



**ROMA CAPITALE**

Città Metropolitana di Roma

**REGIONE LAZIO**

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN LOTTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI  
DELLA POTENZA DI PICCO COMPLESSIVA P=31'006,30 kWp  
E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 4X6'000 = 24'000 kW**

Proponente

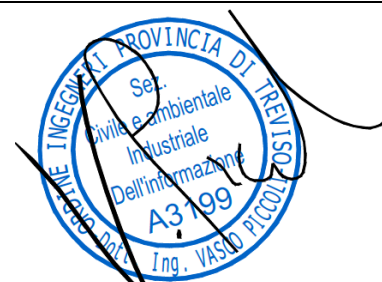
**GREENERGY PV11 S.r.l.**

VIA TRASPONTINA, 46 - 0072 ARICCIA (RM)

N.REA: 1639324 - C.F.: 16173351004

PEC: greenergy pv11@pec.it

Progettazione



Preparato

**Dario Ing. Bertani**

Verificato

**Gianandrea Ing. Bertinazzo**

Approvato

**Vasco Ing. Piccoli**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

Titolo elaborato

**IMPIANTO FV "SOLFORATELLE"  
STIMA PRODUCIBILITÀ ENERGETICA IMPIANTO FV**

Elaborato N.

**R07**

Data emissione

30/11/22

Nome file

STIMA PRODUCIBILITÀ

N. Progetto

-

Pagina

COVER

00

30/11/22

PRIMA EMISSIONE

REV.

DATA

DESCRIZIONE

## Sommario

1	Introduzione .....	3
2	Breve descrizione dell'impianto FV in oggetto .....	3
3	Producibilità energetica.....	6
4	Risparmio combustibile ed emissione evitate.....	8

00	30-11-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 1 Introduzione

La presente relazione costituisce parte integrante della documentazione progettuale relativa alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico denominato "Solforatelle" e ha lo scopo di quantificare la producibilità energetica e la conseguente riduzione di emissioni di gas serra in atmosfera derivante dalla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

## 2 Breve descrizione dell'impianto FV in oggetto

L'impianto fotovoltaico denominato "Solforatelle" sarà realizzato nel territorio del Comune di Roma (RM) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- Lat.: 41.718964
- Long.: 12.548379

In Figura 1 è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare, inquadrato nel territorio della Regione Lazio.

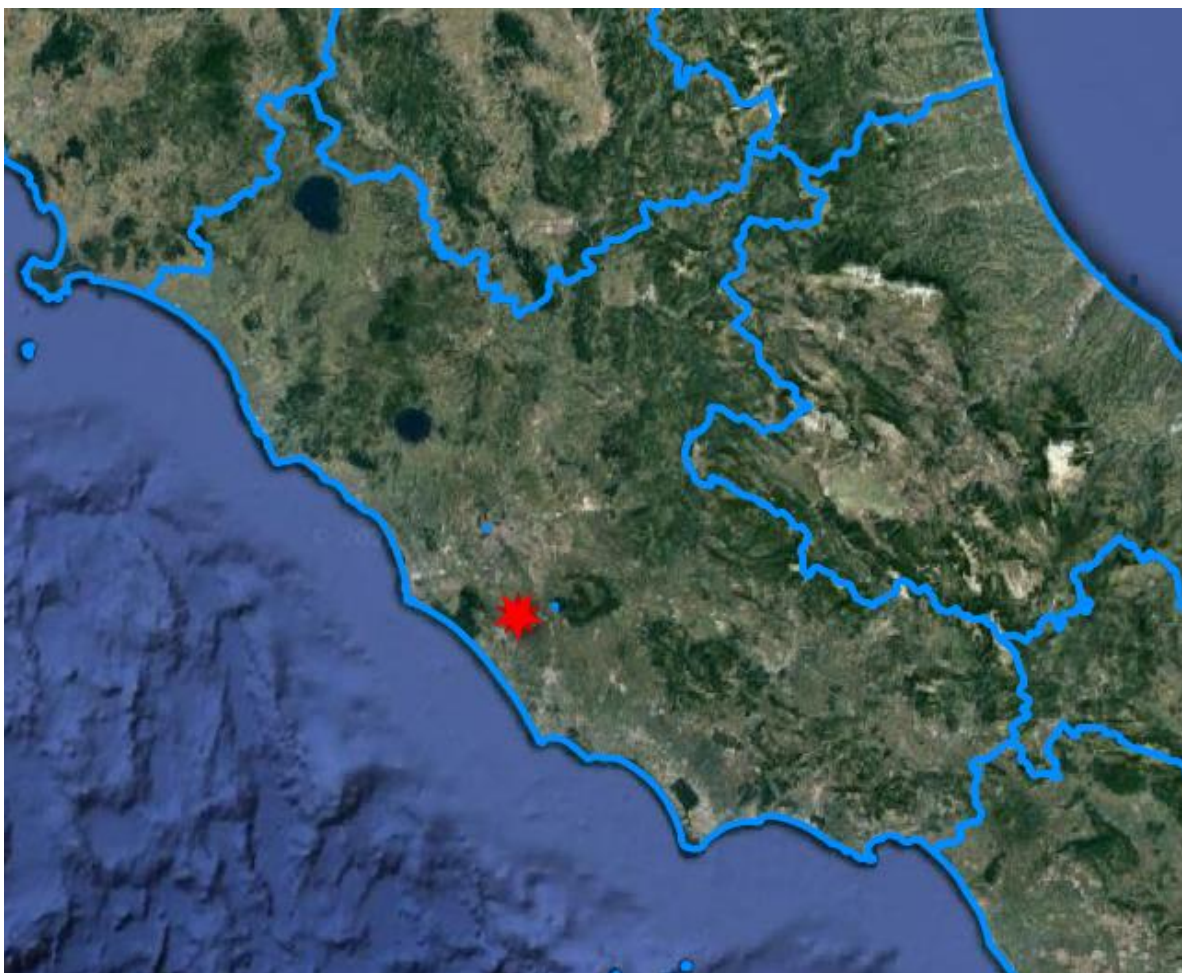


Figura 1 – Inquadramento dell'impianto FV su immagine satellitare

La potenza nominale complessiva dell'impianto fotovoltaico, determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli FV, è pari a 31'006,30 kWp, mentre la potenza in immissione in rete è determinata dalla potenza indicata sul preventivo di connessione, ed è pari a 24'000 kW.

00	30-11-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra di tipologia "grid connected" su strutture ad inclinazione fissa per un'estensione complessiva di circa 36 Ha.

I moduli fotovoltaici, realizzati in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 26 moduli, e posizionati su strutture ad inclinazione fissa, in configurazione a doppia fila con modulo disposto verticalmente (configurazione 2-P).

Per l'impianto FV in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter di stringa, posizionati direttamente in campo, a ciascuno dei quali saranno collegate fino ad un massimo di 18 stringhe di moduli FV, con 9 MPPT indipendenti. La scelta di utilizzare inverter multi-MPP consente di minimizzare le perdite di disaccoppiamento o mismatch massimizzando la produzione energetica, agevolando inoltre le eventuali operazioni di manutenzione/sostituzione degli inverter aumentando il tempo di disponibilità dell'impianto FV nel suo complesso.

All'interno dei confini dell'impianto FV è prevista l'installazione di cabine di trasformazione realizzate tramite soluzione containerizzata, contenenti fondamentalmente i trasformatori MT/BT e i quadri elettrici MT e BT.

L'energia generata dall'impianto fotovoltaico, composto da quattro impianti di generazione distinti dal punto di vista elettrico (configurazione "lotto d'impianti" connessi in media tensione), viene raccolta tramite una rete di elettrodotti interrati in Media Tensione eserciti a 20 kV che confluiscono presso le due cabine di consegna situate presso il confine Sud-Ovest dell'area, in posizione accessibile dalla viabilità pubblica, presso le quali è ubicato il punto di consegna dell'energia generata alla rete di distribuzione.

Un elettrodotto interrato in Media Tensione a 20 kV di lunghezza pari a circa 2,6 km trasporterà quindi l'energia generata presso la futura cabina primaria AT/MT "Selvotta".

00	30-11-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

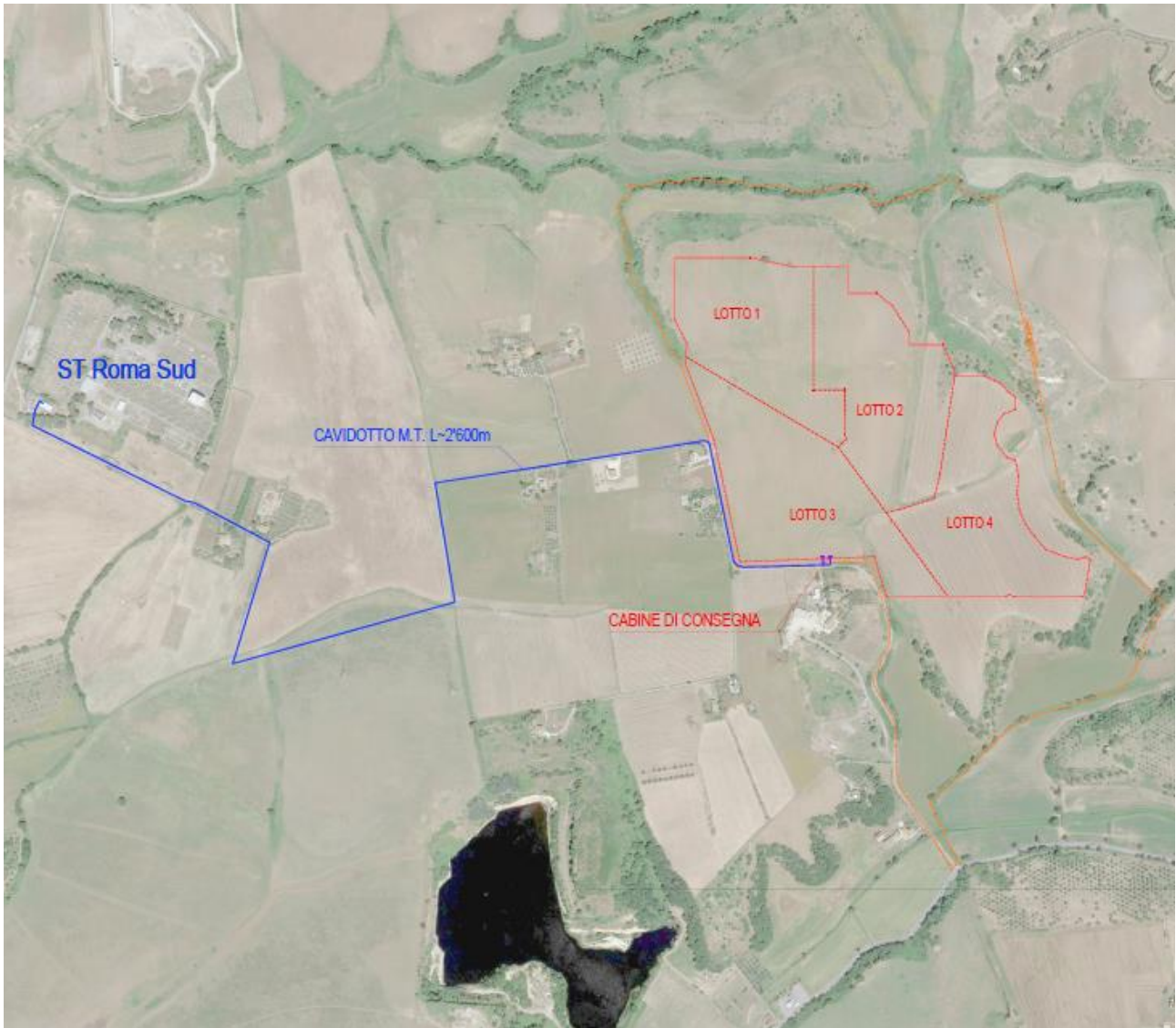


Figura 2 - Inquadramento dell'impianto FV e relative opere di connessione su ortofoto

00	30-11-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3 Producibilità energetica

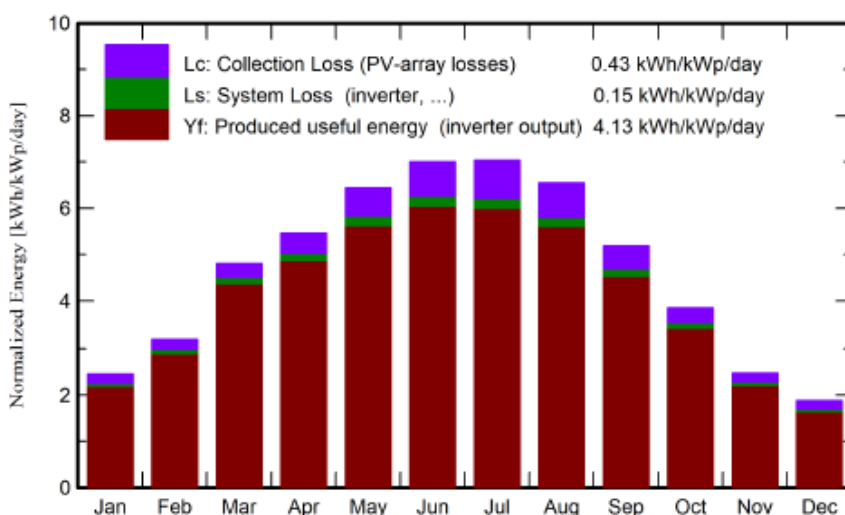
Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV è stato utilizzato il software PVSyst (versione 7.2.21), software di riferimento per il settore fotovoltaico, diffusamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per questo genere di simulazioni.

La disponibilità di radiazione solare costituisce il fattore di maggior rilevanza per conseguire una elevata produzione energetica e garantire la sostenibilità economica dell'iniziativa progettuale. Nella presente analisi, sono stati utilizzati i dati di radiazione solare contenuti nel database MeteoNorm 8.0, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo per la seguente località geografica:

- Spregamore: 41.72°N – 12.55°E

In seguito ad un'attenta analisi dell'orografia del sito considerato è stato possibile escludere la presenza di ombreggiamenti localizzati, inizialmente tramite l'ausilio di strumenti software e rilievi satellitari che sono stati confermati tramite sopralluoghi e rilievi altimetrici effettuati tramite drone (elaborato "Inquadramento generale plano-altimetrico").

Nella seguente tabella viene riportato l'andamento mensile della radiazione solare incidente sul piano dei moduli FV, considerando la configurazione impiantistica adottata per il presente impianto FV con particolare riferimento alla sezione con tracker (sezione più ampia):



	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>
January	52.1	23.70	7.49	76.1	70.7
February	68.4	34.23	8.22	88.6	84.9
March	124.1	57.42	11.17	149.0	143.5
April	150.5	74.61	14.19	163.7	157.5
May	195.3	77.58	18.52	199.6	192.4
June	210.6	80.38	23.06	210.1	202.7
July	216.1	82.14	26.18	218.3	210.5
August	188.9	71.68	26.15	202.8	195.8
September	133.3	53.53	21.15	155.4	149.8
October	94.5	43.16	17.55	119.2	114.4
November	53.9	27.43	12.63	74.2	70.1
December	41.6	25.61	8.73	58.4	53.2
Year	1529.2	651.47	16.30	1715.2	1645.5

00	30-11-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Nel software PVSyst è stata quindi riprodotta la configurazione d'impianto adottata, inserendo informazioni geometriche relative alla disposizione dei moduli FV sulle relative strutture di sostegno e degli inseguitori mono-assiali all'interno dei terreni, nonché le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto (moduli FV ed inverter in primis).

Sulla base delle informazioni di input sopra menzionate, in termini di disponibilità di radiazione solare, caratteristiche ambientali del sito analizzato, e caratteristiche dei componenti, il software è in grado di stimare le principali voci di perdita energetica che vengono riscontrate durante il reale funzionamento dell'impianto FV.

Di seguito si riporta un elenco delle principali voci di perdite energetiche, suddivise per sezione (tracker):

- Perdite per ombreggiamento: 1.81 % - ovvero le perdite causate dall'ombreggiamento reciproco tra i filari di moduli FV. Si evidenzia come i sistemi di inseguimento solare mono-assiale utilizzati per il presente progetto implementino la strategia di inseguimento solare con "back-tracking", che verrà descritta più in dettaglio nel prosieguo della presente relazione, in grado di minimizzare tale voce di perdita;
- Fattore di irraggiamento: 0.3 % - tale coefficiente tiene conto del fattore di irraggiamento durante il funzionamento a livelli di irraggiamento inferiori rispetto al valore Standard (ovvero  $1000 \text{ W/m}^2$ ), in riferimento al quale è determinata l'efficienza nominale del modulo FV riportato nel relativo datasheet;
- Perdite per "soiling": 2% - ovvero le perdite causate dall'inevitabile deposizione di sporcizia sulla superficie frontale dei moduli FV che ne riduce conseguentemente l'output energetico;
- Perdite causate dalla temperatura: 3.35 % - perdite causate dall'inevitabile decadimento delle prestazioni dei moduli FV durante il funzionamento a temperature di cella FV superiori di  $25^\circ\text{C}$ , temperatura STC di riferimento alla quale è determinata l'efficienza nominale di un modulo FV;
- Perdite per mismatch, moduli e stringhe: 1,1% - ovvero le perdite causate non perfetto accoppiamento tra moduli e tra stringhe, identiche nella teoria, ma differenti nella realtà e quindi il cui accoppiamento (collegamento in parallelo DC) crea delle perdite di accoppiamento;
- Decadimento prestazioni moduli FV: 0.45 % - ovvero pari al valore comunicato, e certificato, dal produttore dei moduli FV (vedere data sheet);
- Perdite elettriche di distribuzione CC – 0,7 % @STC – ovvero le perdite sui cavi DC, valore calcolato puntualmente con il calcolo di dimensionamento dei cavi DC;
- Perdite elettriche di distribuzione CA BT – 0,5 % @STC – ovvero le perdite sui cavi AC BT, valore del tutto trascurabile vista la configurazione inverter centralizzato in questo impianto;
- Perdite elettriche nella trasformazione MT– perdite nel ferro totali 0,2% @STC e perdite nel rame totali 1,1% @STC - ovvero le perdite in tutti i trasformatori, valori imposti dai dati di targa dei rispettivi trasformatori, pari a 0,15 e 0,8% per i trasformatori MT/BT;
- Il consumo dei servizi ausiliari – 3W/kW (0,5%) – un consumo del 0,5% della potenza impegnata include i consumi di: sistemi ausiliari di cabina, sistemi ausiliari della centrale O&M, sistema di videosorveglianza, sistema di tracker, etc.

00	30-11-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

La producibilità energetica dell'impianto così stimata risulta essere pari a **46,7 GWh/anno**, per il primo anno, ovvero **1'506 kWh/kWp**, con un rendimento atteso pari a circa **87,8%**.

Nell'elaborato dedicato "*Calcolo della stima di producibilità impianto*" sono riportati i PVsyst report che sono stati generati per determinare questi risultati.

L'energia attesa prodotta negli anni successivi al primo dovrà tener conto: della perdita di prestazioni del modulo FV (pari -0,45% all'anno – vedere data sheet), della disponibilità dell'impianto che diminuisce con il passare degli anni per effetto di rotture e guasti dei vari componenti.

## 4 Risparmio combustibile ed emissione evitate

In questa sezione si vuole indicare calcolare l'impatto che questo progetto ha dal punto di vista di miglioramento ambientale

Il dato da cui partire per il calcolo di questi kg parte dal valore stimato di produzione di energia elettrica calcolato nel precedente paragrafo e pari a

46,7 GWh nel primo anno

Come riportato anche precedente paragrafo, l'energia attesa prodotta negli anni successivi al primo dovrà tener conto: della perdita di prestazioni del modulo FV (pari -0,45% all'anno – vedere data sheet), della disponibilità dell'impianto che diminuisce con il passare degli anni per effetto di rotture e guasti dei vari componenti.

I benefici ambientali si calcolano come risparmio di combustibile ed emissioni evitate in atmosfera.

Il risparmio di combustibile si misura in termini energia primaria, ovvero Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP); si utilizza il fattore di conversione:

0,0116 TEP/MWh

E quindi i TEP risparmiati annui sono pari a:

$46'701 \text{ MWh} \times 0,0116 \text{ TEP/MWh} = 541,73 \text{ TEP nel primo anno}$

Calcoliamo le emissioni evitate in atmosfera di CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>:

CO<sub>2</sub> →  $46'701 \text{ MWh} \times 0,483 \text{ t/MWh} = 22'556,6 \text{ t nel primo anno}$

SO<sub>2</sub> →  $46'701 \text{ MWh} \times 0,0014 \text{ t/MWh} = 65,4 \text{ t nel primo anno}$

NO<sub>2</sub> →  $46'701 \text{ MWh} \times 0,0019 \text{ t/MWh} = 88,7 \text{ t nel primo anno}$

00	30-11-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione