



Istruzioni per il calcolo del rendimento energetico dei grandi impianti fotovoltaici di cui all'articolo 71a LENE

Direttiva

Versione 1.1 del 19 giugno 2023

1. Introduzione

I grandi impianti fotovoltaici autorizzati in virtù dell'articolo 71a della legge sull'energia devono soddisfare i requisiti seguenti:

- a) la produzione annua minima è pari a 10 GWh; e
- b) la produzione di energia nel periodo compreso tra il 1° ottobre e il 31 marzo (semestre invernale) è di almeno 500 kWh per 1 kW di potenza installata.

Tali requisiti si applicano sia all'autorizzazione facilitata che al sussidio privilegiato secondo l'articolo 71a, che è pari a non oltre il 60 per cento dei costi di investimento.

Al momento della presentazione della domanda il richiedente è tenuto a provare che l'impianto pianificato soddisfa presumibilmente i requisiti di cui all'articolo 71a LENE. A tale scopo è sufficiente che presenti all'UFE una simulazione del previsto rendimento energetico, che servirà anche da base per il calcolo degli afflussi di denaro attesi e del conseguente presumibile importo della remunerazione unica al momento in cui l'UFE darà la garanzia di principio.

Il presente documento illustra i requisiti per la simulazione del presunto rendimento energetico nonché le modalità per il calcolo di quest'ultimo.

L'effettivo adempimento dei requisiti viene valutato prima della determinazione definitiva della remunerazione unica sulla base dei dati misurati nei primi tre anni di esercizio completi.



2. Termini e relative definizioni

Nella presente guida si intende per:

Termine	Definizione
Previsione sul rendimento energetico	Previsto rendimento energetico degli impianti fotovoltaici (impianti FV) risultante dal calcolo del rendimento effettuato prima della presentazione della domanda. Tale previsione serve da base per valutare il <u>presumibile</u> diritto alla remunerazione, calcolare gli afflussi di denaro attesi e per determinare il probabile importo della remunerazione unica.
Produzione netta	Rendimento energetico degli impianti FV, misurato nei primi tre anni di esercizio completi. Tale valore serve da base per valutare l' <u>effettivo</u> diritto alla remunerazione. Sulla scorta della produzione netta misurata si esegue una proiezione del rendimento previsto sull'arco dell'intera durata di esercizio dell'impianto. Tali dati determinano l'importo definitivo della remunerazione unica.
Periodo di misurazione	I primi tre anni di esercizio completi dell'impianto, durante i quali vengono misurati i dati necessari.
Dati meteorologici	Tali dati devono comprendere almeno: a) radiazione globale sul piano del modulo in kWh/m ² ; b) temperatura ambiente. A seconda dello strumento di simulazione impiegato possono essere considerati anche i dati anemometrici o altri tipi di dati meteorologici.
Periodo di riferimento	Intervallo di tempo considerato per il rilevamento dei dati meteorologici medi necessari per i calcoli.

3. Procedura di presentazione delle domande

3.1 Preparazione e basi

Per effettuare il calcolo del rendimento energetico secondo la presente guida sono necessari i seguenti dati:

- a) sito dell'impianto;
- b) dati meteorologici in relazione al sito dell'impianto;
- c) orizzonte lontano, sempre che non venga utilizzato quello dello strumento di simulazione;
- d) orientamento, inclinazione, distanza tra le file/angolo di ombreggiamento e selezione provvisoria dei prodotti (modulo fotovoltaico e inverter) in base alla pianificazione dell'impianto.



La Figura 1 illustra l'iter dalla previsione del rendimento fino alla determinazione definitiva della remunerazione unica.

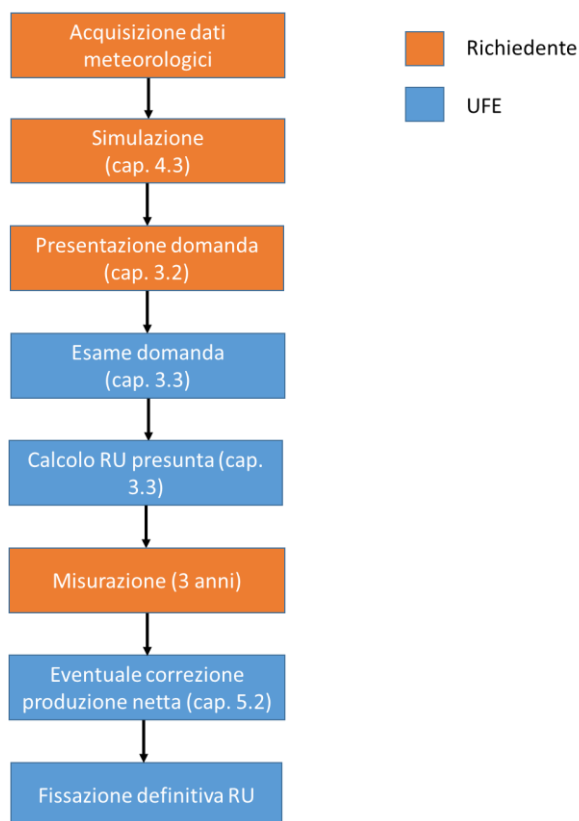


Figura 1: diagramma di flusso che illustra l'iter di presentazione della domanda

3.2 Documentazione richiesta

Oltre alla documentazione elencata nell'ordinanza sulla promozione dell'energia ([allegato 2.1, capitolo 5](#)), all'UFE devono essere presentati, unitamente alla domanda, anche i seguenti documenti:

- pianta dell'impianto fotovoltaico, in cui devono essere contrassegnati in particolare eventuali campi di moduli simulati separatamente;
- schema di principio dell'impianto fotovoltaico;
- schede tecniche per moduli fotovoltaici, inverter e trasformatore;
- disegno tecnico/schizzo del sistema di montaggio, inclusi moduli fotovoltaici, distanza tra le file, angolo di ombreggiamento e terreno;
- grafico rappresentante i dati relativi all'orizzonte utilizzati;
- dati meteorologici mensili per il periodo di riferimento;
- dati del sistema bifacciale utilizzato;
- valori di albedo mensili secondo il punto 4.2.4;
- rapporti di simulazione.

I suddetti documenti (ad es. corso dell'orizzonte) che già figurano nel rapporto di simulazione non devono essere allegati separatamente.



3.3 Verifica della previsione del rendimento e garanzia di principio

L'UFE verifica la completezza e la plausibilità della documentazione presentata. Si riserva il diritto di richiedere documenti aggiuntivi in caso di dubbi e di ricalcolare i dati relativi alla previsione del rendimento con l'ausilio dei programmi PVsyst e Meteonorm.

Se nel quadro di tale verifica emergono valori discordanti, il richiedente ha la possibilità di ricalcolare e adeguare i dati oppure di motivare le differenze. In seguito l'UFE decide quali dati prendere in considerazione per la valutazione e accorda una garanzia di principio oppure rigetta la domanda.

3.4 Verifica della produzione netta e determinazione definitiva della remunerazione unica

Per la determinazione definitiva della remunerazione unica si misura la produzione netta dei primi tre anni di esercizio completi, suddividendola per «consumo proprio» e «elettricità immessa in rete». Tale misurazione, corretta per eventuali interruzioni eccezionali rilevanti degli impianti oppure per variazioni rilevanti nell'alimentazione ausiliaria (punto 5.2), serve da base per il calcolo dell'importo definitivo del contributo.

4. Metodologia per l'elaborazione della previsione del rendimento energetico

Il presente capitolo è dedicato agli aspetti e ai parametri da considerare per l'elaborazione della previsione del rendimento energetico. I requisiti per la simulazione sono illustrati al punto 4.2.

4.1 Simulazione parziale e suddivisione dell'impianto fotovoltaico in singoli campi

Nel caso di campi fotovoltaici omogenei (stesso angolo azimutale e di inclinazione, situazione di ombreggiamento simile dei moduli fotovoltaici), la simulazione può limitarsi a un campo parziale ridotto dell'impianto con successiva proiezione dei risultati sull'intera installazione. Il campo parziale considerato deve essere sufficientemente grande per contrastare gli effetti marginali. In alternativa è possibile aggirare gli effetti marginali nella simulazione, utilizzando elementi di ombreggiamento ipotetici.

Impianti fotovoltaici con orientamenti molto diversi (variazione dell'angolo azimutale superiore a 20°) o inclinazioni diverse (variazione dell'angolo di inclinazione superiore a 20°) richiedono una suddivisione in più campi di moduli. In tal caso, è necessario procedere a una simulazione separata per ogni campo di moduli. Grazie alla ponderazione della potenza dei vari campi di moduli, è possibile calcolare il valore medio del rendimento invernale o la somma del rendimento annuale dei diversi campi.

4.2 Simulazione

La simulazione deve soddisfare i requisiti indicati qui di seguito. Al termine dell'operazione deve essere stilato un rapporto contenente tutti i parametri di ingresso (input) rilevanti. Devono essere presentati i dati mensili relativi al rendimento in formato csv o xls. Sia lo strumento di simulazione che la fonte dei dati meteorologici possono essere scelti liberamente.

I dati sul rendimento devono essere calcolati per il primo anno di esercizio. Per la proiezione del rendimento energetico per l'intera durata di vita dell'impianto fotovoltaico l'UFE applica un tasso annuo di degradazione dei moduli pari allo 0,5 per cento. Tale tasso è configurato nel tool Excel per il calcolo della redditività dell'impianto.



Nel caso di impianti con moduli «mobili», che possono cioè essere posizionati in modo corretto rispetto all'irraggiamento solare (cosiddetti impianti a inseguimento o solar tracker), il rendimento deve essere simulato tenendo conto del tracking.

4.2.1 Sito

Il sito corrisponde al centro dell'area (baricentro geometrico) in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico. Se l'impianto fotovoltaico viene suddiviso in più campi di moduli, per ogni campo il centro dell'area costituisce il sito.

4.2.2 Orientamento (azimut) e inclinazione

Per la simulazione devono essere utilizzati l'angolo azimutale e l'angolo di inclinazione medi dei moduli fotovoltaici. Se l'impianto fotovoltaico è suddiviso in più campi di moduli, occorre determinare per ognuno di essi l'angolo azimutale e l'angolo di inclinazione medi.

4.2.3 Dati meteorologici

Devono essere utilizzati i dati meteorologici riferiti al sito, utilizzando il periodo di riferimento più recente nel rispettivo programma.

4.2.4 Albedo

Devono essere considerati i valori di albedo mensili tra le file di moduli per il sito in questione. Lo stesso vale anche per i valori di albedo a lungo raggio.

La Figura 2 mostra un esempio di valori di albedo mensili.

Monat	Ta	Td	RH	p	DD	FF	Snd	RR	aod	albedo
Jan	-4.8	-11.6	58	781	172	5.1	887.3	84	0.094	0.54
Feb	-4.9	-11.5	59	781	158	5.1	1034.0	75	0.165	0.53
Mar	-2.4	-8.7	62	783	127	4.9	864.2	85	0.192	0.51
Apr	0.6	-4.6	68	785	116	4.7	476.1	119	0.230	0.48
Mai	4.1	-0.6	71	787	106	4.5	2.5	182	0.234	0.22
Jun	8.6	3.8	72	790	130	4.2	0.0	131	0.267	0.20
Jul	10.1	5.4	73	792	128	4.2	0.0	135	0.227	0.20
Aug	10.1	5.4	73	791	122	4.1	0.0	171	0.242	0.20
Sep	6.8	2.2	72	789	110	4.1	0.0	123	0.176	0.20
Okt	4.2	-1.8	65	788	114	4.6	0.8	131	0.184	0.21
Nov	-0.7	-5.9	68	784	160	5.0	174.4	192	0.122	0.45
Dez	-3.1	-10.5	57	782	164	5.1	511.8	105	0.094	0.55
Jahr	2.4	-3.2	66	786	135	4.6	329.3	1533	0.186	0.36

Figura 2: esempio di esportazione di dati Meteonorm per i valori di albedo mensili

4.2.5 Orizzonte

Occorre tenere conto dell'orizzonte, utilizzando i dati pubblicati online oppure immagini riprese in loco. Nel caso di un orizzonte fortemente disomogeneo è necessario fornire un orizzonte separato per ogni campo di moduli.

4.2.6 Ombreggiamento vicino e ombreggiamento proprio

L'ombreggiamento vicino e l'ombreggiamento proprio devono essere calcolati tenendo conto della distanza tra le file (se la pendenza è costante) e dell'angolo di ombreggiamento del campo di moduli. Occorre considerare anche gli oggetti ombreggianti rilevanti. Sono considerati oggetti ombreggianti



rilevanti gli oggetti che compromettono il rendimento energetico dell'intero impianto nella misura di oltre l'1 per cento.

Gli ombreggiamenti vicini e gli ombreggiamenti propri devono essere modellati e simulati in uno strumento di simulazione.

4.2.7 Sistema

Devono essere definiti i seguenti componenti, da prendere in considerazione nella simulazione:

- a) moduli fotovoltaici;
- b) inverter;
- c) ottimizzatori di potenza, se previsti;
- d) trasformatori.

A titolo opzionale è possibile tenere conto anche dei cavi (lunghezze, sezioni trasversali) e di altri elementi rilevanti per il rendimento.

4.2.8 Disposizione dei moduli e piano di stringhe

È necessario contemplare l'allacciamento dei moduli, delle stringhe e degli inverter. È possibile modellare uno o più campi parziali rappresentativi ed eseguire una proiezione (v. anche punto 4.1).

4.2.9 Perdite

Per la simulazione devono essere considerati i seguenti parametri, sempre che al momento della presentazione della domanda non se ne conoscano di altri.

Parametro	Verifica UFE con i seguenti valori
Indisponibilità del sistema ¹	secondo le indicazioni fornite dal richiedente
Perdite ohmiche circuito DC	1,5 % per STC
Perdite ohmiche circuito AC fino al dispositivo di misurazione	secondo le indicazioni fornite dal richiedente
Limitazioni dell'immissione	secondo le indicazioni fornite dal richiedente
Degradazione dei moduli	nessuno (integrato dall'UFE nel calcolo della redditività)
Perdite termiche del campo ²	29 W/m ² K
IAM ³	secondo lo strumento di simulazione
Consumatore secondario	secondo le indicazioni fornite dal richiedente

I valori discordanti (ad es. calcoli basati sulle lunghezze effettive dei cavi) devono essere motivati e comprovati nella domanda.

¹ Per esempio dovuto alla copertura dei moduli con neve

² Potenza perdite termiche del modulo fotovoltaico. Per il calcolo della temperatura di esercizio dei moduli.

³ IAM = Incidence Angle Modifier, perdite di riflessione legate all'angolo di incidenza del modulo fotovoltaico.



4.2.10 Sistema bifacciale

Se si utilizzano moduli bifacciali, occorre tenere adeguatamente conto di tale sistema.

Parametro	Verifica UFE con i seguenti valori
Frazione diretta sul suolo ⁴	secondo il modello nel programma PVsyst
Frazione diffusa sul suolo ⁵	secondo il modello 2D nel programma PVsyst
Frazione trasmissione luminosa delle file ⁶	0 %
Fattore di forma (lato posteriore del modulo) ⁷	secondo il modello 2D nel programma PVsyst
Fattore ombreggiatura struttura ⁸	5 %
Fattore di perdite per mismatch del modulo (lato posteriore del modulo) ⁹	10 %
Fattore sistema bifacciale ¹⁰	secondo la scheda tecnica dei moduli fotovoltaici

È necessario motivare l'utilizzo di valori diversi da quelli sopra indicati.

La trasmissione luminosa delle file dei moduli fotovoltaici nel caso di sistemi bifacciali non deve essere considerata. Si presume che questo valore sia trascurabile, motivo per cui va impostato a zero nella simulazione. Se ne può tuttavia tenere conto se i moduli previsti o la struttura di montaggio presentano una trasmissione luminosa rilevante.

4.2.11 Alimentazione ausiliaria

La quantità di elettricità consumata dall'impianto stesso (alimentazione ausiliaria secondo l'art. 11 cpv. 2 OEn¹¹) deve essere stimata e considerata nel quadro della simulazione.

Nota: in alcuni tool l'alimentazione ausiliaria (fabbisogno proprio) viene erroneamente definita come consumo proprio.

5. Verifica dei requisiti per il diritto alla remunerazione e determinazione definitiva della stessa

5.1 Considerazione della produzione netta

Secondo l'articolo 71a LEn un impianto fotovoltaico deve raggiungere una produzione annua minima pari a 10 GWh/Jahr e di almeno 500 kWh/kW nel semestre invernale. Secondo l'articolo 46o OPEn¹² dopo il terzo anno completo di esercizio occorre notificare all'UFE la produzione netta annua dell'impianto dalla messa in esercizio completa nonché la produzione di elettricità nel semestre invernale per kW di potenza installata. Sulla base di tali indicazioni si verifica se l'impianto soddisfa effettivamente i requisiti per il diritto alla remunerazione anche dopo la messa in esercizio.

⁴ Radiazione diretta che giunge al suolo attraverso i moduli

⁵ Radiazione diffusa da tutte le direzioni non coperte dai moduli

⁶ Radiazione diretta che giunge al suolo a causa di spazi nella costruzione

⁷ Quota di luce che raggiunge effettivamente il lato posteriore del modulo

⁸ Elementi meccanici sul lato posteriore del modulo che causano ombreggiamento

⁹ Fattore di perdite dovuto all'irradiazione disomogenea del lato posteriore del modulo

¹⁰ Rapporto delle potenze di punta normalizzate in corrente continua del lato posteriore e anteriore del modulo

¹¹ Ordinanza sull'energia (OEn; RS 730.01)

¹² Ordinanza sulla promozione dell'energia (OPEn; RS 730.02)



Se sono ancora soddisfatti i requisiti per il diritto alla remunerazione, l'UFE determina definitivamente la remunerazione unica secondo l'articolo 46p OPEn, tra l'altro sulla base della produzione netta media annua notificata.

Al termine del periodo di misurazione occorre comunicare all'UFE i seguenti dati:

- a) dati sulla produzione netta e produzione eccedente mensili (nel caso di impianti con consumo proprio);
- b) dati di misurazione a intervalli di 15 minuti;
- c) interruzioni dell'esercizio rilevanti;
- d) indicazioni su eventuali variazioni rilevanti nell'alimentazione ausiliaria durante il periodo di misurazione.

Tali dati servono a calcolare il rendimento energetico determinante per la valutazione dell'UFE dell'adempimento dei requisiti per il diritto alla remunerazione. Inoltre tali valori sono alla base della determinazione definitiva di tale remunerazione unica. Se necessario, si procede alla correzione dei rendimenti mensili secondo il punto 5.2 e si calcola la produzione media annua nonché la produzione media di elettricità nel semestre invernale per kW di potenza installata.

5.2 Correzione della produzione netta per interruzioni dell'esercizio e variazioni nell'alimentazione ausiliaria

Durante il periodo di misurazione devono essere registrate e quantificate le interruzioni dell'esercizio eccezionali e le variazioni nell'alimentazione ausiliaria.

Nel caso di interruzioni rilevanti, non prevedibili in futuro oppure non regolari, la produzione netta utilizzata per la determinazione definitiva della remunerazione sarà corretta con la quantità di energia elettrica normalmente prodotta durante l'interruzione. Per valutare l'adempimento dei requisiti per il diritto alla remunerazione, si procede alla correzione della quantità di elettricità solo se le interruzioni non erano né prevedibili né influenzabili da parte del gestore. Le interruzioni sono considerate rilevanti se incidono sulla produzione mensile dell'impianto nella misura di oltre l'1 per cento.

Se si tratta di variazioni rilevanti nell'alimentazione ausiliaria, sarà corretta anche la produzione netta.

Le variazioni nell'alimentazione ausiliaria sono considerate rilevanti se rappresentano più dello 0,1 per cento del rendimento energetico annuo dell'impianto fotovoltaico (nel caso di una produzione annua di 10 GWh = una variazione di 10 MWh all'anno) o se superano il 20 per cento da un anno all'altro.

In caso di sospetta manipolazione del rendimento energetico o dei dati e in presenza di variazioni inattese del rendimento energetico rispetto ai valori previsti, l'UFE si riserva il diritto di controllare con strumenti adeguati e di correggere di conseguenza i dati sul rendimento energetico oppure di prolungare il periodo di misurazione.

6. Ulteriori domande

L'UFE è a disposizione per rispondere a ulteriori domande, che vi preghiamo di presentare a:

Ufficio federale dell'energia UFE, Sezione Energie rinnovabili, 3003 Berna
pv@bfe.admin.ch