

MONITORAGGIO DELLO SVILUPPO DEGLI IMPIANTI DI GENERAZIONE DISTRIBUITA  
PER L'ANNO 2021

*Executive Summary*

*18 giugno 2024*

## EXECUTIVE SUMMARY

### 1. Introduzione

La generazione distribuita è da tempo oggetto di analisi e studi soprattutto in relazione agli effetti sul sistema elettrico conseguenti alla propria diffusione.

In questo contesto l'Autorità, già dall'anno 2006 (in relazione ai dati dell'anno 2004), effettua annualmente un'analisi della diffusione di questi impianti in Italia, con particolare riferimento alle implicazioni che il proprio sviluppo comporta in termini di diversificazione del mix energetico, di sviluppo sostenibile, di utilizzo delle fonti marginali e di impatto sulla rete elettrica. I dati utilizzati sono stati forniti e in parte elaborati da Terna, anche tenendo conto dei dati nella disponibilità del GSE relativi agli impianti che accedono ai regimi incentivanti. L'analisi dei dati afferenti alla generazione distribuita, come riportati nella presente Relazione, richiede confronti e approfondimenti con diversi soggetti al fine di valutarne il più possibile la coerenza, il che consente la pubblicazione dei primi risultati solo almeno un anno e mezzo dopo il termine dell'anno a cui i dati sono riferiti.

A partire dall'anno 2012, ai fini del monitoraggio, è utilizzata la definizione di "generazione distribuita" introdotta dalla direttiva 2009/72/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, al fine di rendere confrontabili i dati con quelli degli altri Paesi europei. In particolare, la medesima direttiva ha definito la "generazione distribuita" come l'insieme degli "impianti di generazione connessi al sistema di distribuzione", indipendentemente quindi dal valore di potenza dei medesimi impianti.

Con riferimento alle definizioni di "piccola generazione" e di "microgenerazione" si continua a fare riferimento alle definizioni introdotte dal decreto legislativo n. 20/07, in quanto definizioni nazionali.

Pertanto, nell'ambito del presente monitoraggio sono considerati gli impianti di generazione riconducibili a:

- **Generazione distribuita (GD):** l'insieme degli impianti di generazione connessi al sistema di distribuzione;
- **Piccola generazione (PG):** l'insieme degli impianti per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità di generazione non superiore a 1 MW;
- **Microgenerazione (MG):** l'insieme degli impianti per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità di generazione inferiore a 50 kW (è un sottoinsieme della PG).

Al fine di poter confrontare le informazioni riportate nel presente monitoraggio con quelle riportate nei monitoraggi pubblicati negli anni precedenti, nel presente testo si riportano i principali dati anche con riferimento alla definizione inizialmente adottata per la "generazione distribuita", intesa come l'insieme degli impianti di generazione con potenza nominale inferiore a 10 MVA (di seguito: GD-10 MVA).

Mentre nella definizione europea di GD rientrano tutti gli impianti connessi alle reti di distribuzione indipendentemente dalla taglia, nella definizione di "generazione distribuita" inizialmente adottata in Italia rientrano tutti gli impianti con potenza nominale inferiore a 10 MVA indipendentemente dalla rete a cui sono connessi. Le due definizioni sono differenti e non è possibile affermare che una sia un sottoinsieme dell'altra. La PG è un sottoinsieme della GD-10 MVA ma non anche della GD perché esistono impianti di potenza fino a 1 MW connessi alla rete di trasmissione nazionale.

Rientrano nella GD e nella PG numerosi impianti per la produzione di energia elettrica accomunati dall'essere composti da unità di produzione di taglia medio-piccola (con valori di potenza nominale da qualche decina/centinaio di kW fino a qualche MW), connesse, di norma, ai sistemi di distribuzione dell'energia elettrica (anche in via indiretta) poiché installate al fine di:

- alimentare carichi elettrici per lo più in prossimità del sito di produzione dell'energia elettrica (è noto che la stragrande maggioranza delle unità di consumo risultano connesse alle reti di distribuzione dell'energia elettrica), frequentemente in assetto cogenerativo per l'utilizzo contestuale del calore utile;
- sfruttare fonti energetiche primarie (in genere di tipo rinnovabile) diffuse sul territorio e non altrimenti sfruttabili mediante i tradizionali sistemi di produzione di grande taglia.

Inoltre, tali impianti sono caratterizzati da un'elevata differenziazione in termini di caratteristiche tecnologiche, economiche e gestionali.

Infine, laddove non specificato, per "potenza" o "potenza installata" si intende la potenza efficiente lorda dell'impianto o della sezione di generazione, mentre per "produzione" si intende la produzione lorda dell'impianto o della sezione.

## **2. Quadro generale della generazione distribuita in Italia nell'anno 2021**

### Introduzione

Nell'anno 2021, in Italia, la produzione lorda di energia elettrica da impianti di GD è stata pari a 72,1 TWh (il 24,9% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica), con un incremento pari a 1,2 TWh rispetto all'anno 2020. Al 31 dicembre 2021 risultavano installati 1.032.080 impianti per una potenza efficiente lorda totale pari a 35.276 MW (il 29,5% della potenza efficiente lorda del parco di generazione nazionale).

La produzione lorda di energia elettrica da impianti di GD-10 MVA è stata pari a 58,9 TWh (il 20,4% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica), con un incremento pari a 0,8 TWh rispetto all'anno 2020. Al 31 dicembre 2021 risultavano installati 1.032.099 impianti per una potenza efficiente lorda pari a 30.601 MW (il 25,5% della potenza efficiente lorda del parco di generazione nazionale).

Come già riscontrato gli anni scorsi, appare rilevante la differenza tra i dati di produzione afferenti alla GD e quelli afferenti alla GD-10 MVA (rispettivamente 72,1 TWh a fronte di 58,9 TWh), attribuibile soprattutto agli impianti termoelettrici (31,2 TWh per la GD a fronte di 23,3 TWh per la GD-10 MVA) e agli impianti eolici (6,0 TWh per la GD a fronte di 1,9 TWh per la GD-10 MVA). La definizione di GD, infatti, include impianti di potenza superiore a 10 MVA connessi alle reti di distribuzione e, al tempo stesso, esclude impianti di potenza inferiore a 10 MVA direttamente connessi alla rete di trasmissione nazionale. Alcuni impianti rientranti nella GD ma non anche nella GD-10 MVA risultano formalmente connessi alla rete elettrica di distribuzione ma, di fatto, è come se fossero direttamente connessi alla rete di trasmissione nazionale: tali impianti sono connessi alla sbarra della rete elettrica gestita dall'impresa distributrice a sua volta connessa, per il tramite della cabina primaria di trasformazione, alla rete di trasmissione nazionale. A essi è imputabile la maggior parte della differenza tra la GD e la GD-10 MVA, stimata pari a circa 7,9 TWh in relazione ai termoelettrici (per lo più alimentati da fonti non rinnovabili), 4,1 TWh in relazione agli impianti eolici e la restante parte relativa soprattutto agli impianti idroelettrici.

	Numero impianti	Potenza efficiente lorda (MW)	Produzione lorda (MWh)	Produzione netta (MWh)	
				Consumata in loco	Imnessa in rete
<b>Idroelettrici</b>	4.240	3.730	11.849.329	158.879	11.502.932
<i>Biomasse, biogas e bioliquidi</i>	2.873	1.979	10.707.486	458.696	9.344.086
<i>Rifiuti solidi urbani</i>	45	358	1.730.866	149.392	1.337.035
<i>Fonti non rinnovabili</i>	3.470	4.574	17.079.819	12.792.650	3.736.493
<i>Ibridi</i>	40	300	1.688.162	186.265	1.436.499
<b>Totale termoelettrici</b>	6.428	7.211	31.206.332	13.587.003	15.854.113
<b>Geotermoelettrici</b>	2	21	175.343	0	165.042
<b>Eolici</b>	5.465	3.350	5.993.275	192	5.934.754
<b>Fotovoltaici</b>	1.015.945	20.963	22.851.178	5.114.558	17.394.759
<b>TOTALE</b>	<b>1.032.080</b>	<b>35.276</b>	<b>72.075.458</b>	<b>18.860.632</b>	<b>50.851.601</b>

**Tabella A: Dati relativi agli impianti di GD**

	Numero impianti	Potenza efficiente lorda (MW)	Produzione lorda (MWh)	Produzione netta (MWh)	
				Consumata in loco	Imnessa in rete
<b>Idroelettrici</b>	4.285	3.183	10.263.679	341.289	9.736.735
<i>Biomasse, biogas e bioliquidi</i>	2.861	1.807	9.623.811	357.639	8.473.150
<i>Rifiuti solidi urbani</i>	25	88	258.418	49.831	167.066
<i>Fonti non rinnovabili</i>	3.459	2.917	13.185.117	10.677.834	2.126.886
<i>Ibridi</i>	39	70	258.495	100.107	144.521
<b>Totale termoelettrici</b>	6.384	4.882	23.325.841	11.185.411	10.911.623
<b>Geotermoelettrici</b>	1	1	4.310	0	3.079
<b>Eolici</b>	5.394	1.103	1.855.731	192	1.830.514
<b>Fotovoltaici</b>	1.016.035	21.432	23.453.129	5.164.645	17.929.574
<b>TOTALE</b>	<b>1.032.099</b>	<b>30.601</b>	<b>58.902.690</b>	<b>16.691.537</b>	<b>40.411.525</b>

**Tabella B: Dati relativi agli impianti di GD-10 MVA**

Nell'anno 2021, in Italia, la produzione lorda di energia elettrica da impianti di PG (tabella C) è stata pari a 32.729 GWh (il 55,6% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica da GD-10 MVA) con una lieve riduzione di 0,16 TWh rispetto all'anno 2020, imputabile soprattutto alla riduzione della produzione degli impianti termoelettrici alimentati da biomasse, biogas e bioliquidi (ridotta di 0,41 TWh rispetto all'anno 2020) ma compensata soprattutto dall'aumento della produzione degli impianti termoelettrici alimentati da fonti non rinnovabili (aumento di 0,22 TWh rispetto all'anno 2020). Nell'anno 2021 risultavano installati 1.028.873 impianti per una potenza efficiente lorda pari a 21.159 MW.

	Numero impianti	Potenza efficiente lorda (MW)	Produzione lorda (MWh)	Produzione netta (MWh)	
				Consumata in loco	Imnessa in rete
<b>Idroelettrici</b>	3.413	897	3.006.904	59.994	2.886.613
<i>Biomasse, biogas e bioliquidi</i>	2.691	1.382	8.230.256	107.979	7.454.529
<i>Rifiuti solidi urbani</i>	5	2	3.817	1.343	1.580
<i>Fonti non rinnovabili</i>	2.562	462	1.594.433	1.328.639	208.396
<i>Ibridi</i>	23	14	45.676	248	43.712
<b>Totale termoelettrici</b>	5.281	1.861	9.874.181	1.438.208	7.708.218
<b>Geotermoelettrici</b>	1	1	4.310	0	3.079
<b>Eolici</b>	5.278	532	843.279	192	833.602
<b>Fotovoltaici</b>	1.014.900	17.869	19.000.615	4.856.670	13.911.277
<b>TOTALE</b>	<b>1.028.873</b>	<b>21.159</b>	<b>32.729.290</b>	<b>6.355.064</b>	<b>25.342.789</b>

**Tabella C: Dati relativi agli impianti di PG**

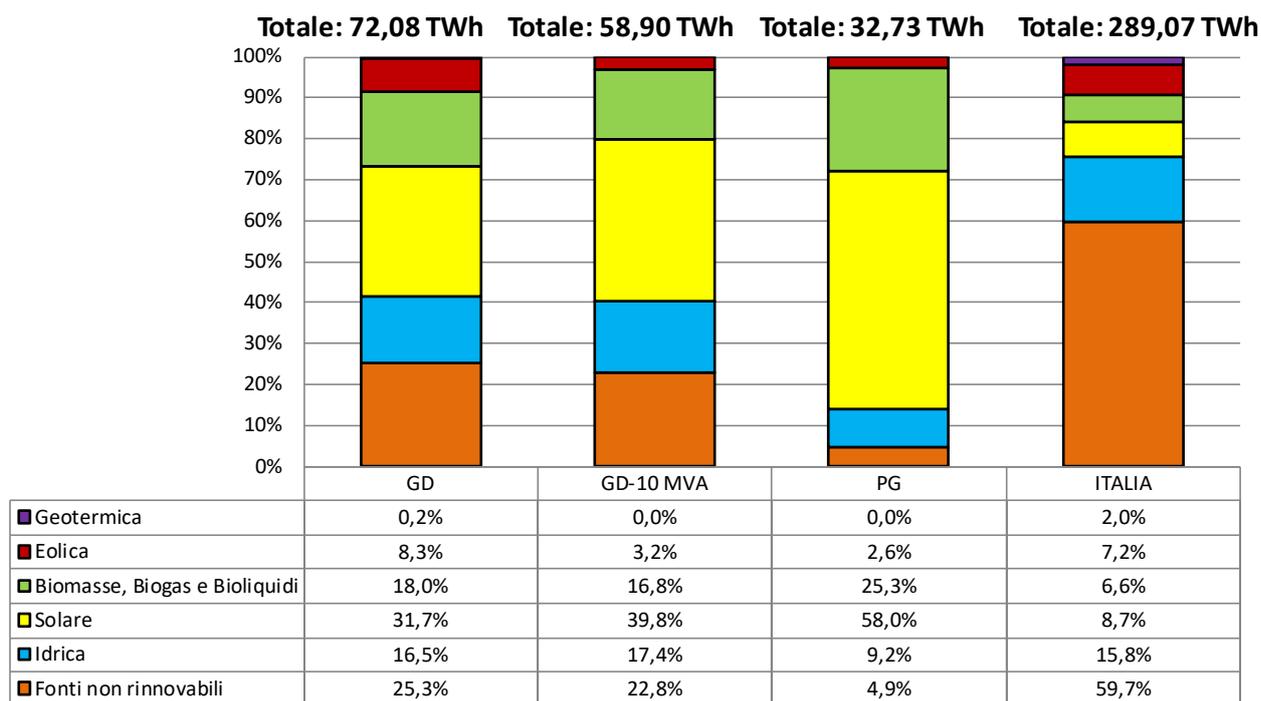
### Mix di fonti energetiche

Come già evidenziato gli scorsi anni, il mix di fonti energetiche utilizzate nella produzione di energia elettrica da GD e da GD-10 MVA si discosta sensibilmente dal mix caratteristico dell'intero parco di generazione elettrica italiano. In particolare, si nota che, nell'anno 2021, il 74,7%

dell'energia elettrica prodotta dagli impianti di GD è di origine rinnovabile<sup>1</sup> (figura 1) e, tra le fonti rinnovabili, la principale è la fonte solare per una produzione pari al 31,7% dell'intera produzione da GD; con riferimento agli impianti di GD-10 MVA, il 77,2% dell'energia elettrica prodotta è di origine rinnovabile<sup>1</sup> (figura 1) e, tra le fonti rinnovabili, anche per essi la principale è la solare con una produzione pari al 39,8% dell'intera produzione da GD-10 MVA. Gli impianti esclusivamente alimentati da fonti rinnovabili rappresentano il 99,7% degli impianti totali in GD (99,7% nel caso della GD-10 MVA) e il 85,2% della potenza efficiente lorda totale in GD (90,0% nel caso della GD-10 MVA).

Considerando, invece, la PG (figura 1), il mix di fonti è molto diverso da quello che caratterizza la GD e la GD-10 MVA e ancora più marcato verso la produzione da fonte solare e da biomasse, biogas e bioliquidi con una scarsa incidenza delle fonti non rinnovabili. Più in dettaglio, il 95,1% dell'energia elettrica prodotta dagli impianti di PG è di origine rinnovabile e, tra le fonti rinnovabili, la principale è la fonte solare, la cui incidenza è pari, per l'anno 2021, al 58,0%. Gli impianti esclusivamente alimentati da fonti rinnovabili rappresentano il 99,8% degli impianti totali in PG e il 97,7% della potenza efficiente lorda totale in PG.

Il mix produttivo da GD, da GD-10 MVA e da PG è molto diverso rispetto al mix produttivo nazionale (figura 1): infatti, in relazione a quest'ultimo, il 59,7% della produzione (inclusa la produzione degli impianti idroelettrici da apporti da pompaggio) proviene da fonti non rinnovabili e, tra le fonti rinnovabili, la fonte più utilizzata è quella idrica con un'incidenza pari al 15,8% (al netto degli apporti da pompaggio).



**Figura 1: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della GD, GD-10 MVA, PG e generazione nazionale**

<sup>1</sup> Nel caso degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, convenzionalmente il 50% dell'energia elettrica prodotta è stato imputato a fonti rinnovabili e il restante 50% a fonti non rinnovabili; nel caso di impianti alimentati sia da rifiuti solidi urbani che da fonti rinnovabili o fonti non rinnovabili l'energia prodotta da rifiuti solidi urbani è stata imputata convenzionalmente come precedentemente descritto, mentre la quota rinnovabile o non rinnovabile è stata imputata alla relativa tipologia di fonte; nel caso degli impianti termoelettrici ibridi sono invece disponibili i dati relativi alla parte imputabile a fonti rinnovabili, per cui tale quota è stata attribuita alle fonti rinnovabili, mentre la quota non imputabile a fonti rinnovabili è stata attribuita alle fonti non rinnovabili.

### Tipologie impiantistiche: gli impianti idroelettrici

Nell'anno 2021 la produzione di energia elettrica da fonte idrica nell'ambito della GD è stata pari a 11,85 TWh (il 16,5% dell'intera produzione da impianti di GD), imputabile a 4.240 impianti per una potenza efficiente lorda pari a 3.730 MW, mentre nell'ambito della GD-10 MVA è stata pari a 10,26 TWh (il 17,4% dell'intera produzione da impianti di GD-10 MVA), imputabile a 4.285 impianti per una potenza efficiente lorda pari a 3.183 MW.

Con riferimento alla tipologia di impianti idroelettrici, si nota che gli impianti ad acqua fluente, in termini di produzione lorda, incidono sul totale idroelettrico per il 85,7% nell'ambito della GD e per il 90,5% nell'ambito della GD-10 MVA, mentre l'incidenza a livello nazionale è pari al 45,4%.

Nell'ambito della PG, nell'anno 2021 sono stati prodotti 3.007 GWh da fonte idrica (9,2% dell'intera produzione lorda da impianti di PG) attraverso 3.413 impianti per una potenza installata totale pari a 897 MW; di questi, circa il 97,5% (3.328 impianti) sono ad acqua fluente e concorrono a produrre il 98,6% dell'energia idroelettrica da PG.

### Tipologie impiantistiche: gli impianti eolici

L'analisi dei dati relativi agli impianti eolici evidenzia, come verificato negli anni precedenti, che essi risultano poco diffusi nell'ambito della GD e della GD-10 MVA perché generalmente tali impianti tendono ad avere dimensioni (in termini di potenza installata) superiori a quelle caratteristiche della GD e della GD-10 MVA.

Nell'anno 2021, nell'ambito della GD, erano installati 5.465 impianti eolici per una potenza efficiente lorda pari a 3.350 MW e una corrispondente produzione pari a 5.993 GWh; nell'ambito della GD-10 MVA, erano installati 5.394 impianti eolici per una potenza efficiente lorda pari a 1.103 MW e una corrispondente produzione pari a 1.856 GWh.

Nell'ambito della PG, nell'anno 2021, risultavano installati 5.278 impianti eolici per una potenza pari a 532 MW e una corrispondente produzione pari a 843 GWh.

### Tipologie impiantistiche: gli impianti fotovoltaici

Nell'anno 2021, in Italia, la produzione lorda di energia elettrica da impianti fotovoltaici di GD è stata pari a 22.851 GWh, relativa a 1.015.945 impianti fotovoltaici per una potenza efficiente lorda totale pari a 20.963 MW.

La produzione lorda di energia elettrica da impianti fotovoltaici di GD-10 MVA è stata pari a 23.453 GWh, relativa a 1.016.035 impianti per una potenza efficiente lorda totale pari a 21.432 MW.

Nell'ambito della PG, nell'anno 2021, risultavano installati 1.014.900 impianti fotovoltaici per una potenza efficiente lorda totale pari a 17.869 MW e una corrispondente produzione pari a 19.001 GWh.

Il 95,0% degli impianti fotovoltaici di GD-10 MVA rientrano nella MG (965.628 impianti), per una potenza installata pari al 28,7% (6.142 MW) dell'intera potenza di GD-10 MVA fotovoltaica e una produzione pari al 26,4% (6.194 GWh) del totale della produzione GD-10 MVA fotovoltaica.

### Tipologie impiantistiche: gli impianti termoelettrici

La produzione da GD termoelettrica nell'anno 2021 è risultata essere pari a 31,2 TWh con 6.428 impianti in esercizio per 7.647 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 7.211 MW. Dei 6.428 impianti termoelettrici, 2.873 (per una potenza pari a 1.979 MW) sono alimentati da biomasse, biogas o bioliquidi, 45 (per una potenza pari a 358 MW) sono alimentati da rifiuti solidi

urbani, 3.470 impianti (per una potenza pari a 4.574 MW) sono alimentati da fonti non rinnovabili e 40 impianti (per una potenza pari a 300 MW) sono ibridi.

La produzione da GD-10 MVA termoelettrica nell'anno 2021 è risultata essere pari a 23,3 TWh con 6.384 impianti in esercizio per 7.503 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 4.882 MW. Dei 6.384 impianti, 2.861 (per una potenza pari a 1.807 MW) sono alimentati da biomasse, biogas o bioliquidi, 25 (per una potenza pari a 88 MW) sono alimentati da rifiuti solidi urbani, 3.459 impianti (per una potenza pari a 2.917 MW) sono alimentati da fonti non rinnovabili e 39 impianti (per una potenza pari a 70 MW) sono ibridi.

La GD termoelettrica, rispetto alla GD-10 MVA termoelettrica, pur presentando un numero simile di impianti e di sezioni, è caratterizzata da una potenza efficiente lorda complessiva e da produzione lorda complessiva decisamente superiori; tale evidenza deriva dalla presenza di impianti termoelettrici, soprattutto alimentati da fonti non rinnovabili (eventualmente anche in assetto cogenerativo) di potenza maggiore o uguale a 10 MVA connessi alle reti di distribuzione.

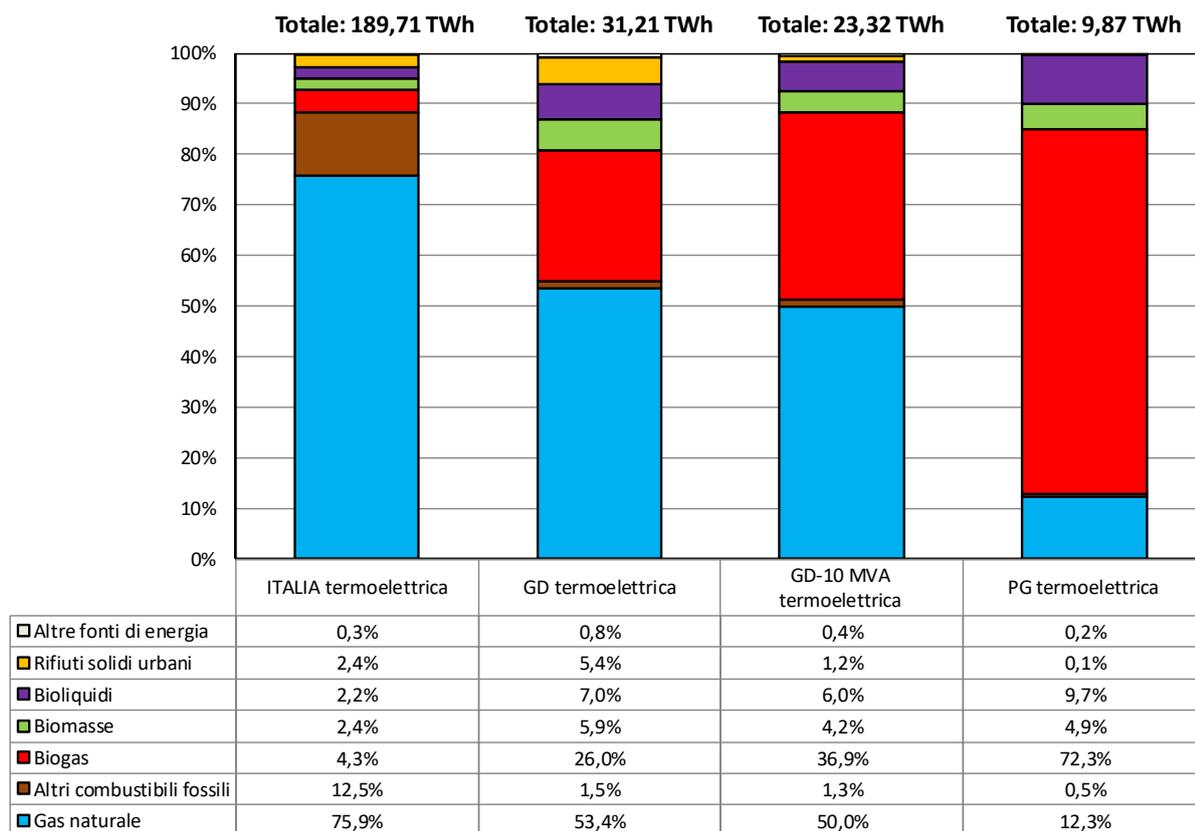
La produzione termoelettrica italiana, nell'ambito della PG, nell'anno 2021 è risultata pari a 9.874 GWh con 5.281 impianti in esercizio per 5.891 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 1.861 MW. I 5.281 impianti termoelettrici, differenziando per tipologia di combustibile, sono distribuiti nel seguente modo: 2.691 impianti (per una potenza pari a 1.382 MW) sono alimentati da biomasse, biogas o bioliquidi, 5 impianti (per una potenza pari a 2 MW) sono alimentati da rifiuti solidi urbani, 2.562 impianti (per una potenza pari a 462 MW) sono alimentati da fonti non rinnovabili e 23 impianti (per una potenza pari a 14 MW) sono ibridi.

Con riferimento alla fonte di alimentazione (figura 2), si può osservare che, nell'ambito della GD termoelettrica, è molto rilevante l'utilizzo del gas naturale per la produzione di energia (53,4%), seguito dal biogas, che rappresenta il 26,0% della produzione totale. Risultano non trascurabili i contributi di bioliquidi (7,0%), biomasse (5,9%) e rifiuti solidi urbani (5,4%).

Analizzando la GD-10 MVA termoelettrica, si nota come il gas naturale (55,4%) e il biogas (34,7%) siano le fonti più rilevanti. Risultano non trascurabili i contributi di biomasse (4,0%) e bioliquidi (3,3%).

Con riferimento alla PG termoelettrica, il 83,7% dell'energia elettrica è prodotta da fonti rinnovabili: tra queste, il biogas è la fonte che fornisce di gran lunga il contributo maggiore (73,4% del totale); la maggior parte della rimanente produzione è ottenuta mediante l'utilizzo di gas naturale (15,6%), bioliquidi (5,5%) e biomasse (4,8%).

Il mix di fonti primarie relativo alla GD, alla GD-10 MVA e alla PG termoelettriche è molto diverso da quello che caratterizza l'intera produzione termoelettrica italiana, nell'ambito della quale il 75,9% dell'energia elettrica è prodotta utilizzando gas naturale, il 12,5% utilizzando altri combustibili fossili (tra cui quello prevalente è il carbone che rappresenta il 7,4% del totale termoelettrico), l'1,2% utilizzando la parte non biodegradabile dei rifiuti solidi urbani, lo 0,3% utilizzando altre fonti di energia e il 10,1% utilizzando fonti rinnovabili (compresa la parte biodegradabile dei rifiuti solidi urbani pari al 1,2%). Il contributo del biogas, che nella GD è pari al 26,0%, risulta solo pari al 4,3% della produzione nazionale.



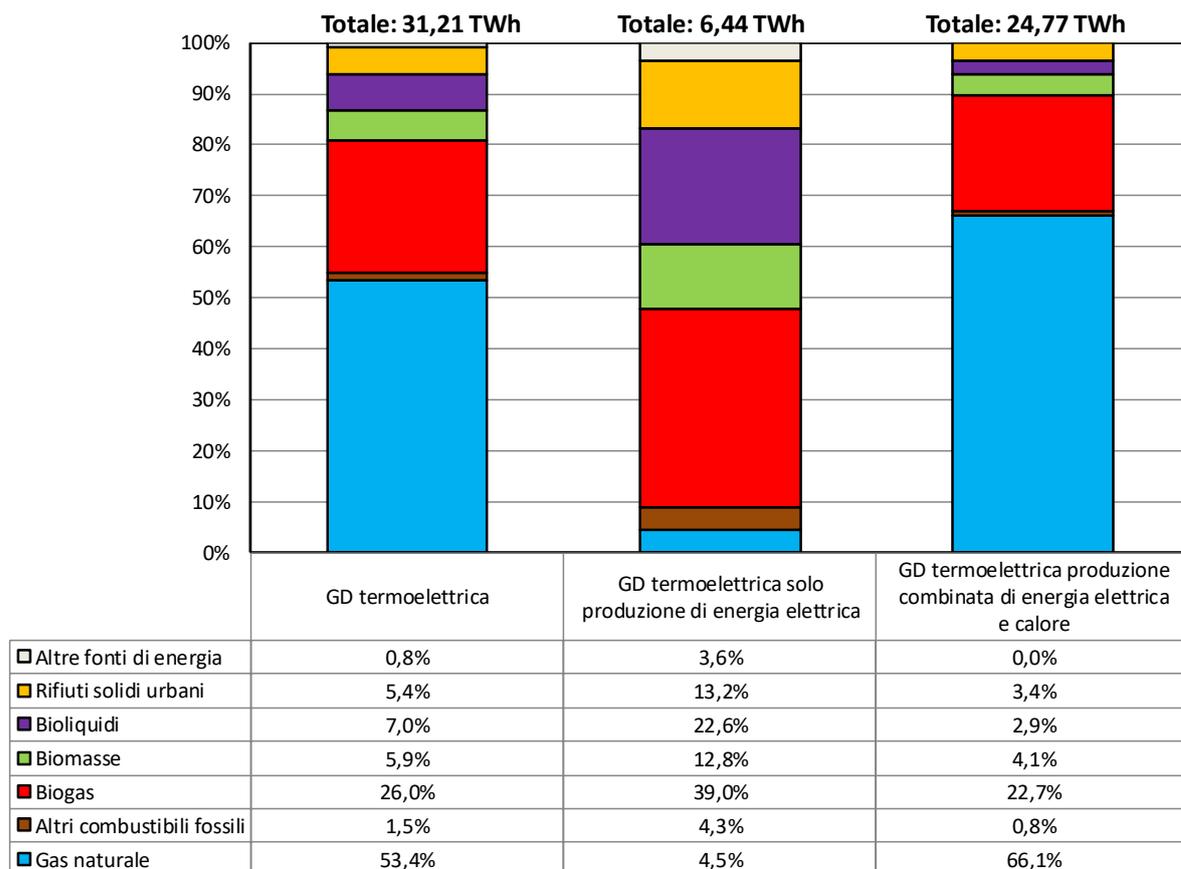
**Figura 2:** Produzione di energia elettrica dalle diverse fonti nell'ambito della generazione nazionale, GD, GD-10 MVA, PG da termoelettrico<sup>2</sup>

Con riferimento alla GD termoelettrica, la produzione lorda totale è pari a 31,2 TWh, di cui 6,4 TWh sono prodotti da sezioni per la sola produzione di energia elettrica, mentre i rimanenti 24,8 TWh da sezioni per la produzione combinata di energia elettrica e calore (figura 3).

Se si considera la GD termoelettrica per la produzione di sola energia elettrica, il biogas (39,0%) ha in questo caso il ruolo preponderante, seguito da bioliquidi (22,6%), rifiuti solidi urbani (13,2%) e biomasse (12,8%), mentre il gas naturale copre solo il 4,5% del totale. Se invece si considera la GD termoelettrica per produzione combinata di energia elettrica e calore, il gas naturale (66,1%) rappresenta di gran lunga il combustibile di maggior impiego, seguito dal biogas (22,7%) e, in quantità più marginali, dalle biomasse (4,1%) e dai bioliquidi (2,9%).

Inoltre, gli impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della GD nascono con la finalità di produrre calore in modo più efficiente rispetto al caso di utilizzo delle caldaie convenzionali e non con la principale finalità di produrre energia elettrica, come invece spesso accade nel caso dei cicli combinati di elevata taglia.

<sup>2</sup> Nelle figure riportate nel presente paragrafo con il termine "altri combustibili fossili" si intendono gli altri combustibili gassosi, gli altri combustibili solidi, il carbone estero, il gas da estrazione, il gas di petrolio liquefatto, il gas di raffineria, il gas di sintesi da processi di gassificazione, i gas residui di processi chimici, il gasolio, l'idrogeno, i liquidi da gas naturale, l'olio combustibile e i rifiuti industriali non biodegradabili, con il termine "biogas" si intendono i biogas da attività agricole e forestali, i biogas da deiezioni animali, i biogas da fanghi di depurazione, i biogas da rifiuti completamente biodegradabili e i gas da pirolisi o gassificazione di biomasse e/o rifiuti, con il termine "bioliquidi" si intendono i bioliquidi non meglio identificati, il biodiesel, gli oli vegetali grezzi e i rifiuti liquidi biodegradabili, con il termine "biomasse" si intendono le biomasse solide e le biomasse da rifiuti completamente biodegradabili. I singoli apporti di tali combustibili nell'ambito della GD sono esplicitati nelle tabelle in Appendice.



**Figura 3<sup>3</sup>:** Produzione di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della GD da termoelettrico

Inoltre, sempre con riferimento alla GD termoelettrica, emerge l'elevata presenza di sezioni di impianti (soprattutto tra quelli alimentati da gas naturale e da biogas) costituiti da motori a combustione interna (92,7% del totale), soprattutto di taglia fino a 1 MW (il 86,4% dei motori a combustione interna per la sola produzione di energia elettrica e il 84,1% dei motori a combustione interna per la produzione combinata di energia elettrica e calore).

Ben diversa è la ripartizione del numero di sezioni, della produzione e della potenza efficiente lorda tra le varie tipologie impiantistiche, nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore totale a livello nazionale: in questo caso, pur essendo molto elevato il numero di sezioni che utilizzano motori a combustione interna (90,8%), in termini di potenza e di energia elettrica prodotta, il ruolo maggiore sia sostenuto dai cicli combinati con recupero termico di elevata taglia, che rappresentano il 68,9% della potenza lorda installata e il 65,9% in termini di energia elettrica prodotta.

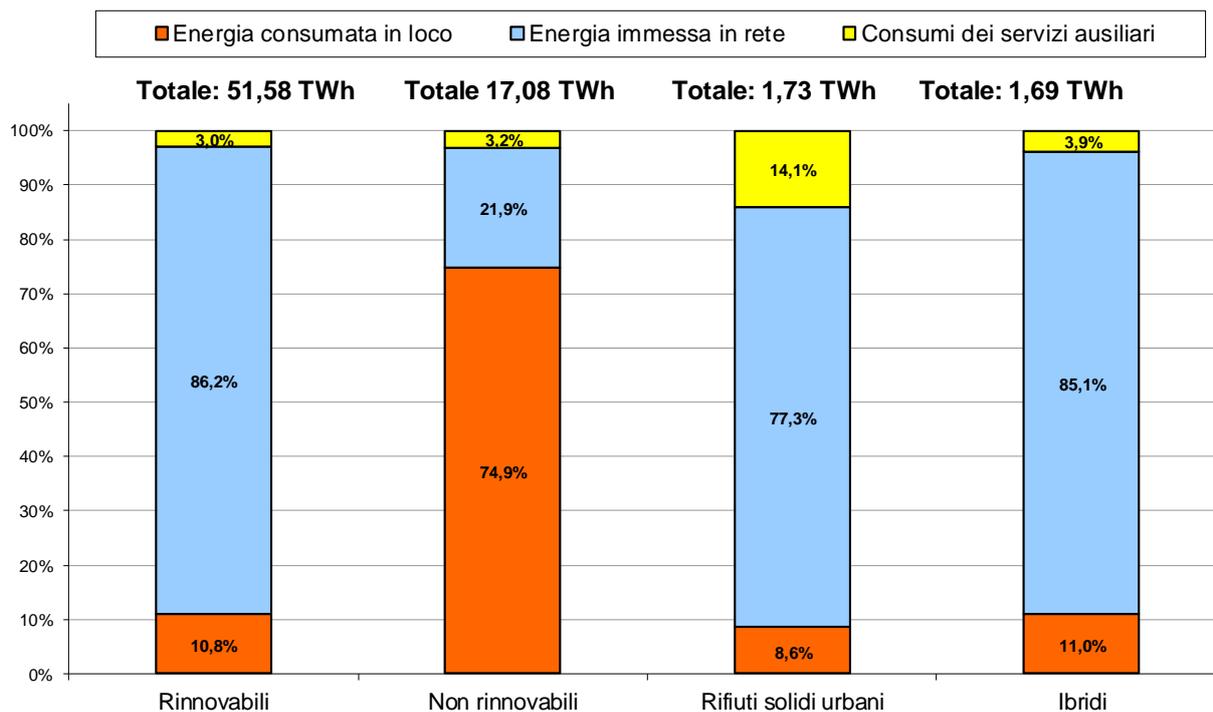
#### Consumo in sito dell'energia elettrica prodotta

Nel caso della GD la quota di utilizzo per consumo in sito dell'energia elettrica prodotta è pari al 26,2%, mentre il 70,6% dell'energia prodotta è stato immesso in rete e il restante 3,2% è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione (servizi ausiliari di centrale e perdite nei trasformatori di centrale). Nel caso della GD-10 MVA, la quota di utilizzo per autoconsumo dell'energia elettrica prodotta è pari al 28,3%, mentre il 68,6% dell'energia prodotta è stato immesso in rete e il restante 3,1% è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione.

Con riferimento alla GD, nell'anno 2021 si è verificato un aumento della quantità di energia elettrica autoconsumata in termini assoluti (+1,6 TWh), imputabile soprattutto agli impianti termoelettrici alimentati da fonti non rinnovabili (+1,2 TWh) e agli impianti fotovoltaici (+0,4 TWh), stabile l'autoconsumo degli impianti idroelettrici ed eolici. In termini percentuali si evidenzia un aumento dell'incidenza totale, pari a 1,9 punti percentuali rispetto all'anno 2020 (nell'anno 2020 il 24,3% dell'energia elettrica prodotta è stata consumata in loco). È diminuita di 1,9 punti percentuali l'incidenza dell'energia elettrica immessa in rete (nell'anno 2020 il 72,5% dell'energia elettrica prodotta è stata immessa in rete), di conseguenza sono rimasti invariati i consumi relativi ai servizi ausiliari di generazione (nell'anno 2020 il 3,2% dell'energia elettrica prodotta è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione).

Più in dettaglio, con riferimento alla GD ([figura 4](#)) e alla GD-10 MVA, si nota che:

- nel caso degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, una ridotta quantità dell'energia elettrica prodotta è stata consumata in loco (10,8% nel caso della GD e 13,0% nel caso della GD-10 MVA). Tali percentuali sono più elevate nel caso di impianti fotovoltaici che, a differenza delle altre fonti rinnovabili, sono maggiormente destinati all'autoconsumo: infatti, l'incidenza dell'autoconsumo sul totale della produzione fotovoltaica, nell'anno 2021, è stata pari al 22,4% nel caso della GD e pari al 22,0% nel caso della GD-10 MVA, mentre per gli impianti idroelettrici è stata pari al 1,3% nel caso della GD e al 3,3% nel caso della GD-10 MVA e per gli impianti termoelettrici alimentati da biomasse, biogas e bioliquidi al 4,3% nel caso del GD e al 3,7% nel caso della GD-10 MVA. La quasi totalità dell'energia elettrica prodotta da impianti eolici e la totalità di quella prodotta da impianti geotermoelettrici, sia nel caso della GD che della GD-10 MVA, è stata immessa in rete;
- nel caso degli impianti termoelettrici alimentati da rifiuti solidi urbani, solo una percentuale ridotta dell'energia elettrica prodotta è stata consumata in loco (8,6% nel caso della GD e 19,3% nel caso della GD-10 MVA), a dimostrazione che tali impianti sono realizzati con lo scopo principale di produrre energia elettrica sfruttando i rifiuti e non necessariamente per soddisfare fabbisogni locali di energia elettrica;
- nel caso degli impianti termoelettrici ibridi, il 11,0% dell'energia elettrica prodotta è stata consumata in loco nel caso della GD; tale percentuale è stata pari al 38,7% nel caso della GD-10 MVA;
- nel caso degli impianti alimentati da fonti non rinnovabili l'energia elettrica prodotta da impianti termoelettrici alimentati da fonti fossili e consumata in loco è pari al 74,9% nel caso della GD e al 81,0% nel caso della GD-10 MVA.



**Figura 4:** Ripartizione della produzione lorda da GD tra **energia immessa in rete ed energia consumata in loco** (per impianti alimentati da fonti rinnovabili, non rinnovabili, rifiuti solidi urbani e per impianti ibridi)

Analizzando separatamente, nell'ambito della GD termoelettrica, gli impianti destinati alla sola produzione di energia elettrica e gli impianti destinati alla produzione combinata di energia elettrica e termica, si osserva che nel primo caso, l'energia consumata in loco è il 7,2% della produzione totale lorda, mentre nel secondo caso rappresenta il 53,0% del totale prodotto. Tale evidenza è giustificata dal fatto che gli impianti di produzione combinata di energia elettrica e termica, nell'ambito della GD, nascono dove vi sono utenze termiche che, spesso, sono contestuali alle utenze elettriche, soprattutto nel caso in cui tali impianti sono realizzati presso siti industriali.

Con riferimento alla PG, la percentuale di energia elettrica consumata in loco è minore rispetto a quella registrata nell'ambito della GD e della GD-10 MVA: più in dettaglio, il 19,4% della produzione lorda è stato consumato in loco, il 77,4% è stato immesso in rete e il restante 3,2% è stato utilizzato per l'alimentazione dei servizi ausiliari della produzione.

Con riferimento alla PG termoelettrica, si nota che il consumo in sito incide solo per il 12,2% del totale; tale percentuale è pari a 2,5% nel caso di impianti destinati alla sola produzione di energia elettrica e pari al 18,2% nel caso di impianti cogenerativi. Quest'ultima è un'incidenza molto più bassa rispetto all'equivalente della GD e GD-10 MVA, presumibilmente perché gli impianti termoelettrici di PG (ivi inclusi quelli cogenerativi) sono prevalentemente alimentati da fonti rinnovabili (soprattutto biogas) e sono tipicamente incentivati con strumenti, quali la tariffa fissa omnicomprensiva, che inducono a massimizzare le immissioni in rete dell'energia elettrica prodotta.

### Criteri di localizzazione degli impianti

Come già evidenziato nelle Relazioni degli scorsi anni, le considerazioni precedentemente esposte evidenziano le motivazioni e i criteri con i quali si è sviluppata la GD (e la GD-10 MVA) in Italia: soddisfare le richieste locali di energia elettrica (ed eventualmente anche di calore) e sfruttare le risorse rinnovabili diffuse non altrimenti sfruttabili.

Pertanto, i primi trovano nella vicinanza ai consumi la propria ragion d'essere e la propria giustificazione economica e gli altri perseguono l'obiettivo dello sfruttamento di risorse energetiche rinnovabili strettamente correlate e vincolate alle caratteristiche geografiche locali.

Gli impianti fotovoltaici meritano un'osservazione diversa poiché sono spesso finalizzati sia allo sfruttamento delle risorse energetiche rinnovabili che al consumo in loco, come già evidenziato nel paragrafo precedente.

#### Destinazione dell'energia elettrica immessa e livello di tensione delle reti a cui gli impianti sono connessi

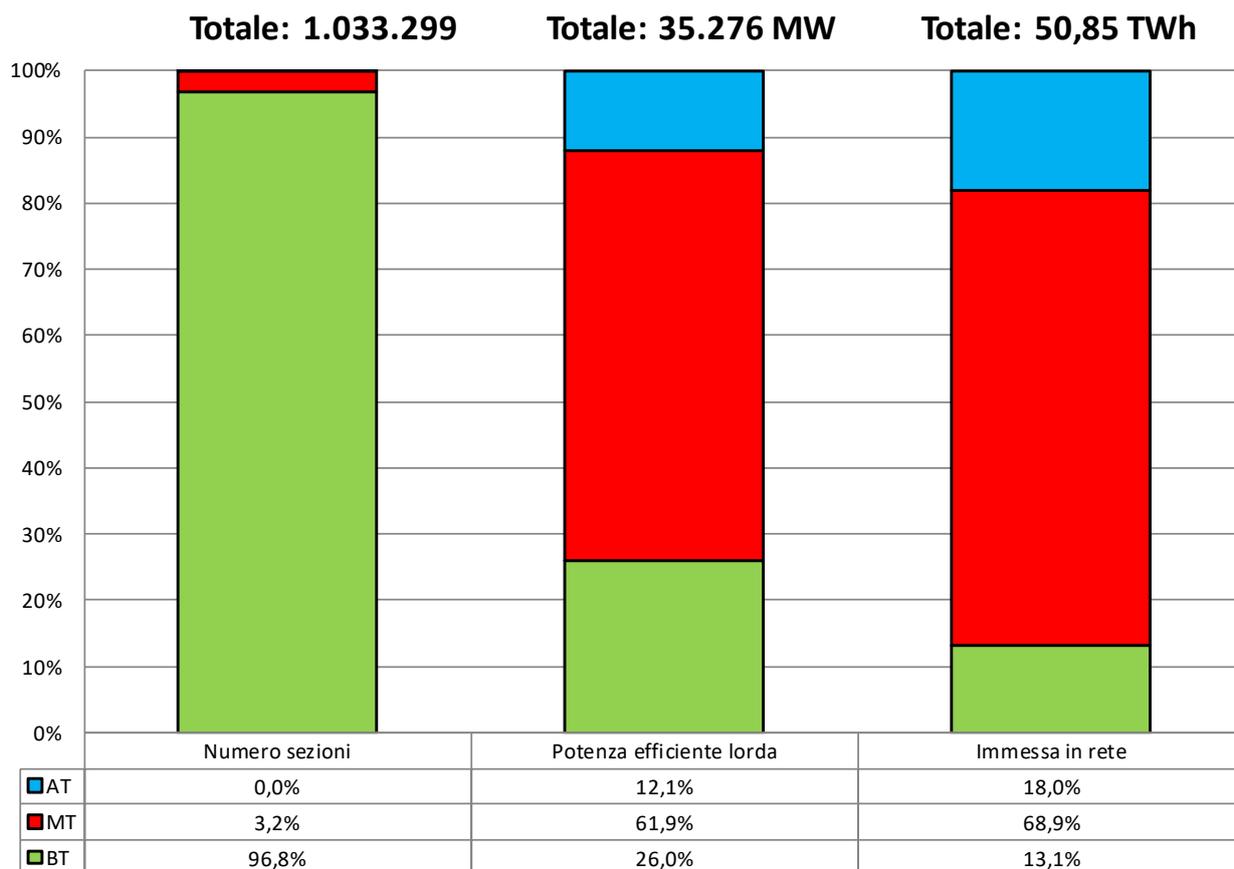
Con riferimento alla destinazione dell'energia elettrica prodotta e immessa in rete, nel caso della GD, il 32,5% del totale dell'energia elettrica prodotta è stata ceduta direttamente nel mercato, mentre il restante 38,1% è stato ritirato dal GSE (di cui il 22,1% nell'ambito dei regimi incentivanti con tariffa fissa omnicomprensiva e il 16,0% nell'ambito del ritiro dedicato e dello scambio sul posto).

Nel caso della GD-10 MVA, il 21,1% del totale dell'energia elettrica prodotta è stato ceduto direttamente nel mercato, mentre il restante 48,5% è stato ritirato dal GSE (di cui il 27,9% nell'ambito dei regimi incentivanti con tariffa fissa omnicomprensiva e il 19,6% nell'ambito del ritiro dedicato e dello scambio sul posto).

Dalla figura 5 si nota che il 96,8% delle sezioni<sup>3</sup> degli impianti di GD (il 96,8% anche nel caso della GD-10 MVA) risultano connesse in bassa tensione e che la relativa energia elettrica immessa incide per il 13,1% del totale dell'energia elettrica immessa (per il 16,6% nel caso della GD-10 MVA). Tale evidenza deriva dal fatto che le sezioni connesse in bassa tensione sono per lo più fotovoltaiche, caratterizzate da taglie medie molto ridotte e da un numero di ore equivalenti di produzione inferiore rispetto alle altre tipologie impiantistiche. Inoltre, confrontando tali dati con quelli resi disponibili nei precedenti rapporti, si nota che l'incidenza (soprattutto in termini di numero) delle sezioni connesse in bassa tensione è sempre molta elevata, anche in questo caso per effetto dello sviluppo degli impianti fotovoltaici.

---

<sup>3</sup> Solo in questa circostanza, con il termine sezione ci si riferisce alle singole sezioni degli impianti termoelettrici e agli impianti in tutti gli altri casi; tale convenzione è necessaria poiché sono presenti impianti termoelettrici che presentano sezioni connesse a differenti livelli di tensione pur appartenendo allo stesso impianto.



**Figura 5:** Ripartizione, per livello di tensione di connessione, dell'energia elettrica immessa dalle sezioni degli impianti di produzione in GD

### 3. Evoluzione dello sviluppo della generazione distribuita

Confrontando l'anno 2021 con gli anni precedenti, si nota un *trend* marcato di aumento con riferimento al numero di impianti (soprattutto fotovoltaici di taglia ridotta), mentre la potenza installata e la produzione di energia elettrica sono entrambe in lieve aumento (in quanto i nuovi impianti sono quasi tutti di taglia ridotta).

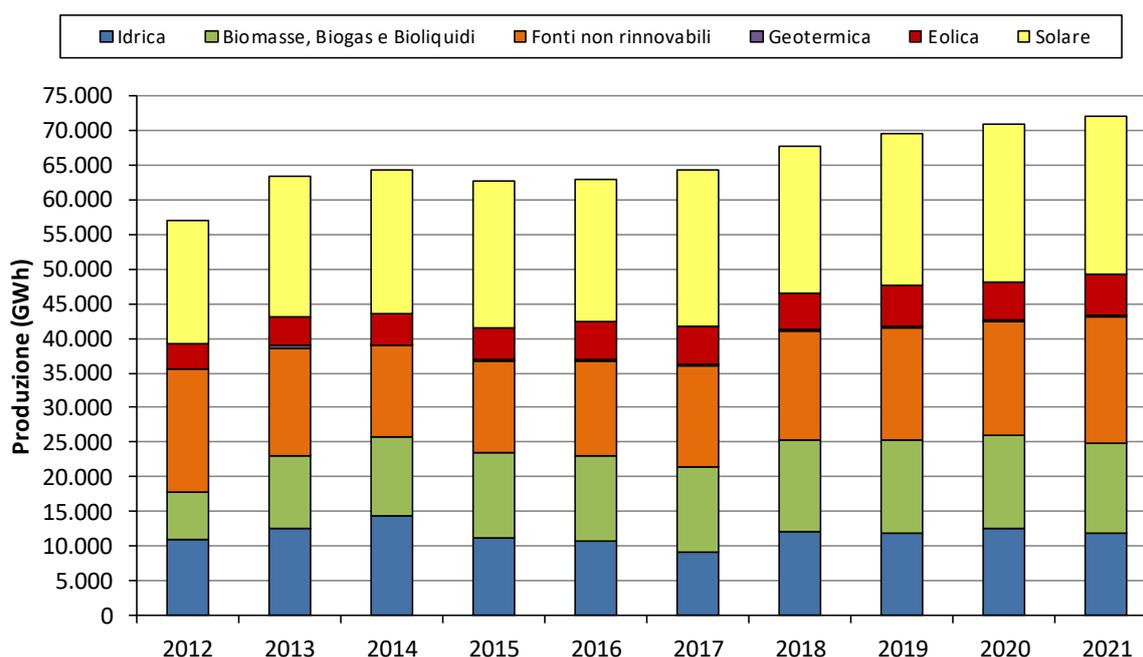
Analizzando nello specifico lo sviluppo della GD in termini assoluti, nell'ultimo anno l'incremento del numero di impianti rispetto all'anno 2020 è stato pari a 80.650, quasi del tutto imputabile allo sviluppo degli impianti fotovoltaici (+80.241 impianti rispetto agli impianti fotovoltaici installati nell'anno 2020), mentre sono stati molto più ridotti i contributi degli impianti termoelettrici (+202 impianti rispetto agli impianti termoelettrici installati nell'anno 2020), degli impianti idroelettrici (+146 impianti rispetto agli impianti idroelettrici installati nell'anno 2020) e degli impianti eolici (+61 impianti rispetto agli impianti eolici installati nell'anno 2020).

Con riferimento alla potenza installata della GD in termini assoluti rispetto all'anno 2020 si è verificato un incremento pari a 1.182 MW, dovuto all'aumento degli impianti fotovoltaici (+931 MW rispetto alla potenza installata nell'anno 2020) e, in misura minore, degli impianti termoelettrici (+162 MW rispetto alla potenza installata nell'anno 2020), degli impianti eolici (+54 MW rispetto alla potenza installata nell'anno 2020) e degli impianti idroelettrici (+34 MW rispetto alla potenza idroelettrica installata nell'anno 2020).

L'incremento della produzione di energia elettrica della GD in termini assoluti rispetto all'anno 2020 è stato pari a 1.128 GWh, imputabile soprattutto all'aumento della produzione da fonti non rinnovabili (+1.684 GWh), da fonte eolica (+519 GWh) e da fonte solare (+39 GWh), mentre si è

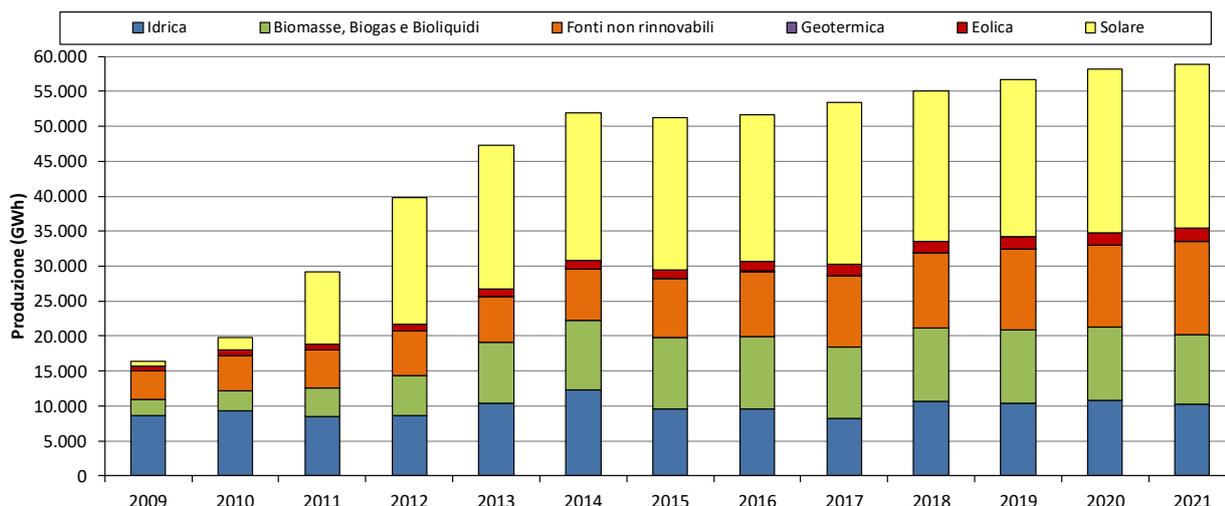
verificata una riduzione della produzione da fonte idrica (-664 GWh) e da biomasse, biogas e bioliquidi (-454 GWh).

Analizzando nel complesso la variazione del mix di produzione nell'ambito della GD tra l'anno 2012 e l'anno 2021 (figura 6), si nota in particolare, tra l'anno 2012 e l'anno 2014, l'aumento della produzione da biomasse, biogas e bioliquidi e da fonte solare, mentre si nota una significativa diminuzione della produzione da fonti non rinnovabili; dall'anno 2015 all'anno 2017 si nota una diminuzione della produzione da fonte idrica per effetto della scarsa idraulicità, con conseguente diminuzione della produzione complessiva; infine, relativamente agli anni dal 2018 al 2021, si nota un aumento rispetto agli anni precedenti, legato soprattutto alle fonti solare ed eolica (ad eccezione del 2020) e all'utilizzo di combustibili fossili, inoltre successivamente al 2017 si assiste anche a una ripresa della produzione idrica (seppur nel 2021 si è ridotta rispetto al 2020).



**Figura 6:** Produzione lorda per le diverse fonti GD dall'anno 2012 all'anno 2021

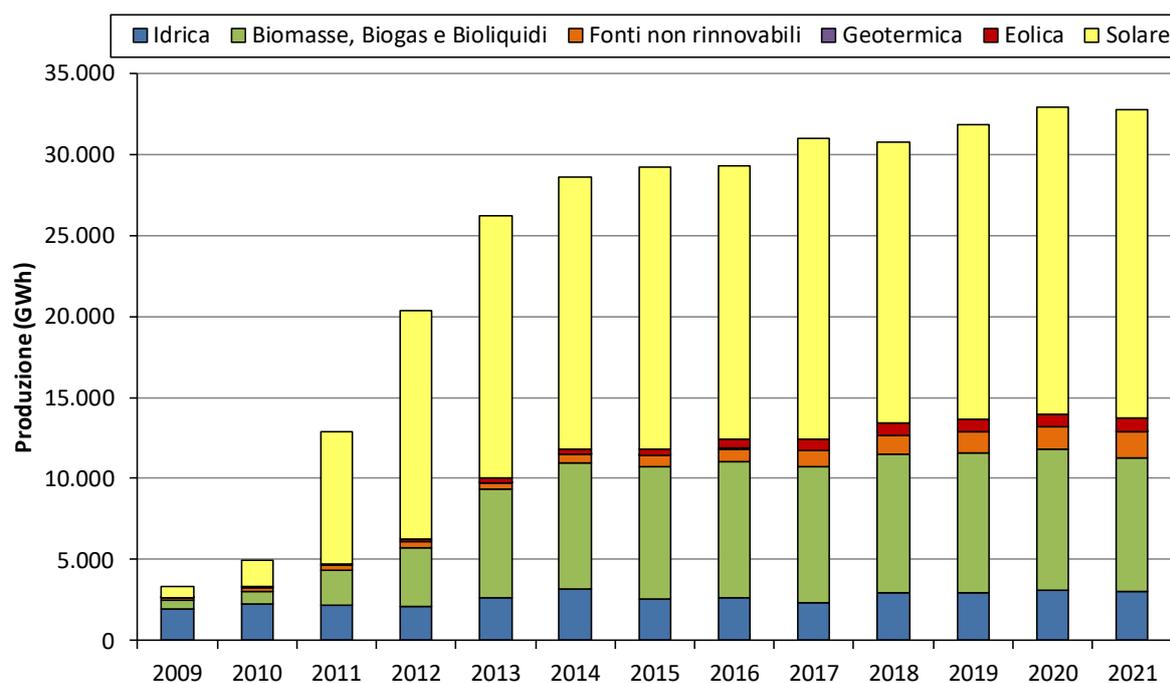
Con riferimento alla GD-10 MVA, si riporta il confronto solo in termini di andamento complessivo, per conformità con le Relazioni degli anni precedenti e per evidenziare le variazioni sul lungo periodo, non visibili nel caso della GD (poiché quest'ultima definizione è stata introdotta solo nell'anno 2012). Analizzando nel complesso la variazione del mix di produzione nell'ambito della GD-10 MVA nel periodo compreso tra l'anno 2009 e l'anno 2021 (figura 7), si nota nell'ultimo anno, un aumento complessivo nella produzione pari a 779 GWh, imputabile soprattutto all'aumento della produzione da fonti non rinnovabili (+1.667 GWh), da fonte eolica (+152 GWh) e da fonte solare (+41 GWh), mentre si è verificata una riduzione della produzione da fonte idrica (-538 GWh) e da biomasse, biogas e bioliquidi (-496 GWh).



**Figura 7:** Produzione lorda per le diverse fonti GD-10 MVA dall'anno 2009 all'anno 2021

Con riferimento alla PG, confrontando l'anno 2021 con gli anni precedenti, si nota un aumento rispetto all'anno 2020. In particolare, nell'anno 2021 sono aumentati sia il numero di impianti (+80.230 impianti rispetto all'anno 2020) che la potenza installata (+899 MW rispetto all'anno 2020) mentre si è ridotta la produzione lorda (-160 GWh rispetto all'anno 2020), come si evince dalla [figura 8](#).

Analizzando nel complesso la variazione del mix di produzione nell'ambito della PG nel periodo compreso tra l'anno 2009 e l'anno 2021, si nota in particolare, sino all'anno 2014, l'aumento della produzione da biomasse, biogas e bioliquidi e soprattutto l'aumento della produzione da fonte solare; negli anni 2015 e 2016 si nota una produzione totale sostanzialmente stabile per effetto della scarsa produzione idrica. Negli ultimi anni si osserva un costante aumento della produzione fotovoltaica al netto delle oscillazioni osservabili tra il 2017 e il 2019, una ripresa della produzione idrica e una sempre più debole crescita della produzione da biomassa (che nel 2020 e nel 2021 si riduce rispetto agli anni precedenti).



**Figura 8:** Produzione lorda per le diverse fonti PG dall'anno 2009 all'anno 2021

#### **4. Conclusioni**

Anche nell'anno 2021 è proseguita l'evoluzione del sistema elettrico, da pochi impianti di più elevata taglia a numerosi impianti di taglia ridotta alimentati dalle fonti rinnovabili diffuse o finalizzati a perseguire l'efficienza energetica insita nella cogenerazione.

Si rileva, in particolare, un significativo aumento del numero di impianti, soprattutto fotovoltaici di taglia ridotta per lo più rientranti nel perimetro della MG, con un complessivo aumento della potenza installata e della produzione di energia. L'anno 2021 è, soprattutto, stato caratterizzato dall'incremento della produzione lorda di energia elettrica da impianti fotovoltaici, termoelettrici (seppur con la riduzione della produzione da biomasse, biogas e bioliquidi) ed eolici e dalla riduzione della produzione lorda da impianti idroelettrici.

Analogamente alla GD, anche nel caso della PG si è evidenziato quanto descritto precedentemente in termini di numero di impianti installati, di potenza installata e di variazione della produzione lorda differenziandola tra le diverse tipologie di impianti di produzione, fermo restando che si è verificata una riduzione complessiva della produzione di energia elettrica per il totale degli impianti di PG.

Anche nell'anno 2021 si è riscontrato un lieve aumento della quantità di energia elettrica autoconsumata in termini assoluti, imputabile soprattutto agli impianti termoelettrici alimentati da fonti non rinnovabili e a seguire agli impianti fotovoltaici, pur evidenziandosi una sostanziale stabilità dell'incidenza sul totale, in termini percentuali rispetto all'anno 2020. Tale evidenza è conseguenza anche della maggiore diffusione di sistemi semplici di produzione e consumo per lo più caratterizzati dalla presenza di impianti fotovoltaici o cogenerativi, spesso ad alto rendimento (in quest'ultimo caso soprattutto se alimentati da fonti non rinnovabili).

Come già evidenziato gli anni scorsi, continua a essere importante proseguire il monitoraggio dell'evoluzione della GD e della PG poiché sono proprio questi impianti che trascinano il rilevante cambiamento in corso in seno al sistema elettrico nazionale, rendendo necessarie le innovazioni regolatorie già avviate dall'Autorità affinché tali nuovi impianti di produzione possano essere integrati nel sistema elettrico e possano essere installati e utilizzati in modo crescente e sostenibile nel tempo, garantendo la sicurezza del medesimo sistema elettrico.