

Procacci S.r.l. in liquidazione

Loc. Mocaiana – Fraz. Monteleto, 33

06024 GUBBIO (PG)



PERIZIA DI STIMA

ALLEGATO 10 - SOPRALLUOGO 09/06/2023:

RELAZIONE TECNICA SOPRALLUOGO

Impianto fotovoltaico della potenza di
349,60 kWp connesso alla rete elettrica in regime di
cessione totale dell'energia prodotta.

Fossato di Vico (PG) - Loc. Osteria del Gatto

Per Esaerg S.r.l.:

Arch. Fabio Bicchielli

Ing. Federico Biliorsi

Ing. Nicola Carboni

Settembre 2023

ESAERG S.r.l.

Sede: Viale Michelangelo Buonarroti, 100/1 - 52100 Arezzo - C.F./P.IVA: 02156510519

Tel. Fax: +39 0575 26665 - email: info@esaerg.it - PEC: esaerg@pec.it



Sommario

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE IMPIANTO	3
3. ESAME A VISTA	4
3.1 Moduli fotovoltaici	4
3.2 Inverter e quadri	5
4. ESAMI STRUMENTALI	6
4.1 Considerazioni preliminari.....	6
4.2 Strumentazione utilizzata	6
4.3 Metodo di indagine.....	6
4.4 Verifica tensioni di stringa	6
4.5 Verifica funzionalità protezioni di stringa	10
4.6 Indagine Termografica.....	10

1. PREMESSA

In data 19/04/2023 il Liquidatore Giudiziale della Procacci S.r.l. in liquidazione e in Concordato Preventivo - rif. 7/2015 del Tribunale di Perugia, Dott. Francesco Benvenuto, incaricava la scrivente Esaerg S.r.l. di redigere una perizia di stima al fine attribuire il più probabile attuale valore di mercato dell'impianto fotovoltaico, di proprietà della stessa azienda, ubicato nella copertura dell'immobile di Fossato di Vico.

Al fine di accertarsi dello stato dei luoghi e per acquisire una maggiore conoscenza dello stato di conservazione dell'impianto e delle eventuali problematiche in essere in data 09/06/2023 è stato effettuato un sopralluogo di cui la presente relazione costituisce documento esplicativo.

La presente relazione costituisce parte integrante della citata perizia in qualità di allegato.

2. DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico ha una potenza nominale complessiva di 349,60 kWp ed è stato installato nel 2011. E' composto da n.1520 Moduli fotovoltaici marca Hunan Red Solar New Energy Science and Technology Co. Ltd modello RSE-P-24 230 Wp suddivisi in due macro sezioni composte entrambe da n. 2 inverter marca Astrid modello Copernico 100TL Rid80 da 100 kW nominali ridotti a 80.

In particolare le 2 sezioni dell'impianto sono installate su n. 2 distinte coperture e più precisamente:

EDIFICIO 1 (nel seguito anche "EDIFICIO PRINCIPALE")

La sezione è caratterizzata dalle seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale: 193,20 kWp
- Numero moduli fotovoltaici: 840 moduli da 230 Wp
- Numero inverter: 2 inverter Copernico 100 TL da 80 kW
- Numero e composizione delle stringhe: 42 stringhe da 20 moduli ciascuna
- Esposizione: SUD-OVEST
- Tipo di installazione: Installati su copertura in modo complanare

EDIFICIO 2 (nel seguito anche "EDIFICIO INCLINATO")

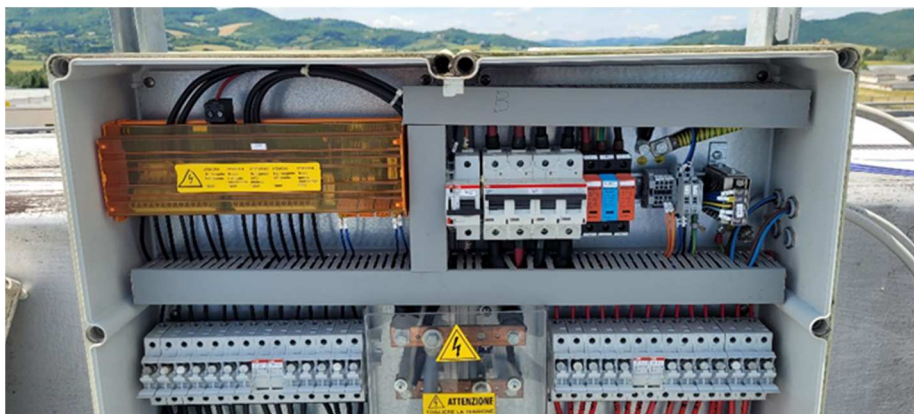
La sezione è caratterizzata dalle seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale: 156,40 kWp
- Numero moduli fotovoltaici: 680 moduli da 230 Wp
- Numero inverter: 2 inverter Copernico 100 TL da 80 kW
- Numero e composizione delle stringhe: 34 stringhe da 20 moduli ciascuna
- Esposizione: SUD-EST
- Tipo di installazione: Installati su copertura in modo complanare

Entrambe le sezioni di cui sopra prevedono in copertura quadri di stringa (Array Monitor - AM) per il collegamento in parallelo delle stesse e successivo collegamento agli inverter, quest'ultimi, collocati all'interno della cabina di allacciamento localizzata all'interno del resede di pertinenza dei fabbricati.

I quadri di stringa svolgono attualmente la sola funzione di collegamento in parallelo delle stringhe ma sono tutti predisposti per il monitoraggio a distanza dei parametri di funzionamento; attualmente tali funzioni non sono state implementate non essendo presente il collegamento per la comunicazione.

All'interno dei quadri di stringa sono inoltre presenti, quale protezione di stringa, fusibili per la protezione da correnti inverse.



Quadro di Stringa – Array Monitor

La cabina di allacciamento all'interno della quale sono installati gli inverter e i quadri elettrici lato CA è situata all'interno del resede e risulta in buone condizioni. Gli inverter sono in buono stato anche se è evidente l'accumulo di polvere con parziale ostruzione delle griglie di areazione.

3. ESAME A VISTA

Durante il sopralluogo è stato possibile accertare lo stato di conservazione dei moduli fotovoltaici, lo stato degli inverter, dei quadri elettrici e dei cablaggi accessibili.

Da un primo esame a vista è emerso che l'impianto si trova in uno stato di manutenzione compatibile con l'età e con gli interventi manutentivi emersi dai colloqui effettuati con la Committenza. Più in dettaglio è possibile evidenziare quanto segue:

3.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici risultano essere generalmente ancora ben ancorati alla copertura anche se il sistema di fissaggio mostra evidenti segni di corrosione (vedi foto)



Foto-1 – Ancoraggio modulo FV

Inoltre i moduli, nella quasi totalità, mostrano segni evidenti dell'effetto snail trails o "bava di lumaca" come risulta visibile anche dalla precedente foto.



Foto-2 – Segni evidenti di snail trails

L'effetto snail trails si rivela sotto forma di alterazioni cromatiche che compaiono sulla parte anteriore dei pannelli fotovoltaici dopo un periodo che può andare da alcuni mesi ad alcuni anni dopo l'esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici. Si tratta di striature larghe anche fino a un centimetro che ricordano visivamente la bava delle lumache e alterano l'estetica e in alcuni casi anche la produttività dei pannelli fotovoltaici.

Come evidente dalle immagini i moduli sono affetti in modo esteso da tale fenomeno.

L'alterazione visibile ad occhio nudo sulla superficie del modulo è in realtà una micro-lesione della cella. Le micro-lesioni provocano l'ossidazione dei finger (la griglia di fini connessioni metalliche tra i busbar) della cella che creano l'effetto ottico. Diverse celle solari di diversi produttori si comportano in maniera abbastanza diversa, il che significa che anche il materiale costruttivo della cella solare e il controllo del processo di produzione potrebbero essere profondamente coinvolti in questo processo.

Sebbene spesso il problema sia per lo più solamente estetico, quando invece le bave di lumaca sono numerose e diffuse sulla superficie del modulo non è escludibile la possibilità di una certa perdita di potenza resa dal modulo.

La perdita di potenza derivante da tale situazione è difficilmente rilevabile se non con verifiche puntuali su ogni singolo modulo fotovoltaico e in condizioni standard di funzionamento (STC 1000 W/mq 25°C) difficilmente riscontrabili nella realtà. Una indicazione attendibile della presenza di perdita di potenza è rilevabile (ma non quantificabile con esattezza) tramite ispezione termografica. Nel seguito si riportano alcune immagini termografiche con relative conclusioni (vedi gli allegati Report Termografici).

3.2 Inverter e quadri

L'impianto risulta essere conforme a quanto previsto a progetto e costituito da n° 6 quadri di stringa (Array Monitor) che raccolgono le 76 stringhe costituite da 20 moduli ciascuna.

Gli inverter, durante la visita, sono risultati tutti funzionanti.

E' stato effettuato un controllo tramite log interno per la verifica di errori e principali malfunzionamenti storici. I log di tutti i 4 inverter hanno presentato errori riassumibili come di seguito:

- A09: Anomalie del sistema di regolazione della frequenza. Guasto Interno
- A14: L'inverter è disconnesso dalla rete
- A17: La tensione di uscita dell'inverter è troppo alta
- A18: La tensione o la frequenza della rete AC sono fuori dal range di tolleranza
- S10: -- (stato di funzionamento dell'inverter non previsto dal manuale)

Per quanto riguarda gli errori A14, A17 e A18 la presenza all'interno dei log non è indicativa di danneggiamenti dell'apparecchiatura, mentre per quanto riguarda il codice A09 è indicativo di un guasto; inoltre all'interno della cabina, è presente una scheda elettronica interna ad un inverter che probabilmente è stata sostituita a seguito di anomalie riscontrate.

4. ESAMI STRUMENTALI

4.1 Considerazioni preliminari

Le verifiche strumentali eseguite sul posto hanno valore indicativo dello stato attuale di conservazione dell'impianto e propedeutiche alla quantificazione economica del valore residuo dell'impianto fotovoltaico. Le verifiche strumentali sono state seguite in condizioni di buon irraggiamento ($>400 \text{ W/mq}$) e con temperatura ambiente compresa fra $25\text{-}30^\circ\text{C}$.

4.2 Strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione delle indagini si è utilizzata la seguente strumentazione:

- Multimetro marca HT Italia modello HT 72 matr. 00400281.
- Termocamera Chauvin Arnoux C.A. 1882

4.3 Metodo di indagine

Le verifiche strumentali effettuate hanno previsto:

1. Verifica della tensione nominale di stringa a vuoto;
2. Verifica della tensione nominale di stringa sotto carico: la verifica è stata effettuata sezionando il più possibile le stringhe all'interno dei quadri di campo, mantenendo un livello minimo di stringhe (2 stringhe) in modo da mantenere in funzione l'inverter dedicato e garantire così la condizione di carico (ove possibile);
3. Verifica funzionalità protezioni di stringa (fusibili);
4. Indagine termografica per verificare la presenza di anomalie termiche diffuse e/o concentrare, c.d. Hot Spot e Hot Area.

4.4 Verifica tensioni di stringa

La verifica della tensione di stringa ha confermato lo stato di funzionamento delle stringhe ed evidenziato alcune differenze giustificabili soltanto parzialmente con la variabilità delle condizioni di esecuzione della misura.

Di seguito si riportano i valori registrati per entrambe le sezioni di impianto.

EDIFICIO 1 PRINCIPALE

EDIFICIO PRINCIPALE

ARRAY MONITOR	SIGLA STRINGA	VALORE Voc-mis	VALORE Vmis	V Pmax STC	Voc STC	ΔV Voc	ΔV Vmis-Vpmax
1-D	S1	618	N.E*	596	740	-122	-
	S2	616				-124	-
	S3	625				-115	-
	S4	631				-109	-
	S5	595				-145	-
	S6	630				-110	-
	S7	627				-113	-
	S8	628				-112	-
	S9	629				-111	-
	S10	631				-109	-
	S11	624				-116	-

EDIFICIO PRINCIPALE

ARRAY MONITOR	SIGLA STRINGA	VALORE Voc-mis	VALORE Vmis	V Pmax STC	Voc STC	ΔV Voc	ΔV Vmis-Vpmax
2-C	S1	638	466	596	740	-102	-130
	S2	619	466			-121	-130
	S3	636	520			-104	-76
	S4	562	520			-178	-76
	S5	619	522			-121	-74
	S6	630	522			-110	-74
	S7	631	508			-109	-88
	S8	625	508			-115	-88
	S9	611	493			-129	-103
	S10	631	493			-109	-103

EDIFICIO PRINCIPALE

ARRAY MONITOR	SIGLA STRINGA	VALORE Voc-mis	VALORE Vmis	V Pmax STC	Voc STC	ΔV Voc	ΔV Vmis-Vpmax
3-E	S1	623	548	596	740	-117	-48
	S2	638	548			-102	-48
	S3	640	545			-100	-51
	S4	599	545			-141	-51
	S5	642	520			-98	-76
	S6	596	520			-144	-76
	S7	625	496			-115	-100
	S8	630	496			-110	-100
	S9	639	480			-101	-116
	S10	630	480			-110	-116
	S11	638	503			-102	-93

EDIFICIO PRINCIPALE							
ARRAY MONITOR	SIGLA STRINGA	VALORE Voc-mis	VALORE Vmis	V Pmax STC	Voc STC	ΔV Voc	ΔV Vmis-Vpmax
4-F	S1	625	496	596	740	-115	-100
	S2	628	496			-112	-100
	S3	640	520			-100	-76
	S4	634	520			-106	-76
	S5	639	539			-101	-57
	S6	646	539			-94	-57
	S7	637	540			-103	-56
	S8	641	540			-99	-56
	S9	639	540			-101	-56
	S10	644	540			-96	-56

NOTE: N.E.* - Non Eseguita; non è stato possibile eseguire la misurazione a causa del mancato avvio dell'inverter con numero di stringhe ridotto.

Dalle misurazioni effettuate per le stringhe installate sulla copertura dell'edificio principale è possibile osservare quanto segue:

- I valori di tensione a vuoto misurati differiscono del 13-24% rispetto ai valori nominali: parte di tale differenza è giustificata dalla temperatura dei moduli fotovoltaici superiore ai 25° nominali. Durante le misurazioni la temperatura dei moduli è stata mediamente di circa 45-55° che comporta una riduzione della tensione a vuoto dei moduli; a seguito di tale valutazione è realistico correggere il dato a 5-20%.
- I valori delle tensioni sotto carico misurati differiscono del 8-22% rispetto ai valori nominali: anche in questo caso i valori sono influenzati dalle temperature.

Analizzando i dati si rileva che:

- Eseguendo la media di tutti i valori delle tensioni a vuoto (Voc-mis) misurati, si ottiene una riduzione percentuale pari al 15% (-113 V).
- Eseguendo la media di tutti i valori delle tensioni sotto carico (Vmis) misurati, si ottiene una riduzione percentuale pari al 13,6% (-80,9 V).

Sulla base dei dati rilevati si osserva che il decadimento delle prestazioni dei moduli fotovoltaici è approssimabile al 13%-16% compatibile al decadimento annuo previsto dopo 13 anni (0,8 % annuo).

EDIFICIO 2 INCLINATO

EDIFICIO INCLINATO

ARRAY MONITOR	SIGLA STRINGA	VALORE Voc-mis	VALORE Vmis	V Pmax STC	Voc STC	ΔV Voc	ΔV Vmis-Vpmax
6-A	S1	627	565	596	740	-113	-31
	S2	627	565			-113	-31
	S3	627	658			-113	62
	S4	629	582			-111	-14
	S5	596	567			-144	-29
	S6	624	560			-116	-36
	S7	625	570			-115	-26
	S8	619	583			-121	-13
	S9	619	577			-121	-19
	S10	623	583			-117	-13
	S11	623	581			-117	-15
	S12	618*	577			-122	-19
	S13	618*	577			-122	-19
	S14	621*	565			-119	-31
	S15	621*	565			-119	-31
	S16	623*	573			-117	-23
	S17	623*	573			-117	-23

EDIFICIO INCLINATO

ARRAY MONITOR	SIGLA STRINGA	VALORE Voc-mis	VALORE Vmis	V Pmax STC	Voc STC	ΔV Voc	ΔV Vmis-Vpmax
7-B	S1	622	575	596	740	-118	-21
	S2	635	588			-105	-8
	S3	606	588			-134	-8
	S4	640	602			-100	6
	S5	630	580			-110	-16
	S6	626	620			-114	24
	S7	628	580			-112	-16
	S8	631	578			-109	-18
	S9	633	581			-107	-15
	S10	640	586			-100	-10
	S11	629	589			-111	-7
	S12	631*	-			-109	-
	S13	631*	-			-109	-
	S14	621*	-			-119	-
	S15	621*	-			-119	-
	S16	633*	-			-107	-
	S17	633*	-			-107	-

NOTE: N.E.* - Non Eseguita; non è stato possibile eseguire la misurazione a causa del mancato avvio dell'inverter con numero di stringhe ridotto.

Le misurazioni effettuate per le stringhe installate sulla copertura dell'edificio inclinato evidenziano quanto segue:

- I valori di tensione a vuoto misurati differiscono del 13-20% rispetto ai valori nominali: parte di tale differenza è giustificata dalla temperatura dei moduli fotovoltaici superiore ai 25° nominali. Durante le misurazioni la temperatura dei moduli è stata mediamente di 40-50° che comporta una riduzione della tensione a vuoto dei moduli; a seguito di tale valutazione è realistico correggere il dato a 5-15%.
- I valori delle tensioni sotto carico misurati differiscono del 1-6% rispetto ai valori nominali: anche in questo caso i valori sono influenzati dalle temperature.

Analizzando i dati si rileva che:

- Eseguendo la media di tutti i valori delle tensioni a vuoto (Voc-mis) misurati, si ottiene una riduzione percentuale pari al 15,5% (-115 V).
- Eseguendo la media di tutti i valori delle tensioni sotto carico (Vmis) misurati, si ottiene una riduzione percentuale pari al 3,3% (-19,6 V).

Sulla base dei dati rilevati si osserva che il decadimento delle prestazioni dei moduli fotovoltaici è approssimabile al 5%-10% più che compatibile al decadimento annuo previsto dopo 13 anni (0,8 % annuo).

4.5 Verifica funzionalità protezioni di stringa

La verifica prevede il controllo dell'integrità delle protezioni di stringa costituite da fusibili da 10A correttamente dimensionati rispetto alla corrente nominale di stringa prevista a 7,72 A alla massima potenza e a 8,26 A in caso di corto circuito.

La verifica ha dato esito positivo.

4.6 Indagine Termografica

L'indagine termografica è stata eseguita al fine di confermare quanto emerso dall'esame a vista e confermare il decadimento dei moduli dovuto alla presenza diffusa dei fenomeni di snail trails.

Come visibile dai report (vedi allegati specifici) i moduli presentano in alcuni casi fenomeni di Hot Spot che richiederebbero un monitoraggio costante ed, in alcuni casi, data la presenza di elevate temperature, la sostituzione dei moduli interessati.

In conclusione l'indagine termografica ha rilevato che circa 10% dei moduli presenta fenomeni evidenti di sovratemperature localizzate. Tali anomalie termiche possono compromettere parzialmente o interamente la funzionalità del pannello stesso ovvero della stringa di cui fa parte il singolo pannello e richiederebbero la sostituzione del modulo stesso sia per motivi legati al rendimento oltre che per motivi di sicurezza.



Per ESAERG S.r.l.:

Ing. Federico BILIORSI 	Arch. Fabio BICCHIELLI 	Ing. Nicola CARBONI 
---	---	--