oggetto viene impiegato, generalmente, laddove siano presenti situazioni di lavoro ove sia prioritaria la continuità del servizio, in quanto la presenza di un primo guasto a terra non dà luogo a correnti di valore elevato e /o pericoloso per le persone. La corrente di guasto a terra assume valori molto bassi, tipicamente fino a 2 A, e si richiude sul nodo di alimentazione attraverso l'impianto di terra delle masse e le capacità verso terra dei conduttori di linea. Il ridotto valore della corrente di guasto fa sì che non si abbia alcun intervento delle protezioni, le tensioni di contatto originate assumeranno, quindi, valori particolarmente bassi.

Normalmente in sistemi di questo tipo si prevede l'utilizzo di un dispositivo di controllo di isolamento il quale verifica se, effettivamente, il sistema rimane isolato nel tempo o sia necessario intervenire per ripristinare l'isolamento, segnalando le eventuali condizioni anomale che si manifestano in caso di guasto.

Questo dispositivo segnala qualsiasi riduzione significativa del livello di isolamento dell'impianto permettendo così l'individuazione della causa di questa riduzione prima del verificarsi di un secondo guasto a terra, che causerebbe l'interruzione dell'alimentazione.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Nel caso di doppio guasto a terra, infatti, si viene a modificare il sistema di distribuzione vanificando ogni beneficio di una rete isolata da terra. In funzione di come sono collegate le masse degli utilizzatori all'impianto di terra il sistema potrebbe passare da una situazione IT a TN o TT, in entrambi i casi si avrebbero elevate correnti di guasto.

La norma prevede dunque che, in presenza di un doppio guasto a terra, il sistema debba essere interrotto, con modalità diverse nel caso di sistemi TT o TN cui migrerebbe il sistema IT di partenza.

La norma, inoltre, raccomanda di non distribuire il conduttore di neutro nei sistemi IT, in primis per evitare il rischio che, in sistemi relativamente complessi, questo possa essere accidentalmente collegato a terra, vanificando in tal modo i vantaggi di un sistema IT; la seconda ragione secondo cui la norma raccomanda di non distribuire il neutro è legata a problematiche più prettamente impiantistiche, in quanto l'impedenza dell'anello di doppio guasto nei sistemi con neutro distribuito deve risultare inferiore che non nei sistemi a neutro non distribuito, con la conseguenza delle difficoltà pratiche nella realizzazione di una impedenza bassa e la conseguente difficoltà di coordinamento dei dispositivi di interruzione automatica per la protezione dai contatti indiretti.

4.1.3 Protezioni dai sovraccarichi

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una conduttura avente corrente di impiego I_b e portata I_z ($I_b < I_z$) si deve installare nel circuito della conduttura st un dispositivo di protezione avente corrente nominale I_n e corrente convenzionale di funzionamento I_f che soddisfino le condizioni seguenti:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1.45 \cdot I_z$$

dove I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi deve avere caratteristiche tali da consentire, senza interrompere il circuito, i sovraccarichi di breve durata che si producono nell'esercizio ordinario (Norme CEI 64-8).

Per quanto riguarda il rispetto della seconda condizione, nel caso di interruttori automatici non è necessaria alcuna verifica, in quanto la corrente di sicuro funzionamento è, rispettivamente:

- $1.45 \cdot I_z$ per interruttori uso domestico conformi alla CEI 23-3;
- $1.30 \cdot I_z$ per interruttori uso industriale conformi alla CEI-EN 60947-2.

4.1.4 Protezione conduttori contro il corto circuito

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono rispondere alle seguenti condizioni.

- 1) Devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione; in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che il valore di $I^2 \cdot t$ lasciato passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quello che può essere sopportato senza danno dal dispositivo a valle e dalle

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

condutture protette. La corrente di cortocircuito da prendere in considerazione deve essere la più elevata che si può produrre in relazione alle configurazioni; in caso di impianto trifase si deve considerare il guasto trifase.

- 2) Devono intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre il limite ammissibile. Questa condizione deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della condotta protetta. In prima approssimazione, per cortocircuiti di durata non superiore a 5 sec, la condizione che il cortocircuito non alzi la temperatura dei conduttori dal valore massimo in servizio normale oltre al limite ammissibile si può verificare con la formula $I^2 \cdot t < k^2 \cdot S^2$ oppure verificando la curva dell'integrale di Joule fornita dal costruttore (Norma CEI 64-8).

4.1.5 Cartelli

Nella cabina MT/BT si dovranno installare i cartelli (di divieto, avvertimento e avviso) sotto elencati, realizzati (pittogrammi ed eventuali scritte) secondo le disposizioni di legge in materia di sicurezza sui luoghi di lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.).

I segnali, le targhe, i cartelli posti all'esterno devono essere scritti con caratteri indelebili su un supporto che garantisca una buona resistenza alle intemperie.

All'esterno della cabina, su ciascuna porta d'accesso e su ogni lato di eventuali recinzioni saranno posti i seguenti cartelli:

- Divieto d'accesso alle persone non autorizzate;
- Tensione elettriche pericolosa;

Sulla porta d'ingresso al locale, oltre ai tre precedenti, saranno posti i seguenti cartelli:

- Divieto di usare acqua per spegnere incendi;
- Tensione.

All'interno della cabina si dovranno avere:

- Istruzioni relative ai soccorsi d'emergenza da prestare agli infortunati per cause elettriche compilato nelle parti relative ai numeri telefonici da contattare in caso di necessità (medici, ospedali, ambulanze, ecc. più vicini);
- Schema elettrico;
- In prossimità delle apparecchiature di MT, indicare la tensione;
- A disposizione del personale addetto alla manutenzione, il cartello indicante il divieto di effettuare manovre;
- Sulle eventuali uscite di emergenza l'apposito segnale.

Nel caso sia prevista una sorgente autonoma di energia, questa viene segnalata mediante apposita targa posta in corrispondenza del dispositivo di sezionamento del circuito che la collega alla cabina.

Quando la cabina prevede batterie di condensatori e/o batterie di accumulatori, le porte delle celle corrispondenti sono munite di una targa che segnala la presenza di condensatori e delle batterie di accumulatori.

Per cabine elettriche complesse è opportuno che sia esposto uno schema unifilare per permettere anche in caso di urgenza una rapida comprensione delle manovre da eseguire.

Si consiglia inoltre la predisposizione di una tasca porta documenti fissata alla parete.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

I dati relativi alla regolazione delle protezioni, le sezioni dei cavi, ecc. possono essere riportati su schemi diversi e tenuti a disposizione per gli interventi di manutenzione o modifica.

4.1.6 Materiale per l'esercizio e la manutenzione

In ciascun locale dove possono essere effettuate manovre sull'impianto di II categoria, a meno che gli addetti non ne siano dotati, devono essere disponibili le appropriate dotazioni di sicurezza (pedane o tappeti isolanti, fioretto di manovra, guanti isolanti).

4.1.7 Mezzi di estinzione

Gli eventuali mezzi di estinzione devono essere collocati in luoghi facilmente accessibili anche in caso di incendio. L'acqua non deve essere usata per lo spegnimento di incendi, quando le materie con le quali verrebbe a contatto possono reagire in modo da aumentare notevolmente di temperatura o da svolgere gas infiammabili o nocivi. L'acqua (a meno che non si tratti di acqua nebulizzata) e le altre sostanze conduttrici non devono essere usate in prossimità di conduttori, macchine e apparecchi elettrici sotto tensione e si consiglia vivamente di non ricorrere a getti d'acqua per lo spegnimento di fiamme o incendio che si siano prodotti all'interno del locale cabina.

4.1.8 Qualifica del personale

Il personale che entra in cabina è autorizzato nel momento stesso in cui riceve la chiave dal responsabile dell'impianto. Ovviamente, può essere autorizzata una persona che abbia conoscenze tecniche o esperienza (persona esperta - PES) o che abbia ricevuto istruzioni specifiche sufficienti per permetterle di prevenire i pericoli dell'elettricità, in relazione a determinate operazioni condotte in condizioni specificate (persona avvertita - PAV).

Persona esperta è, ad esempio, un installatore o un manutentore qualificato. L'addetto alle pulizie della cabina è invece una persona comune e per diventare persona avvertita deve ricevere adeguate istruzioni e/o sorveglianza, in relazione al tipo di cabina (a giorno o con quadri chiusi), al tipo di intervento richiesto ed agli attrezzi utilizzati. Ad esempio, per eseguire la pulizia di una cabina a giorno con parti attive accessibili deve essere sorvegliato da una persona esperta. In una cabina con parti attive non accessibili è sufficiente un'informazione sui rischi presenti e comportamenti da seguire.

Da notare che gli aggettivi "esperta" o "avvertita" hanno una validità generale e non sono da confondere con il caso particolare relativo alle qualifiche richieste per i lavori elettrici. In altre parole, per entrare in cabina non è necessario avere la qualifica di persona esperta o avvertita ai fini dei lavori elettrici, a meno che non si debbano eseguire tali lavori.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

4.1.9 Apparecchiature e componenti

Cavi

I cavi dei sistemi di II categoria devono essere dotati di uno schermo o di una guaina metallica connessa a terra almeno ad una estremità del cavo.

Connessioni elettriche

Le connessioni elettriche devono essere eseguite in modo tale da non rappresentare punti deboli e devono essere studiate in modo da limitare la possibilità di effluvio, presentare una bassa resistenza elettrica e un'adeguata resistenza meccanica. In particolare, le connessioni dovranno avere caratteristiche elettriche e termiche non inferiori a quelle dei cavi o dei conduttori ad essi collegati. Le connessioni dei conduttori con i terminali degli apparecchi devono essere comunque tali da non trasmettere ai terminali inammissibili sollecitazioni termiche o meccaniche dovute a peso, dilatazione, vibrazioni, correnti di cortocircuito. Si raccomanda particolare attenzione all'ancoraggio dei cavi unipolari in corrispondenza alle connessioni terminali. Le connessioni devono essere realizzate con metalli che non diano luogo a coppie elettrolitiche; ove ciò non sia possibile devono essere adottati provvedimenti atti ad evitare il contatto diretto tra gli stessi. Le superfici di contatto delle connessioni devono essere preparate e protette in modo da assicurare il mantenimento nel tempo delle loro caratteristiche di conduttività.

Materiali isolanti

I materiali isolanti devono essere scelti in base alla tensione, all'ambiente di installazione e alla temperatura massima di servizio continuativo cui sono sottoposti e devono avere adeguate caratteristiche di non propagazione della fiamma. In caso di locali contigui tra i quali si voglia realizzare la separazione, la continuità dei circuiti che non siano realizzati a mezzo di cavi viene assicurata a mezzo di appositi isolatori a passante. Se si adottano altri sistemi, questi devono offrire la stessa garanzia di segregazione degli isolatori passanti.

Sezionatori

Nei sistemi di II categoria un dispositivo di sezionamento deve essere previsto in corrispondenza di ogni interruttore, dei fusibili di protezione e di ogni interruttore di manovra che non soddisfi le norme dei sezionatori. La possibilità di sezionamento del circuito deve essere prevista anche sulle linee di alimentazione o con possibile alimentazione di ritorno ed il sezionatore può essere posizionato anche lontano dalla cabina stessa. Gli apparecchi di manovra in esecuzione estraibile delle apparecchiature prefabbricate con involucro metallico svolgono anche la funzione di sezionatore. I sezionatori sono in genere interbloccati con i relativi apparecchi di manovra in modo da impedire la loro apertura o chiusura sotto carico. Qualora ciò non venga realizzato, sul pannello frontale della cella è consigliabile che sia indicata la corretta sequenza delle operazioni di manovra. I dispositivi di sezionamento devono essere equipaggiati in modo da permetterne il bloccaggio in posizione di aperto e chiuso. Il comando del

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

dispositivo di sezionamento deve consentire l'applicazione dei blocchi eventualmente previsti in base alle esigenze della cabina. Ad ogni sezionatore o apparecchio di manovra in esecuzione estraibile è opportuno associare un sezionatore di terra interbloccato con la sua posizione di aperto o sezionato. Nel caso di sezionatori di terra posti in corrispondenza di una linea per la quale esiste la possibilità di alimentazione dall'altra estremità possono essere prese in considerazione, ad esempio, le seguenti soluzioni:

- Uso di sezionatore di terra con blocco a chiave condizionato al sicuro sezionamento della linea all'altra estremità;
- Uso di sezionatore di terra con potere di chiusura adeguato al valore della corrente di cortocircuito nel punto di installazione.

I sezionatori e i sezionatori di terra devono avere caratteristiche termiche e dinamiche adeguate all'intensità e alla durata della corrente di cortocircuito calcolata nel punto di installazione. Il comando meccanico deve essere facilmente manovrabile dall'operatore e dal posto di comando deve essere possibile riconoscere la posizione raggiunta dal dispositivo di sezionamento mediante una delle seguenti condizioni:

- Sezionamento visibile;
- Segnalazione di un dispositivo indicatore sicuro;
- Posizione della parte estraibile rispetto alla parte fissa chiaramente identificabile rispetto al completo inserimento od al completo sezionamento.

Interruttori

Nei sistemi di II categoria gli interruttori devono avere un potere di interruzione e di chiusura adeguato alla corrente di cortocircuito calcolata nel punto di installazione. Gli interruttori devono avere un comando di apertura e di chiusura con manovra indipendente dall'operatore. Quando è previsto un comando con sorgente esterna di energia, deve essere previsto anche un comando a mano di emergenza.

Interruttori di manovra

Nei sistemi di II categoria per gli interruttori valgono le disposizioni sopraelencate e per gli interruttori di manovra sezionatori si fa riferimento al paragrafo "Sezionatori" di questa relazione. Nel caso di combinazione interruttore di manovra-fusibile l'intervento di un fusibile deve provocare l'apertura automatica di tutti i poli dell'interruttore di manovra.

Relè di protezione

Ogni circuito equipaggiato con interruttore che svolge la funzione di protezione del circuito stesso deve essere dotato di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti che agiscono sul comando di apertura dell'interruttore.

I dispositivi di protezione possono essere:

- Relè diretti;
- Relè indiretti senza alimentazione ausiliaria;

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

- Relè indiretti con alimentazione ausiliaria.

I relè indiretti possono essere inseriti sia a monte che a valle dell'interruttore purché sia assicurato il funzionamento corretto dell'insieme, inoltre si deve prestare particolare attenzione all'adeguatezza delle loro caratteristiche termiche e dinamiche.

I relè di massima corrente possono essere con caratteristica di intervento a tempo dipendente, indipendente, istantaneo o con una combinazione di queste.

L'alimentazione dei circuiti amperometrici dei relè indiretti dovrebbe essere fatta preferibilmente da trasformatori di corrente di protezione o, nel caso di trasformatori con più secondari, utilizzando i secondari di protezione.

Nel caso di impiego di relè indiretti senza alimentazione ausiliaria, l'energia necessaria al funzionamento del relè e dello sganciatore viene prelevata direttamente dalla corrente di guasto. Il relè deve essere dotato di un dispositivo di prova che consenta di verificare agevolmente il suo corretto funzionamento.

Nel caso di impiego di relè indiretti con alimentazione ausiliaria, è necessario disporre di una sorgente indipendente che assicuri l'alimentazione anche in caso di guasto.

TA e TV di protezione

I trasformatori di corrente (TA) e i trasformatori di tensione (TV) di protezione hanno esigenze e quindi caratteristiche diverse dai TV di misura. I TA e TV di misura devono garantire una corretta misurazione della grandezza (corrente o tensione), nel proprio campo d'impiego e salvaguardare gli strumenti di misura da eventuali sovracorrenti. Ad esempio, i TA di misura garantiscono in genere una risposta lineare per correnti da $0,1 I_n$ a $1,2 I_n$ e saturano rapidamente per valori superiori, in modo che eventuali correnti di cortocircuito non danneggiano i delicati equipaggi degli strumenti di misura collegati sul secondario. I TA e i TV di protezione, invece, devono garantire una rilevazione corretta della grandezza elettrica per un campo di valori molto più ampio di un trasformatore di misura. Non si può impiegare un TA di misura per alimentare un relè di protezione, perché il TA di misura va in saturazione con le correnti di cortocircuito: la corrente sul secondario non è più proporzionale a quella sul primario e potrebbe non provocare l'intervento delle protezioni di massima corrente. I circuiti secondari di TA e TV devono essere collegati a terra (se non sono separati dal primario con uno schermo messo a terra), con conduttore di sezione minima $2,5 \text{ mm}^2$ se protetto meccanicamente, altrimenti 4 mm^2 .

Trasformatori

I trasformatori devono essere installati in modo da impedire contatti accidentali con i terminali e le superfici isolanti degli avvolgimenti. Il trasformatore va installato in uno dei seguenti modi:

- Dietro barriere rigide, di altezza almeno uguale a 2 m;
- Dietro ostacoli di altezza compresa tra 1,2 m e 1,4 m (parapetti catene o funi), aventi una distanza minima dai terminali MT e dalle superfici isolanti del trasformatore maggiore o uguale alla distanza di guardia $A = (dg + 1250) \text{ mm}$;
- In involucri con grado di protezione almeno IP2X. Al di fuori delle cabine elettriche è richiesto un grado di protezione minimo IP23D.

Per quanto riguarda la possibilità di installazione dietro barriere rigide, bisogna tener conto che:

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

- Per barriere con grado di protezione maggiore o uguale a IP1XB la distanza dai terminali MT e dalle superfici isolanti del trasformatore deve essere maggiore o uguale alla distanza di guardia (dg);
- Per barriere metalliche, collegate a terra, con grado di protezione maggiore o uguale a IP3X la distanza dai terminali e dalle superfici isolanti del trasformatore deve essere maggiore o uguale alla distanza di isolamento fase – terra (N).

I trasformatori in resina possono essere installati, senza particolari accorgimenti, nello stesso locale con i quadri di media e bassa tensione. Nel caso di più trasformatori in resina di classe F1 nello stesso locale, non sono prescritte particolari precauzioni contro gli incendi, né provvedimenti per la loro separazione.

Una separazione tra i trasformatori, mediante pareti di materiale incombustibile è comunque vantaggiosa, perché permette di accedere in sicurezza a ciascuna unità, mantenendo le altre in servizio. Gli involucri di protezione ostacolano la libera circolazione dell'aria, il che potrebbe portare al declassamento della potenza del trasformatore.

Le ditte costruttrici hanno pertanto adottato, per potenze fino a 2500 kVA, opportuni accorgimenti che creano all'interno degli involucri le stesse condizioni ambientali che si avrebbero in assenza del contenitore. Tali condizioni devono essere garantite dal costruttore del trasformatore, che generalmente è anche fornitore dell'involucro. L'accesso all'involucro di protezione, necessario per le normali operazioni di ispezione e di manutenzione, deve essere effettuato con l'impianto fuori servizio e in sicurezza. A tal fine, un sistema di interblocco a chiave con gli organi di sezionamento, oppure l'impiego di pannelli avvitati asportabili solo con l'uso di attrezzi, contribuiscono ad aumentare la sicurezza degli operatori contro i contatti diretti.

Pulsanti di sgancio della cabina

Il pulsante di sgancio collocato in corrispondenza della porta di accesso di una cabina MT/BT non è obbligatorio; esso solitamente comanda l'apertura del dispositivo generale della cabina stessa e lascia in tensione la parte di impianto che si trova a monte di questo dispositivo. A meno di evitare altri accorgimenti, il pulsante di sgancio potrebbe indurre ad erronee conseguenze, ad esempio in caso di incendio.

È richiesto che la funzione del comando di emergenza sia chiaramente segnalata installando presso il medesimo un idoneo cartello, recante la scritta "interruttore generale, attivare in caso d'emergenza" o un'altra scritta simile.

Per il collegamento del pulsante di sgancio è bene utilizzare una condotta in cavo e in tubo protettivo. È fondamentale che il comando sia efficiente, e per questo si usano principalmente due sistemi:

- Bobina a minima tensione;
- Bobina a lancio di corrente con segnalazione ottica dell'integrità del circuito.

Per il comando a lancio di corrente è opportuno che sia presente un gruppo di continuità statico UPS per l'alimentazione in emergenza dei circuiti di sgancio (tale gruppo sarà utilizzabile anche per la strumentazione della centralina dei trasformatori e per la visualizzazione permanente in caso di black-out, ecc.).

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere
Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023
A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

4.2 Protezione contro i fulmini

L'impianto in progetto sarà soggetto a periodica manutenzione che comporta, pertanto, la presenza occasionale del personale addetto. Secondo il decreto Legislativo 81/2008, quindi, il datore di lavoro alla denuncia all'ASL/ARPA e all'ISPESL dei dispositivi di collegamento a terra e di dispersione delle scariche atmosferiche e alla verifica periodica degli stessi da parte dell'ASL/ARPA, o di un organismo abilitato, secondo l'art. 4 dello stesso decreto.

4.2.1 Protezioni contro le tensioni di passo e contatto

Con il collegamento delle strutture metalliche all'impianto di terra dei prefabbricati si crea una situazione di equipotenzialità tale da evitare l'insorgere di pericolose tensioni di passo e contatto.

4.2.2 Protezioni delle apparecchiature da sovratensioni

Sono previste idonee protezioni contro le sovratensioni, sia per il lato in corrente continua, con scaricatori di sovratensioni su ogni campo fotovoltaico, sia sul lato in corrente alternata.

4.2.3 Impianto di terra

Realizzazione dell'impianto di terra

L'impianto di terra della cabina sarà realizzato con un anello perimetrale in corda di rame nudo e ai quattro vertici verranno posti dei picchetti in acciaio zincato di lunghezza 2 m completi di collare per il fissaggio della corda di rame. È opportuno che siano presi tutti i provvedimenti per limitare gli effetti della corrosione con particolare attenzione agli accoppiamenti di metalli diversi. Il terreno di riempimento intorno al dispersore dovrà essere del tipo vegetale e non contenere materiale di risulta.

L'impianto di terra realizza il collegamento equipotenziale di tutte le parti metalliche. La sezione dei conduttori equipotenziali principali sarà maggiore o uguale a metà di quella del conduttore di protezione principale di sezione maggiore, con un minimo di 6 mm².

L'impianto di dispersione sarà costituito da dispersori a puntazza di acciaio zincato $l = 2$ m e da treccia di rame nuda $S = 50$ mm².

Andrà realizzato il collegamento a terra delle strutture metalliche.

Gli impianti di terra delle strutture prefabbricate sono tutti tra essi collegati e da questi alle strutture metalliche dell'impianto, anch'esse connesse a terra. Si crea, in tal modo, una unica maglia equipotenziale comune a tutto l'impianto, tale da evitare l'insorgere di tensioni pericolose di passo e di contatto.

Al conduttore di protezione dell'impianto di terra andranno collegate tutte le masse metalliche che, per cedimento dell'isolamento, potrebbero assumere il potenziale dell'impianto (tubazioni, canaline, cassette e scatole metalliche, carcasse dei quadri elettrici).

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

Verifica dell'impianto di terra

Conoscendo la massima corrente di guasto a terra I_f e il tempo di eliminazione del guasto a terra t_f richiesti dall'ente distributore, e quindi il valore di contatto U_{tp} ammissibile in relazione al tempo di intervento delle protezioni (tabella C.3 della CEI 11-1), si può calcolare il massimo valore della resistenza di terra ammissibile.

Se la massima tensione di contatto rientra nei limiti $U_t \leq U_{tp}$ l'impianto di terra è considerato idoneo, altrimenti bisogna intervenire per riportare la tensione di contatto entro i limiti di sicurezza.

Se nei locali saranno presenti lavoratori subordinati anche solo stagionali si fa presente che si dovrà procedere alla verifica dell'impianto di terra e alla denuncia all'ISPESL e all'ASL/ARPA.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 39,25 MWp da realizzare nel territorio comunale di Miglionico e Pomarico (MT) all'interno dell'area SIN VAL BASENTO, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere

Rimodulazione del progetto con riduzione di potenza installata a 37,33 MWp + 20 MW di accumulo in adeguamento alle osservazioni di Terna prot. n. 121789 del 25/07/2023 e di R.F.I prot. MASE n. 123279 del 27/07/2023

A.5.a. Relazione tecnica impianto fotovoltaico

ALLEGATO 1: risultati simulazione parco FV con software PVSYST

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Miglionico-Pomarico, Meteonorm

Variant: Jinko620_rev00

Trackers single array, with backtracking

System power: 37.33 MWp

Miglionico Pomarico - Italy



PVsyst V7.4.5

VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Miglionico Pomarico		Latitude	40.53 °N	Albedo	0.20
Italy		Longitude	16.47 °E		
		Altitude	72 m		
		Time zone	UTC+1		
Meteo data					
Miglionico Pomarico					
Meteororm 8.1, Sat=100% - Synthetic					

System summary

Grid-Connected System		Trackers single array, with backtracking			
Simulation for year no 1					
PV Field Orientation		Tracking algorithm		Near Shadings	
Orientation		Astronomic calculation		According to strings : Slow (simul.)	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Backtracking activated		Electrical effect	80 %
Axis azimuth	0 °			Diffuse shading	Automatic
System information					
PV Array					
Nb. of modules	60216 units	Inverters		Nb. of units	
Pnom total	37.33 MWp			120 units	
				Pnom total	
				36.00 MWac	
				Grid power limit	
				36.00 MWac	
				Grid lim. Pnom ratio	
				1.037	
User's needs					
Unlimited load (grid)					

Results summary

Produced Energy	61796.55 MWh/year	Specific production	1655 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	87.32 %
Apparent energy	61796.55 MVAh/year				

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	6
Near shading definition - Iso-shadings diagram	7
Main results	8
Loss diagram	9
Predef. graphs	10
P50 - P90 evaluation	11

**PVsyst V7.4.5**VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5**General parameters****Grid-Connected System****PV Field Orientation****Orientation**Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °**Models used**Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate**Horizon**

Average Height 5.3 °

Bifacial systemModel 2D Calculation
unlimited trackers**Bifacial model geometry**Tracker Spacing 4.50 m
Tracker width 2.32 m
GCR 51.5 %
Axis height above ground 1.10 m**Grid injection point****Grid power limitation**Active power 36.00 MWac
Pnom ratio 1.037**Trackers single array, with backtracking****Tracking algorithm**Astronomic calculation
Backtracking activated**Near Shadings**According to strings : Slow (simul.)
Electrical effect 80 %
Diffuse shading Automatic**Backtracking array**Nb. of trackers 200 units
Single array**Sizes**Tracker Spacing 4.50 m
Collector width 2.28 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 50.6 %
Left inactive band 0.02 m
Right inactive band 0.02 m
Phi min / max. +/- 55.0 °**Backtracking strategy**Phi limits for BT +/- 59.1 °
Backtracking pitch 4.50 m
Backtracking width 2.28 m
Mode Automatic**User's needs**

Unlimited load (grid)

Bifacial model definitionsGround albedo 0.15
Bifaciality factor 80 %
Rear shading factor 5.0 %
Rear mismatch loss 3.0 %
Shed transparent fraction 0.0 %**Power factor**

Cos(phi) (lagging) 1.000

PV Array Characteristics**PV module**Manufacturer Jinkosolar 2023
Model JKM620N-66HL4M-BDV
(Custom parameters definition)Unit Nom. Power 620 Wp
Number of PV modules 60216 units
Nominal (STC) 37.33 MWp
Modules 2316 string x 26 In series**At operating cond. (50°C)**Pmpp 34.64 MWp
U mpp 970 V
I mpp 35695 A**Inverter**Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
(Custom parameters definition)Unit Nom. Power 300 kWac
Number of inverters 120 units
Total power 36000 kWac
Operating voltage 500-1500 V
Max. power (=>30°C) 330 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.04
Power sharing within this inverter

**PVsyst V7.4.5**VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5**PV Array Characteristics****Total PV power**Nominal (STC) 37334 kWp
Total 60216 modules
Module area 162655 m²
Cell area 151737 m²**Total inverter power**Total power 36000 kWac
Max. power 39600 kWac
Number of inverters 120 units
Pnom ratio 1.04**Array losses****Array Soiling Losses**

Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factorModule temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s**DC wiring losses**Global array res. 0.24 mΩ
Loss Fraction 0.8 % at STC**Serie Diode Loss**Voltage drop 0.7 V
Loss Fraction 0.1 % at STC**LID - Light Induced Degradation**

Loss Fraction 1.6 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.5 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.6 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradationYear no 1
Loss factor 0.4 %/year**Mismatch due to degradation**Imp RMS dispersion 0 %/year
Vmp RMS dispersion 0 %/year**IAM loss factor**

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.994	0.968	0.926	0.827	0.598	0.000

System losses**Auxiliaries loss**Proportionnal to Power 2.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.**AC wiring losses****Inv. output line up to MV transfo**Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 1.15 % at STC**Inverter: SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2**Wire section (120 Inv.) Alu 120 x 3 x 240 mm²
Average wires length 183 m**MV line up to HV Transfo**MV Voltage 30 kV
Average each inverter
Wires Alu 3 x 50 mm²
Length 6221 m
Loss Fraction 1.60 % at STC**HV line up to Injection**HV line voltage 150 kV
Wires Copper 3 x 70 mm²
Length 148 m
Loss Fraction 0.01 % at STC



PVsyst V7.4.5

VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

AC losses in transformers

MV transfo

Medium voltage 30 kV

One transfo parameters

Nominal power at STC 3.67 MVA

Iron Loss (night disconnect) 3.67 kVA

Iron loss fraction 0.10 % at STC

Copper loss 36.74 kVA

Copper loss fraction 1.00 % at STC

Coils equivalent resistance 3 x 1.74 mΩ

Operating losses at STC (full system)

Nb. identical MV transfos 10

Nominal power at STC 36.74 MVA

Iron loss (night disconnect) 36.74 kVA

Copper loss 367.41 kVA

HV transfo

Grid voltage 150 kV

Transformer from Datasheets

Nominal power 50000 kVA

Iron Loss (night disconnect) 50.00 kVA

Iron loss fraction 0.10 % of PNom

Copper loss 250.00 kVA

Copper loss fraction 0.50 % at PNom

Coils equivalent resistance 3 x 90.00 mΩ



PVsyst V7.4.5

VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

Horizon definition

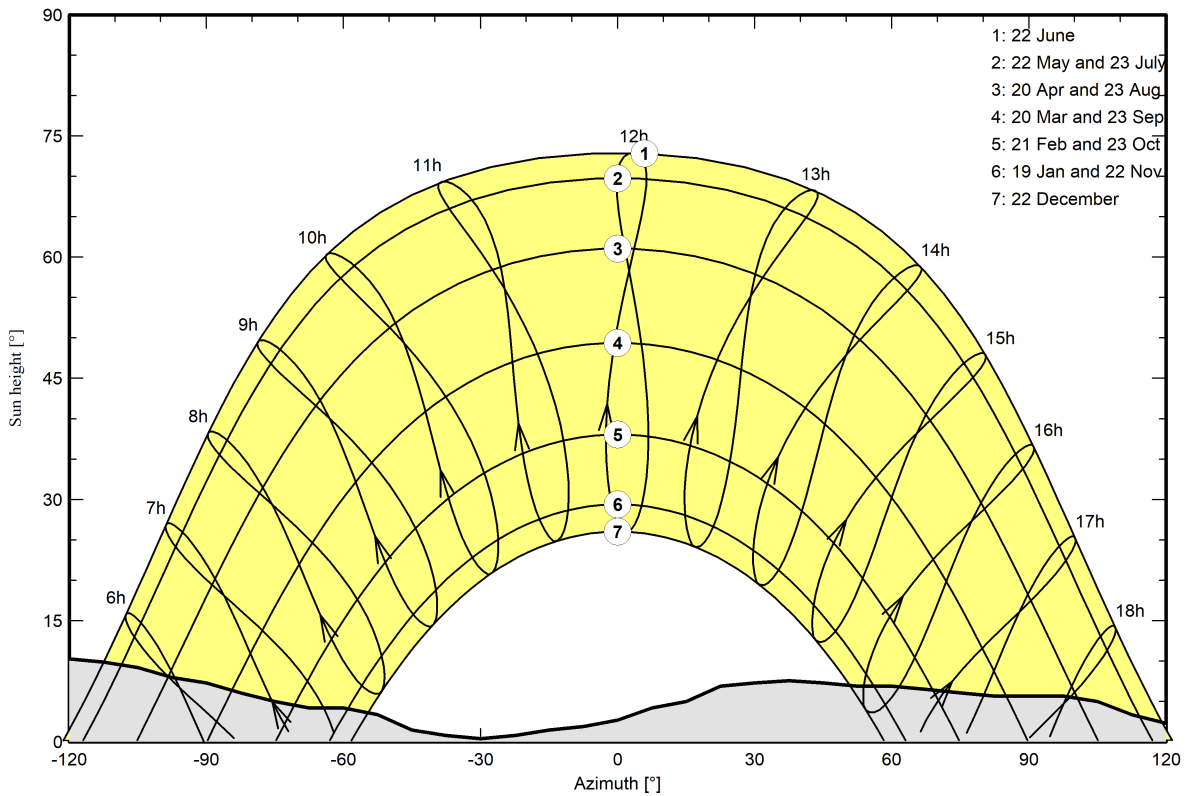
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°31'41", Long=16°28'28", Alt=72m

Average Height	5.3 °	Albedo Factor	0.75
Diffuse Factor	0.94	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-158	-150	-143	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83
Height [°]	5.7	6.1	6.9	8.0	8.4	9.9	10.3	9.9	9.2	8.0	7.3	6.1
Azimuth [°]	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8
Height [°]	5.0	4.2	4.2	3.4	1.5	0.8	0.4	0.8	1.5	1.9	2.7	4.2
Azimuth [°]	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	98	105
Height [°]	5.0	6.9	7.3	7.6	7.3	6.9	6.9	6.5	6.1	5.7	5.7	5.0
Azimuth [°]	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180		
Height [°]	3.4	2.3	1.5	1.9	1.9	3.1	3.8	5.0	5.3	5.7		

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)



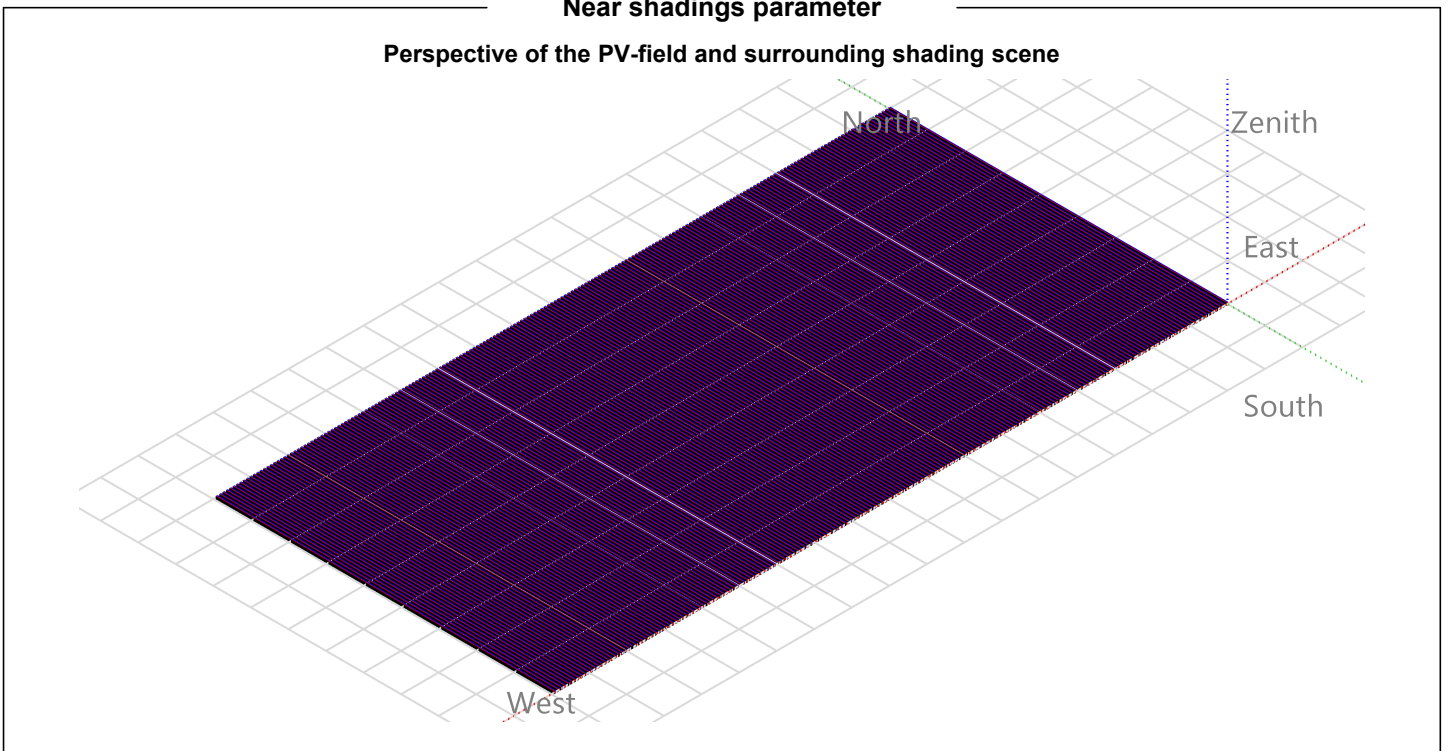


PVsyst V7.4.5

VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

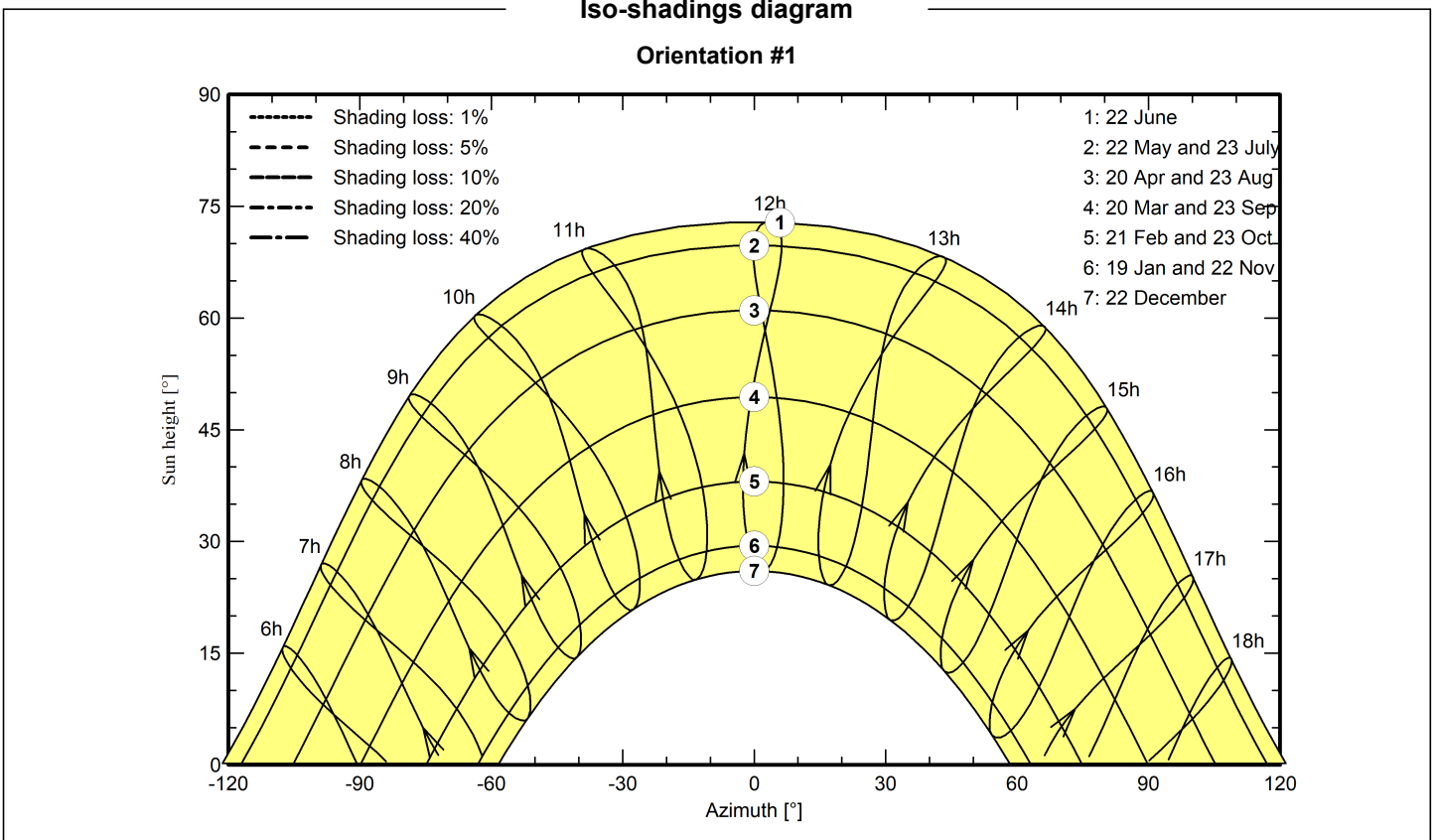
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1





PVsyst V7.4.5

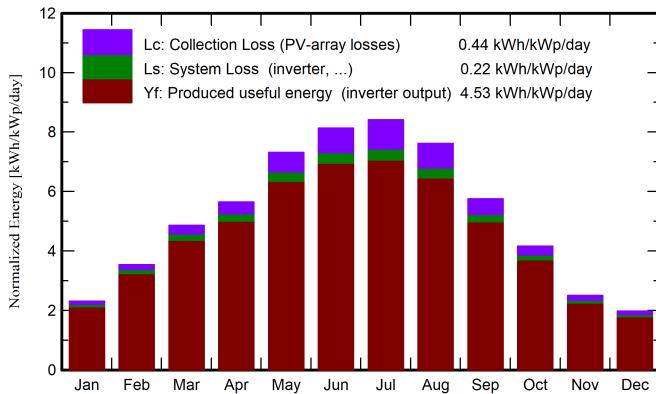
VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

Main results

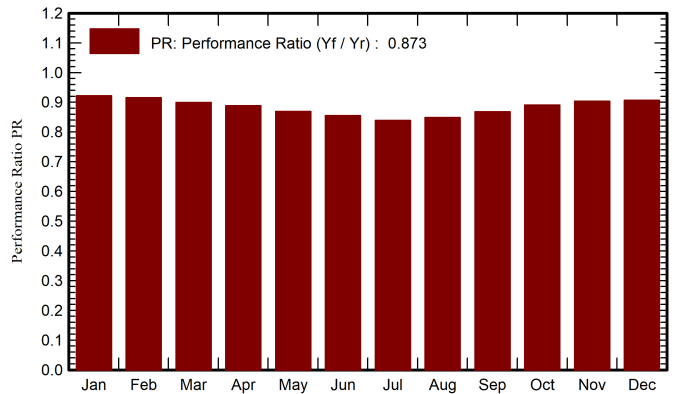
System Production

Produced Energy	61796.55 MWh/year	Specific production	1655 kWh/kWp/year
Apparent energy	61796.55 MVAh/year	Perf. Ratio PR	87.32 %

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	56.5	25.70	8.59	71.5	67.3	2564	2460	0.922
February	79.1	35.62	9.40	99.1	93.4	3535	3388	0.916
March	120.4	54.18	12.01	150.5	142.6	5299	5057	0.900
April	139.1	68.67	14.92	169.2	159.9	5889	5615	0.889
May	183.7	84.73	19.57	226.6	214.4	7724	7351	0.869
June	197.6	90.44	24.51	243.9	231.1	8189	7793	0.856
July	206.1	78.40	28.23	260.9	247.8	8603	8174	0.839
August	186.7	74.49	27.97	236.1	225.3	7863	7481	0.849
September	136.6	55.83	22.62	172.5	163.4	5860	5590	0.868
October	102.2	46.73	18.51	128.9	121.9	4479	4288	0.891
November	61.1	33.43	13.94	75.0	69.9	2637	2530	0.904
December	49.1	25.49	10.10	61.2	56.7	2159	2072	0.907
Year	1518.2	673.71	17.58	1895.6	1793.6	64802	61797	0.873

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		

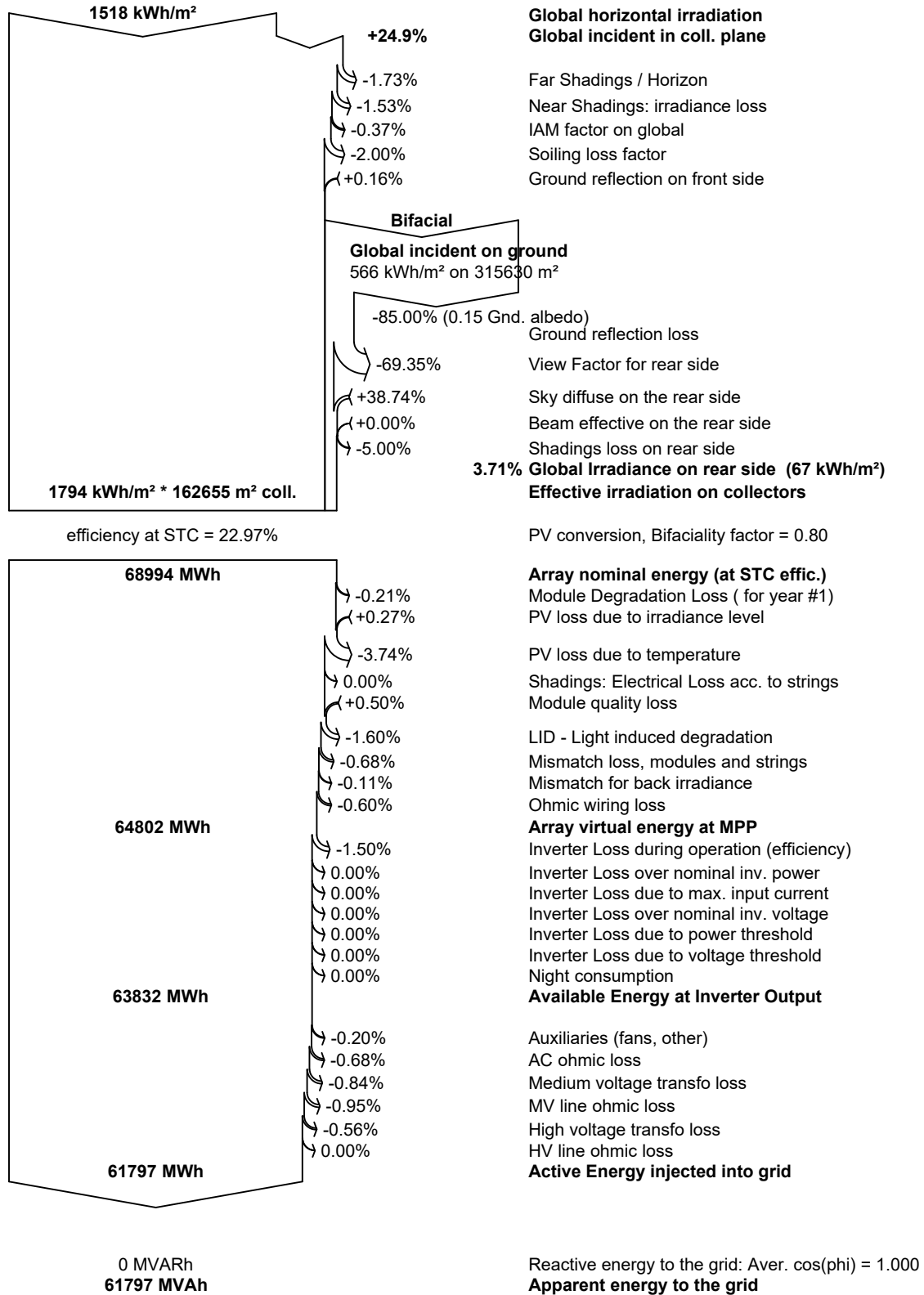


PVsyst V7.4.5

VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

Encore srl (Italy)

Loss diagram





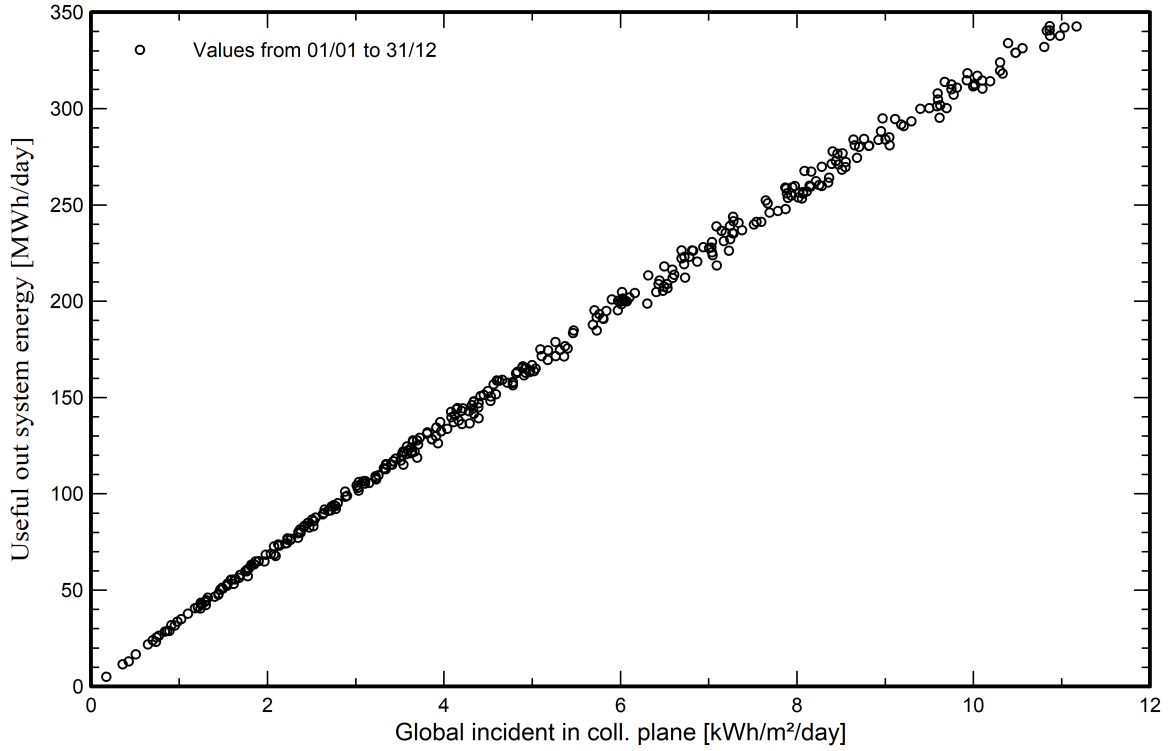
PVsyst V7.4.5

VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

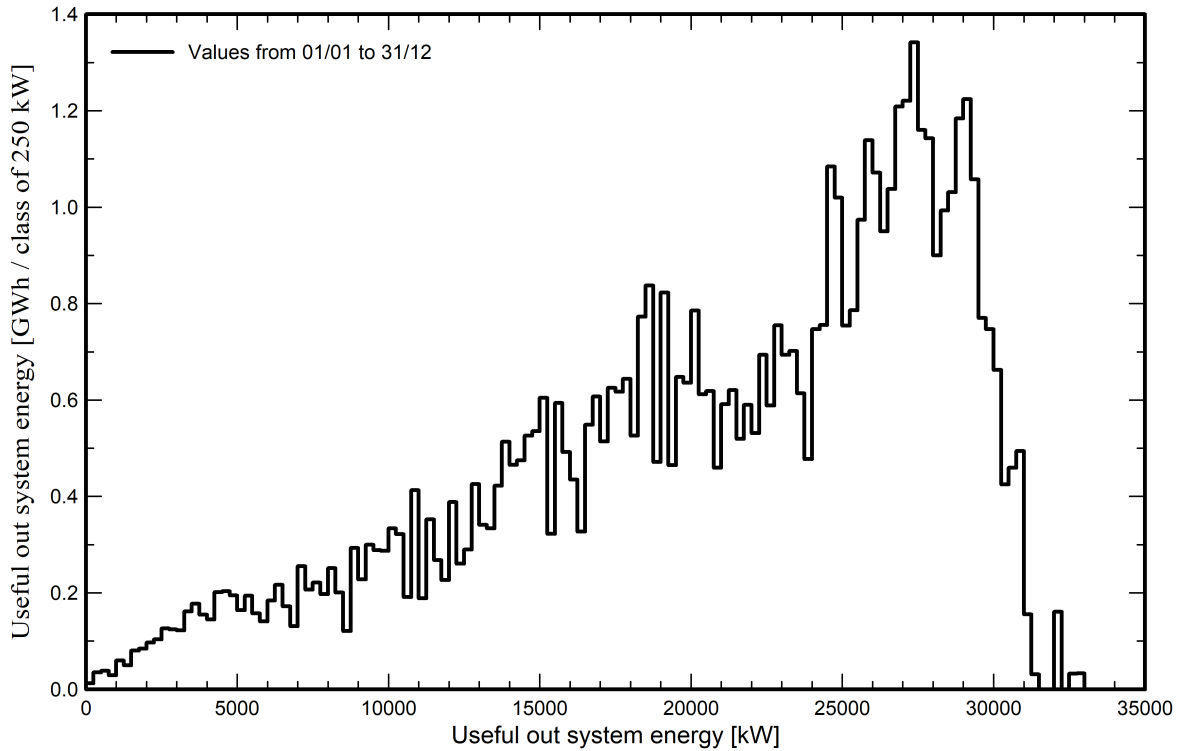
Encore srl (Italy)

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





PVsyst V7.4.5

VC2, Simulation date:
18/12/23 17:27
with v7.4.5

P50 - P90 evaluation

Meteo data

Source Meteororm 8.1, Sat=100%
Kind TMY, multi-year
Year-to-year variability(Variance) 4.6 %

Specified Deviation

Climate change 0.0 %

Global variability (meteo + system)

Variability (Quadratic sum) 4.9 %

Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters 1.0 %
Inverter efficiency uncertainty 0.5 %
Soiling and mismatch uncertainties 1.0 %
Degradation uncertainty 1.0 %

Annual production probability

Variability 3.03 GWh
P50 61.80 GWh
P75 59.75 GWh
P90 57.91 GWh

Probability distribution

