
Efficienza energetica e sostenibilità ambientale

Fonti di energia rinnovabile

A. Bollea

Università degli Studi di Macerata

Obiettivi iniziali



Obiettivi



FONTI RINNOVABILI



EFFICIENZA ENERGETICA

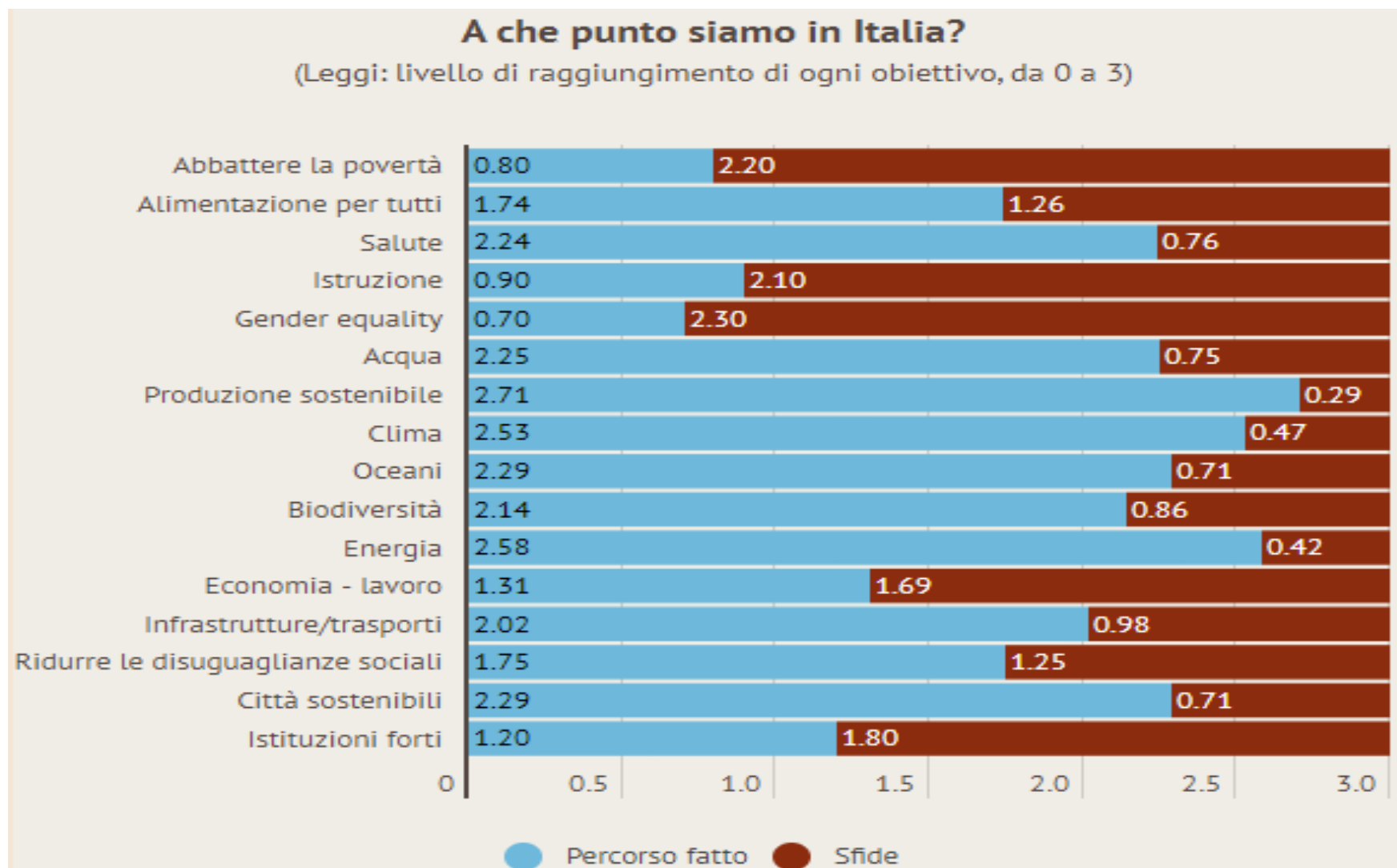


EMISSIONI GAS SERRA

	Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA
Energia da FER nei Consumi Finali Lordi	32%	30%
Energia da FER nei Consumi Finali Lordi nei trasporti	14%	22,0%
Energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento	+ 1,3% annuo	+ 1,3% annuo
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	- 32,5%	- 43%
Riduzioni consumi finali tramite politiche attive	- 0,8% annuo (con trasporti)	- 0,8% annuo (con trasporti)
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	- 43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	- 30%	- 33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	- 40%*	

* A fine 2020 la CE ha presentato il piano per ridurre le emissioni GHG dell'UE del 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990.

Italia e global goals OCSE



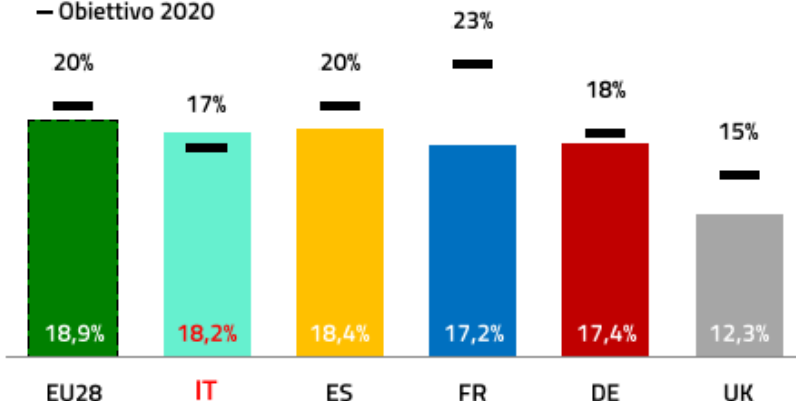
FER Italia - 2019

DATI DI SINTESI 2019

	Italia	Europa (EU28)
Quota FER sui consumi energetici totali	18,2%	18,9%
Quota FER nel settore Trasporti	9,0%	8,9%
Quota FER nel settore Elettrico	35,0%	34,2%
Quota FER nel settore Termico	19,7%	20,5%

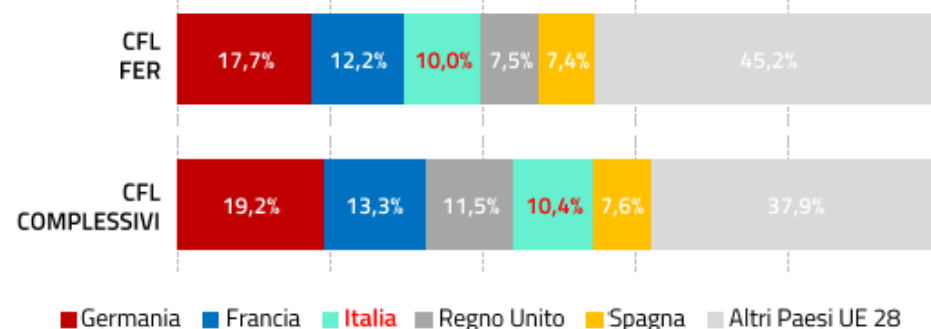
Nel 2019, tra i principali Paesi EU28, l'Italia è l'unico nel quale si osserva una quota FER sui Consumi finali lordi superiore all'obiettivo fissato dalla Direttiva 2009/28/CE per il 2020

— Obiettivo 2020

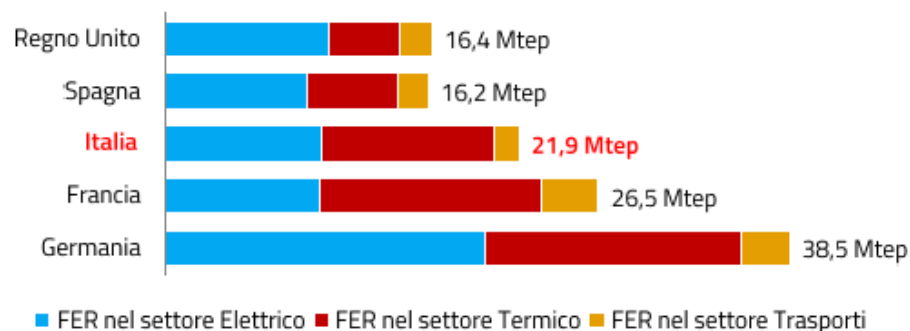


Tra i Paesi EU28, nel 2019 l'Italia si posiziona al 3° posto per contributo ai consumi di energia da FER e al 4° posto per contributo ai consumi di energia complessivi.

Peso percentuale dei singoli Paesi sul totale dei consumi dell'UE28



In Italia nel 2019 sono stati consumati **21,9 Mtep** di energia da FER



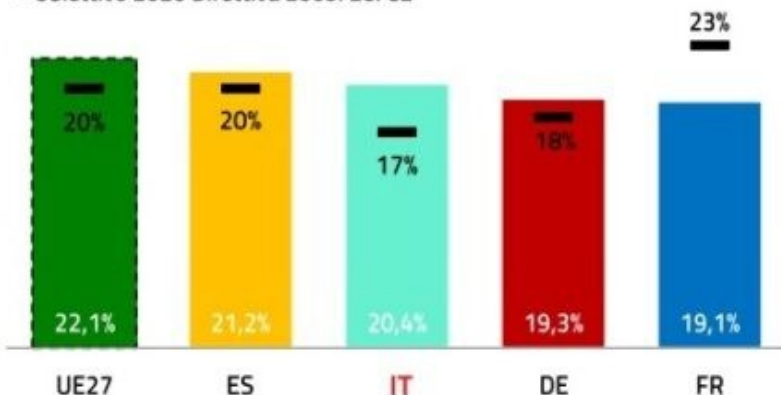
FER Italia - 2020

DATI DI SINTESI 2020

	Italia	Europa (UE27)
Quota FER sui consumi energetici totali	20,4%	22,1%
Quota FER nel settore Trasporti	10,7%	10,2%
Quota FER nel settore Elettrico	38,1%	37,5%
Quota FER nel settore Termico	19,9%	23,1%

Nel 2020 la Francia è l'unico tra i principali Paesi UE nel quale si osserva una quota FER sui Consumi finali lordi inferiore all'obiettivo fissato dalla Direttiva 2009/28/CE per il 2020

— Obiettivo 2020 Direttiva 2009/28/CE

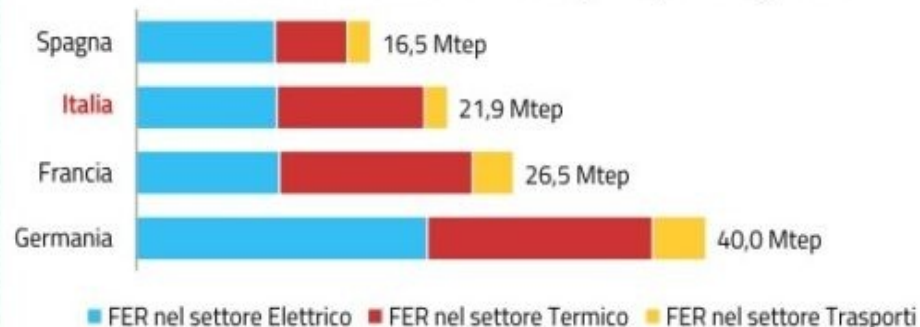


Tra i Paesi UE, nel 2020 l'Italia si posiziona al 3° posto sia per contributo ai consumi di energia da FER sia per contributo ai consumi complessivi di energia.

Peso percentuale dei singoli Paesi sul totale dei consumi dell'UE27



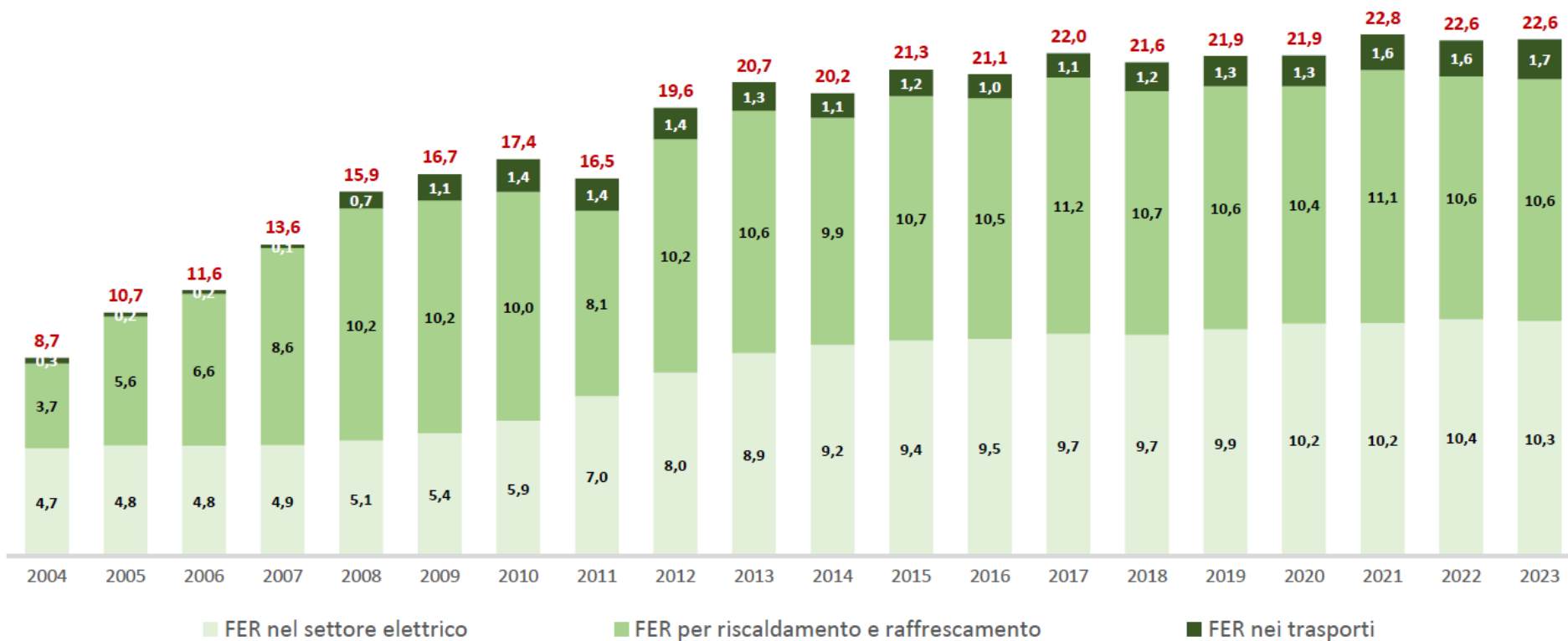
In Italia nel 2020 sono stati consumati 21,9 Mtep di energia da FER



Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

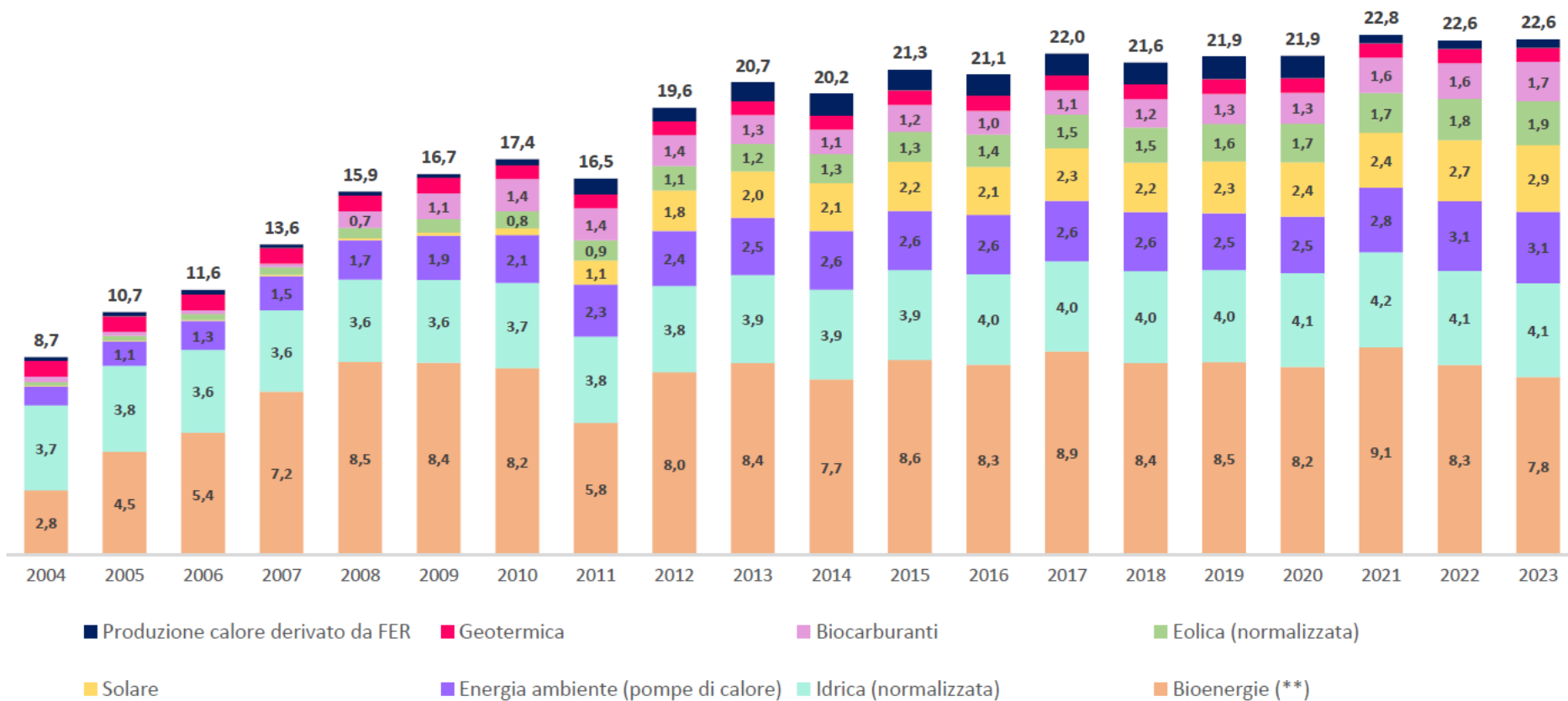
FER Italia - 2023

Energia da fonti rinnovabili in Italia, per settore (Mtep)(*)



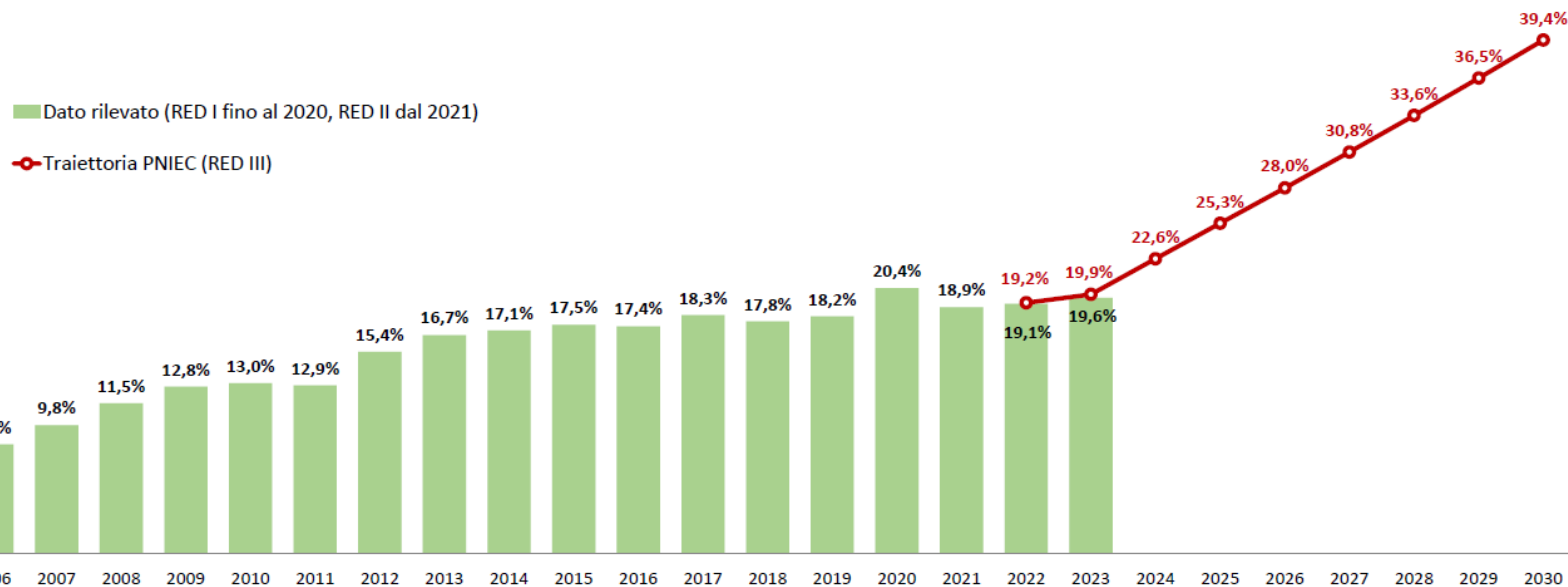
FER Italia - 2023

Energia da fonti rinnovabili in Italia, per fonte (Mtep) (*)



FER Italia - Trend

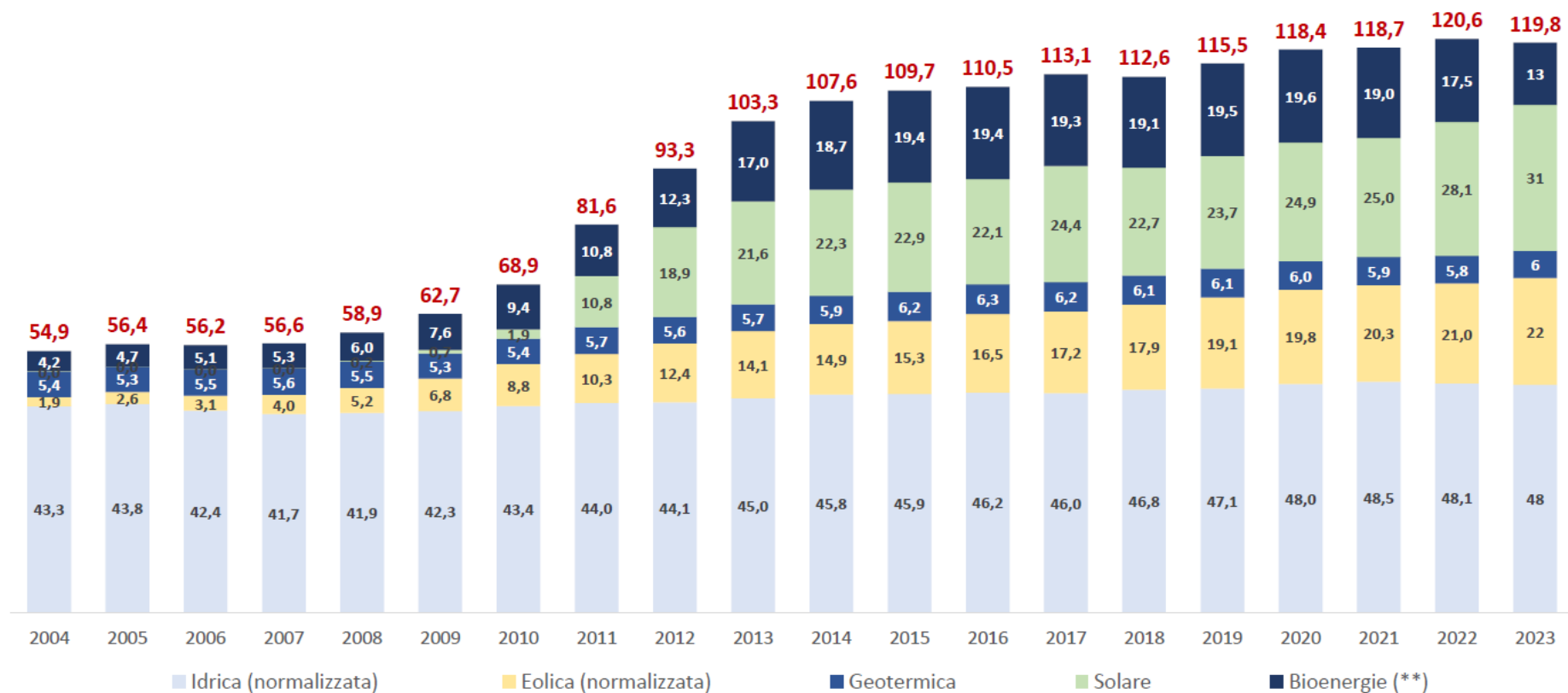
Quota dei Consumi Finali Lordi di energia coperta da fonti rinnovabili (*)



ktep	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Energia da FER	8.681	10.651	11.633	13.629	15.948	16.712	17.362	16.515	19.618	20.737	20.245	21.286	21.081	22.000	21.605	21.877	21.900	22.819	22.568	22.617
FER nel settore elettrico	4.722	4.847	4.830	4.863	5.060	5.390	5.924	7.013	8.026	8.883	9.248	9.435	9.504	9.729	9.683	9.927	10.176	10.207	10.370	10.300
FER per riscaldamento e affrescamento	3.706	5.627	6.644	8.626	10.159	10.178	10.018	8.101	10.226	10.603	9.934	10.687	10.538	11.211	10.673	10.633	10.378	11.061	10.626	10.578
FER nei trasporti	253	177	159	140	729	1.144	1.420	1.401	1.366	1.250	1.063	1.164	1.039	1.060	1.250	1.317	1.346	1.552	1.573	1.739
Consumi finali lordi di energia	137.445	141.084	139.675	138.964	138.778	130.810	133.320	128.212	127.052	123.869	118.521	121.456	121.053	120.435	121.406	120.330	107.572	120.847	117.969	115.427
Quota FER (%)	6,3%	7,5%	8,3%	9,8%	11,5%	12,8%	13,0%	12,9%	15,4%	16,7%	17,1%	17,5%	17,4%	18,3%	17,8%	18,2%	20,4%	18,9%	19,1%	19,6%

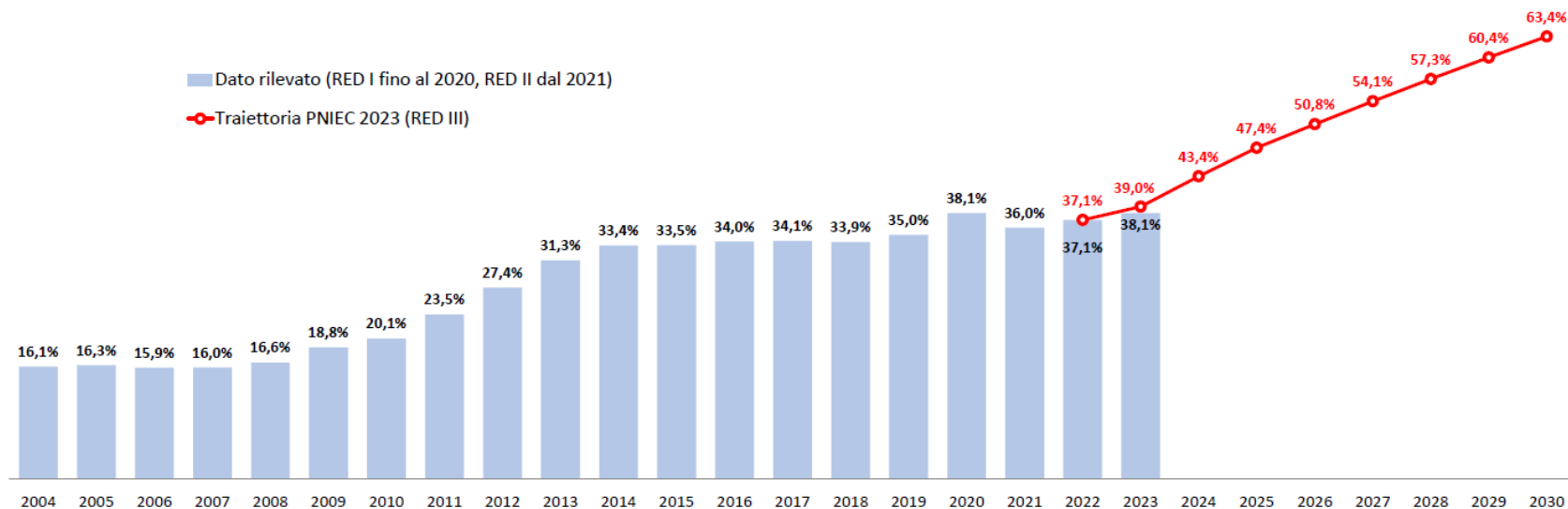
FER Italia - EE

Energia da fonti rinnovabili nel settore elettrico (TWh)(*)



FER Italia EE - Trend

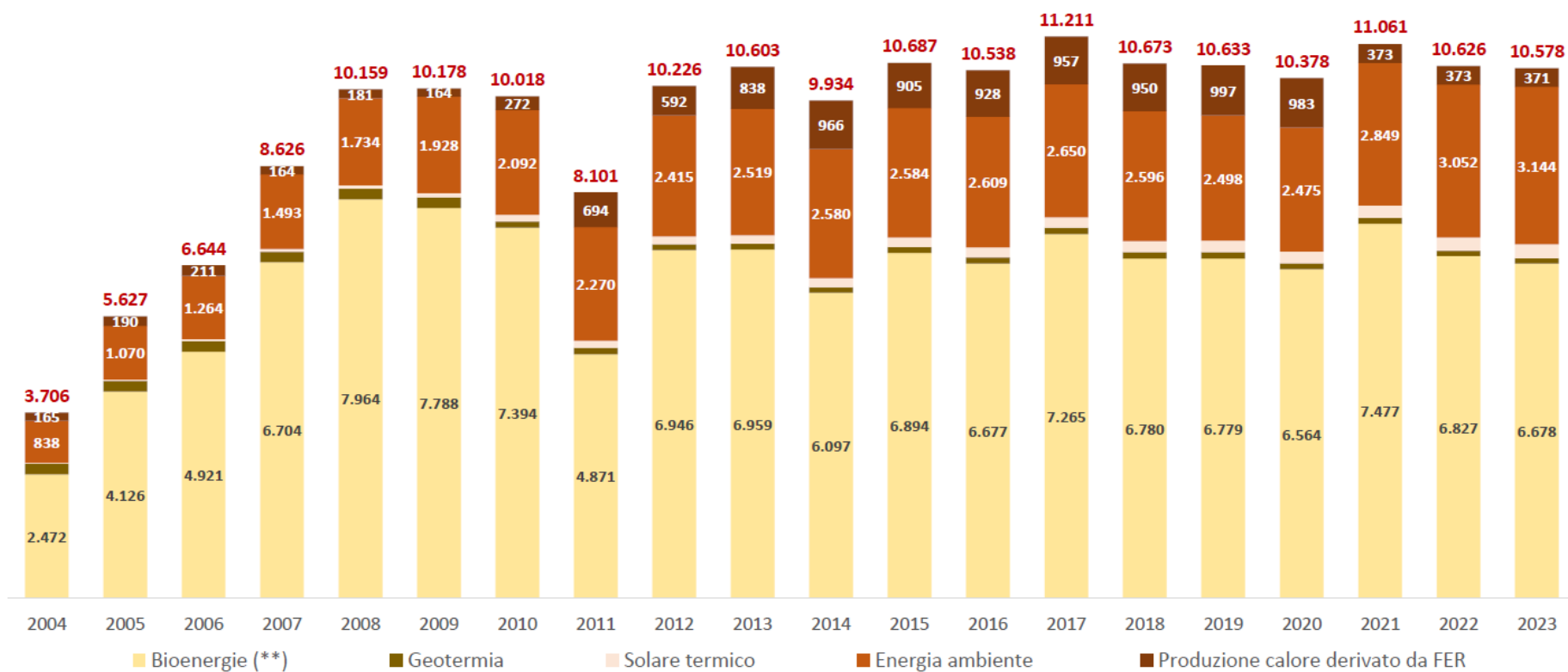
Quota dei Consumi Interni Lordi di energia nel settore elettrico coperta da fonti rinnovabili (*)



TWh	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Produzione lorda di energia elettrica da FER	55	56	56	57	59	63	69	82	93	103	108	110	111	113	113	115	118	119	121	120
Idrica (normalizzata)	43	44	42	42	42	42	43	44	44	45	46	46	46	46	47	47	48	48	48	48
Eolica (normalizzata)	2	3	3	4	5	7	9	10	12	14	15	15	17	17	18	19	20	20	21	22
Geotermica	5	5	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Solare	0	0	0	0	0	1	2	11	19	22	22	23	22	24	23	24	25	25	28	31
Bioenergie (**)	4	5	5	5	6	8	9	11	12	17	19	19	19	19	19	19	20	19	18	13
Consumi Interni Lordi di energia elettrica	341	346	353	355	354	333	343	346	340	330	322	328	325	332	332	330	311	330	325	314
Quota FER (%)	16,1%	16,3%	15,9%	16,0%	16,6%	18,8%	20,1%	23,5%	27,4%	31,3%	33,4%	33,5%	34,0%	34,1%	33,9%	35,0%	38,1%	36,0%	37,1%	38,1%

FER termico Italia

Energia da fonti rinnovabili nel settore termico (ktep) (*)

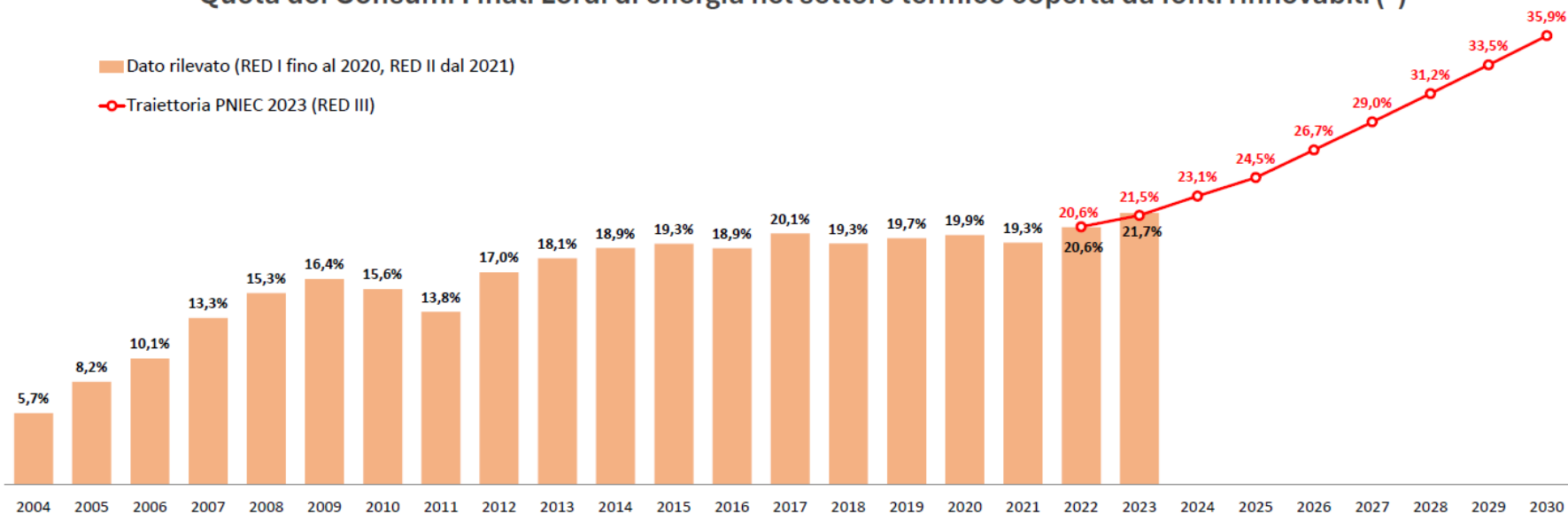


FER termico Italia - Trend

Quota dei Consumi Finali Lordi di energia nel settore termico coperta da fonti rinnovabili (*)

■ Dato rilevato (RED I fino al 2020, RED II dal 2021)

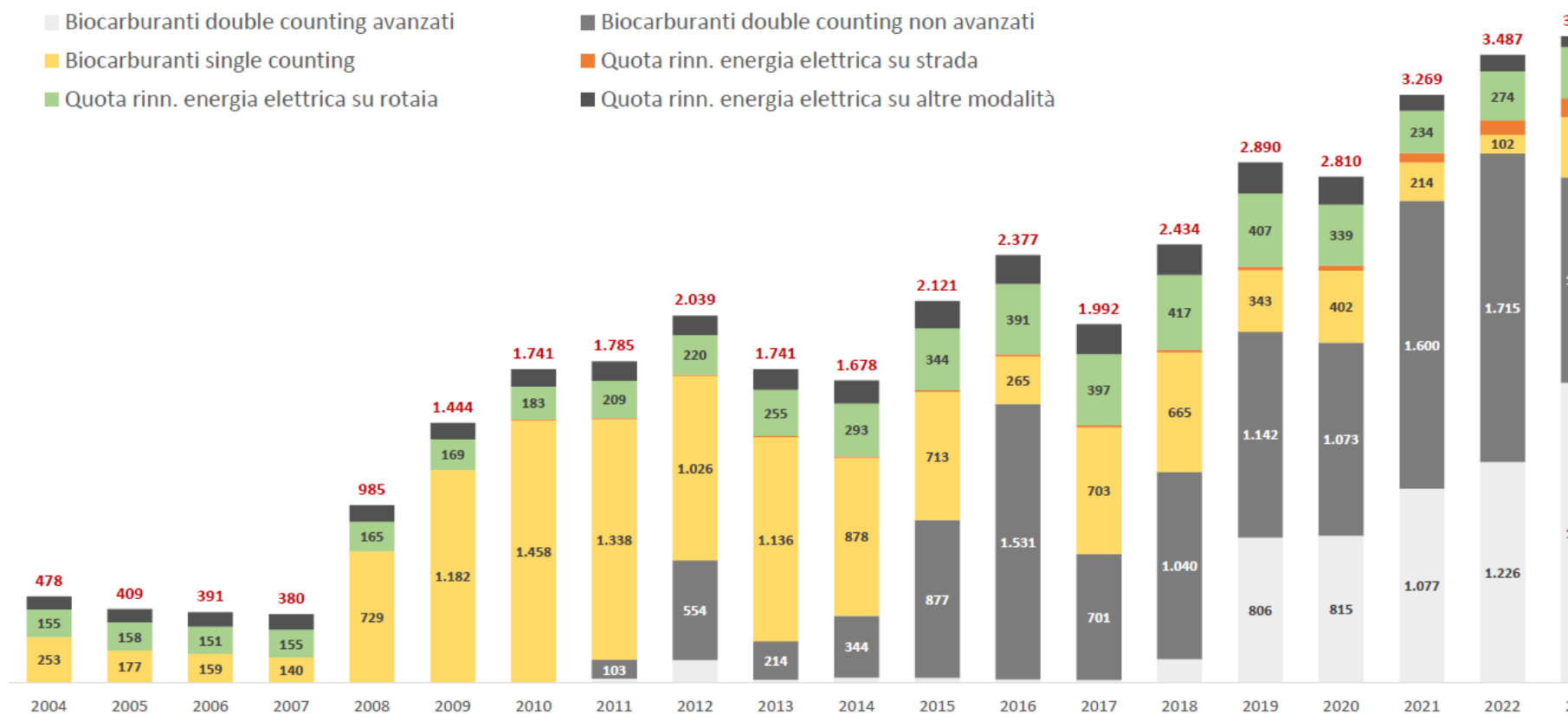
○ Traiettorie PNIEC 2023 (RED III)



ktep	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Energia termica da FER	3.706	5.627	6.644	8.626	10.159	10.178	10.018	8.101	10.226	10.603	9.934	10.687	10.538	11.211	10.673	10.633	10.378	11.061	10.626	10.578
Bioenergie (**)	2.472	4.126	4.921	6.704	7.964	7.788	7.394	4.871	6.946	6.959	6.097	6.894	6.677	7.265	6.780	6.779	6.564	7.477	6.827	6.678
Geotermia	213	213	213	213	213	213	125	125	118	119	111	114	125	131	128	131	120	115	110	108
Solare termico	18	27	35	52	67	85	134	140	155	168	180	190	200	209	218	228	236	247	263	277
Energia ambiente	838	1.070	1.264	1.493	1.734	1.928	2.092	2.270	2.415	2.519	2.580	2.584	2.609	2.650	2.596	2.498	2.475	2.849	3.052	3.144
Produzione calore derivato da FER	165	190	211	164	181	164	272	694	592	838	966	905	928	957	950	997	983	373	373	371
CFL di energia nel settore termico	64.864	68.432	65.824	64.689	66.349	61.942	64.045	58.626	60.214	58.606	52.519	55.504	55.796	55.823	55.359	53.979	52.023	57.204	51.665	48.714
Quota FER (%)	5,7%	8,2%	10,1%	13,3%	15,3%	16,4%	15,6%	13,8%	17,0%	18,1%	18,9%	19,3%	18,9%	20,1%	19,3%	19,7%	19,9%	19,3%	20,6%	21,7%

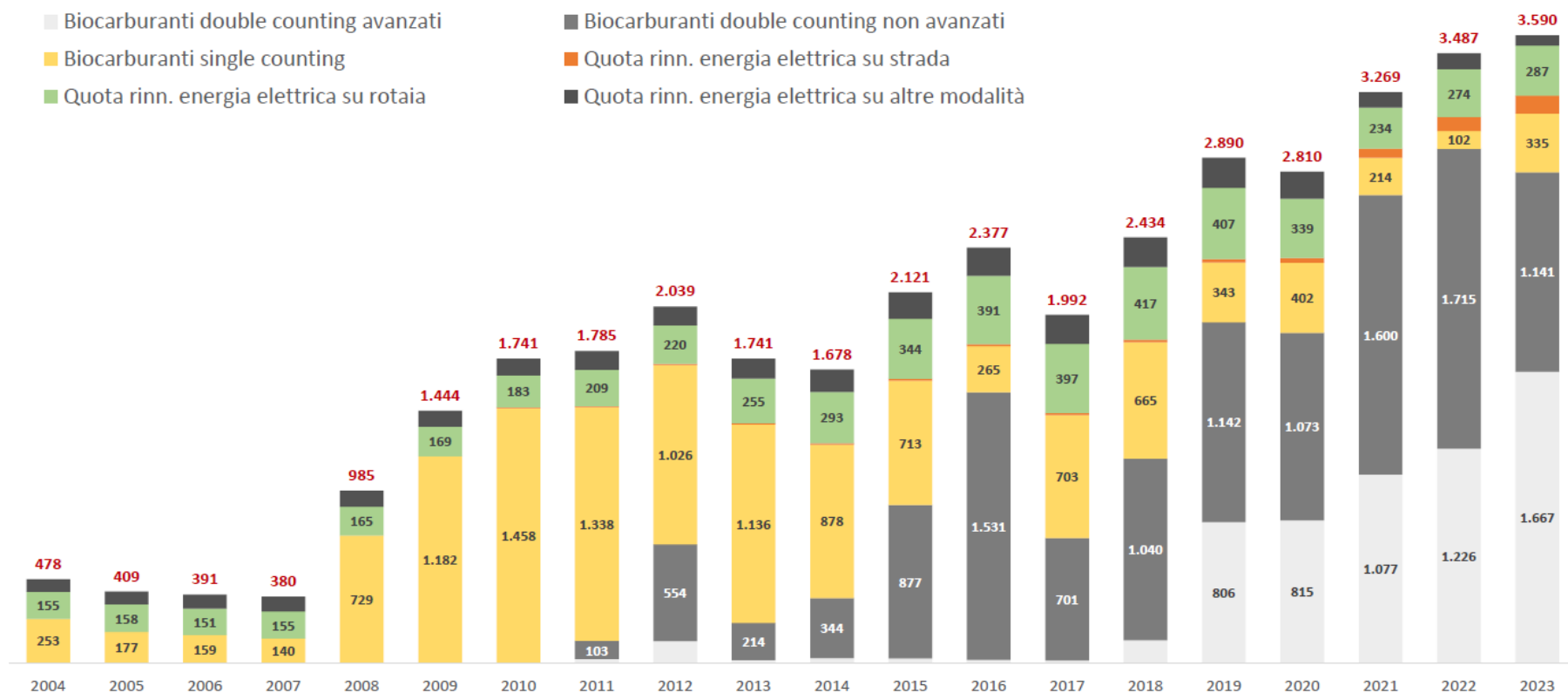
FER Italia - Trend

Energia da fonti rinnovabili nel settore trasporti (ktep) (*)(**)



FER trasporti Italia

Energia da fonti rinnovabili nel settore trasporti (ktep) (*)(**)

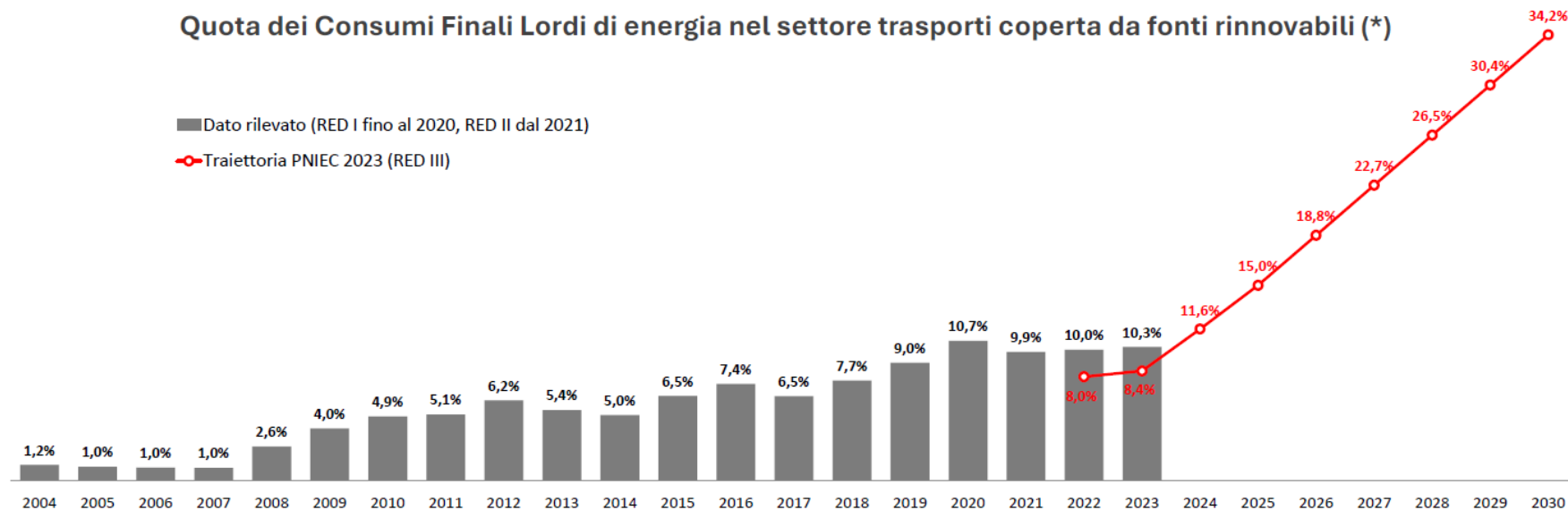


FER trasporti Italia - Trend

Quota dei Consumi Finali Lordi di energia nel settore trasporti coperta da fonti rinnovabili (*)

■ Dato rilevato (RED I fino al 2020, RED II dal 2021)

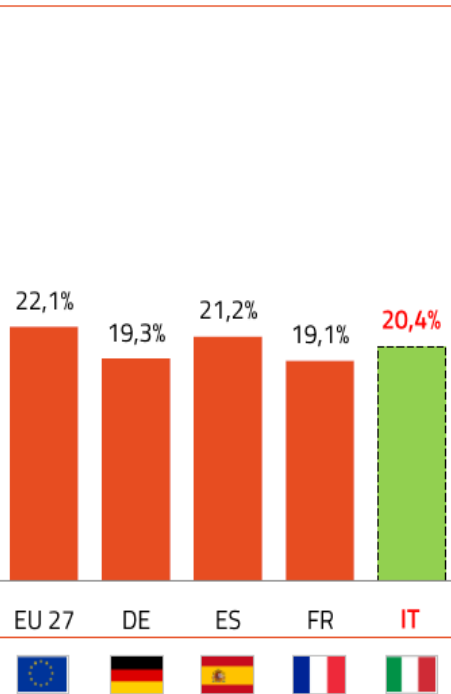
● Traiettorie PNIEC 2023 (RED III)



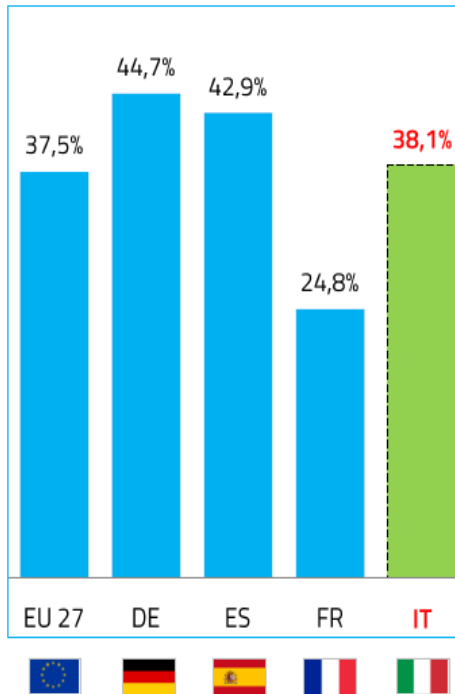
ktep	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Energia da FER nel settore trasporti	478	409	391	380	985	1.444	1.741	1.785	2.039	1.741	1.678	2.121	2.377	1.992	2.434	2.890	2.810	3.269	3.487	3.590
Biocarburanti double counting avanzati	-	-	-	-	-	-	-	23	125	16	27	25	18	14	130	806	815	1.077	1.226	1.667
Biocarburanti double counting non avanzati	-	-	-	-	-	-	-	103	554	214	344	877	1.531	701	1.040	1.142	1.073	1.600	1.715	1.141
Biocarburanti single counting	253	177	159	140	729	1.182	1.458	1.338	1.026	1.136	878	713	265	703	665	343	402	214	102	335
Quota rinn. energia elettrica su strada	0	0	0	0	0	0	5	5	5	7	8	10	10	12	14	20	28	55	76	103
Quota rinn. energia elettrica su rotaia	155	158	151	155	165	169	183	209	220	255	293	344	391	397	417	407	339	234	274	287
Quota rinn. energia elettrica altre modalità	71	74	81	85	91	92	96	107	108	115	128	153	162	166	168	172	154	89	93	57
CFL di energia nel settore trasporti	39.424	39.008	39.324	39.379	37.650	36.101	35.425	35.273	33.117	32.176	33.431	32.611	32.057	30.728	31.774	31.946	26.178	33.118	34.703	35.025
Quota FER (%)	1,2%	1,0%	1,0%	1,0%	2,6%	4,0%	4,9%	5,1%	6,2%	5,4%	5,0%	6,5%	7,4%	6,5%	7,7%	9,0%	10,7%	9,9%	10,0%	10,3%

FER in Europa - 2020

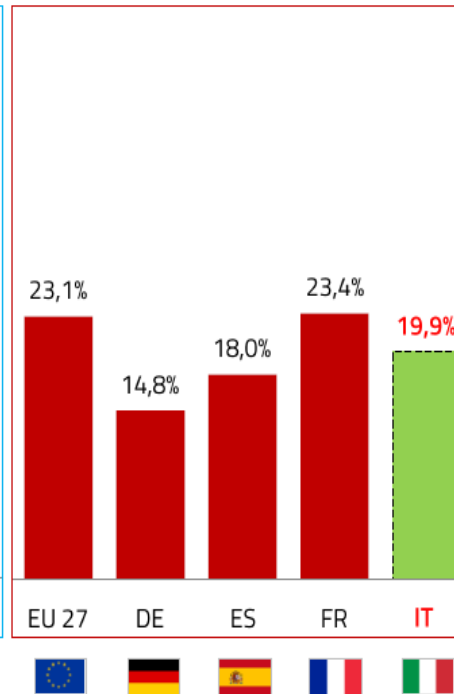
% FER complessiva



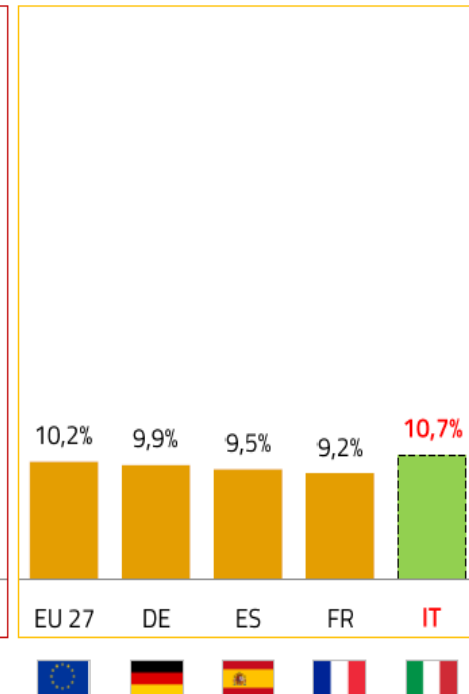
% FER nel settore Elettrico



% FER nel settore Termico



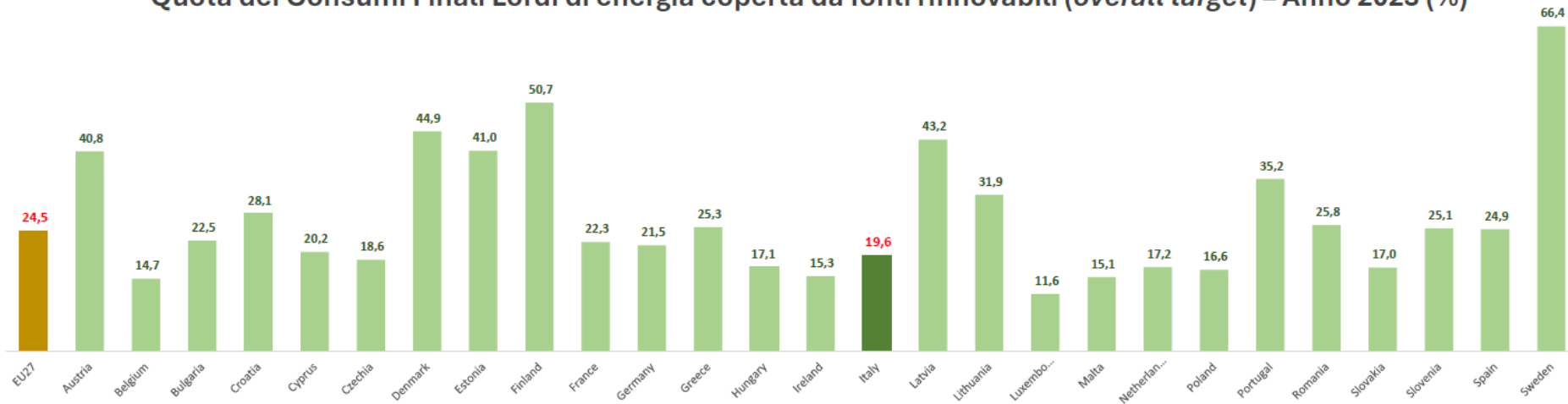
% FER nel settore Trasporti



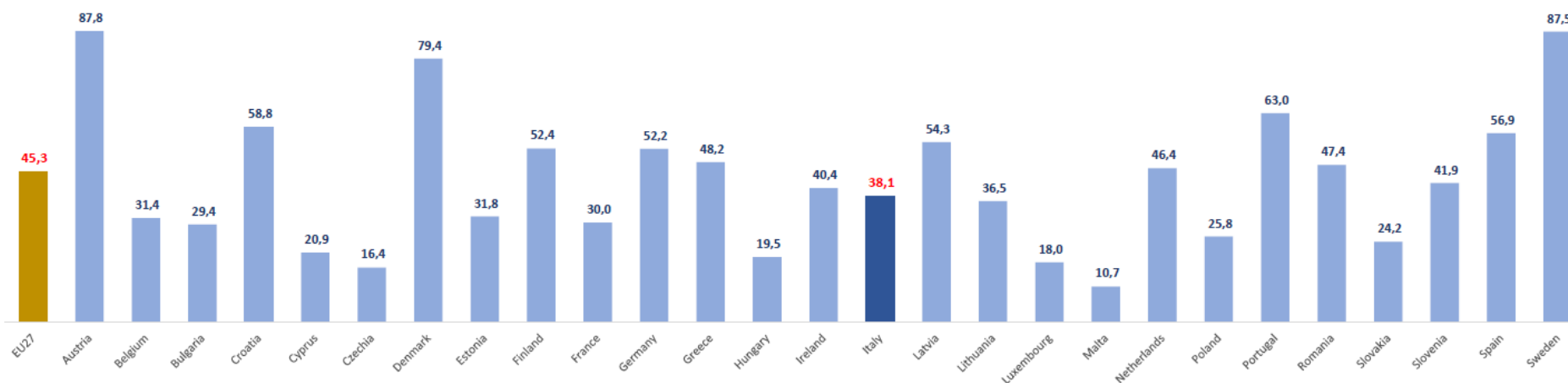
Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

FER in Europa - 2023

Quota dei Consumi Finali Lordi di energia coperta da fonti rinnovabili (*overall target*) – Anno 2023 (%)

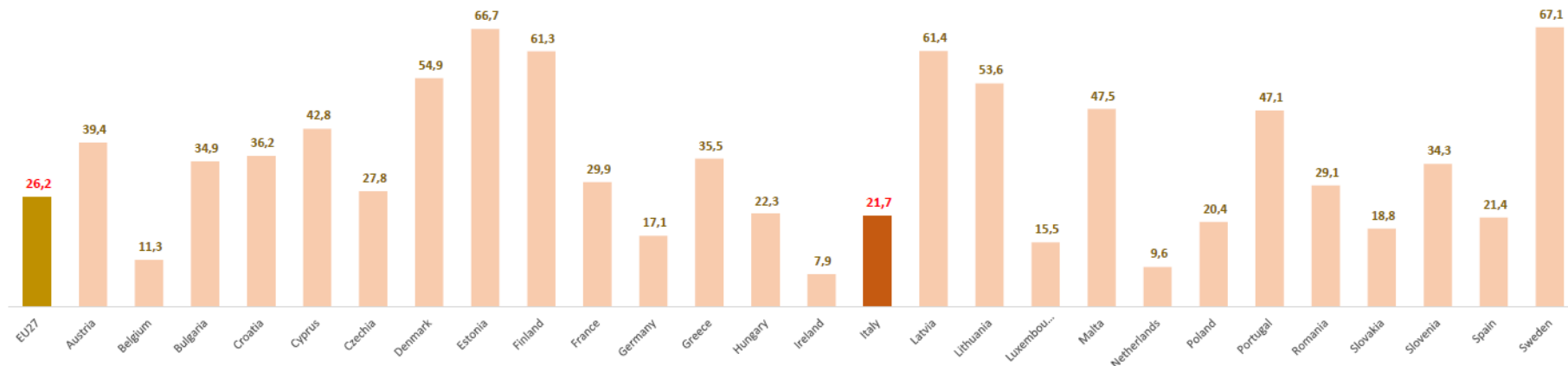


Quota dei Consumi Interni Lordi di energia nel settore elettrico coperta da fonti rinnovabili – Anno 2023 (%)

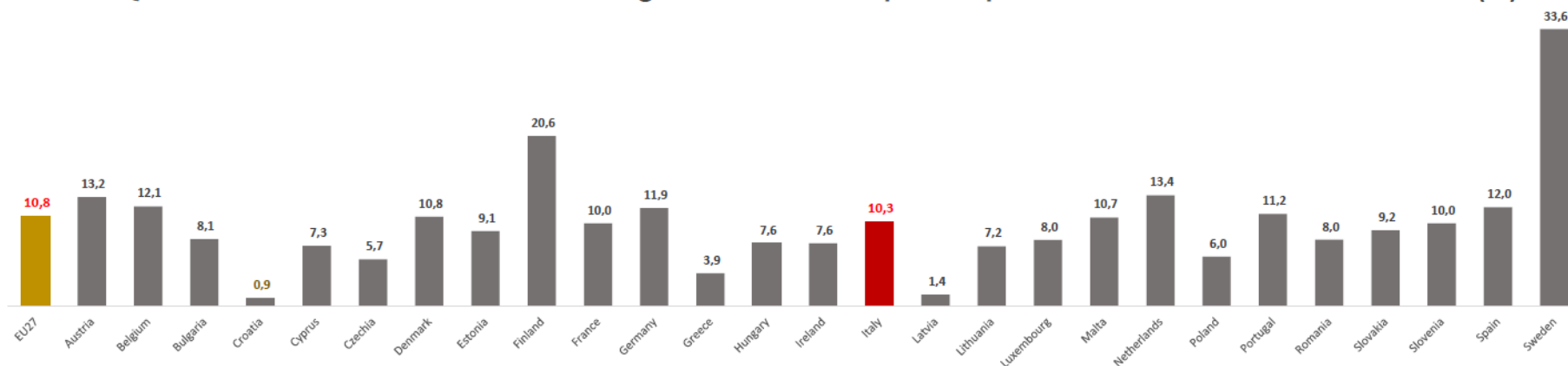


FER in Europa - 2023

Quota dei Consumi Interni Lordi di energia nel settore termico coperta da fonti rinnovabili – Anno 2023 (%)

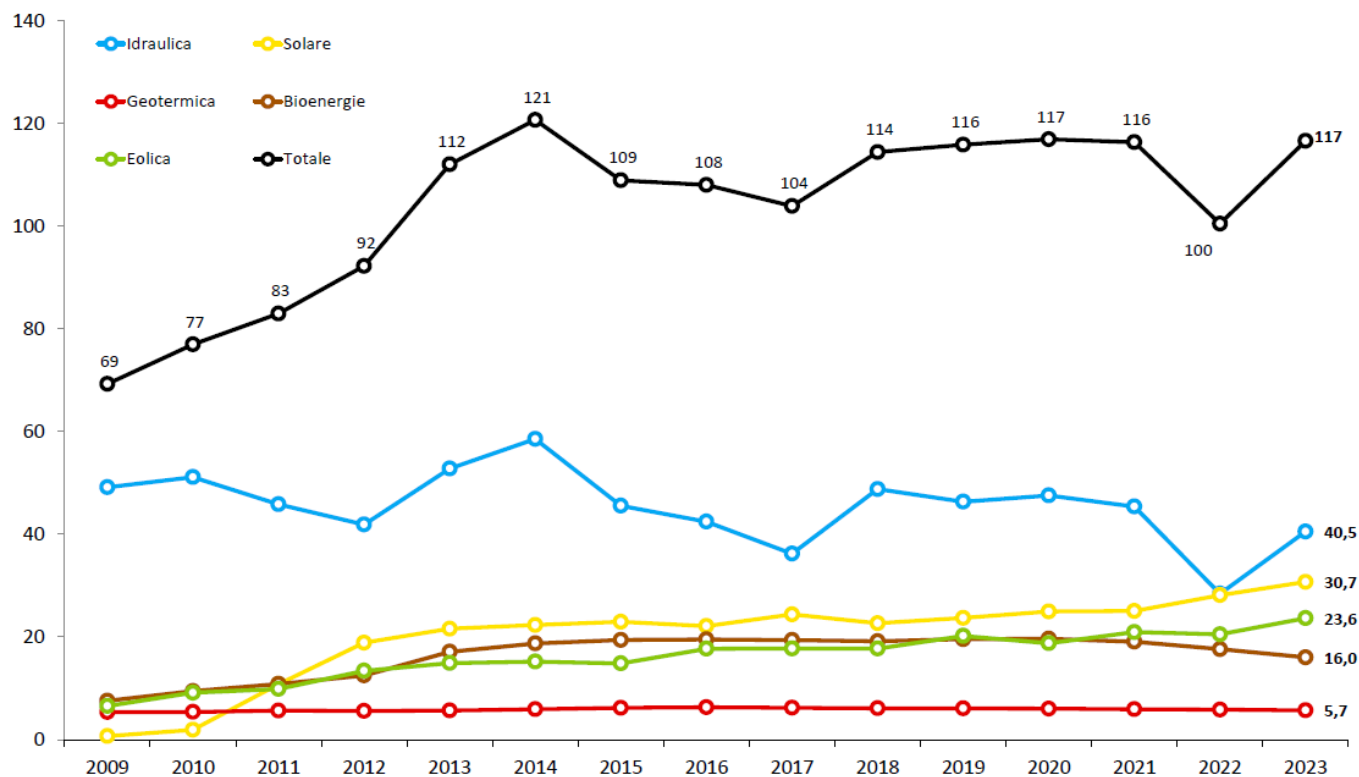


Quota dei Consumi Interni Lordi di energia nel settore trasporti coperta da fonti rinnovabili – Anno 2023 (%)



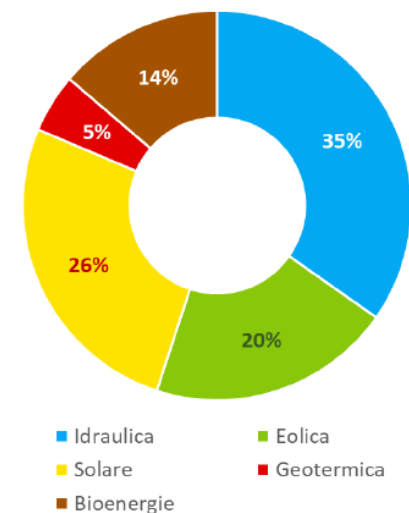
EE da FER Italia - 2023

Produzione di energia elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.
Anni 2009-2023 (TWh)



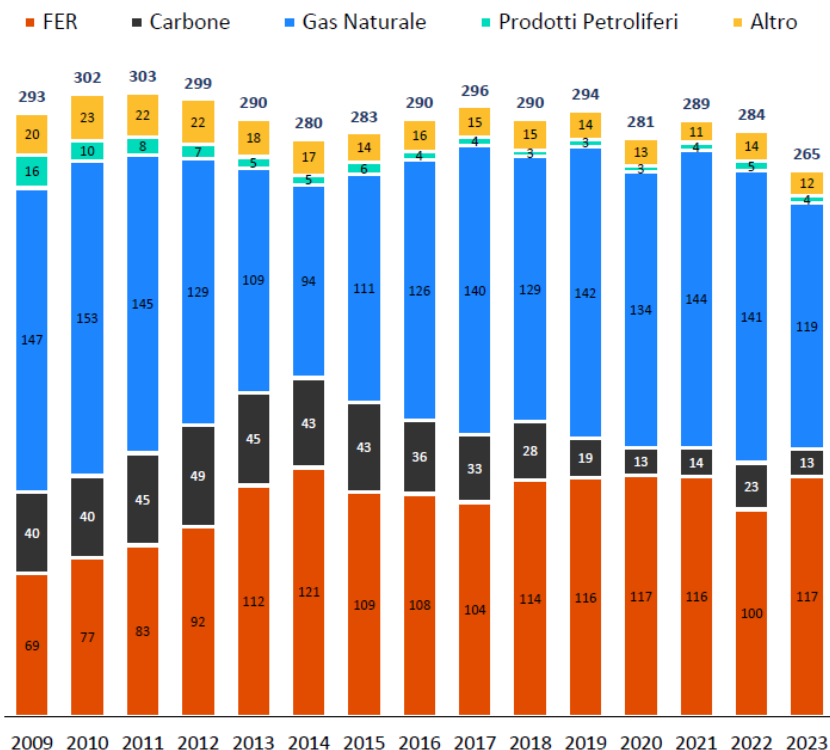
Fonte: GSE per la fonte solare, TERNA per le altre fonti

Composizione %.
Anno 2023

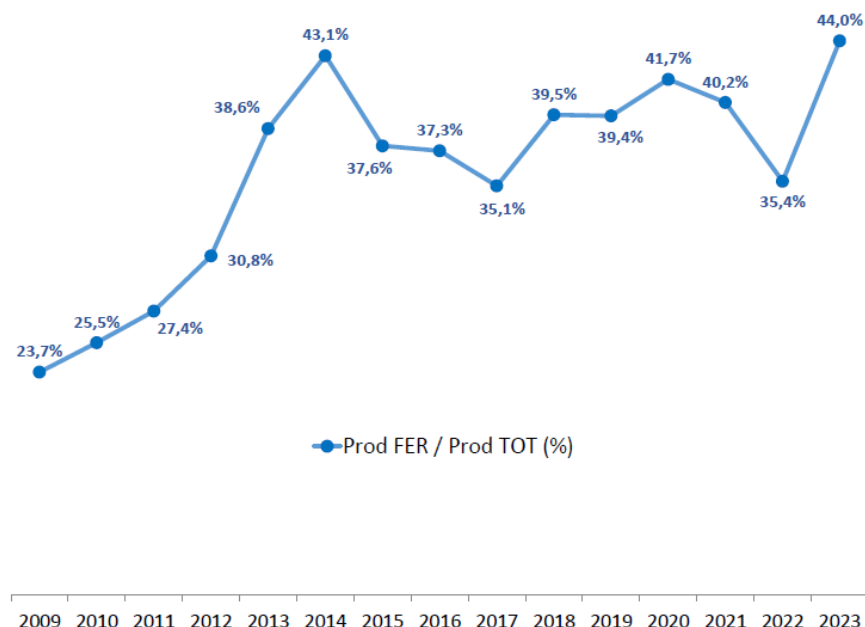


EE in Italia - 2023

**Produzione elettrica lorda in Italia.
Anni 2009-2023 (TWh)**



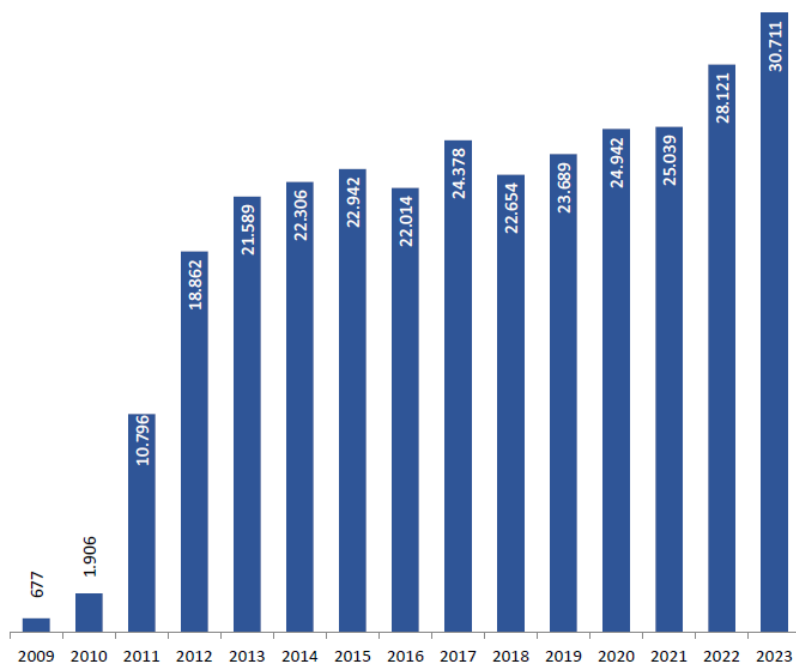
**Contributo delle fonti rinnovabili alla
produzione lorda di energia elettrica (%).
Anni 2009-2023**



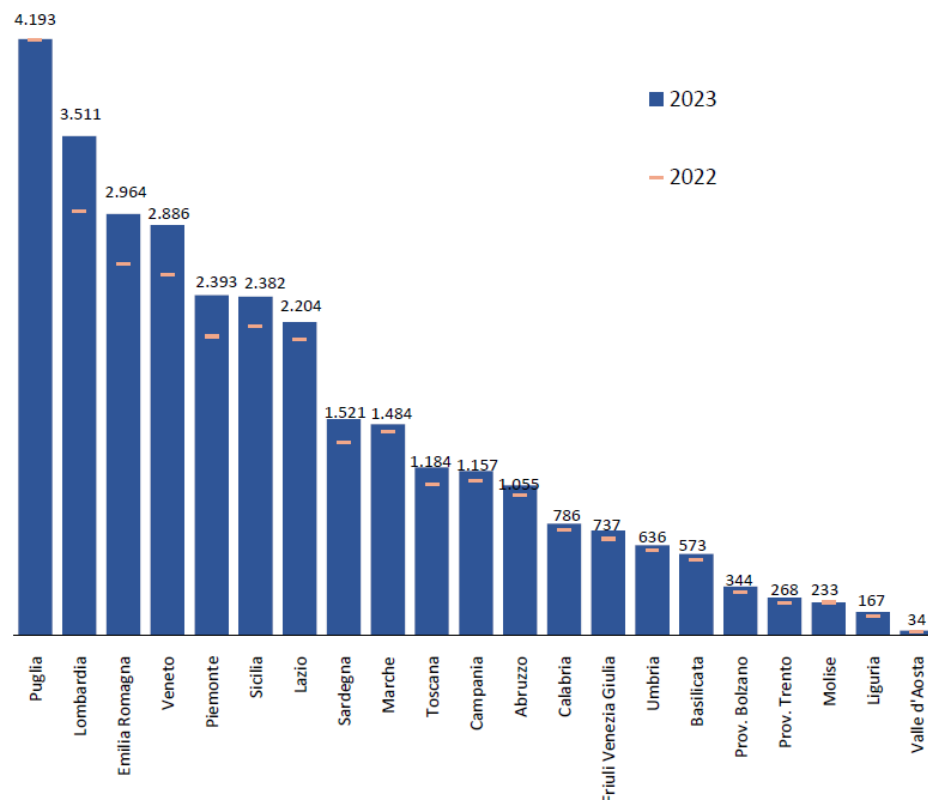
Fonte: GSE per la fonte solare, TERN per le altre fonti

EE da FV

Produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici in esercizio in Italia. Anni 2009-2023 (GWh)

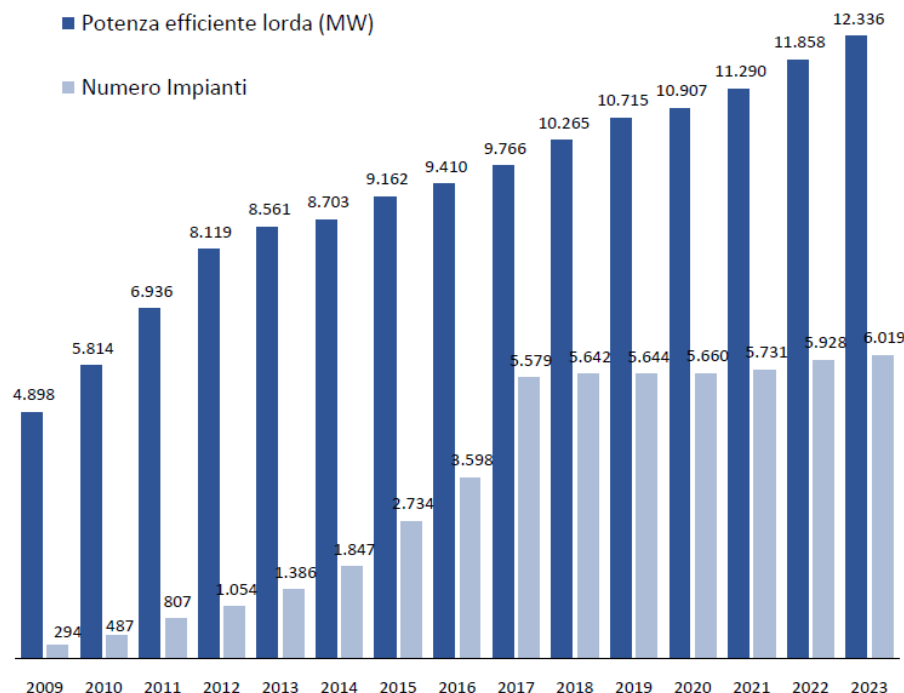


Produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici nelle regioni. Anni 2022-2023 (GWh)

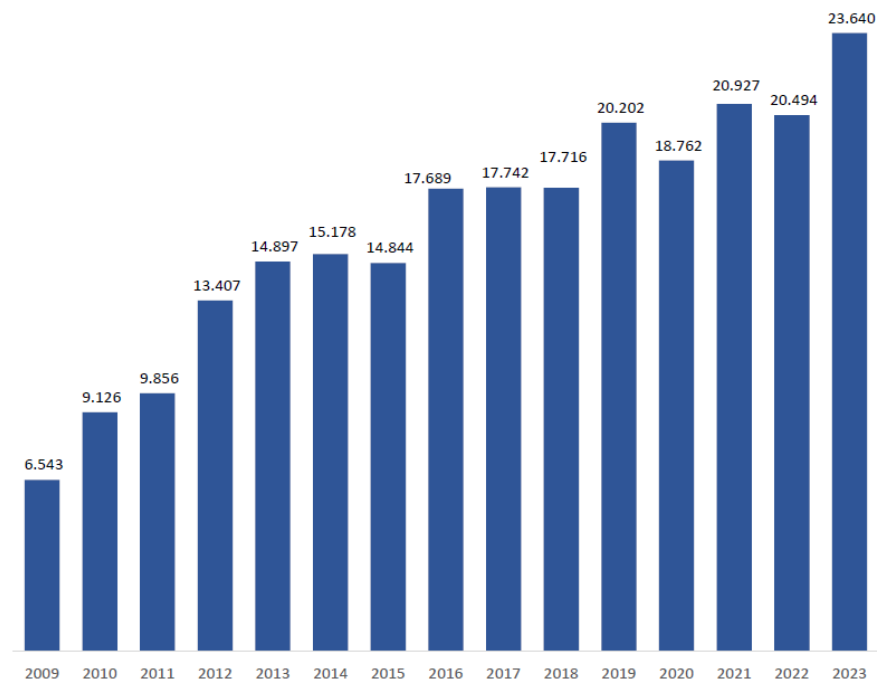


EE da Eolico

Numerosità e potenza degli impianti eolici in esercizio in Italia. Anni 2009-2023

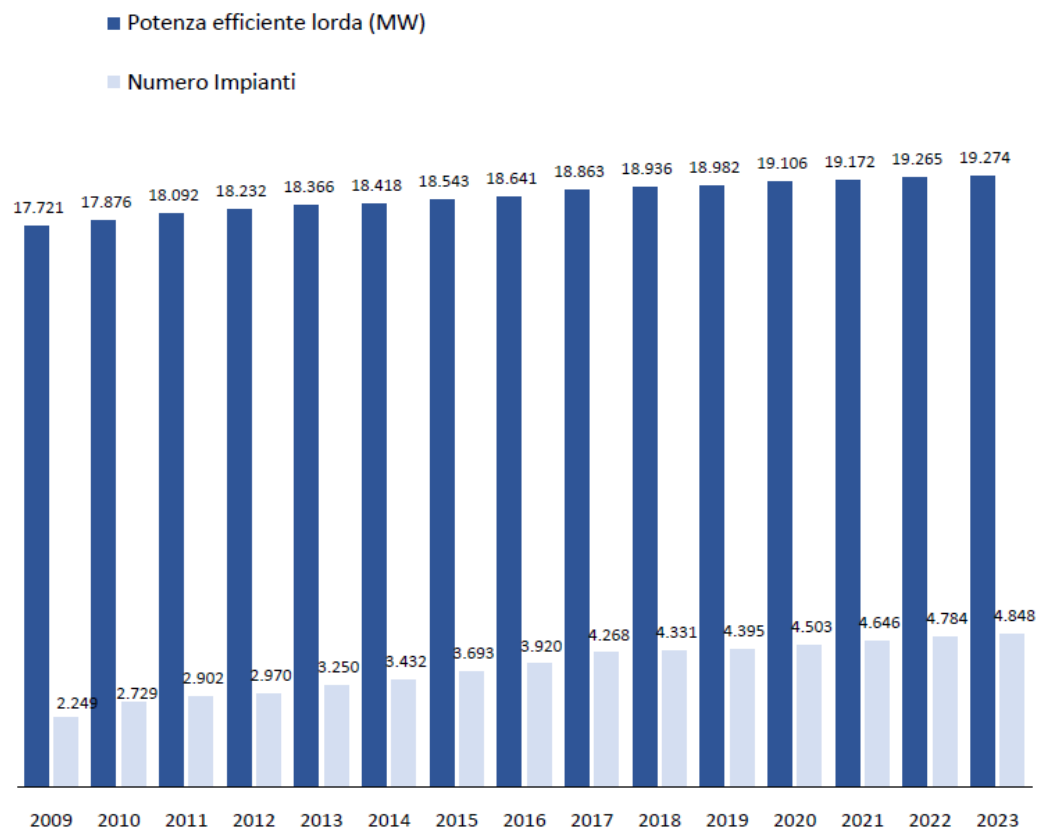


Produzione di energia elettrica degli impianti eolici in esercizio in Italia. Anni 2009-2023 (GWh)



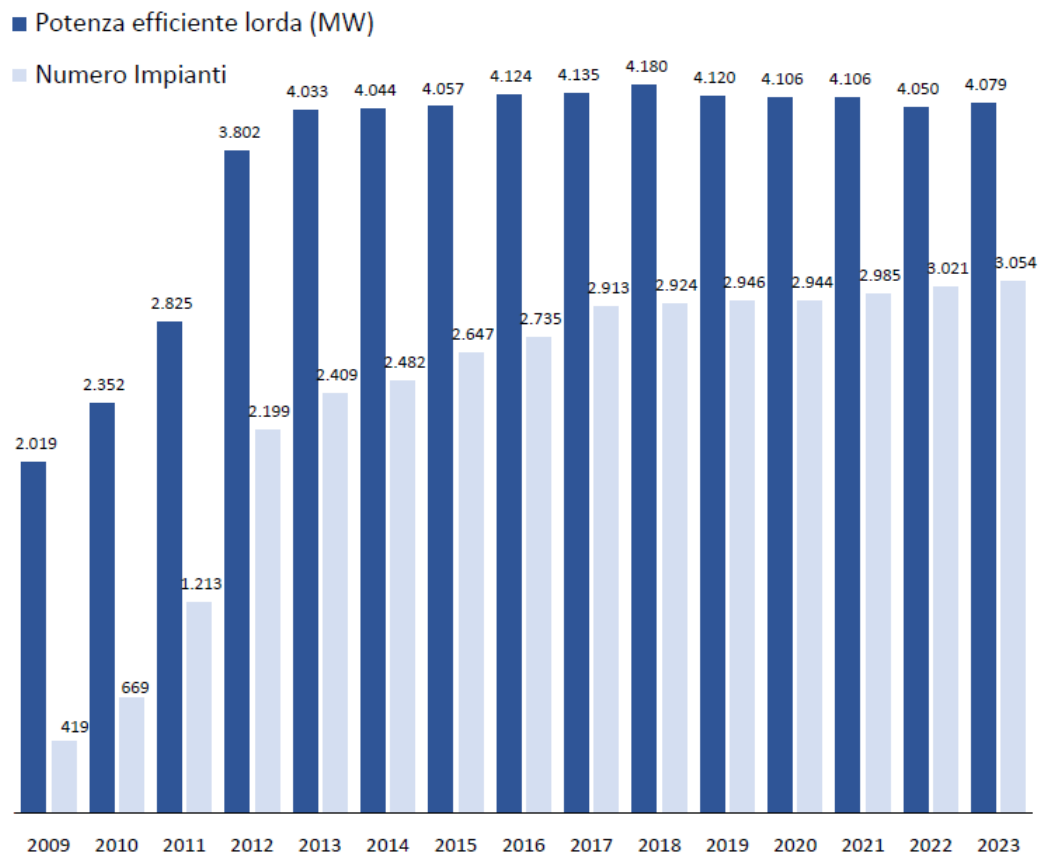
Idroelettrico

Numerosità e potenza degli impianti idroelettrici in esercizio in Italia (*). Anni 2009-2023



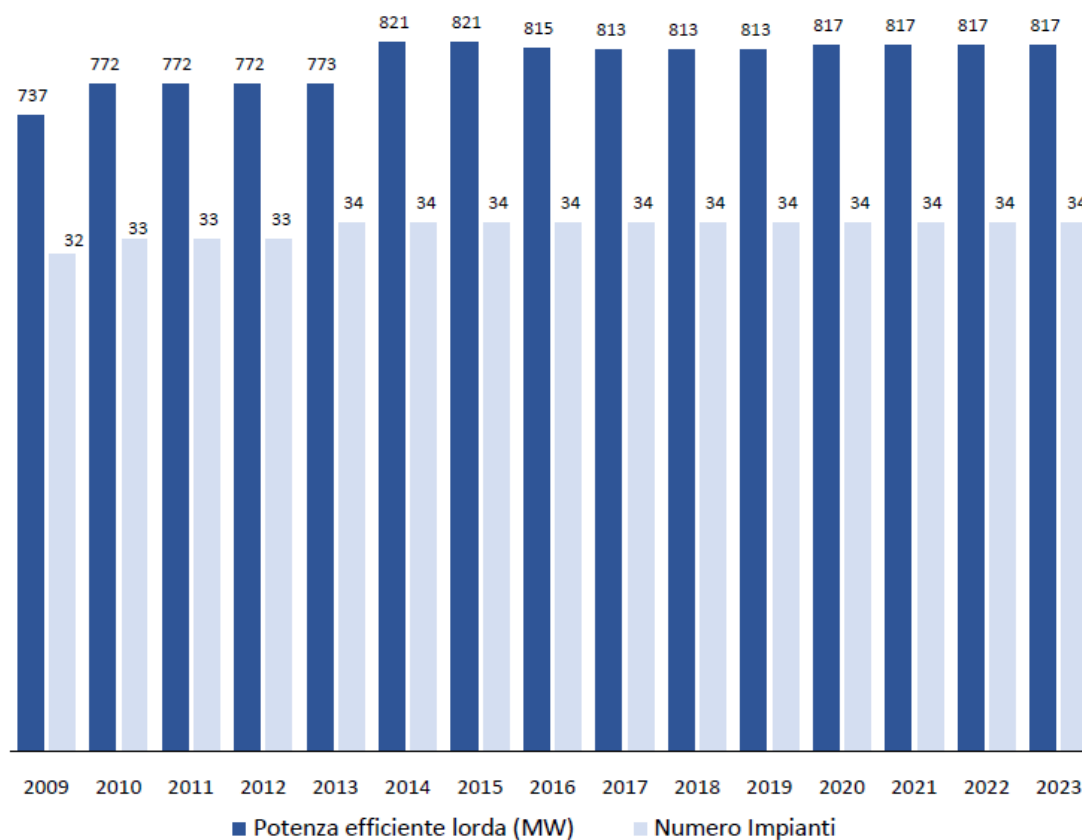
EE da Bioenergie

**Numerosità e potenza degli impianti alimentati da
bioenergie in esercizio in Italia.
Anni 2009-2023**



EE da Geotermico

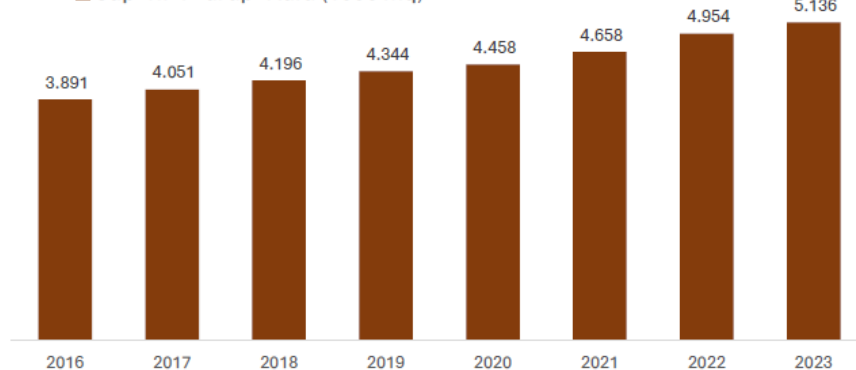
**Numerosità e potenza degli impianti geotermoelettrici
in esercizio in Italia (*).
Anni 2009-2023**



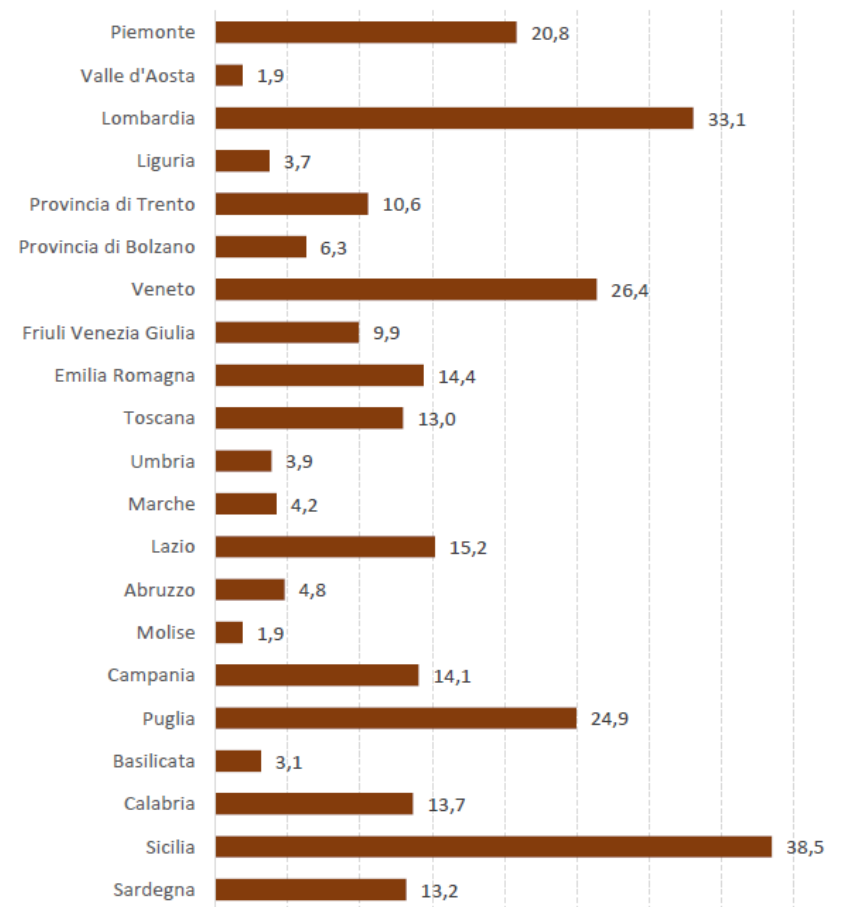
Termico da FV

Superfici installate dei collettori solari termici

■ Superficie di apertura (1000 mq)

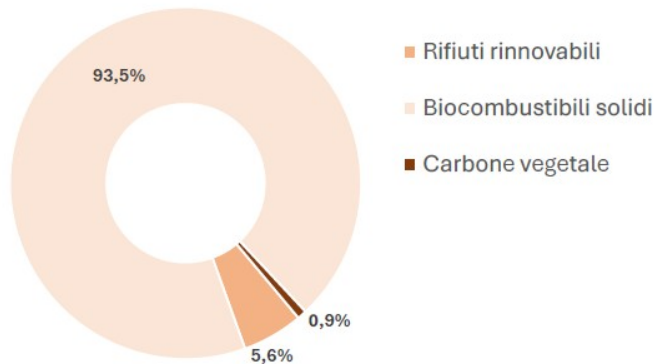


Energia termica da fonte solare nelle regioni. Anno 2023 (ktep)

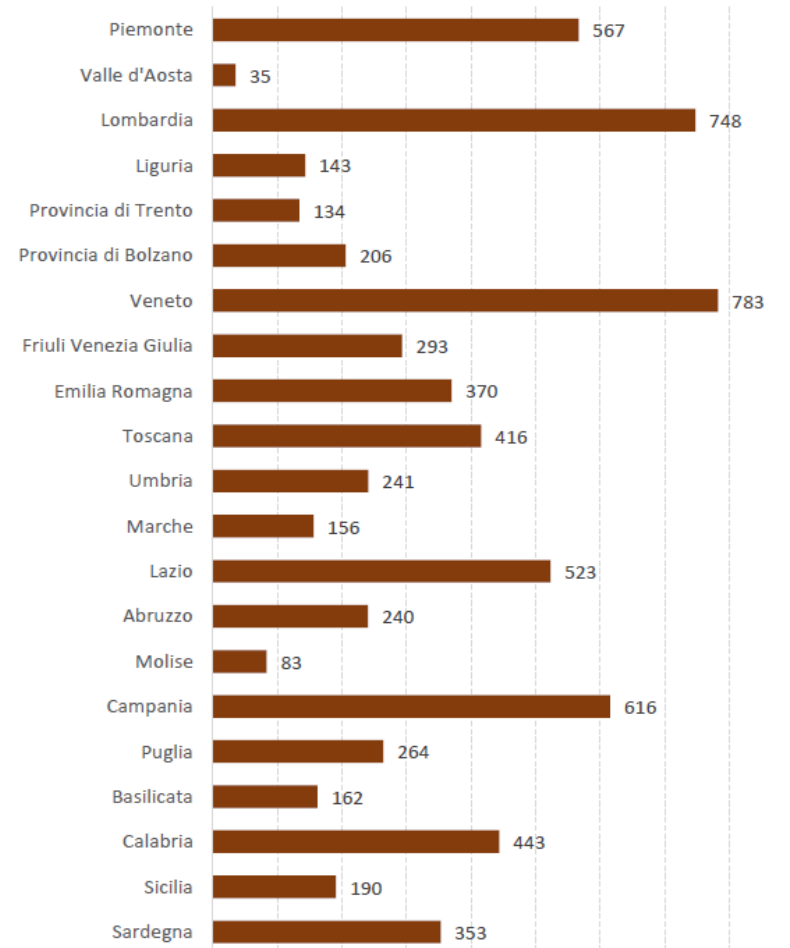


Termico da Biomassa

Energia termica da biomassa solida per tipologia di biomassa. Anno 2023 (%)

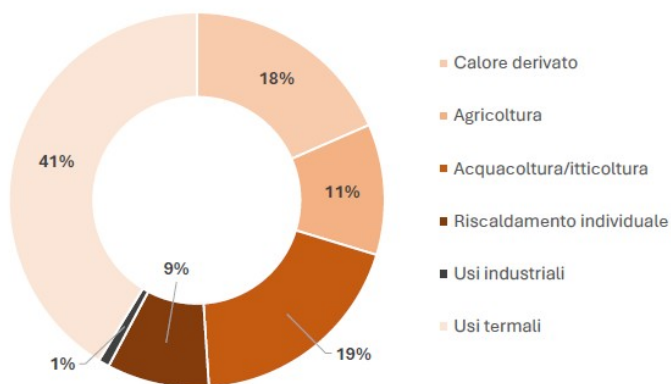


Energia termica da biomassa solida nelle regioni. Anno 2023 (ktep)

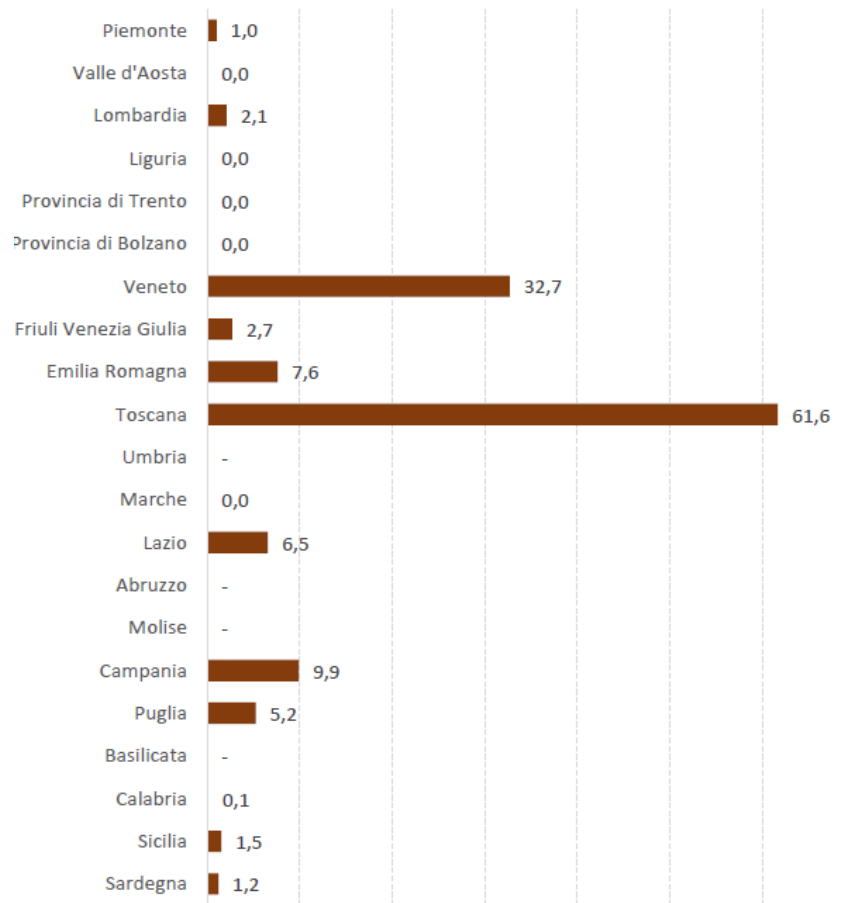


Termico da Geotermico

Energia termica da fonte geotermica
per settore. Anno 2023

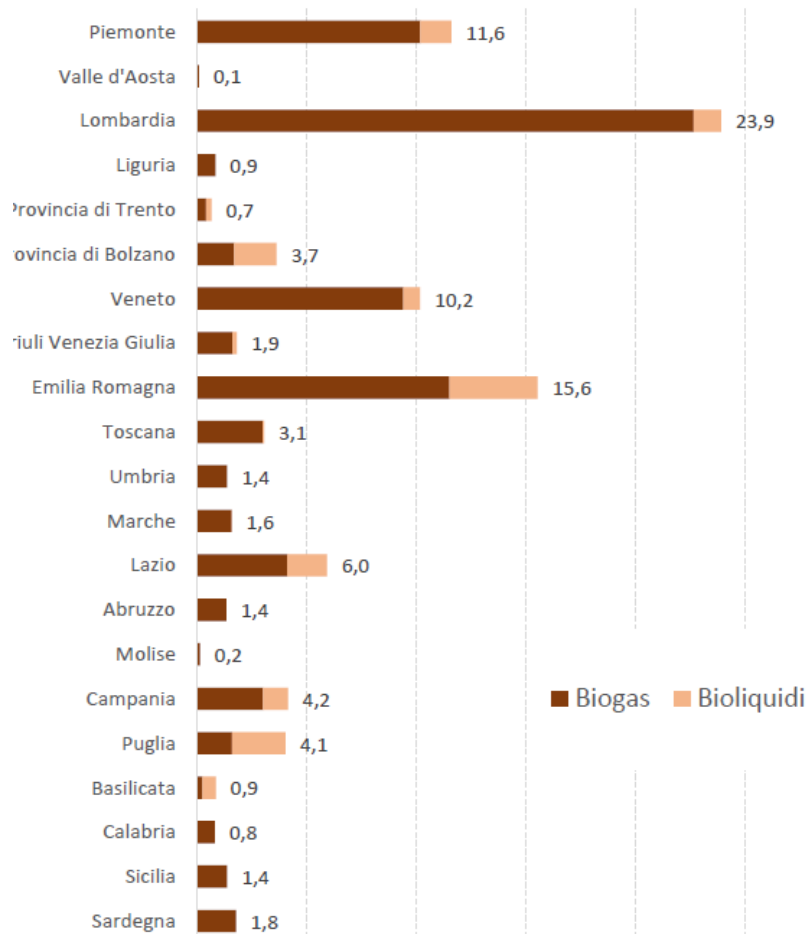


Energia termica da fonte geotermica nelle regioni.
Anno 2023 (ktep)

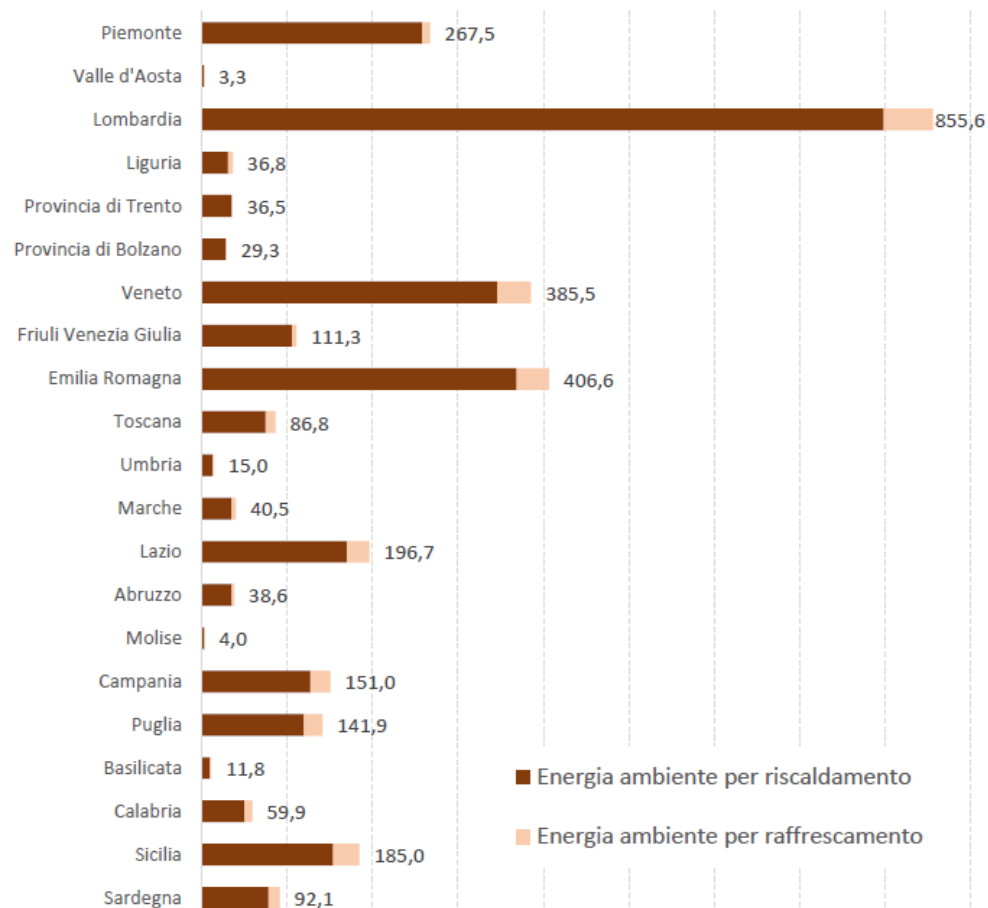


Termico da altre fonti

**Energia termica da biogas e bioliquidi nelle regioni
Anno 2023 (ktep)**

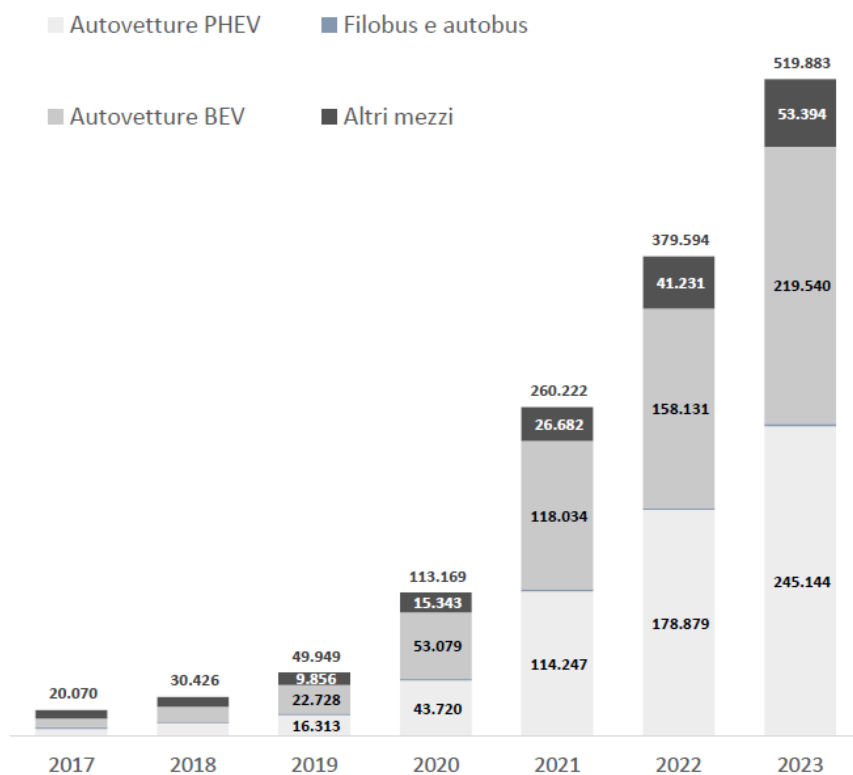


**Energia dell'ambiente per riscaldamento e
raffrescamento ambienti nelle regioni.
Anno 2023 (ktep)**

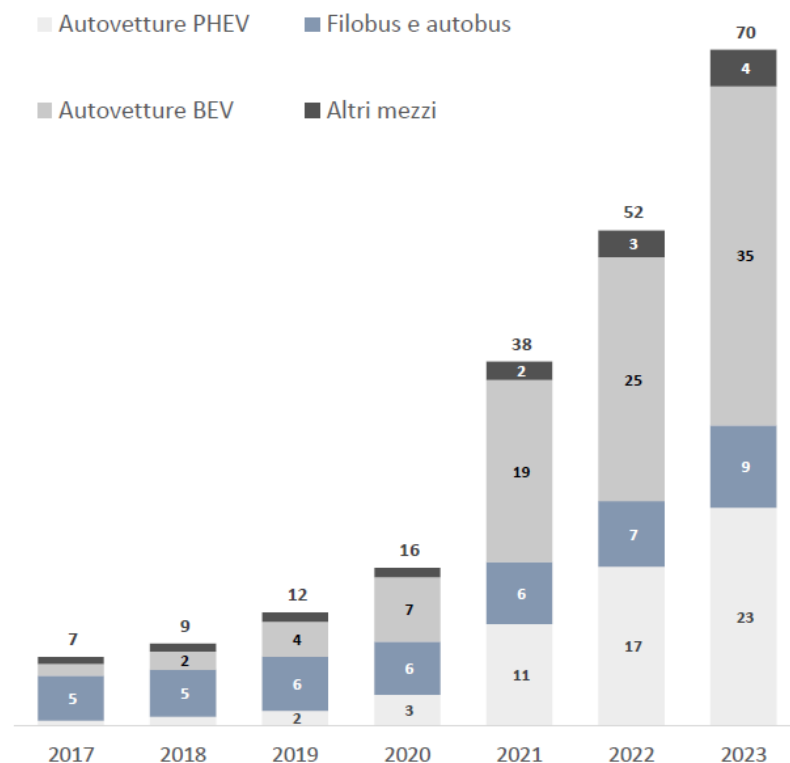


Auto elettriche

Mezzi ad alimentazione elettrica circolanti su strada in Italia. Anni 2017-2023

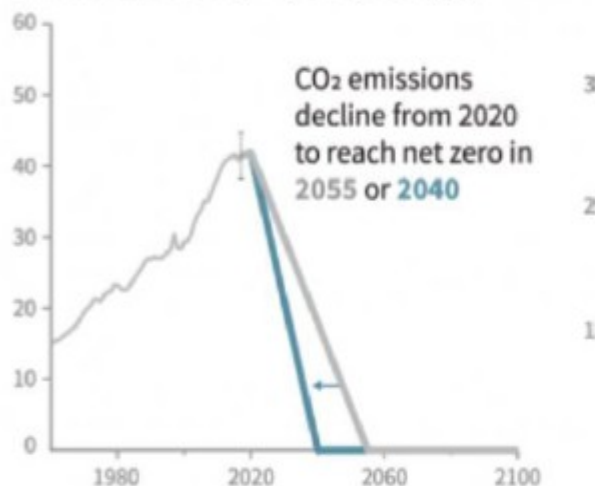


Energia elettrica consumata su strada in Italia. Anni 2017-2023 (ktep)



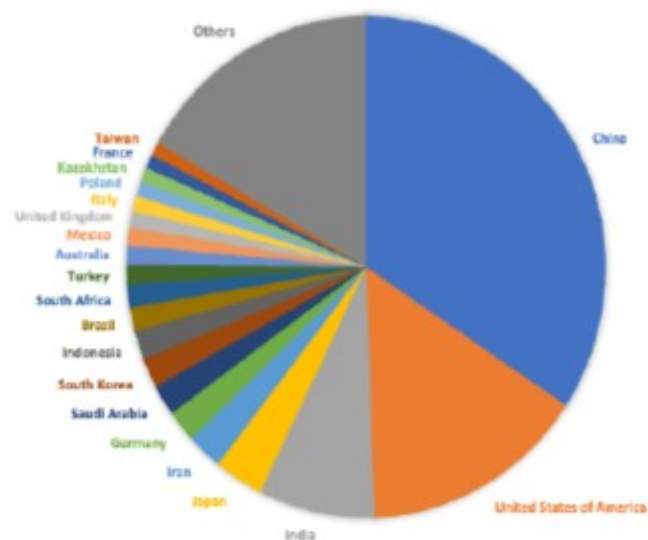
Obiettivi futuri – Riduzione emissioni

b) Stylized net global CO₂ emission pathways
Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



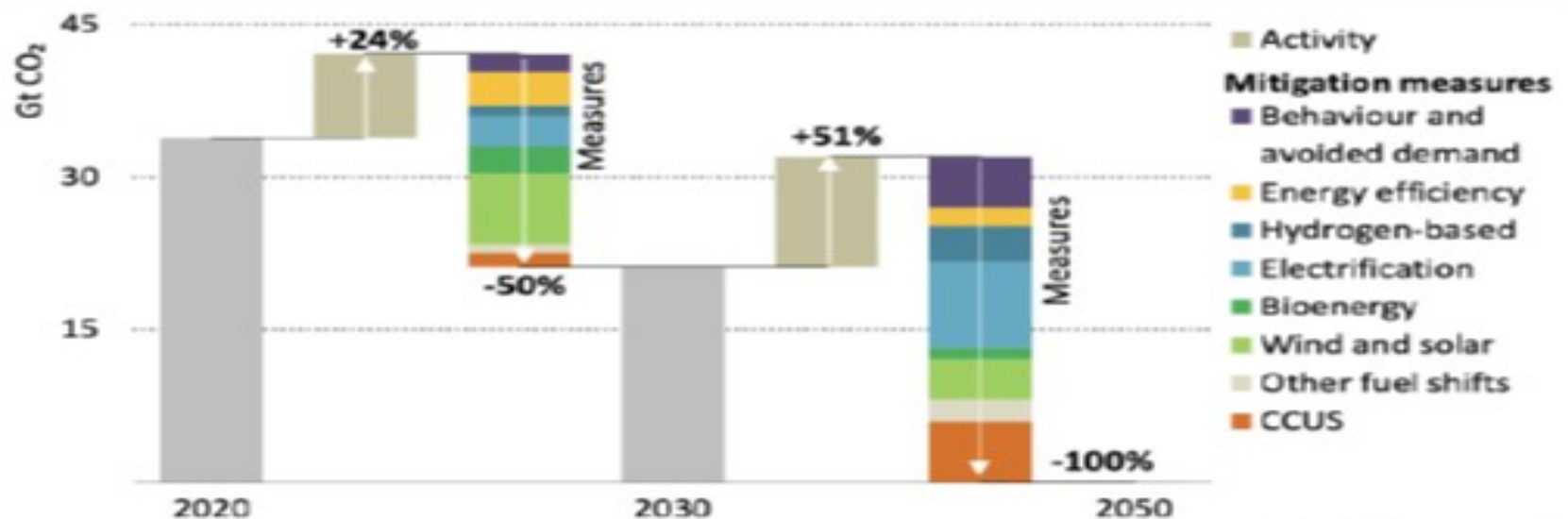
Faster immediate CO₂ emission reductions limit cumulative CO₂ emissions shown in panel (c).

EMISSIONI PER PAESE NEL 2020
FONTE: ELABORAZIONI FIRE SU DATI GLOBALCARBONATLAS.ORG



Tendenza futura – Riduzione emissioni

Figure 2.12 ▶ Emissions reductions by mitigation measure in the NZE, 2020-2050



IEA. All rights reserved.

Solar, wind and energy efficiency deliver around half of emissions reductions to 2030 in the NZE, while electrification, CCUS and hydrogen ramp up thereafter

Fonte figura: IEA, Net Zero by 2050, 2021.

CCUS = Carbon Capture Utilization and Storage

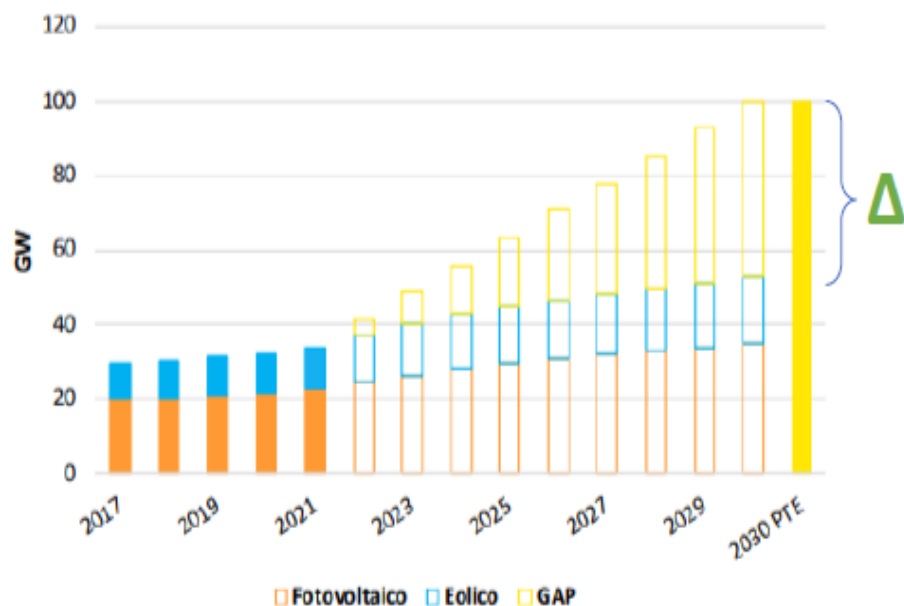
Obiettivi futuri - FER

UE: FIT FOR 55

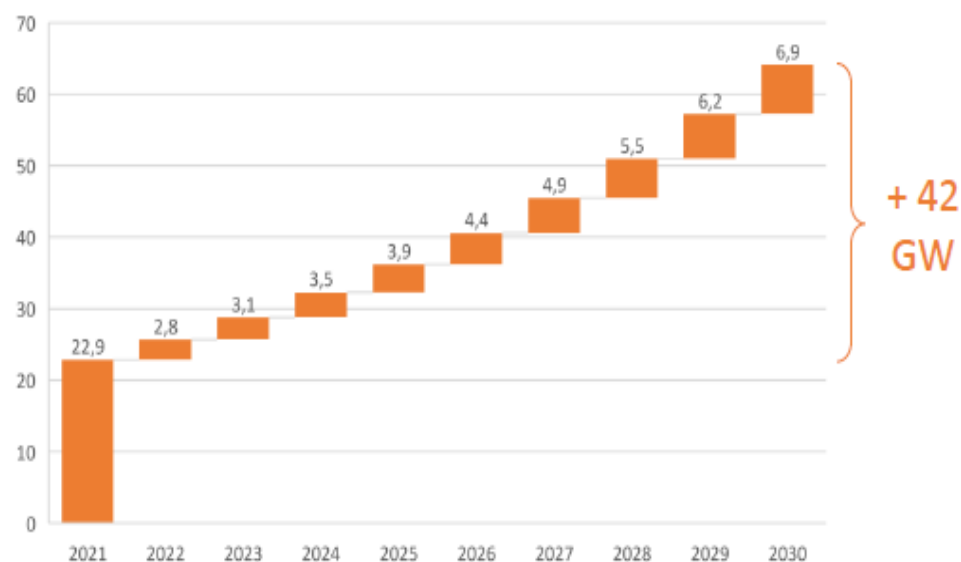


IT: Piano per la Transizione Ecologica (PTE)

SCENARIO SVILUPPO FER PER RISPETTO PTE [GW]



SCENARIO SVILUPPO FV [GW]



Fonte: QualEnergia

Tendenza futura - FER



FONTI RINNOVABILI

	Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA (Proposta PNIEC)
Energia da FER nei Consumi Finali Lordi	32%	30%
Energia da FER nei Consumi Finali Lordi nei trasporti	14%	22,0%
Energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento	+ 1,3% annuo	+ 1,3% annuo

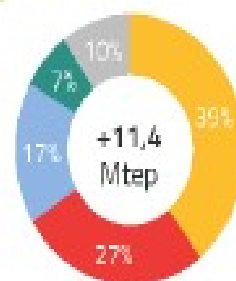


FONTI RINNOVABILI

% su tutti i consumi



Incremento FER

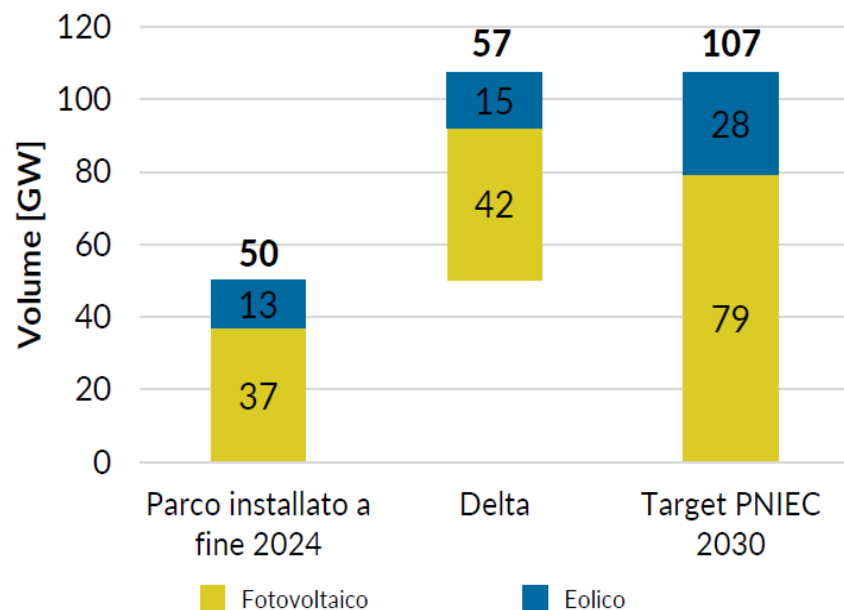


- Fotovoltaico
- Pompe di calore
- Eolico
- Biometano
- Altro



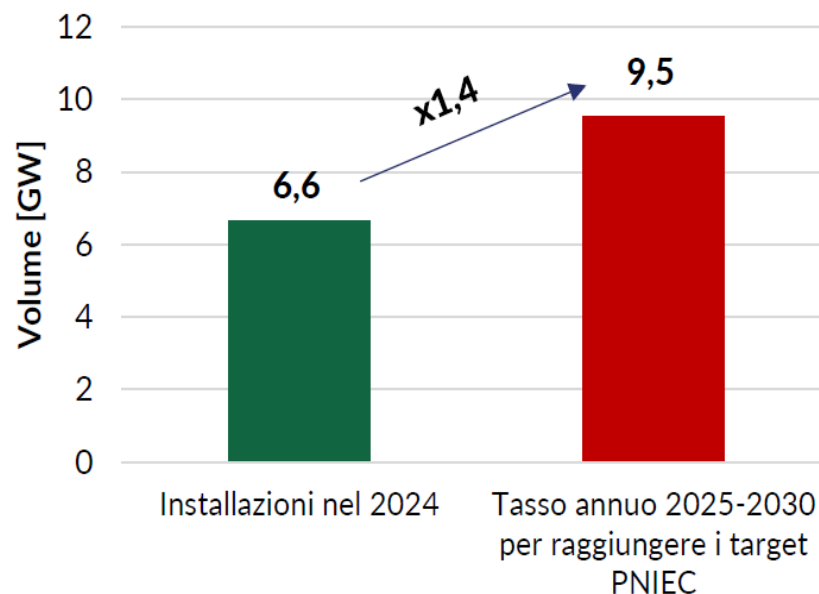
FER – Gaps rispetto ai targets

Parco installato e gap rispetto ai target PNIEC



La capacità installata di FER deve raddoppiare entro il 2030, per poter raggiungere i 107 GW previsti dal PNIEC.

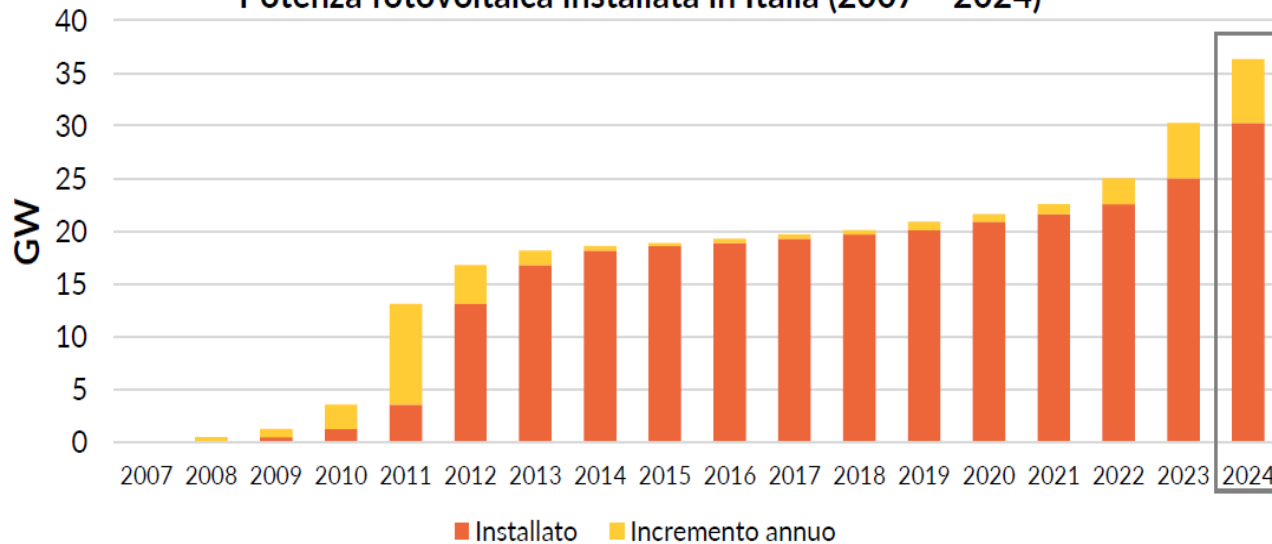
Installazioni nel 2024 e tasso annuo necessario verso i target PNIEC



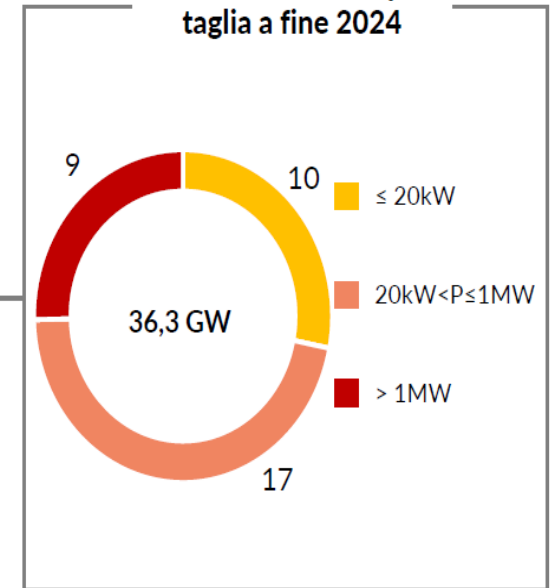
Il tasso di installazioni del 2024 dovrebbe crescere di un fattore 1,4 per permettere di raggiungere i target PNIEC.

FV - 2025

Potenza fotovoltaica installata in Italia (2007 - 2024)

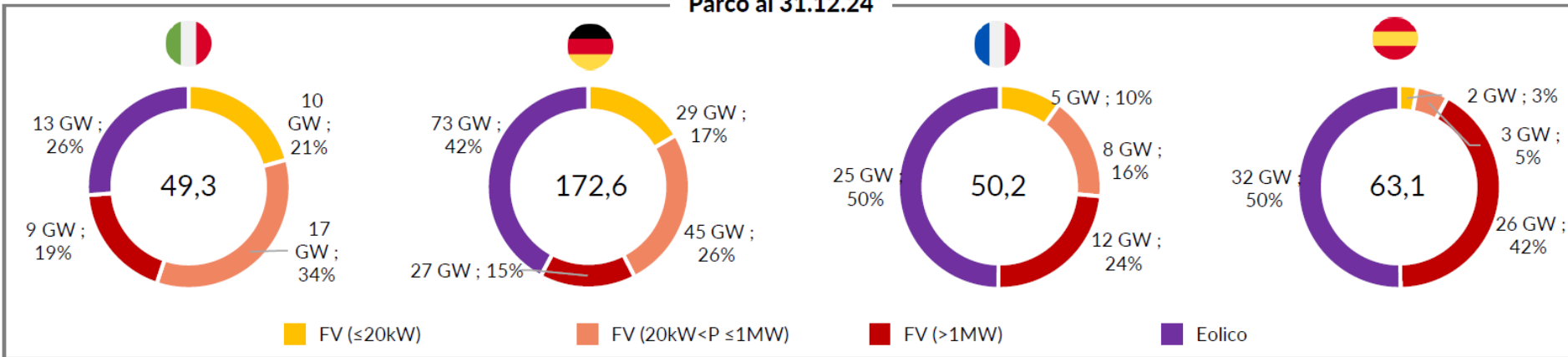


Potenza installata per taglia a fine 2024



FV in Europa

Parco al 31.12.24



Peso del FV sulla capacità aggiuntiva al 2030

74%

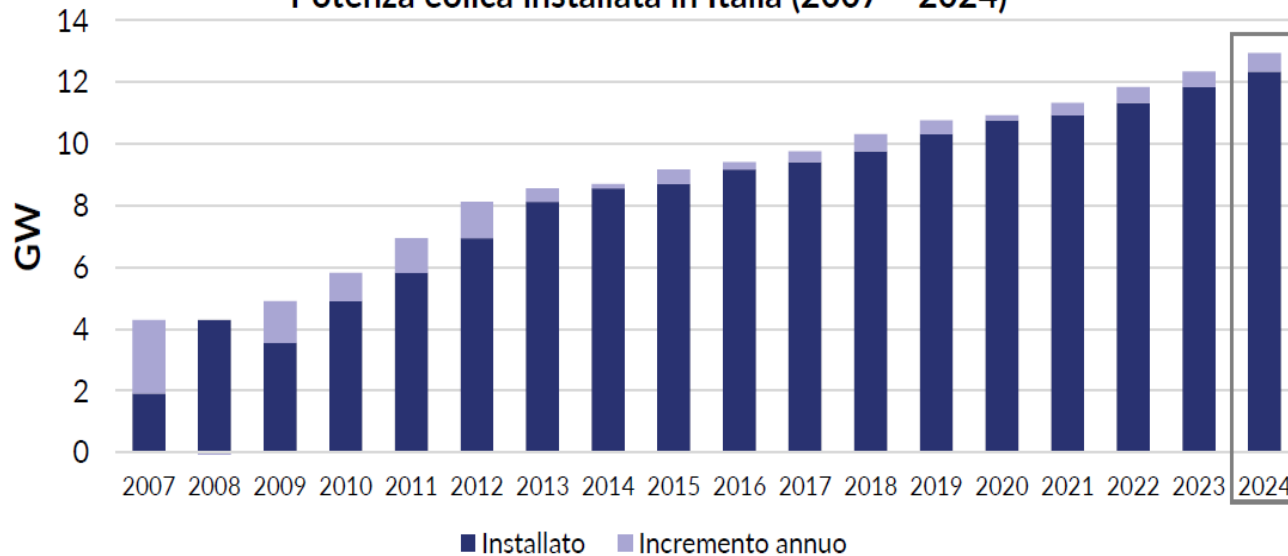
60%

60%

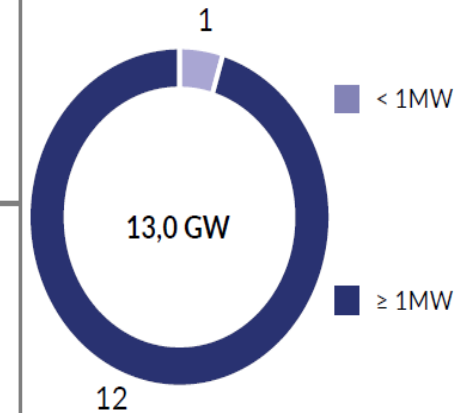
55%

Eolico - 2025

Potenza eolica installata in Italia (2007 - 2024)

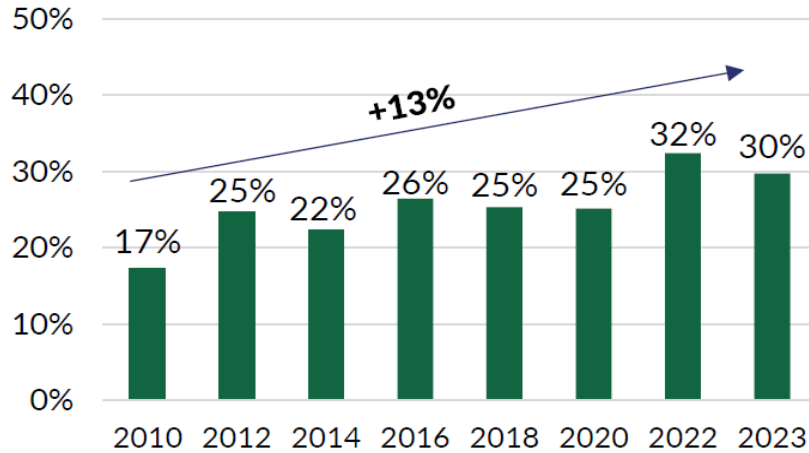


Potenza installata per taglia a fine 2024

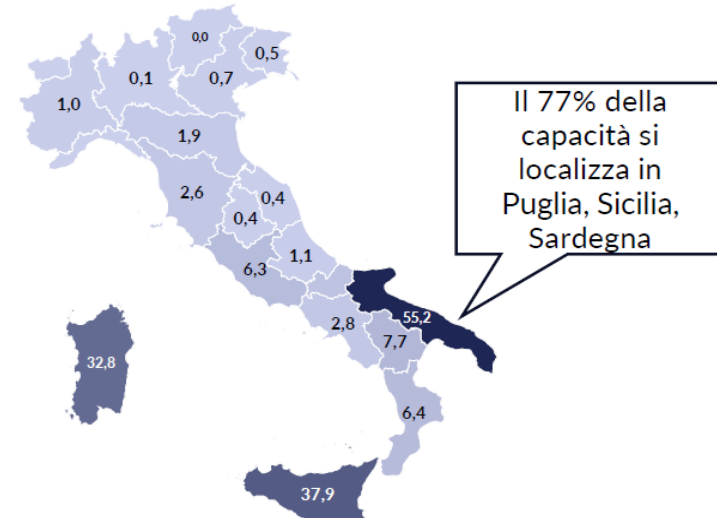


FER dove

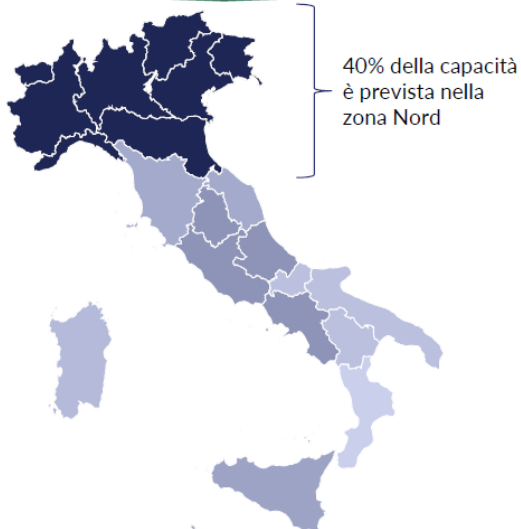
Quota di produzione da FER dal Sud, Calabria, Sicilia, Sardegna



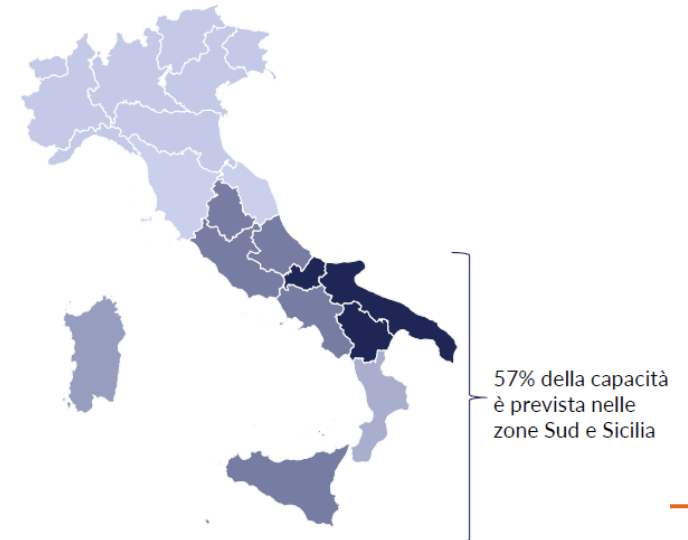
Distribuzione della capacità in procedura di autorizzazione [GW]



Installazioni future di fotovoltaico in Italia - Scenario Terna Snam

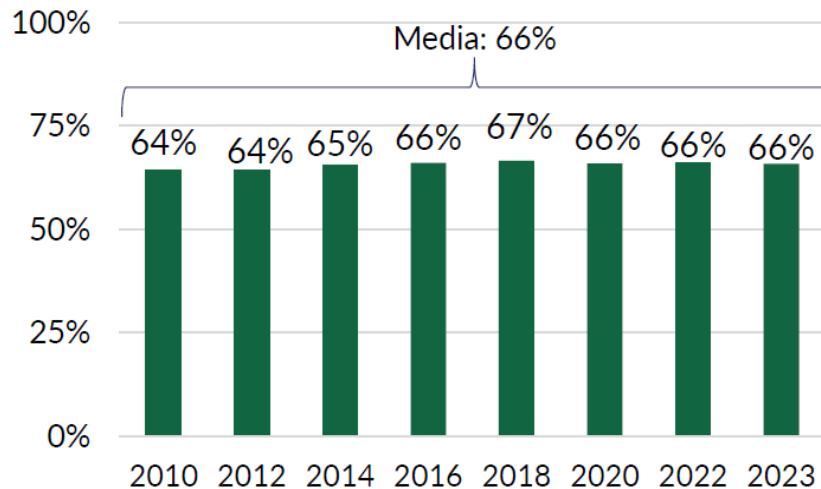


Installazioni future di eolico in Italia - Scenario Terna Snam

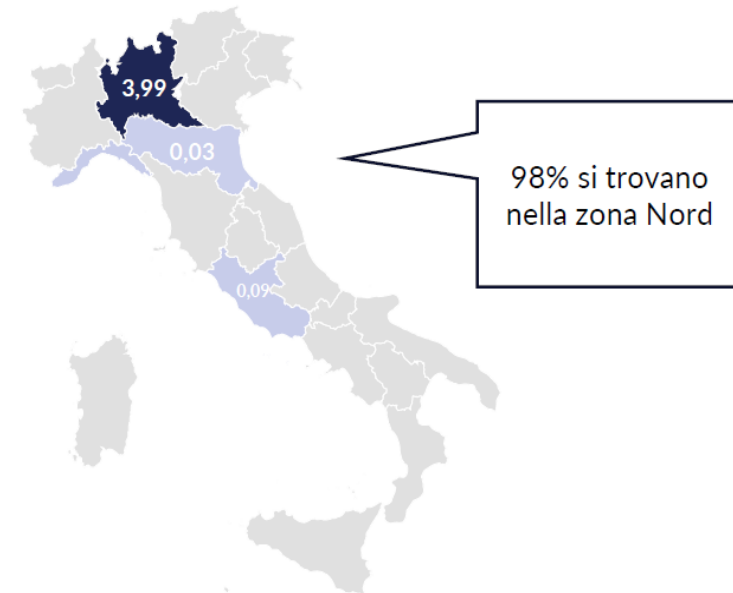


Consumi ee in Italia

Quota di consumo al Nord e Centro-Nord

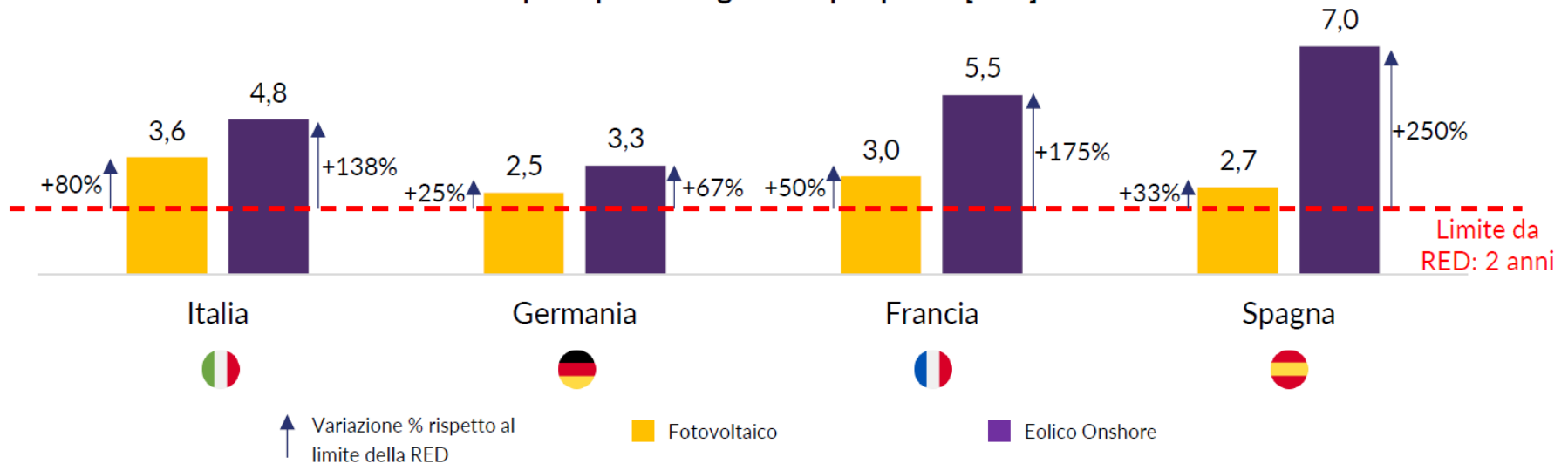


Le richieste di connessione dei data center [GW]

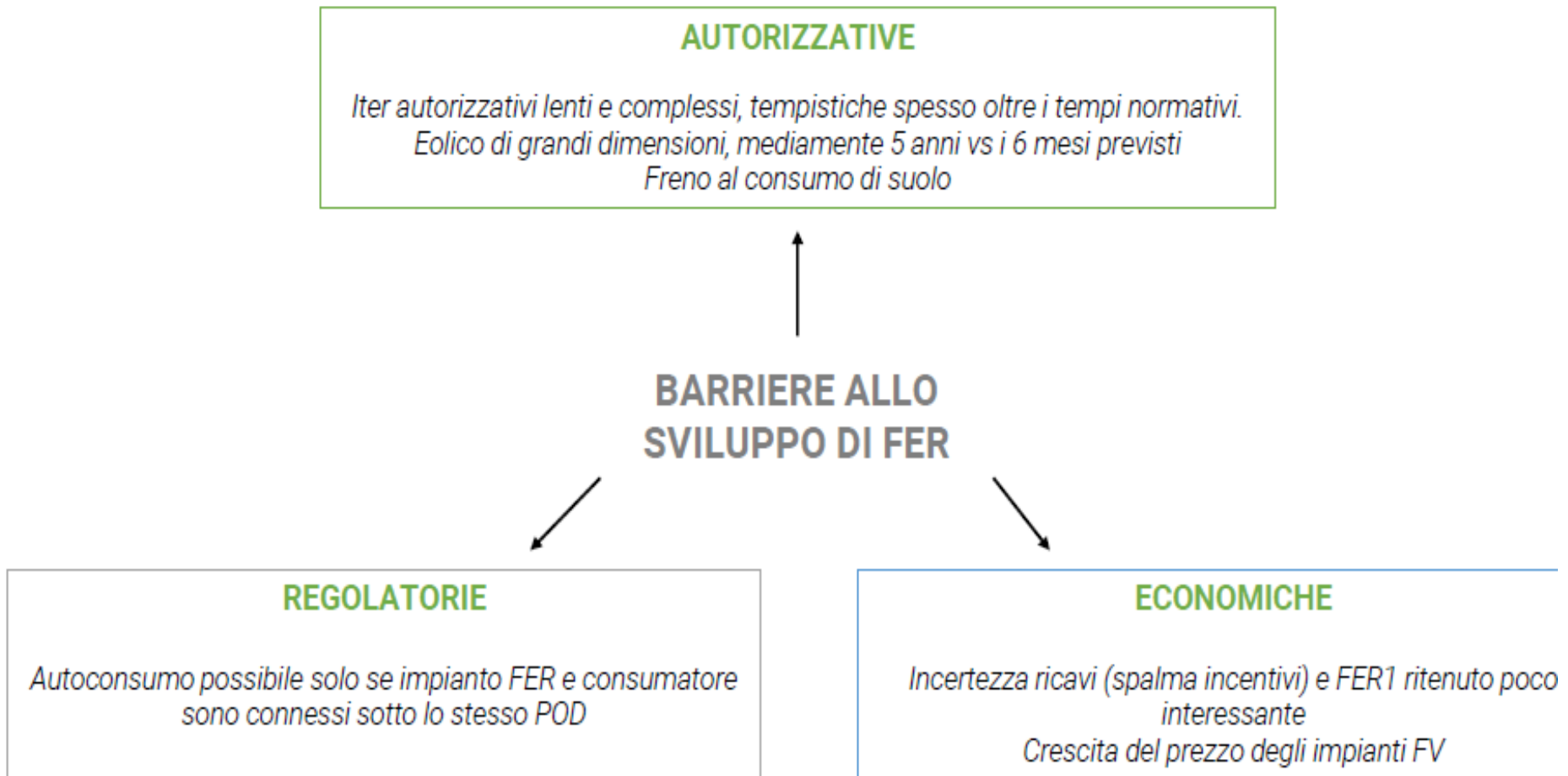


Permitting in Europa

Tempo di permitting medio per paese [anni]



Barriere FER



FV- Normativa

Il Decreto Energia (DI 17 del 01.03.2022), convertito nella legge n. 34 il 27 aprile 2022, contiene modifiche di natura emergenziale e strutturale volte a favorire la transizione energetica e fronteggiare la crisi energetica in atto.

Aree idonee – Novità più rilevanti (estensione rispetto a RED II)

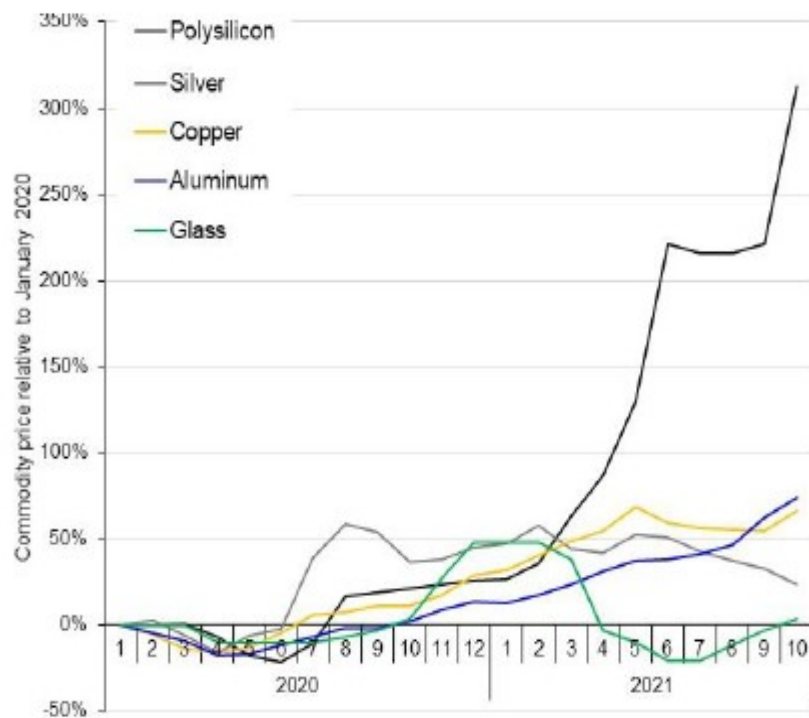
Impianti FV con moduli a terra su terreni classificati agricoli racchiusi in un perimetro di 300 m da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere e agrovoltaci in un perimetro di 3 km dalle stesse aree.

Procedimenti autorizzativi semplificati per tali impianti

P < 1MW	1 MW < P < 10/20 MW	P > 10/20 MW
DILA - Dichiarazione di inizio lavori asseverata	PAS - Procedura Abilitativa Semplificata	AU – Autorizzazione Unica

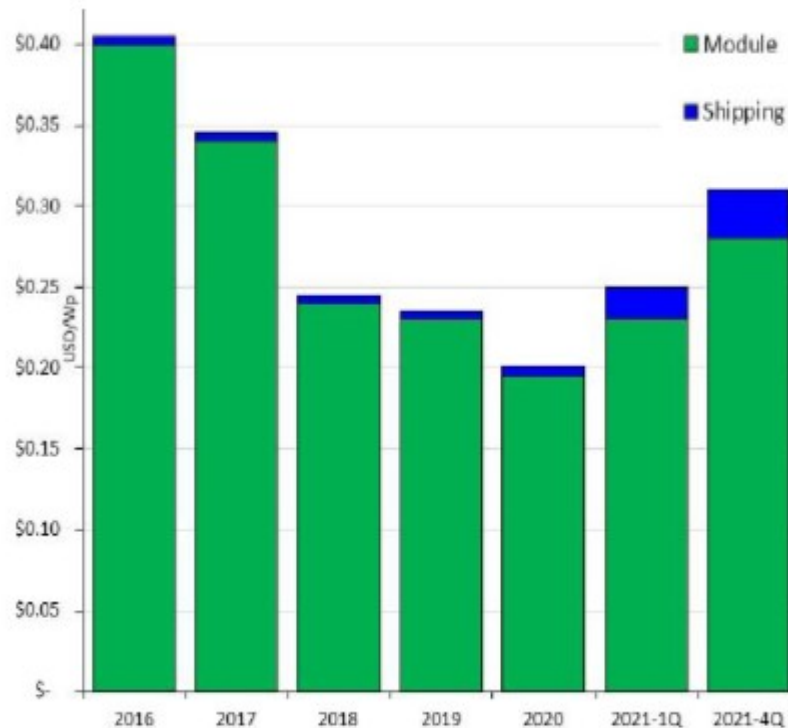
FV- Prezzi

ANDAMENTO PREZZO MATERIE PRIME PANNELLI FV



Fonte: Rystad Energy

PREZZO PANNELLI AL MERCATO ALL'INGROSSO



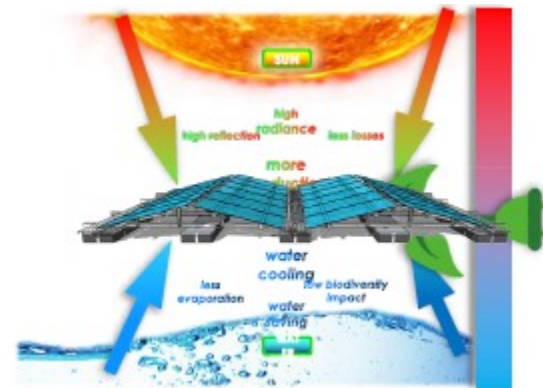
Fonte: Rystad Energy

FV- Soluzioni innovative

IL FOTOVOLTAICO VERTICALE COMPLEMENTARE E SOSTENIBILE PER RENDERE PIÙ EFFICIENTI TERRENI AGRICOLI E MOLTO ALTRO



INNOVATIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO FLOTTANTE AD ALTO RENDIMENTO

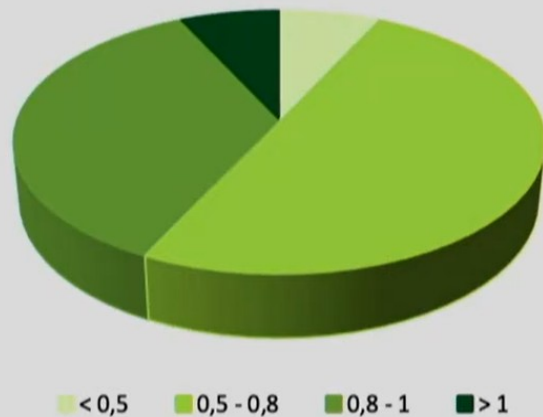


Focus L'Agri-voltaico

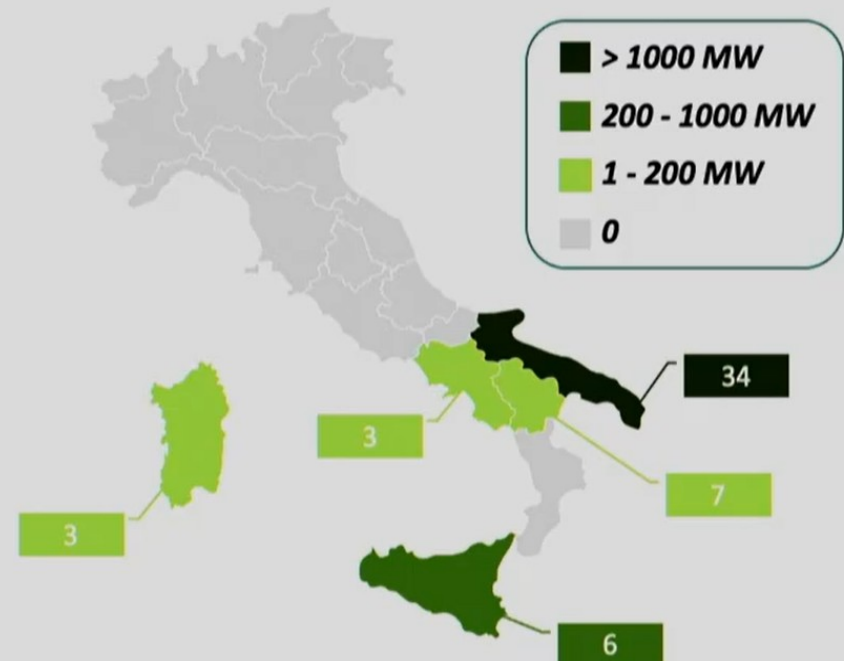


- Le **domande** presentate fino ad Aprile 2022 sono **51**, per un **totale di 2.356 MW** di potenza in immissione richiesti.
- Quasi il 60% dei progetti prevede moduli elevati da terra, oltre il 60% utilizza **moduli bifacciali**, e tutti i progetti analizzati sfruttano la **tecnologia a inseguimento**.

MW per ettaro di area agricola interessata dall'impianto [MW/ha]



Potenza in immissione e numerosità delle domande di progetti agrivoltaici



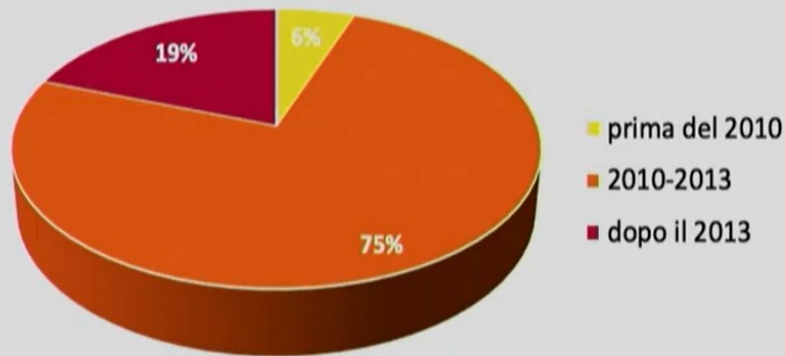
Fonte: rielaborazione su dati Ministero dell'Ambiente

Revamping repowering

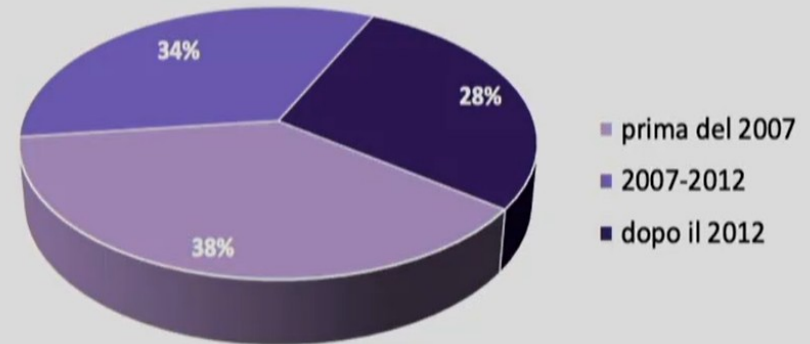
Il potenziale per il revamping ed il repowering



Potenza fotovoltaica installata in Italia per data di installazione [MW]



Potenza eolica installata in Italia per data di installazione [MW]



Considerando una perdita di produzione annuale dello 0,8% dovuta all'invecchiamento dei moduli, ad oggi i 17 GW di impianti fotovoltaici installati tra il 2010 e il 2013 producono tra il 6,2% e l'8,5% in meno di quando sono stati installati.

Considerando un numero di ore equivalenti iniziale medio pari a 1250, si ottiene che ad oggi la perdita di produzione per degradazione dei moduli installati tra il 2010 e il 2013 si attesta intorno ai 1.600 MWh/anno, pari a **1,3 GW** di potenza.

Da qui al 2030, al tasso di circa 125 MW/anno, ci servirà ancora **1 GW** per compensare le perdite legate all'invecchiamento degli impianti fotovoltaici installati (di cui circa l'80% copre le perdite relative agli impianti installati tra il 2010 e il 2013).

Focus L'Eolico offshore



- A giugno 2021 il MiTE ha pubblicato un **avviso pubblico per acquisire manifestazioni d'interesse** per realizzare impianti eolici offshore flottanti.
- L'obiettivo è quello di **introdurre più rapidamente possibile questa tipologia** di impianti, che potrebbe assicurare un'ampia quota dell'obiettivo perseguito. **Sono pervenute 64 manifestazioni di interesse** e sono cominciati i lavori per favorire lo sviluppo degli stessi.

**64 manifestazioni di
interesse pervenute
al Ministero**

**17 GW di richieste
(39) di connessione a
Terna**

Richieste di connessione ricevute da Terna



Fonte: Terna