

Roma, settembre 2023

Analisi delle prestazioni dei moduli della CET3 esercizio primo semestre 2023

Premessa

Il personale AdI Energia ha richiesto agli scriventi un'analisi delle prestazioni energetiche dei tre moduli della CET3 e della centrale nel suo complesso del primo semestre 2023.

Per rispondere a tale richiesta gli scriventi hanno elaborato il presente documento che fornisce, innanzitutto, una breve descrizione della metodologia di calcolo dei rendimenti elettrici netti dei singoli moduli della CET3 e della CET3 nel suo complesso.

A seguire vengono riportati i dati e i risultati del calcolo dei rendimenti elettrici netti, a livello mensile e semestrale (primo semestre 2023), dei singoli moduli della CET3 e della centrale complessiva.

Infine, viene fornito un quadro dell'assetto medio dei moduli della CET3, in termini di potenze, per definire l'esercizio medio dei moduli e della centrale in questo primo semestre 2023.

Le elaborazioni condotte sono basate sui dati forniti dal personale AdI Energia.

CET3 – Rendimenti elettrici netti mensili e annuali ($\eta_{BAT-AEEL}$): metodologia e calcolo

L'Unione Europea, al fine di supportare le autorità competenti nel fissare i valori limite di emissione per i grandi impianti di combustione, ha adottato, attraverso la DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2017/1442 DELLA COMMISSIONE del 31 luglio 2017, le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per i grandi impianti di combustione (riportate in allegato alla Decisione sopra citata).

In tale Decisione, viene introdotto il concetto di rendimento BAT-AEEL (livelli di efficienza energetica associati alle migliori tecniche disponibili); più in dettaglio, tale Decisione definisce il rendimento BAT-AEEL per impianti di cogenerazione di calore ed energia (CHP) come il **“rendimento elettrico netto” riferito “all'unità di combustione che genera solo energia elettrica a pieno carico”**.

Per poter pertanto esprimere tale rendimento si fa riferimento alla normativa europea sulla cogenerazione ad alto rendimento e alla normativa italiana in cui viene introdotto e definito il **“rendimento della produzione di energia elettrica/meccanica che l'unità di cogenerazione avrebbe in un assetto puramente elettrico”**. Tale definizione risulta del tutto equivalente a quella del rendimento BAT-AEEL per impianti di cogenerazione di calore ed energia (CHP) e pertanto, sfruttando la normativa CAR, si può porre:

$$\eta_{BAT-AEEL} = \eta_{nonCHP,E,netto} = \frac{E_{lorda} + \beta \cdot H_{CHP} - E_{aux}}{E_{comb}}$$

$$\eta_{BAT-AEEL} = \frac{EE_{lorda} + E_{mecc} + \beta \cdot H_{CHP} - E_{aux}}{E_{comb}}$$

dove:

- E_{lorda} rappresenta la somma della produzione di energia elettrica, EE_{lorda} , e di energia meccanica, E_{mecc}
- β rappresenta la mancata produzione di energia elettrica per ogni unità di energia termica estratta da una turbina a vapore a condensazione con estrazione di vapore
- H_{CHP} è l'energia termica utile prodotta
- E_{aux} è l'energia elettrica per gli ausiliari funzionali alla produzione di energia elettrica
- E_{comb} è l'energia termica da combustibile utilizzata nell'impianto.

Sulla base dei dati forniti da AdI Energia per l'esercizio della centrale CET3 nel primo semestre 2023 è stato possibile, a partire dai dati fiscali di centrale e di modulo, quantificare tutti termini della precedente relazione per singolo modulo; successivamente, a partire dai dati di modulo, sono stati determinati i dati di centrale e quindi è stato calcolato il rendimento elettrico netto della CET3 riferito "all'unità di combustione che genera solo energia elettrica a pieno carico".

Dalle elaborazioni si evince che:

- il MOD1 esibisce un rendimento elettrico netto semestrale di poco superiore al 39%
- il MOD2 esibisce un rendimento elettrico netto semestrale di poco superiore al 40%
- il MOD3 esibisce un rendimento elettrico netto semestrale pari a circa il 38%

Sulla base di tali risultati, la CET3 nel suo complesso esibisce un rendimento elettrico netto semestrale di quasi il 39%.

Tali prestazioni, come si vedrà più avanti, sono conseguenza dell'assetto medio dei moduli (per il MOD1 e MOD2) e delle condizioni dei componenti (sezione a vapore per il MOD3).



CET3 – gennaio-giugno 2023

DATI da documentazione per fatturazione

g e n n a i o	combustibili	Q _{AFO}	kNm ³	140.462	Q _{LDG}	kNm ³	84	Q _{CK}	kNm ³	14.320	Q _{NG}	kStm ³	26.951,86
		H _{i AFO}	kcal/Nm ³	799,1595	H _{i LDG}	kcal/Nm ³	1.607,0538	H _{i CK}	kcal/Nm ³	4.284,0991	H _{i NG}	kcal/Stm ³	8.617,79
	energia elettrica	EE _{TG1}	MWh	37.478,700	EE _{TG2}	MWh	12.232,500	EE _{TG3}	MWh	50.494,500			
		EE _{TV1}	MWh	19.434,600	EE _{TV2}	MWh	4.747,950	EE _{TV3}	MWh	18.370,800			
		T70+T80+T90	MWh	5.150,112	Q _{acqua mare}	km ³	27.219,547	Q _{aria compressa}	kNm ³	391,019	h _{MOD1}	ore	541,000
					Q _{acqua demi}	km ³	102,265	Q _{azoto}	kNm ³	1.943,470	h _{MOD2}	ore	166,000
					Q _{acqua industriale}	km ³	1,862				h _{MOD3}	ore	709,600
		EE _{LORDA totale}	142.759,05	EE _{LORDA MD1}	56.913,30	EE _{LORDA MD2}	16.980,45	EE _{LORDA MD3}	68.865,30				
		EE _{AUX totale}	7785,65124	5,45%									
	vapore	Q _{vapore}	t	71451	Q _{v CET3-CDP}	t	71259,8						
ΔH _{medio mensile}		kcal/kg	738,50	ET _{CET3-DP}	MWh	61203,3							

f e b b r a i o	combustibili	Q _{AFO}	kNm ³	126.166	Q _{LDG}	kNm ³	204	Q _{CK}	kNm ³	13.647	Q _{NG}	kStm ³	25.112,20
		H _{i AFO}	kcal/Nm ³	770,5257	H _{i LDG}	kcal/Nm ³	1.667,6104	H _{i CK}	kcal/Nm ³	4.281,2056	H _{i NG}	kcal/Stm ³	8.611,18
	energia elettrica	EE _{TG1}	MWh	6.478,500	EE _{TG2}	MWh	50.805,300	EE _{TG3}	MWh	39.305,700			
		EE _{TV1}	MWh	2.359,800	EE _{TV2}	MWh	23.012,100	EE _{TV3}	MWh	12.781,800			
		T70+T80+T90	MWh	4.521,264	Q _{acqua mare}	km ³	22.243,219	Q _{aria compressa}	kNm ³	413,129	h _{MOD1}	ore	98,500
					Q _{acqua demi}	km ³	103,563	Q _{azoto}	kNm ³	1.816,390	h _{MOD2}	ore	667,400
					Q _{acqua industriale}	km ³	1,790				h _{MOD3}	ore	505,900
		EE _{LORDA totale}	134.743,20	EE _{LORDA MD1}	8.838,30	EE _{LORDA MD2}	73.817,40	EE _{LORDA MD3}	52.087,50				
		EE _{AUX totale}	6817,93722	5,06%									
	vapore	Q _{vapore}	t	70639	Q _{v CET3-CDP}	t	70578,4						
ΔH _{medio mensile}		kcal/kg	736,67	ET _{CET3-DP}	MWh	60468							

m a r z o	combustibili	Q _{AFO}	kNm ³	131.746	Q _{LDG}	kNm ³	769	Q _{CK}	kNm ³	13.878	Q _{NG}	kStm ³	29.454,86
		H _{i AFO}	kcal/Nm ³	769,0677	H _{i LDG}	kcal/Nm ³	1.585,4064	H _{i CK}	kcal/Nm ³	4.237,4135	H _{i NG}	kcal/Stm ³	8.623,54
	energia elettrica	EE _{TG1}	MWh	53.760,000	EE _{TG2}	MWh	1.978,200	EE _{TG3}	MWh	52.273,200			
		EE _{TV1}	MWh	25.427,250	EE _{TV2}	MWh	803,250	EE _{TV3}	MWh	17.928,000			
		T70+T80+T90	MWh	4.809,552	Q _{acqua mare}	km ³	23.808,146	Q _{aria compressa}	kNm ³	496,827	h _{MOD1}	ore	676,700
					Q _{acqua demi}	km ³	122,293	Q _{azoto}	kNm ³	1.276,150	h _{MOD2}	ore	26,500
					Q _{acqua industriale}	km ³	2,052				h _{MOD3}	ore	664,400
		EE _{LORDA totale}	152.169,90	EE _{LORDA MD1}	79.187,25	EE _{LORDA MD2}	2.781,45	EE _{LORDA MD3}	70.201,20				
		EE _{AUX totale}	7182,43994	4,72%									
	vapore	Q _{vapore}	t	77389	Q _{v CET3-CDP}	t	74824,3						
ΔH _{medio mensile}		kcal/kg	734,79	ET _{CET3-DP}	MWh	63941,5							

a p r i l e	combustibili	Q _{AFO}	kNm ³	142.787	Q _{LDG}	kNm ³	1.268	Q _{CK}	kNm ³	12.873	Q _{NG}	kStm ³	28.286,528
		H _{i AFO}	kcal/Nm ³	800,8654	H _{i LDG}	kcal/Nm ³	1.641,6181	H _{i CK}	kcal/Nm ³	4.325,4658	H _{i NG}	kcal/Stm ³	8.620,21
	energia elettrica	EE _{TG1}	MWh	50.757,000	EE _{TG2}	MWh	0,000	EE _{TG3}	MWh	47.974,500			
		EE _{TV1}	MWh	28.236,600	EE _{TV2}	MWh	0,000	EE _{TV3}	MWh	20.648,250			
		T70+T80+T90	MWh	4.906,704	Q _{acqua mare}	km ³	22.986,512	Q _{aria compressa}	kNm ³	447,918	h _{MOD1}	ore	720,000
					Q _{acqua demi}	km ³	113,844	Q _{azoto}	kNm ³	869,110	h _{MOD2}	ore	0,000
					Q _{acqua industriale}	km ³	2,008				h _{MOD3}	ore	690,600
		EE _{LORDA totale}	147.616,35	EE _{LORDA MD1}	78.993,60	EE _{LORDA MD2}	0,00	EE _{LORDA MD3}	68.622,75				
		EE _{AUX totale}	7197,03117	4,88%									
	vapore	Q _{vapore}	t	72842	Q _{v CET3-CDP}	t	72761,5						
ΔH _{medio mensile}		kcal/kg	733,24	ET _{CET3-DP}	MWh	62047,9							



DATI da documentazione per fatturazione

m a g g i o	combustibili	Q _{AFO}	kNm ³	171.590	Q _{LDG}	kNm ³	3.555	Q _{CK}	kNm ³	12.341	Q _{NG}	kStm ³	29.218,341
		H _{i,AFO}	kcal/Nm ³	814,8475	H _{i,LDG}	kcal/Nm ³	1.647,1731	H _{i,CK}	kcal/Nm ³	4.227,1952	H _{i,NG}	kcal/Stm ³	8.626,79
	energia elettrica	EE _{TG1}	MWh	42.155,400	EE _{TG2}	MWh	22.690,500	EE _{TG3}	MWh	34.385,400			
		EE _{TV1}	MWh	26.708,400	EE _{TV2}	MWh	14.679,900	EE _{TV3}	MWh	18.527,400			
		T70+T80+T90	MWh	5.502,816	Q _{acqua mare}	km ³	23.665,817	Q _{aria compressa}	kNm ³	423,428	h _{MOD1}	ore	632,900
					Q _{acqua demi}	km ³	123,176	Q _{azoto}	kNm ³	1.137,540	h _{MOD2}	ore	346,500
					Q _{acqua industriale}	km ³	2,901				h _{MOD3}	ore	521,300
		EE _{LORDA totale}	159.147,00	EE _{LORDA MD1}	68.863,80	EE _{LORDA MD2}	37.370,40	EE _{LORDA MD3}	52.912,80				
		EE _{AUX totale}	7936,44773	4,99%									
		vapore	Q _{vapore}	t	73128	Q _{v,CET3-CDP}	t	73103,5					
ΔH _{medio mensile}	kcal/kg		730,05	ET _{CET3-DP}	MWh	62068,1							

g i u g n o	combustibili	Q _{AFO}	kNm ³	199.057	Q _{LDG}	kNm ³	5.629	Q _{CK}	kNm ³	13.451	Q _{NG}	kStm ³	37.122,56
		H _{i,AFO}	kcal/Nm ³	809,6547	H _{i,LDG}	kcal/Nm ³	1.662,9822	H _{i,CK}	kcal/Nm ³	4.017,2004	H _{i,NG}	kcal/Stm ³	8.627,18
	energia elettrica	EE _{TG1}	MWh	37.363,200	EE _{TG2}	MWh	48.909,000	EE _{TG3}	MWh	38.423,700			
		EE _{TV1}	MWh	24.298,650	EE _{TV2}	MWh	32.408,100	EE _{TV3}	MWh	20.495,700			
		T70+T80+T90	MWh	6.108,960	Q _{acqua mare}	km ³	29.346,582	Q _{aria compressa}	kNm ³	352,912	h _{MOD1}	ore	551,000
					Q _{acqua demi}	km ³	120,059	Q _{azoto}	kNm ³	1.164,460	h _{MOD2}	ore	717,300
					Q _{acqua industriale}	km ³	1,588				h _{MOD3}	ore	560,600
		EE _{LORDA totale}	201.898,35	EE _{LORDA MD1}	61.661,85	EE _{LORDA MD2}	81.317,10	EE _{LORDA MD3}	58.919,40				
		EE _{AUX totale}	9019,93492	4,47%									
		vapore	Q _{vapore}	t	66335	Q _{v,CET3-CDP}	t	66282,4					
ΔH _{medio mensile}	kcal/kg		724,50	ET _{CET3-DP}	MWh	55849,2							



CET3

MOD 1

MESE	E_{comb} MWh	$E_{TV+E_{TG}}$ MWh	E_{aux} MWh	$E_{meccanica}$ MWh	H_{CHP} MWh	β	$E+\beta \cdot H_{CHP}$ MWh	$\eta_{BAT-AEEL}$
Gennaio	184386	56913,3	3103,9	13471,2	22293,7	0,2224	75341,8	0,3918
Febbraio	31547	8838,3	447,2	2489,1	5164,7	0,1945	12331,9	0,3767
Marzo	244059	79187,2	3737,6	17358,8	30442,6	0,2159	103119,2	0,4072
Aprile	250980	78993,6	3851,3	18249,7	28284,8	0,2063	103078,3	0,3954
Maggio	226379	68863,8	3434,1	15632,0	26025,7	0,1974	89632,4	0,3808
Giugno	195212	61661,9	2754,8	12906,9	15411,7	0,1973	77609,1	0,3835
Luglio	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,0000
Agosto	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,0000
Settembre	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,0000
Ottobre	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,0000
Novembre	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,0000
Dicembre	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,0000

Anno 2023 **1132562,4** **354458,1** **17329,0** **80107,5** **127623,2** **0,2069** **460966,9** **0,3917**

MOD 2

MESE	E_{comb} MWh	$E_{TV+E_{TG}}$ MWh	E_{aux} MWh	$E_{meccanica}$ MWh	H_{CHP} MWh	β	$E+\beta \cdot H_{CHP}$ MWh	$\eta_{BAT-AEEL}$
Gennaio	56.369	16.980	926	4.652	6.778	0,2227	23.142	0,3941
Febbraio	233.343	73.817	3.735	18.673	32.546	0,2130	99.423	0,4101
Marzo	9.265	2.781	131	687	1.131	0,2218	3.720	0,3873
Aprile	0	0	0	0	0	0,0000	0	0,0000
Maggio	120.950	37.370	1.864	9.425	14.169	0,1942	49.546	0,3942
Giugno	251.126	81.317	3.633	19.170	23.113	0,1909	104.900	0,4033
Luglio	0	0	0	0	0	0,0000	0	0,0000
Agosto	0	0	0	0	0	0,0000	0	0,0000
Settembre	0	0	0	0	0	0,0000	0	0,0000
Ottobre	0	0	0	0	0	0,0000	0	0,0000
Novembre	0	0	0	0	0	0,0000	0	0,0000
Dicembre	0	0	0	0	0	0,0000	0	0,0000

Anno 2023 **671.054** **212.267** **10.289** **52.606** **77.737** **0,2005** **280.455** **0,4026**



MOD 3

	E_{comb} MWh	$E_{TV+E_{TG}}$ MWh	E_{aux} MWh	$E_{meccanica}$ MWh	H_{CHP} MWh	β	$E+\beta \cdot H_{CHP}$ MWh	$\eta_{BAT-AEEL}$
MESE								
Gennaio	231.423	68.865	3.756	18.369	32184,6	0,1464	91.946	0,3811
Febbraio	168.009	52.088	2.636	12.727	22566,7	0,1375	67.917	0,3886
Marzo	229.731	70.201	3.314	16.521	34510,2	0,1313	91.254	0,3828
Aprile	232.773	68.623	3.346	16.931	33876,2	0,1266	89.841	0,3716
Maggio	175.909	52.913	2.639	12.059	22241,7	0,1406	68.100	0,3721
Giugno	187.295	58.919	2.632	12.641	18015,9	0,1511	74.283	0,3826
Luglio	0	0	0	0	0,0	0,0000	0	0,0000
Agosto	0	0	0	0	0,0	0,0000	0	0,0000
Settembre	0	0	0	0	0,0	0,0000	0	0,0000
Ottobre	0	0	0	0	0,0	0,0000	0	0,0000
Novembre	0	0	0	0	0,0	0,0000	0	0,0000
Dicembre	0	0	0	0	0,0	0,0000	0	0,0000

Anno 2023 1.225.140 371.609 18.321 89.248 163395,3 0,1390 483.565 0,3797

CET3 – complessivo gennaio – giugno 2023

DATI FISCALI

		E_{comb} (MWh)	EE_{lorda} (MWh)	EE_{aux} (MWh)	E_{mecc} (MWh)	E_t (MWh)
2023	MOD1	1.132.562	354.458,100	17.329,001	80.107,523	126.953
	MOD2	671.054	212.266,800	10.288,975	52.606,055	77.481
	MOD3	1.225.140	371.608,950	18.321,466	89.248,310	163.686
	CET3	3.028.756	938.333,850	45.939,442	221.961,888	368.120

ELABORAZIONI

		H_{CHP} (MWh)	β	$EE_{lorda} + E_{mecc} + \beta \cdot H_{CHP}$	$\eta_{BAT-AEEL}$	C_{seq}
2023	MOD1	127.623,2	0,2069	460.966,9	39,17%	2.195,5
	MOD2	77.736,6	0,2005	280.455,5	40,26%	2.136,1
	MOD3	163.395,3	0,1390	483.564,6	37,97%	2.264,7
	CET3	368.755,1	0,1754	1.224.987,0	38,93%	2.209,2

CET3 – Assetto medio dei singoli moduli

Sulla base dei dati forniti dal personale AdI Energia (dati fiscali e report orari relativi alle principali grandezze energetiche dei moduli della CET3) è stato possibile definire l'assetto medio dei moduli a livello mensile e semestrale. I risultati vengono riportati nelle seguenti tabelle e consentono di dedurre le seguenti considerazioni:

Turbine a gas

- il carico delle TG di tutti i moduli è stato nel primo semestre 2023 inferiore rispetto alle condizioni nominali: ciascuna TG è, infatti, caratterizzata da una potenza nominale lorda pari a circa 140 MW, di cui 27 MW vengono assorbiti dal treno dei compressori centrifughi, e quindi da una potenza nominale netta pari a circa 113 MW.
Nel primo semestre 2023 la **potenza netta delle TG è stata mediamente pari a 70-72 MW**
- la **potenza assorbita dal treno dei compressori centrifughi è stata mediamente pari a 24-27 MW**. Per il MOD1 e il MOD3 tale assorbimento è stato pari a 24.4-24.9 MW mentre per il MOD2 tale assorbimento è stato pari a oltre 27 MW
- di conseguenza la potenza lorda delle TG è stata mediamente inferiore ai 100 MW e quindi ad appena il 70% della potenza nominale

	Pe _{TG} Potenza elettrica TG MW			Pm _{COCE} Potenza meccanica COCE MW		
	MOD1	MOD2	MOD3	MOD1	MOD2	MOD3
MESE						
Gennaio	69,3	73,7	71,2	24,90	28,02	25,89
Febbraio	65,8	76,1	77,7	25,27	27,98	25,16
Marzo	79,4	74,6	78,7	25,65	25,93	24,87
Aprile	70,5	0,0	69,5	25,35	0,00	24,52
Maggio	66,6	65,5	66,0	24,70	27,20	23,13
Giugno	67,8	68,2	68,5	23,42	26,72	22,55
Anno 2023	70,8	71,0	72,0	24,9	27,3	24,4

- conseguentemente si rileva un rendimento TG, lordo e netto COCE, inferiore rispetto all'esercizio degli anni precedenti; la TG del MOD1 ha il rendimento lordo più basso, mentre il MOD3 ha il rendimento netto più elevato. I rendimenti calcolati sono comunque compatibili con il carico delle TG

Sezioni a vapore

- a fronte della riduzione del carico delle TG, si evidenzia una fisiologica riduzione dell'efficienza dei GVR che, accompagnata anche da una limitata frazione di post-combustione, fa sì che la sezione a vapore risulti caratterizzata da una potenza elettrica equivalente limitata



MESE	$P_{tCOMB-TG}$ Potenza da combustibile alla TG MW			$\eta_{lordoTG}$ Rendimento TG lordo COCE			$\eta_{nettoTG}$ Rendimento TG netto COCE		
	MOD1	MOD2	MOD3	MOD1	MOD2	MOD3	MOD1	MOD2	MOD3
Gennaio	327,1	338,2	318,4	0,2879	0,3007	0,3048	0,2118	0,2179	0,2235
Febbraio	320,3	338,3	328,4	0,2843	0,3077	0,3132	0,2054	0,2250	0,2366
Marzo	349,9	349,6	334,3	0,3004	0,2877	0,3098	0,2271	0,2135	0,2354
Aprile	328,9	0,0	310,7	0,2914	0,0000	0,3025	0,2144	0,0000	0,2236
Maggio	318,8	311,1	298,8	0,2864	0,2979	0,2982	0,2089	0,2105	0,2208
Giugno	318,9	312,9	303,2	0,2861	0,3033	0,3004	0,2126	0,2179	0,2261
Anno 2023	329,0	324,1	316,1	0,2908	0,3035	0,3050	0,2152	0,2191	0,2277

MESE	ϵ_{GVR} Efficienza GVR			F_{PC} Frazione combustibile alle PC		
	MOD1	MOD2	MOD3	MOD1	MOD2	MOD3
Gennaio	0,5751	0,5142	0,5778	0,04036	0,00394	0,02385
Febbraio	0,5300	0,5894	0,5690	0,00000	0,03243	0,01109
Marzo	0,5861	0,5138	0,5865	0,02990	0,00000	0,03331
Aprile	0,5994	0,0000	0,6154	0,05661	0,00000	0,07810
Maggio	0,5965	0,6303	0,6299	0,10862	0,10870	0,11458
Giugno	0,5893	0,6371	0,6171	0,09987	0,10612	0,09248
Anno 2023	0,5879	0,6068	0,5989	0,06448	0,07091	0,05770

- la potenza elettrica delle TV è stata mediamente pari a poco meno di 40 MW per il MOD1 ed il MOD2 e poco meno di 30 MW per il MOD3. La potenza elettrica equivalente al vapore esportato è poco più di 8 MW per il MOD1 ed il MOD2 e poco più di 6 MW per il MOD3

MESE	P_{eTV} Potenza elettrica TV MW			P_{eVAP} Potenza elettrica equivalente al vapore esportato MW			η_{EQ-IV} Rendimento equivalente IV		
	MOD1	MOD2	MOD3	MOD1	MOD2	MOD3	MOD1	MOD2	MOD3
Gennaio	35,92	28,60	25,89	9,16	9,09	6,64	0,3178	0,3082	0,2458
Febbraio	23,96	34,48	25,27	10,20	10,39	6,13	0,2811	0,3101	0,2407
Marzo	37,58	30,31	26,98	9,71	9,47	6,82	0,3157	0,3109	0,2380
Aprile	39,22	0,00	29,90	8,10	0,00	6,21	0,3124	0,0000	0,2414
Maggio	42,20	42,37	35,54	8,12	7,94	6,00	0,3167	0,3113	0,2656
Giugno	44,10	45,18	36,56	5,52	6,15	4,86	0,3201	0,3158	0,2762
Anno 2023	39,27	39,33	29,78	8,20	8,10	6,22	0,3154	0,3120	0,2514

- conseguentemente si rileva un rendimento elettrico equivalente di poco superiore al 31% per il MOD1 ed il MOD2 e di poco superiore al 25% per il MOD3

Ausiliari

- gli assorbimenti ausiliari funzionali alla produzione di energia elettrica sono a pari a circa 5-5.5 MW per ciascun modulo

Prof. Ing. Michela VELLINI

Prof. Ing. Marco GAMBINI