

L'ENERGIA DEL MONDO

Criticità e prospettive della questione energetica

h 18.00

martedì
23
marzo

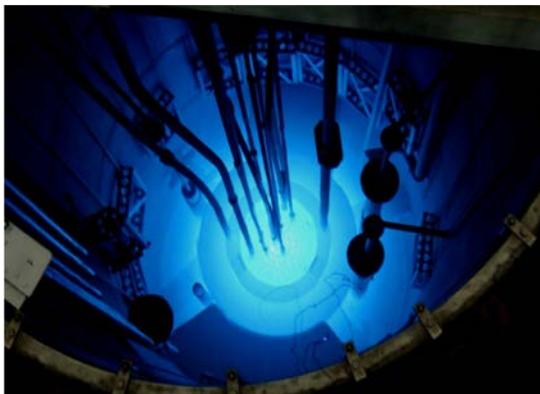
DUEMILA 21

**Nucleare:
energia di ieri o di domani?**

Saverio ALTIERI

Università di Pavia

DIPARTIMENTO DI FISICA



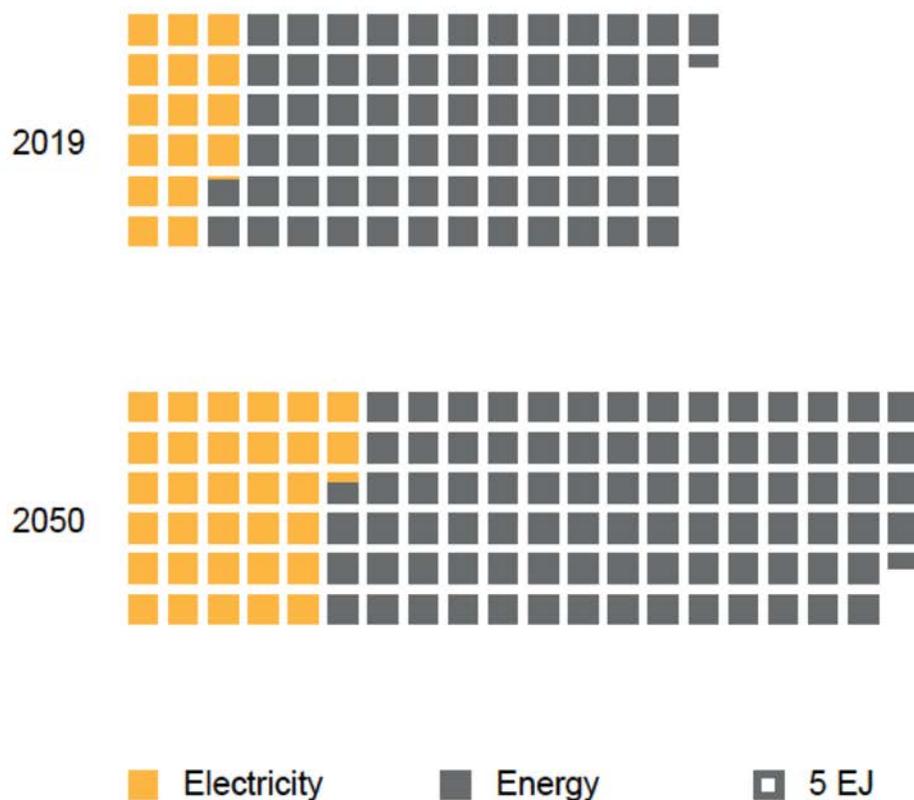
TRIGA-LENA-UNIPV



Fabbisogno energetico

Entro il 2050 si prevede
un incremento del consumo globale di energia
pari a circa il 30%
e un raddoppio del consumo di energia elettrica

FIGURE 5. WORLD FINAL CONSUMPTION OF ENERGY AND ELECTRICITY



energia totale
+ 30%
energia elettrica
+100%

Energy Overview 2019

 **18.8%**
of final energy consumed was electricity

 **25 602** TW·h
of electricity produced

ENERGY, ELECTRICITY AND
NUCLEAR POWER ESTIMATES
FOR THE PERIOD UP TO 2050
IAEA-RDS-1/40
ISBN 978-92-0-118120-6
ISSN 1011-2642
Printed by the IAEA in Austria
September 2020
Cover photo credit:
China National Nuclear Corporation / 2018

Fabbisogno energetico

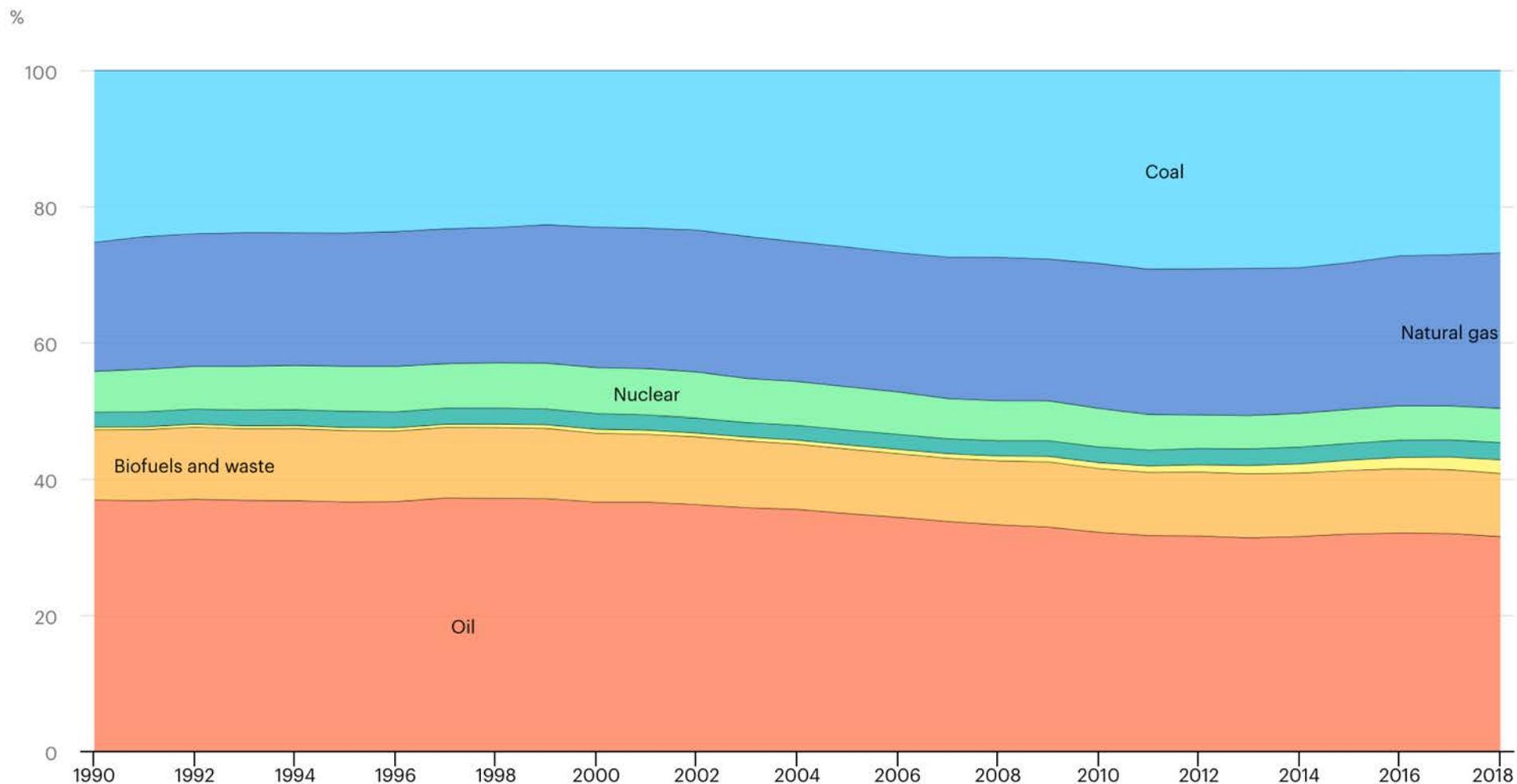
Entro il 2050 si prevede
un incremento del consumo globale di energia
pari a circa il 30%
e un raddoppio del consumo di energia elettrica

TABLE 2. WORLD FINAL CONSUMPTION OF ENERGY AND ELECTRICITY, EJ

Final Consumption	2019	2030	2040	2050
Energy	427.1	491.4	544.3	592.3
Electricity	80.4	109.0	135.8	161.4
<i>Electricity as % of Energy</i>	<i>18.8%</i>	<i>22.2%</i>	<i>24.9%</i>	<i>27.2%</i>

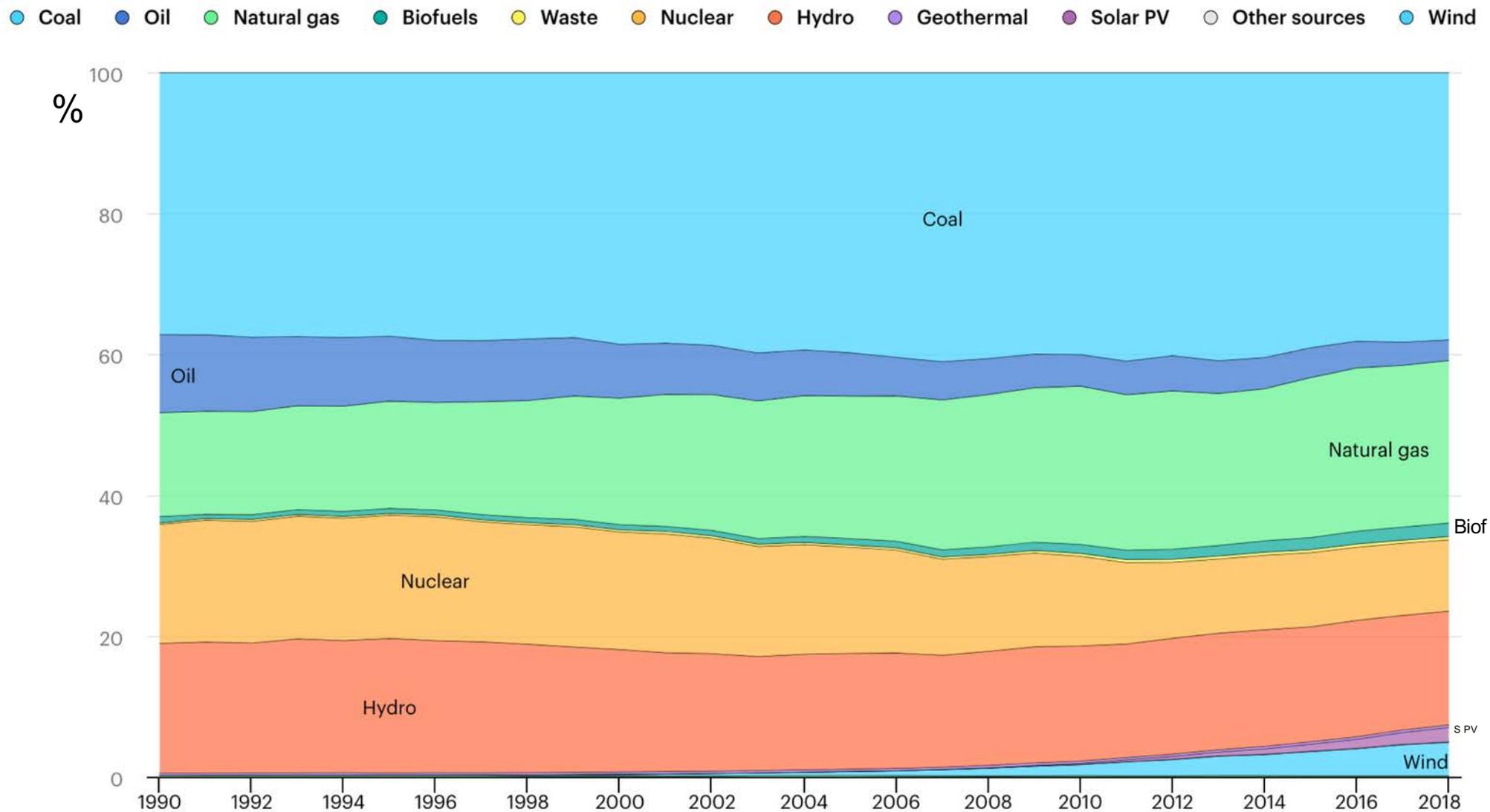
Mix fonti per produzione energia totale

Total energy supply (TES) by source, World 1990-2018



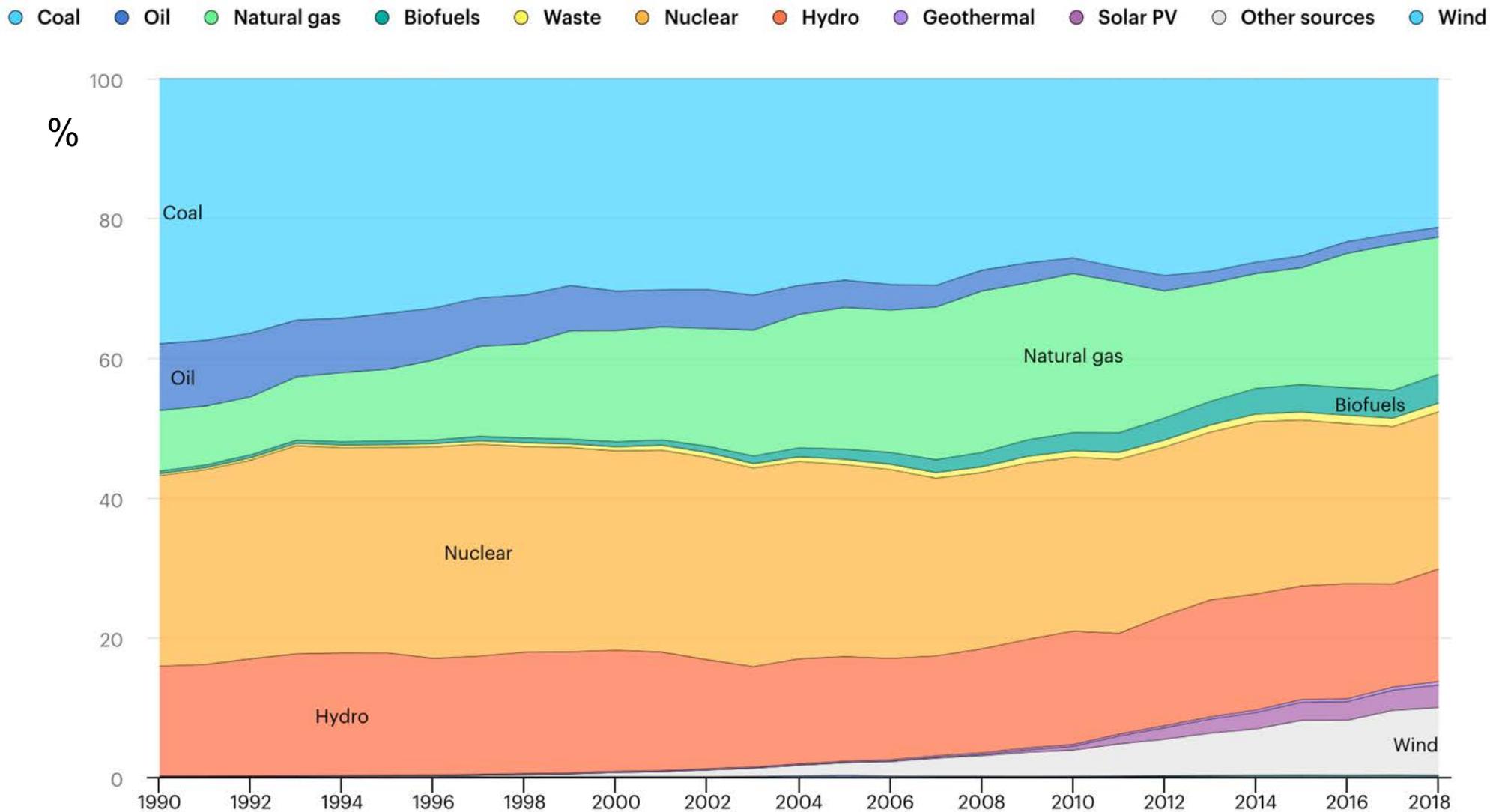
Mix fonti per produzione energia elettrica

Electricity generation by source, World 1990-2018



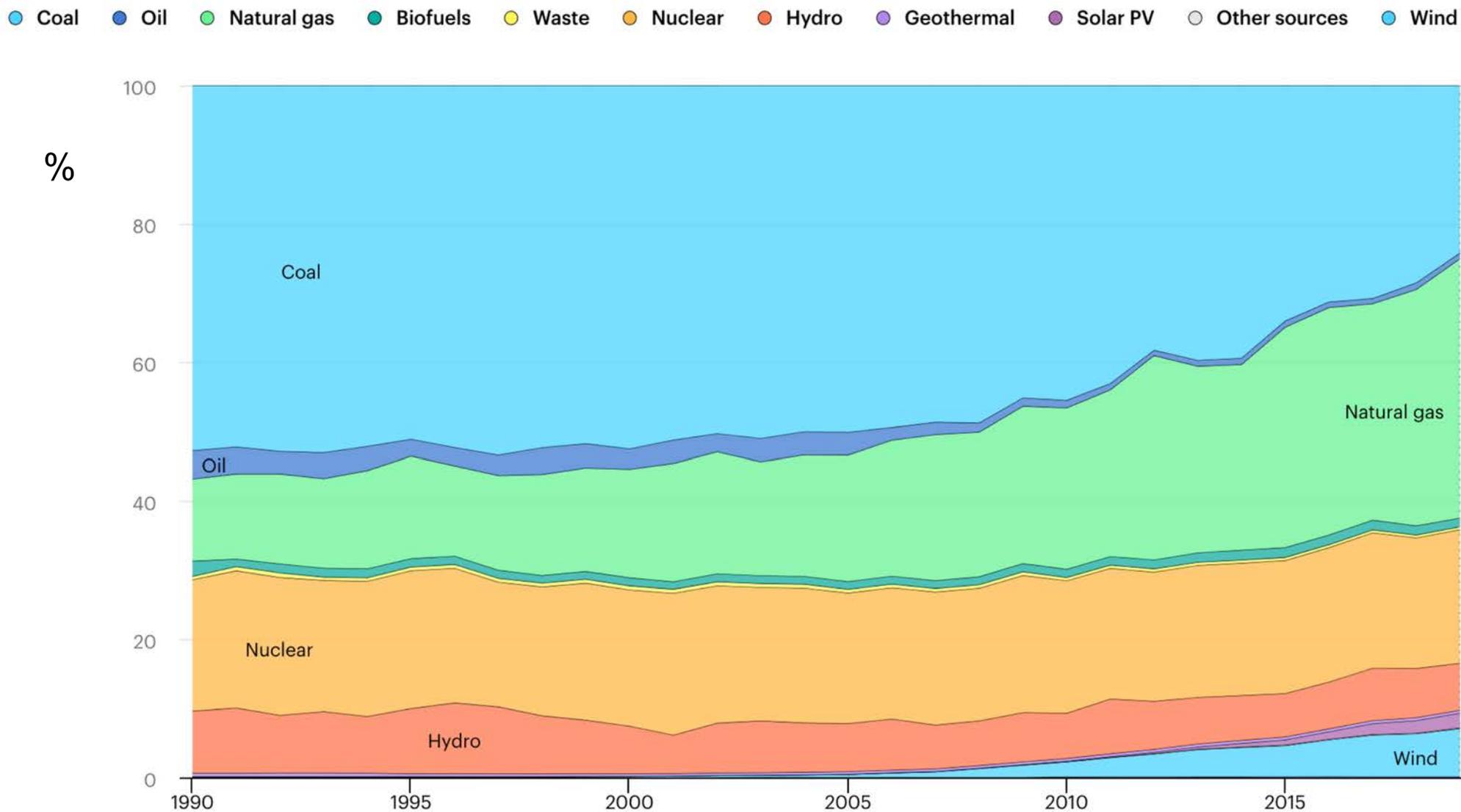
Mix fonti per produzione energia elettrica

Electricity generation by source, Europe 1990-2018



Mix fonti per produzione energia elettrica

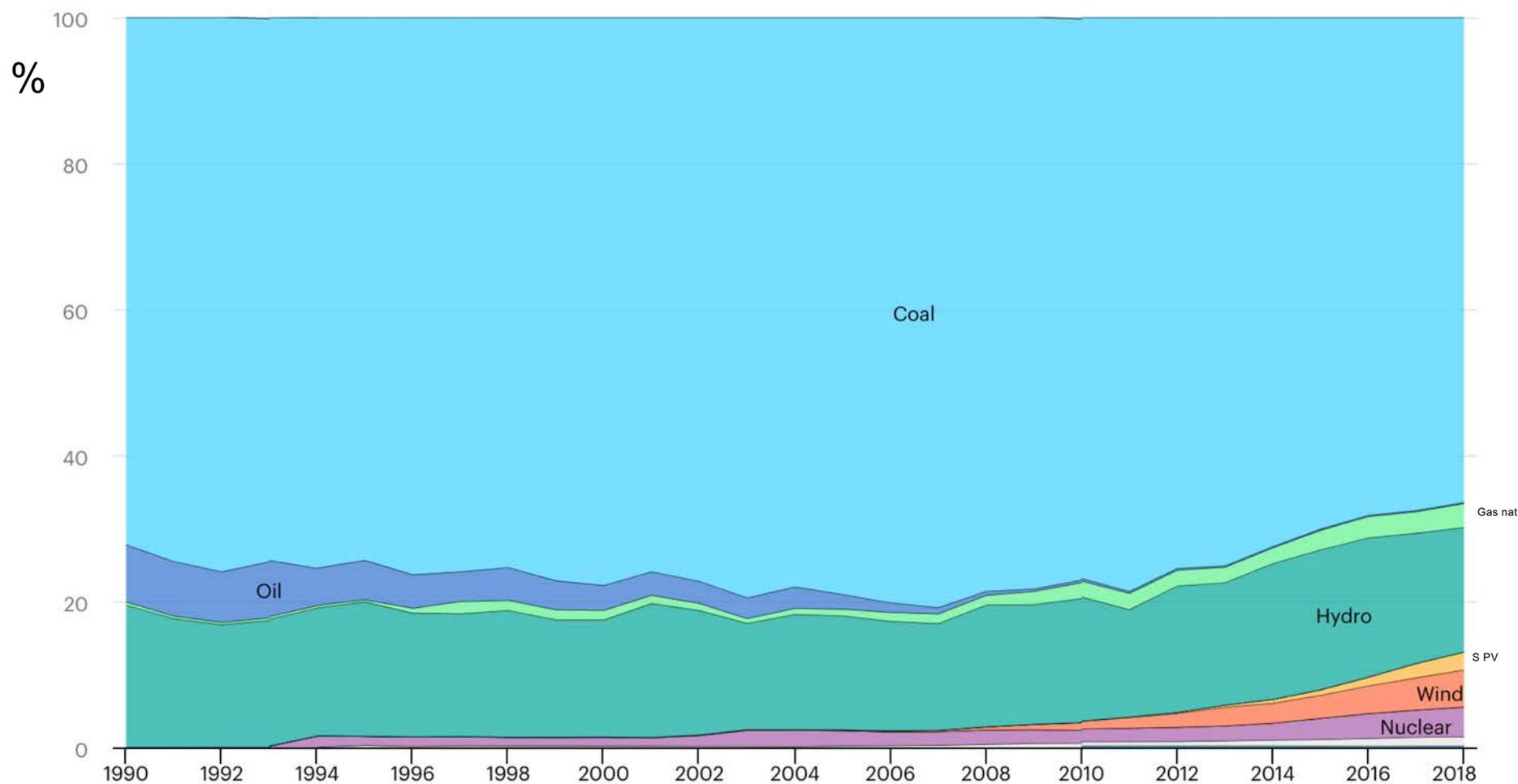
Electricity generation by source, United States 1990-2019



Mix fonti per produzione energia elettrica

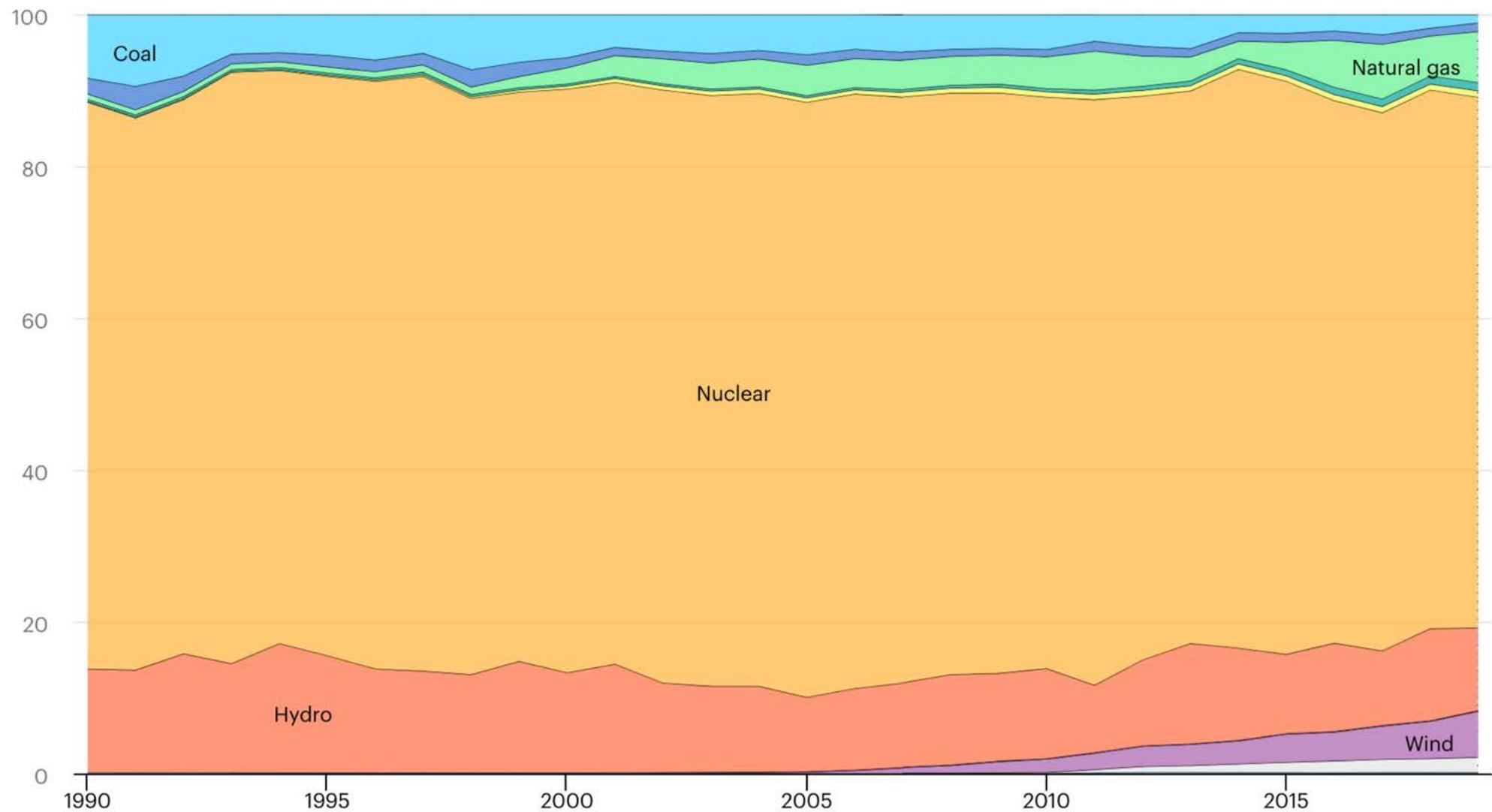
Electricity generation by source, China (People's Republic of China and Hong Kong China) 1990-2018

Coal Oil Natural gas Hydro Geothermal Solar PV Wind Tide Nuclear Biofuels Waste Solar thermal



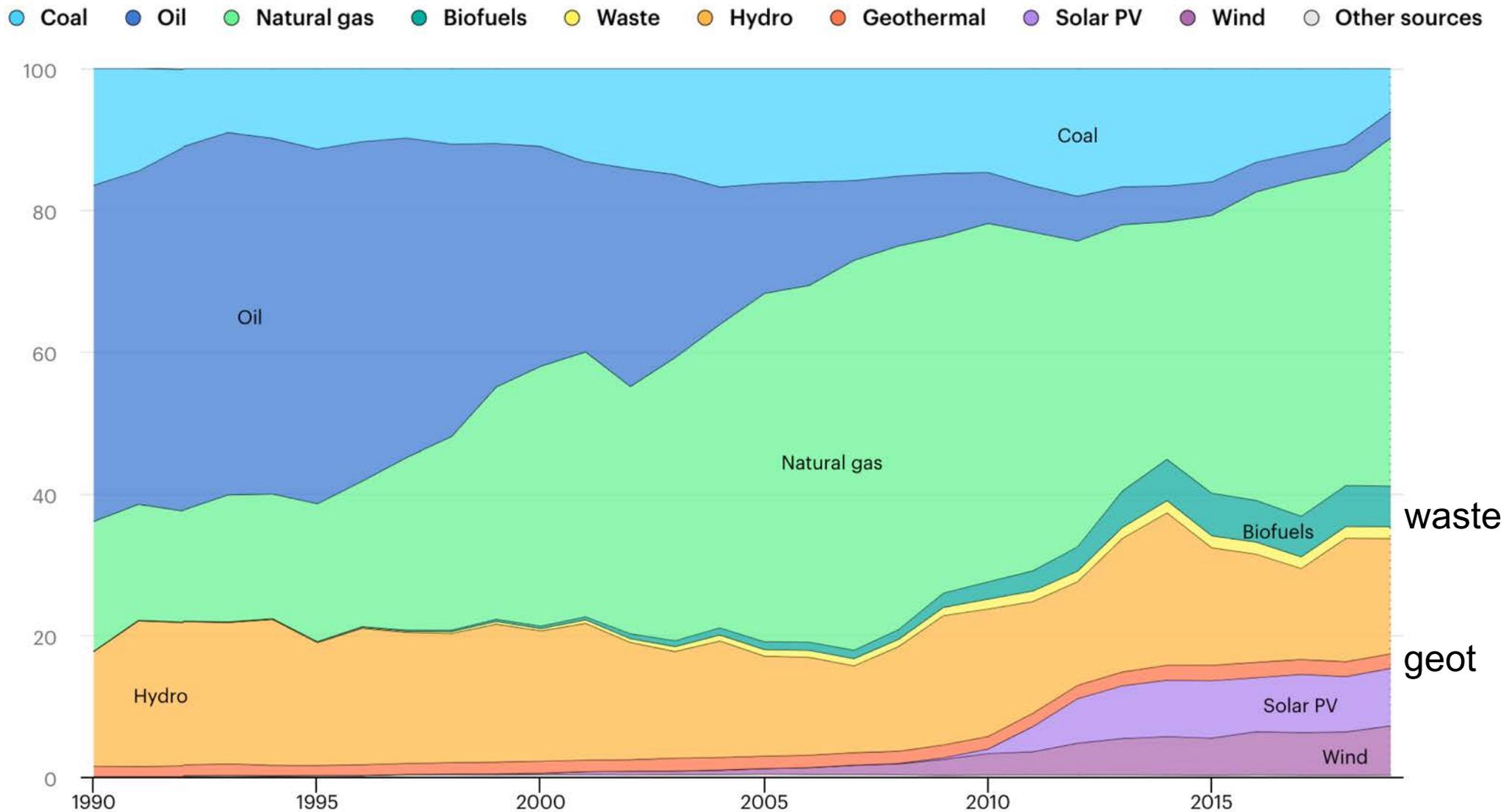
Mix fonti per produzione energia elettrica

Electricity generation by source, France 1990-2019



Mix fonti per produzione energia elettrica

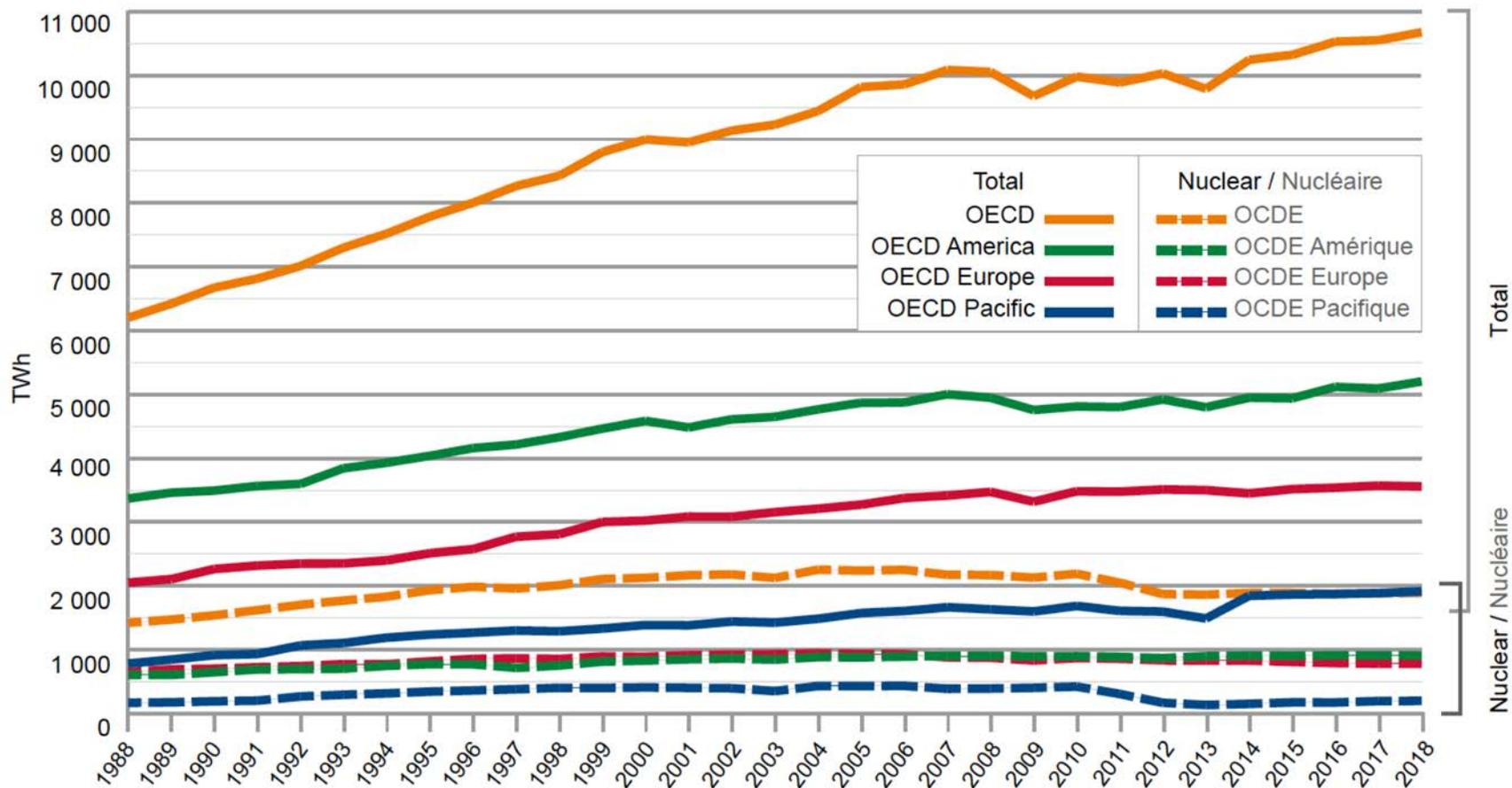
Electricity generation by source, Italy 1990-2019



ENERGIA ELETTRICA – contributo dal nucleare

Figure 1.2: Trends in total and nuclear electricity generation

Figure 1.2 : Évolution de la production d'électricité totale et d'origine nucléaire



StatLink  www.oecd-nea.org/pub/7474/F1-2.xlsx

il trend nei paesi OECD

© OECD 2019
NEA No. 7474

ENERGIA ELETTRICA – contributo dal nucleare

ENERGIA ELETTRICA MONDIALE DAL NUCLEARE

FIGURE 1. WORLD NUCLEAR ELECTRICITY PRODUCTION IN 2019

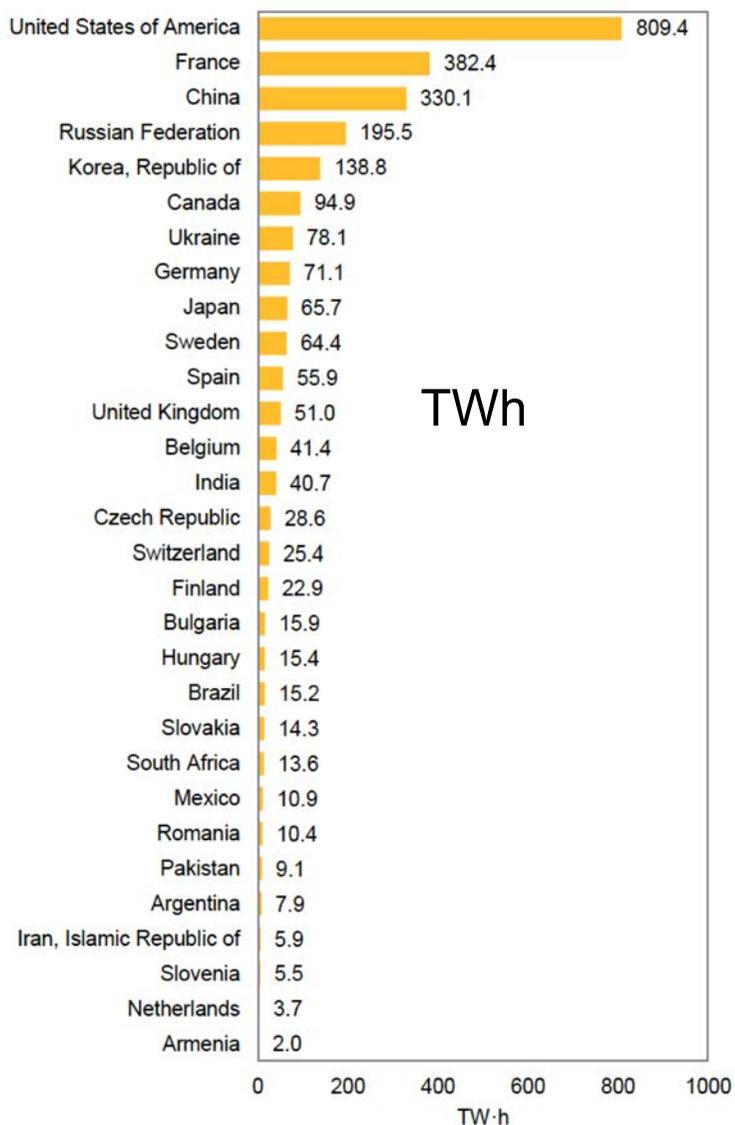
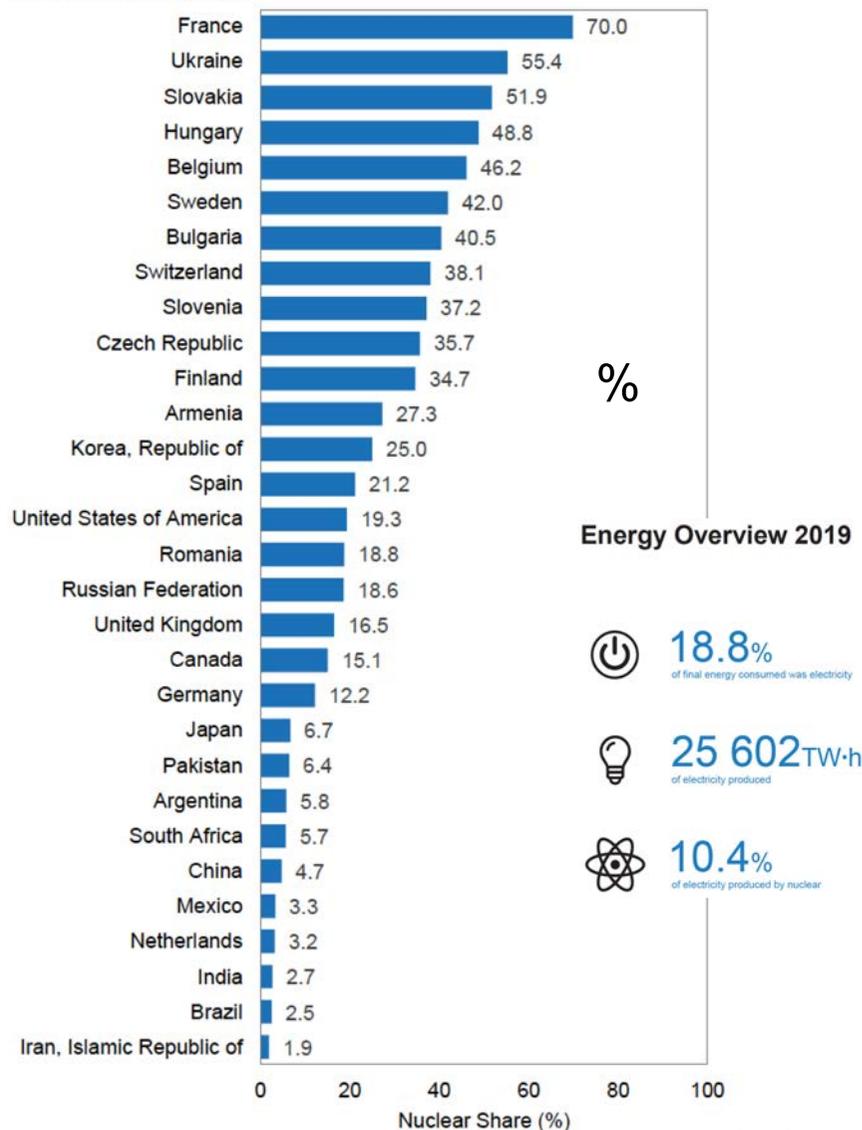


FIGURE 2. SHARE OF NUCLEAR IN TOTAL ELECTRICITY PRODUCTION IN THE WORLD IN 2019



Energy Overview 2019

18.8%
of final energy consumed was electricity

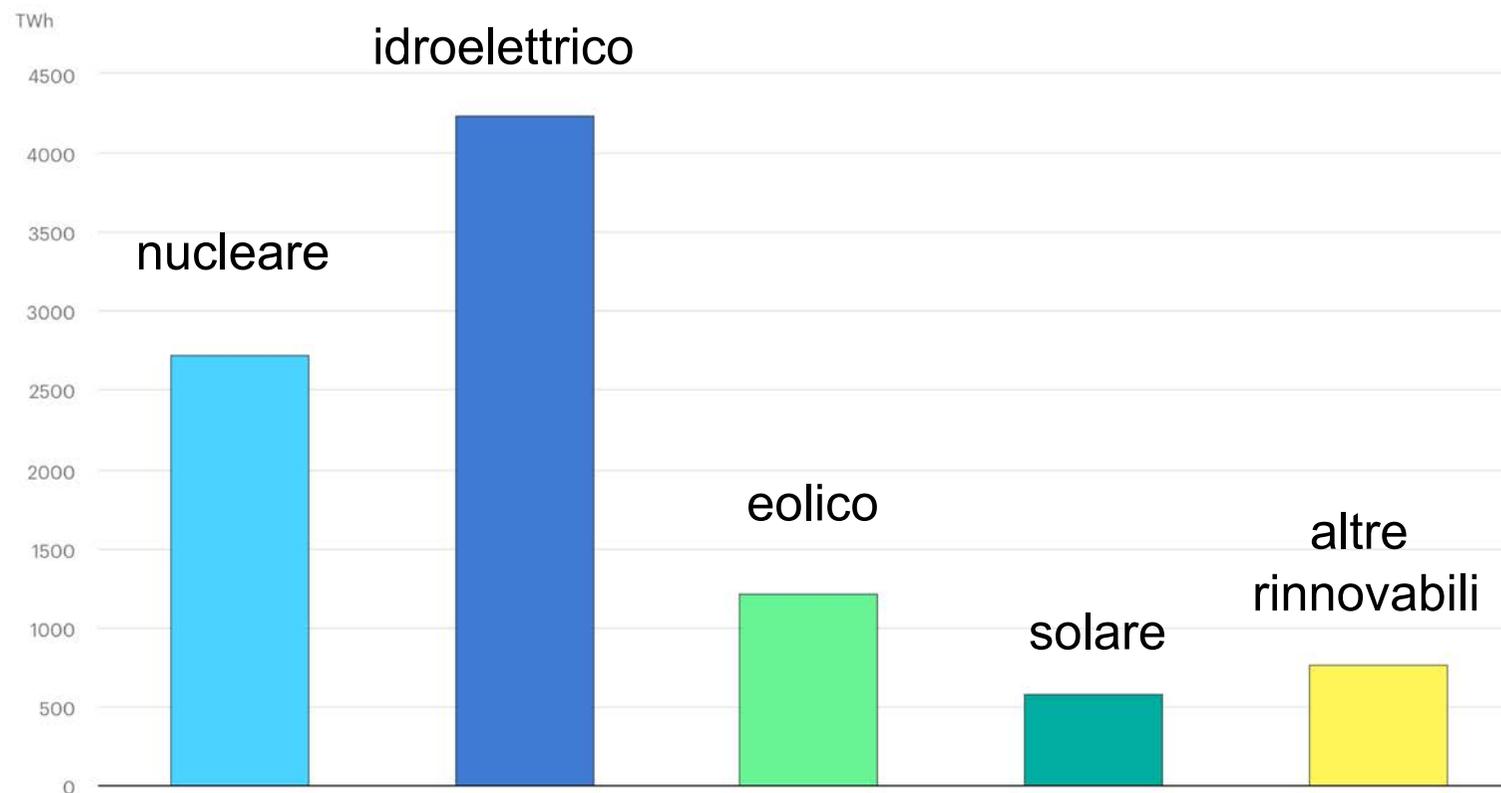
25 602 TWh
of electricity produced

10.4%
of electricity produced by nuclear

ENERGIA nucleare e SOSTENIBILITÀ ambientale

Il **nucleare**, insieme alle energie rinnovabili, all'efficienza energetica e ad altre tecnologie innovative, **può dare un contributo significativo al raggiungimento degli obiettivi di energia sostenibile.**

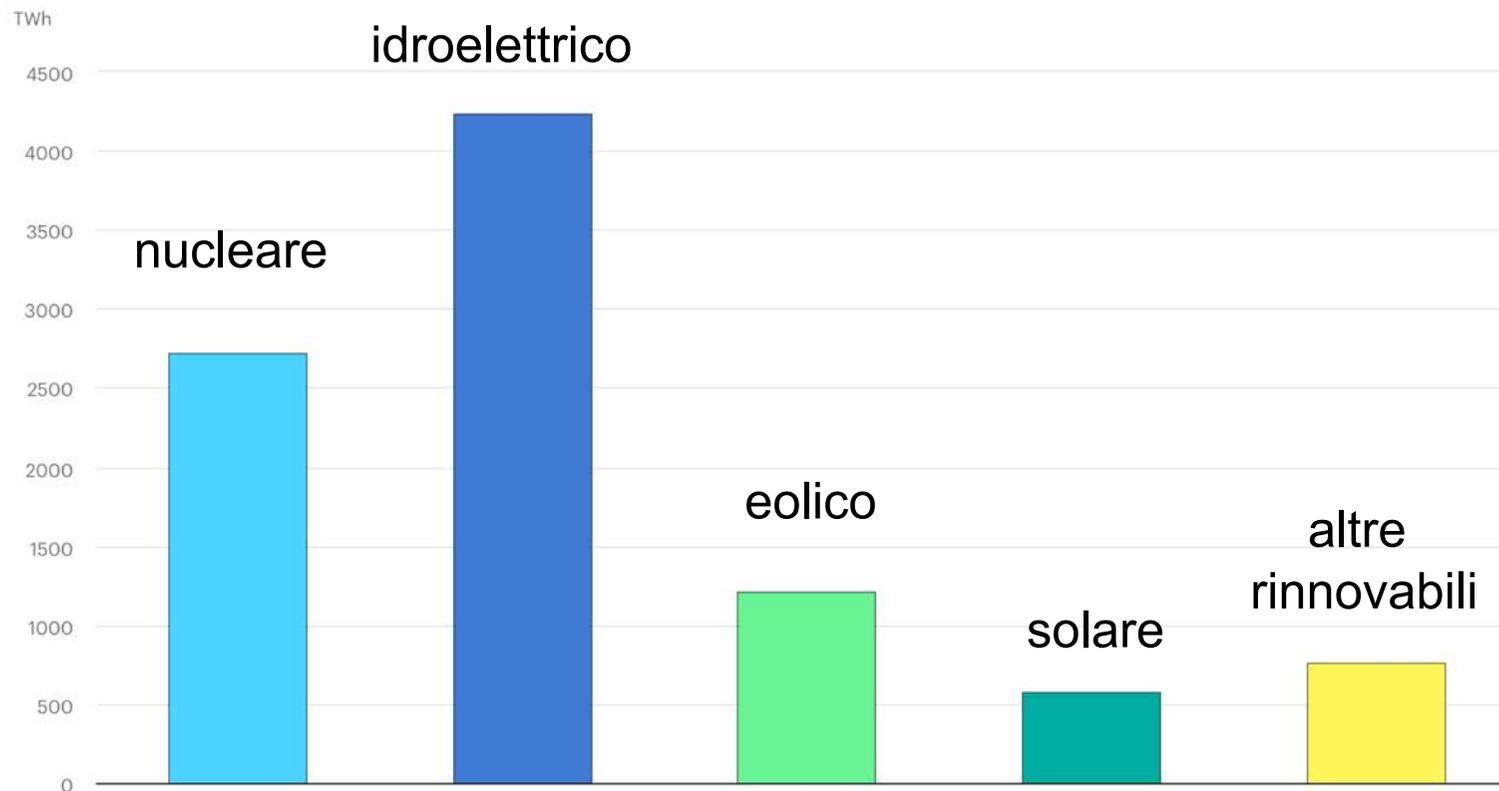
Nuclear Power in a Clean Energy System, IEA (2019)
<https://www.iea.org/reports/nuclear-power-in-a-clean-energy-system>



ENERGIA nucleare e SOSTENIBILITÀ ambientale

L'energia nucleare e l'energia idroelettrica formano la spina dorsale della **produzione di elettricità a basse emissioni di carbonio**. Insieme, forniscono **tre quarti della produzione globale** a basse emissioni di carbonio.

Nuclear Power in a Clean Energy System, IEA (2019)
<https://www.iea.org/reports/nuclear-power-in-a-clean-energy-system>

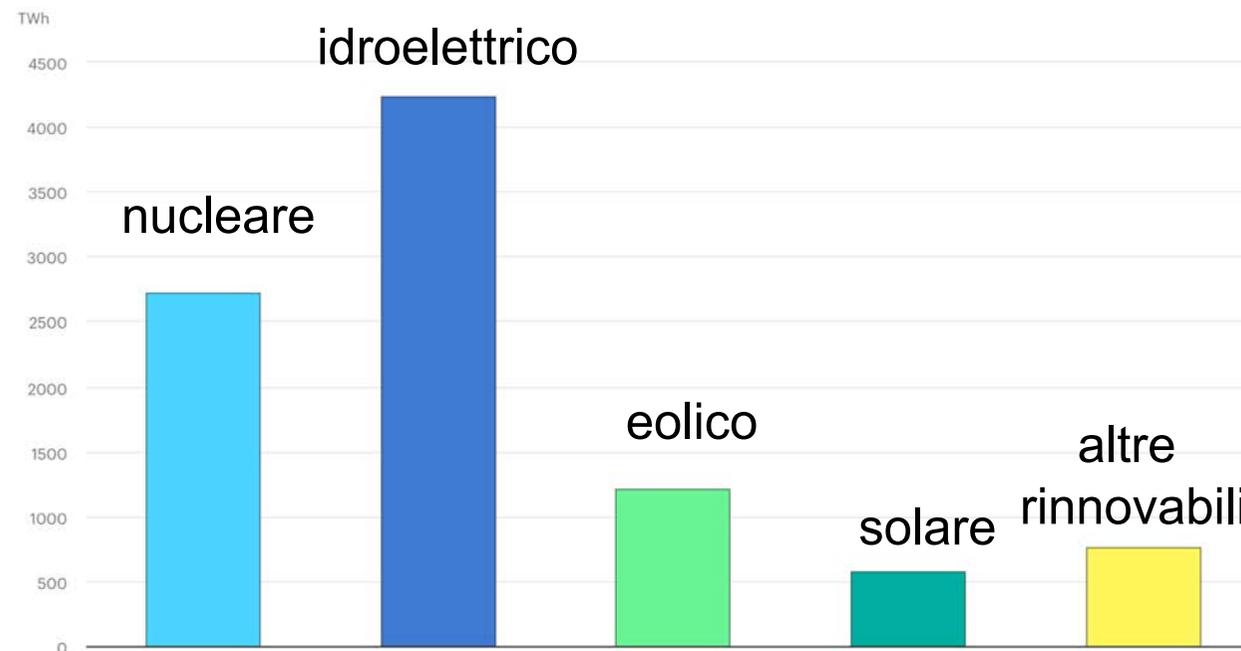


ENERGIA nucleare e SOSTENIBILITÀ ambientale

L'energia nucleare è la seconda fonte più grande di elettricità a basse emissioni di carbonio oggi. Nel 2018, con 452 reattori operativi, ha fornito 2700 TWh di elettricità, il 10% della fornitura globale di elettricità.

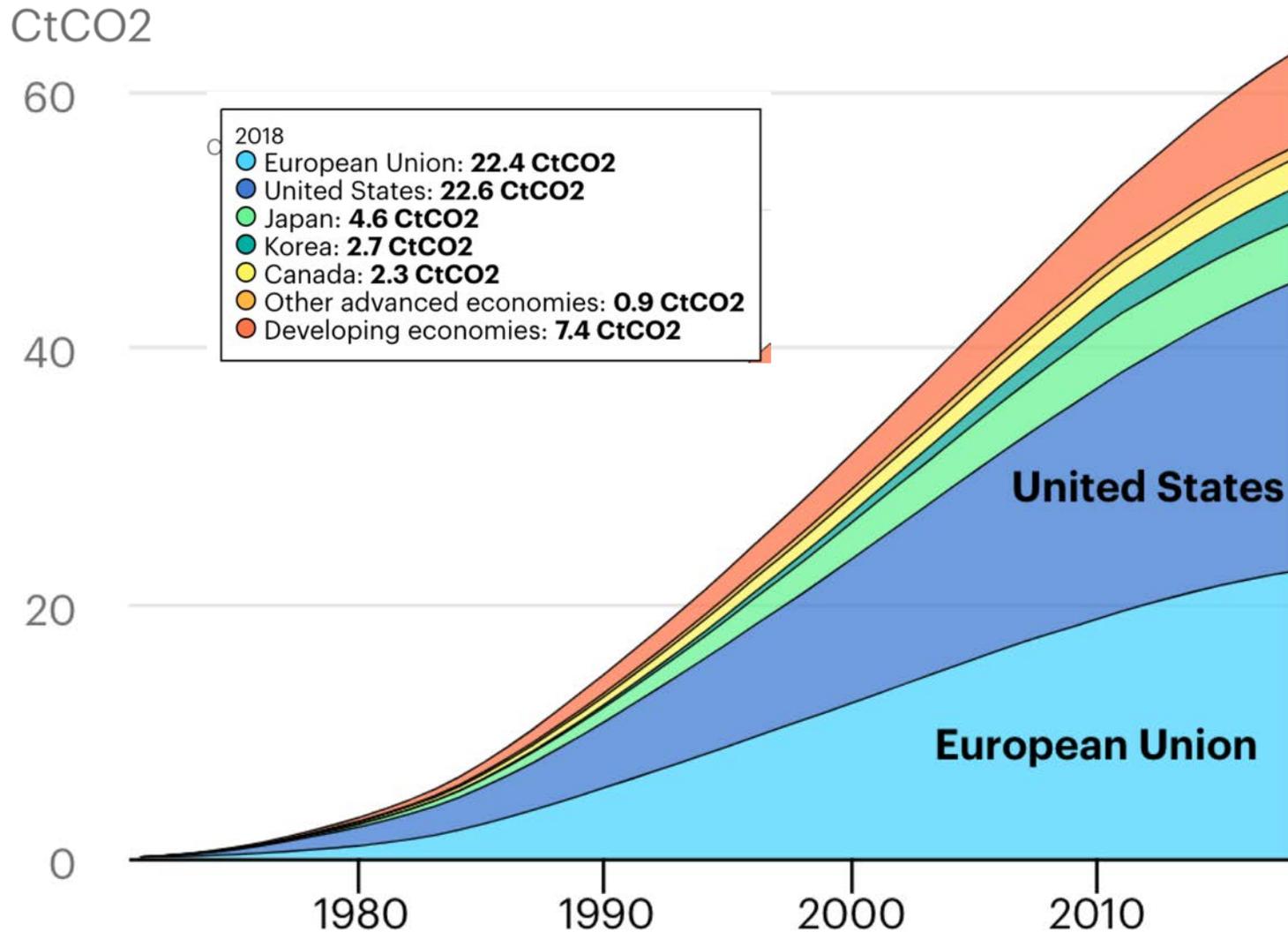
Nelle economie avanzate, il nucleare è stato a lungo la più grande fonte di elettricità a basse emissioni di carbonio, fornendo il 18% della fornitura nel 2018.

Nuclear Power in a Clean Energy System, IEA (2019)
<https://www.iea.org/reports/nuclear-power-in-a-clean-energy-system>



ENERGIA nucleare e SOSTENIBILITÀ ambientale

Cumulative CO2 emissions avoided by global nuclear power in selected countries, 1971-2018



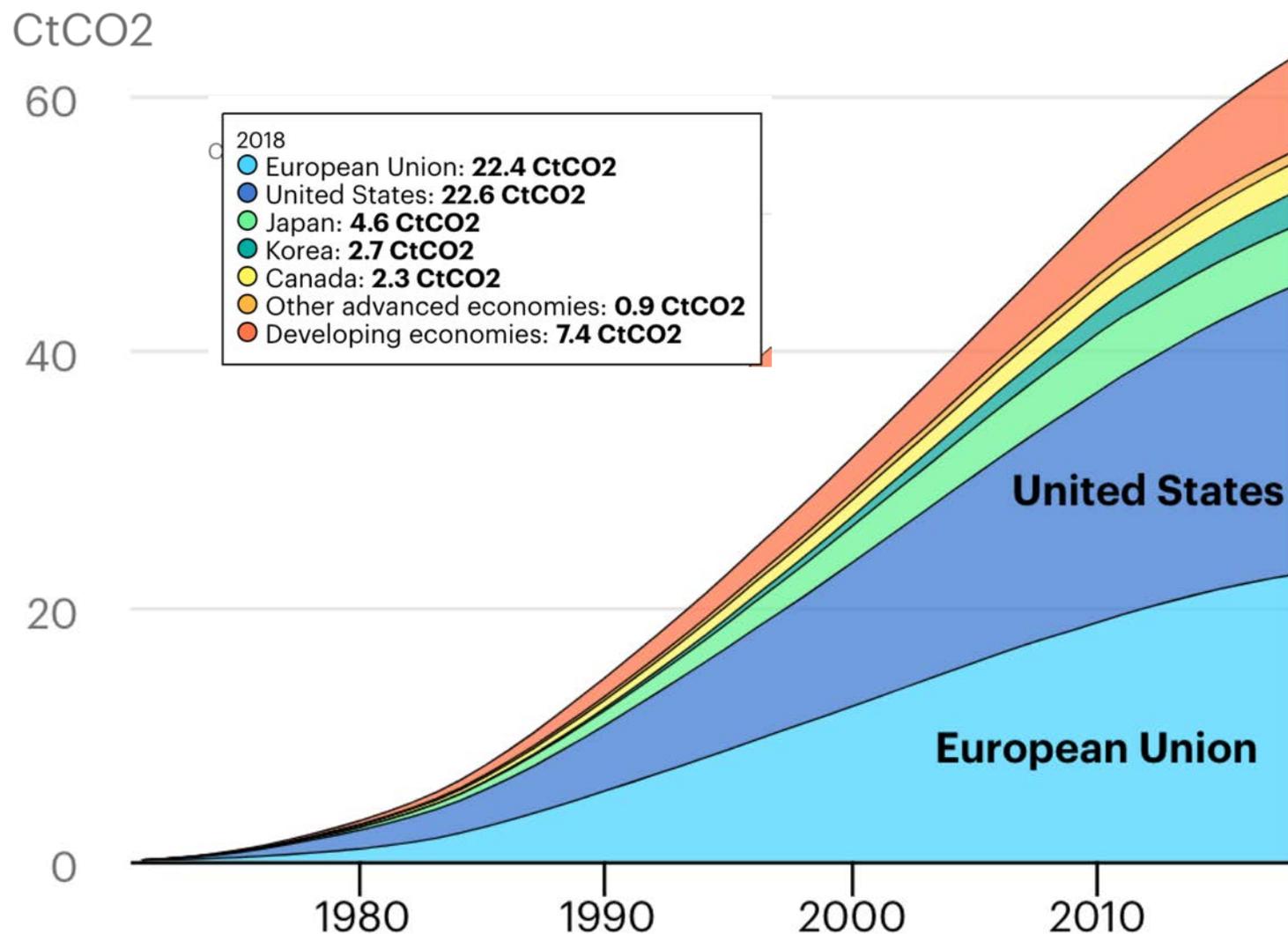
Negli ultimi 50 anni, l'uso del nucleare

ha ridotto le emissioni di CO₂ di circa **55 Gton**

quasi due anni di emissioni globali legate all'energia.

ENERGIA nucleare e SOSTENIBILITÀ ambientale

Cumulative CO2 emissions avoided by global nuclear power in selected countries, 1971-2018



Tuttavia, nonostante il contributo del nucleare e la rapida crescita delle rinnovabili, le emissioni di CO2 legate all'energia hanno raggiunto un livello record nel 2018, poiché la crescita della domanda di elettricità ha superato gli aumenti dell'energia a basse emissioni di carbonio.

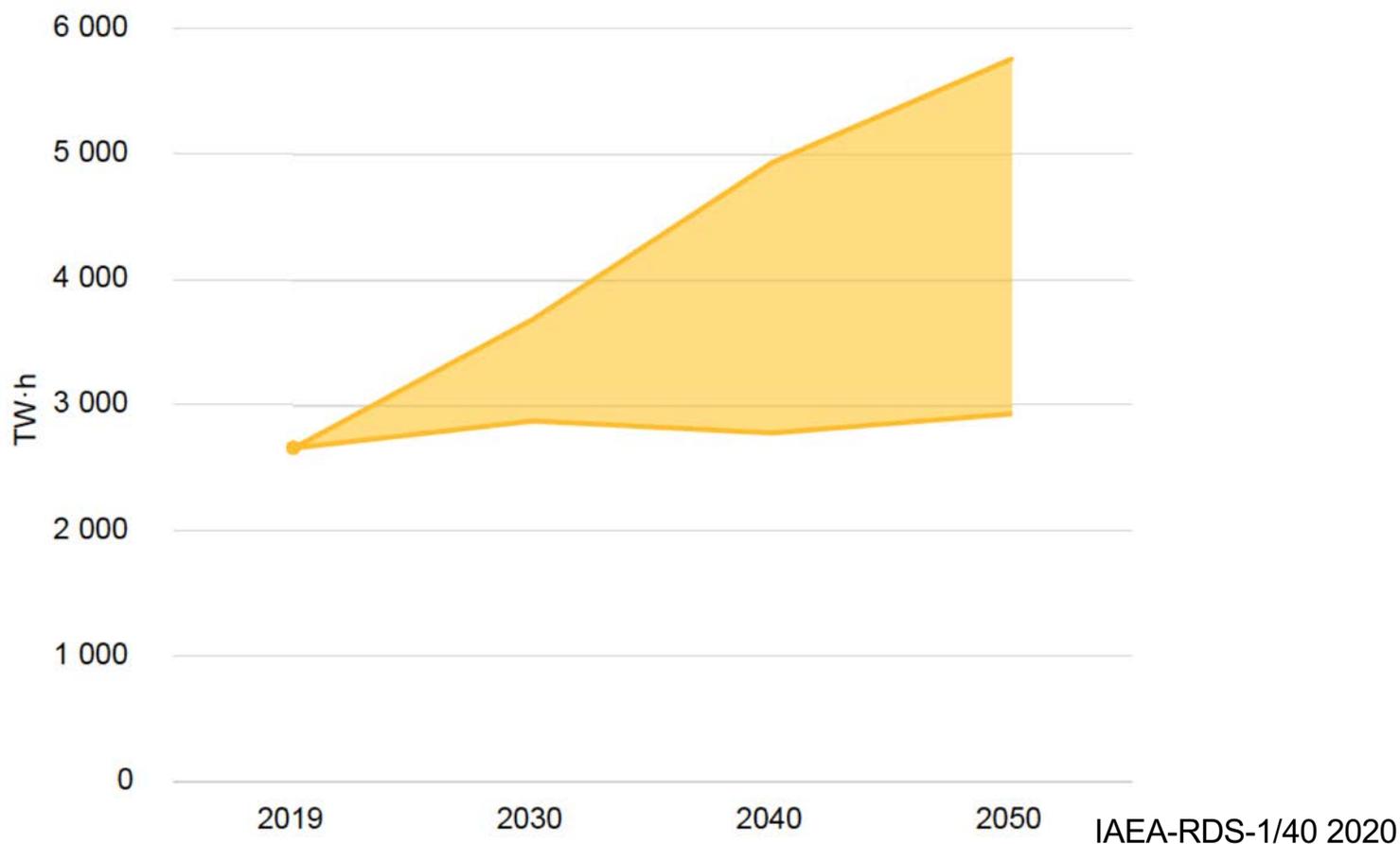
ENERGIA ELETTRICA – nucleare - previsioni

Proiezioni di produzione elettrica e nucleare

La produzione totale di elettricità dovrebbe aumentare di circa il 35% entro il 2030 e più che raddoppiare entro il 2050 rispetto al livello di produzione del 2019 livello.

Per quanto riguarda la produzione da fonte nucleare

FIGURE 8. WORLD NUCLEAR ELECTRICITY PRODUCTION



ENERGIA ELETTRICA – nucleare - previsioni

Proiezioni di produzione elettrica e nucleare

Nel caso più elevato, la produzione di elettricità nucleare dovrebbe aumentare quasi il 40% dai livelli del 2019 entro il 2030 e alla fine più che raddoppiare entro il 2050. La quota del nucleare nella produzione totale di elettricità è dovrebbe aumentare di circa 1 punto percentuale.

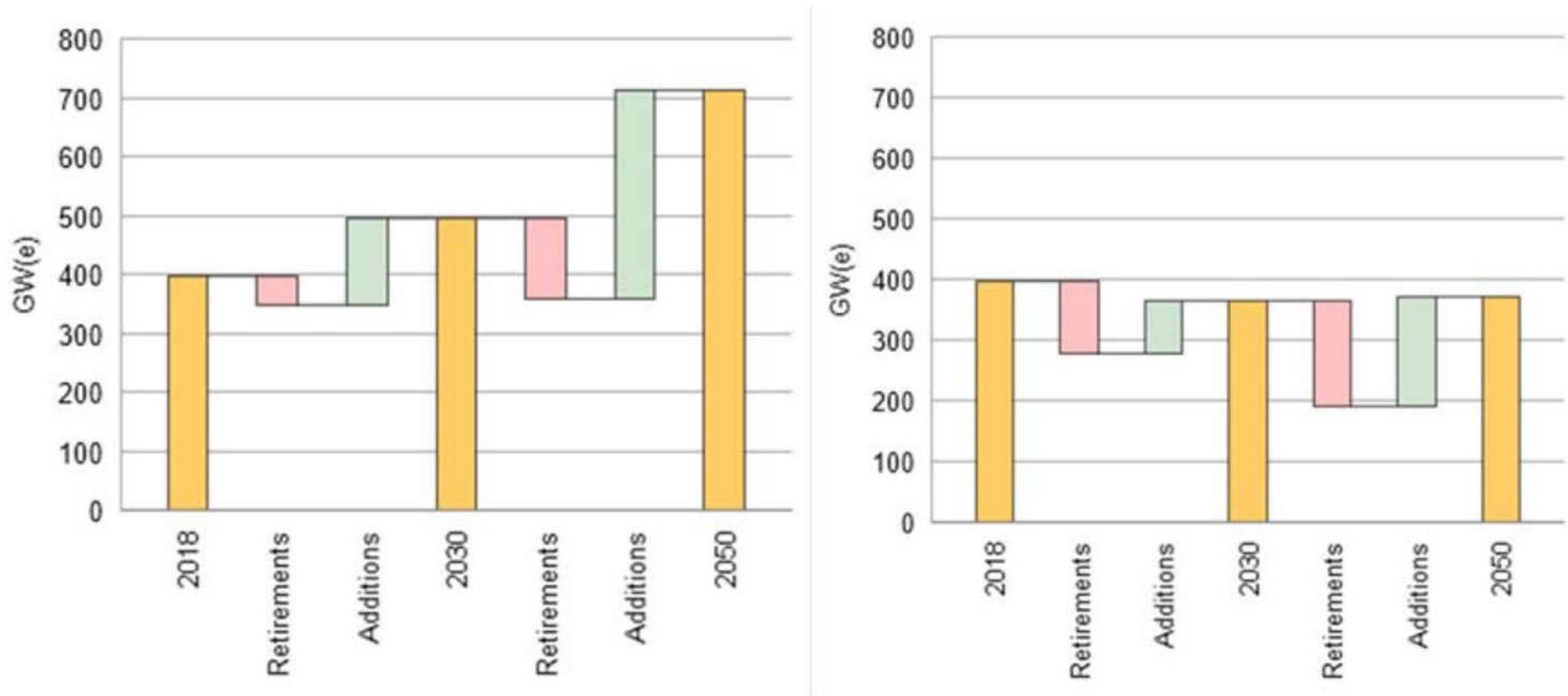
Nel caso più basso, la produzione di elettricità nucleare dovrebbe aumentare di circa l'8% dai livelli del 2019 entro il 2030, salendo al 10% entro il 2050. Il quota del nucleare nella produzione totale di elettricità dovrebbe diminuire di quasi il 50%.

TABLE 4. WORLD TOTAL AND NUCLEAR ELECTRICAL PRODUCTION, TW·h

Electricity Production	2019	2030		2040		2050	
		Low	High	Low	High	Low	High
Total	25 602	34 922	34 922	43 372	43 372	51 633	51 633
Nuclear	2 657	2 872	3 682	2 774	4 933	2 929	5 762
<i>Nuclear as % of Electricity Production</i>	10.4%	8.2%	10.5%	6.4%	11.4%	5.7%	11.2%

ENERGIA ELETTRICA – nucleare - previsioni

come cambia tenendo conto della chiusura dei vecchi reattori e della costruzione dei nuovi



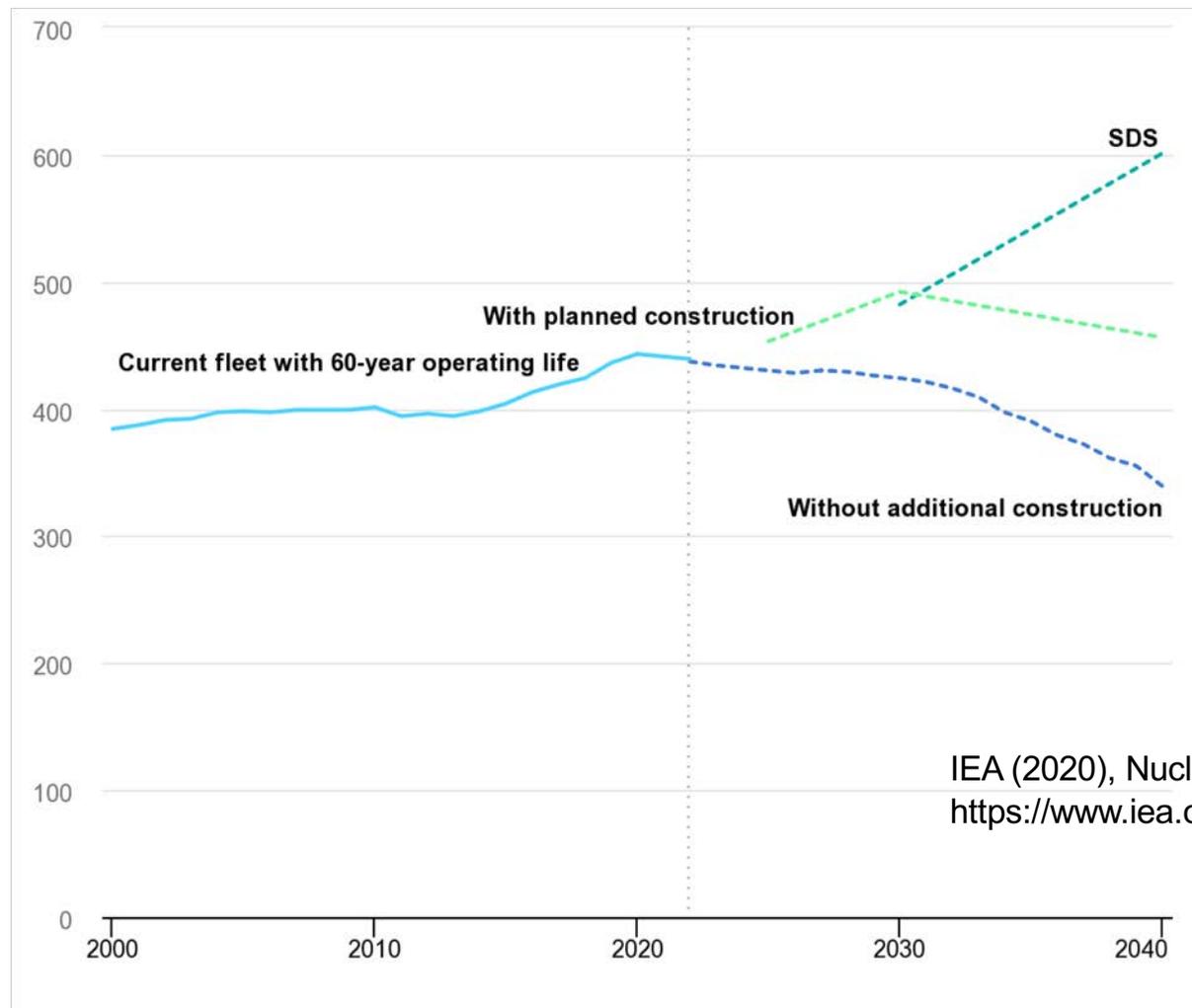
*FIG. A-7. High (left) and low (right) projections for world nuclear capacity.
(Source: Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050,
IAEA Reference Data Series No. 1,2018)*

ENERGIA nucleare e SOSTENIBILITÀ ambientale

Le previsioni si sviluppo del nucleare

- senza costruzione di nuovi reattori
- con la costruzione di quelli programmati
- quello necessario per rispondere alle richieste dell'SDS tenuto conto dell'aumentata richiesta di energia a cui le rinnovabili no riuscirebbero a rispondere da sole

GW



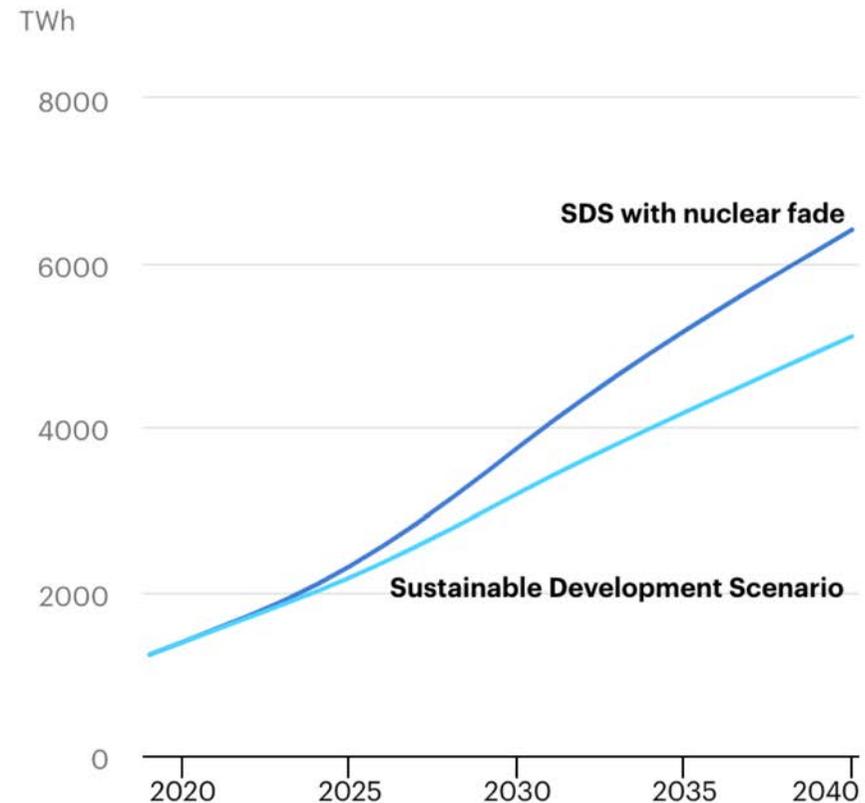
IEA (2020), Nuclear Power, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/nuclear-power>

ENERGIA nucleare e SOSTENIBILITÀ ambientale

Senza ulteriore nucleare, la transizione dell'energia pulita diventa più difficile e più costosa - richiedendo 1,6 trilioni di dollari di investimenti aggiuntivi nelle economie avanzate nei prossimi due decenni.

Criticamente, un grande deficit di energia pulita emergerebbe entro il 2040, chiamando l'eolico e il solare fotovoltaico ad accelerare ulteriormente la diffusione per colmare il divario.

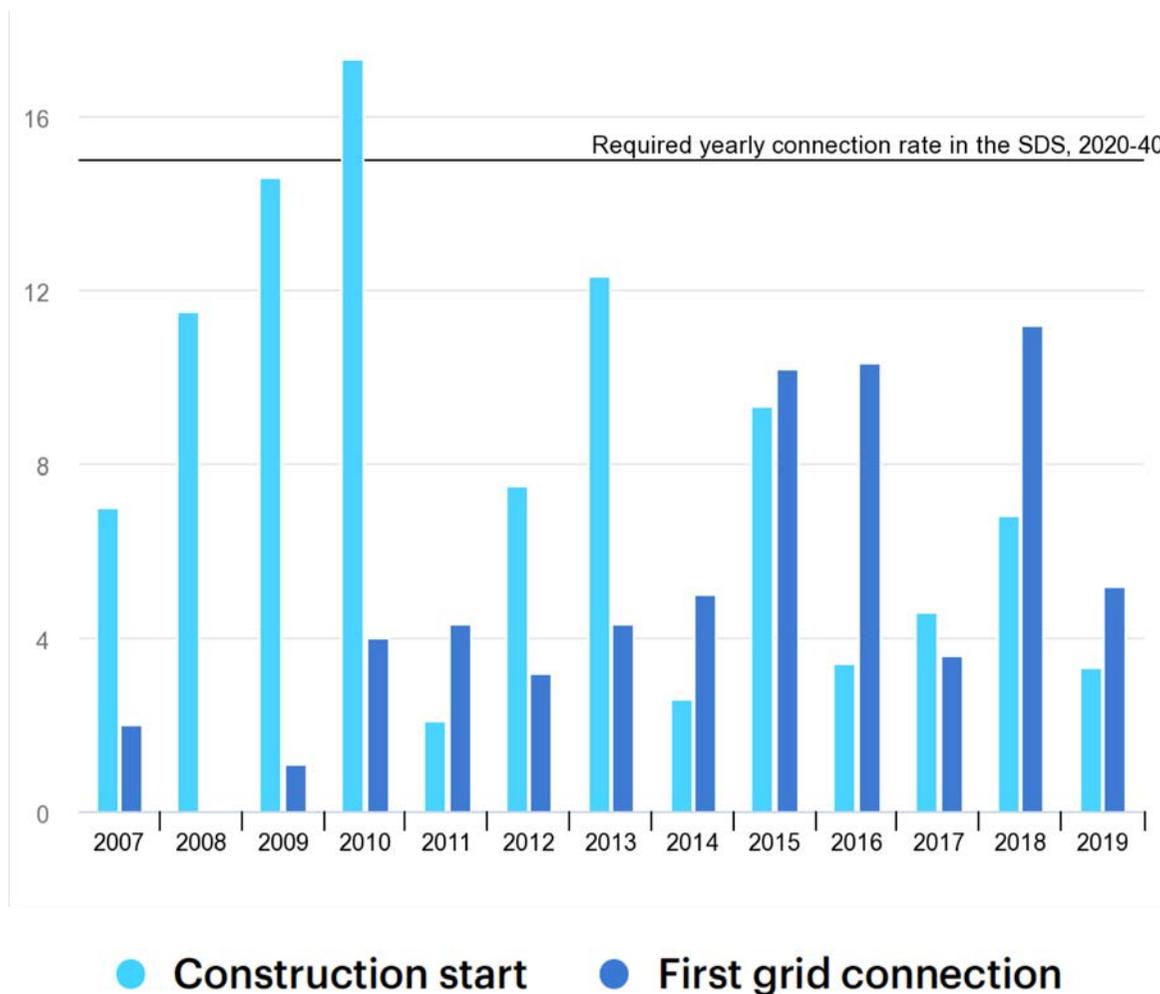
Wind and solar PV generation by scenario 2019-2040



IEA. All Ri

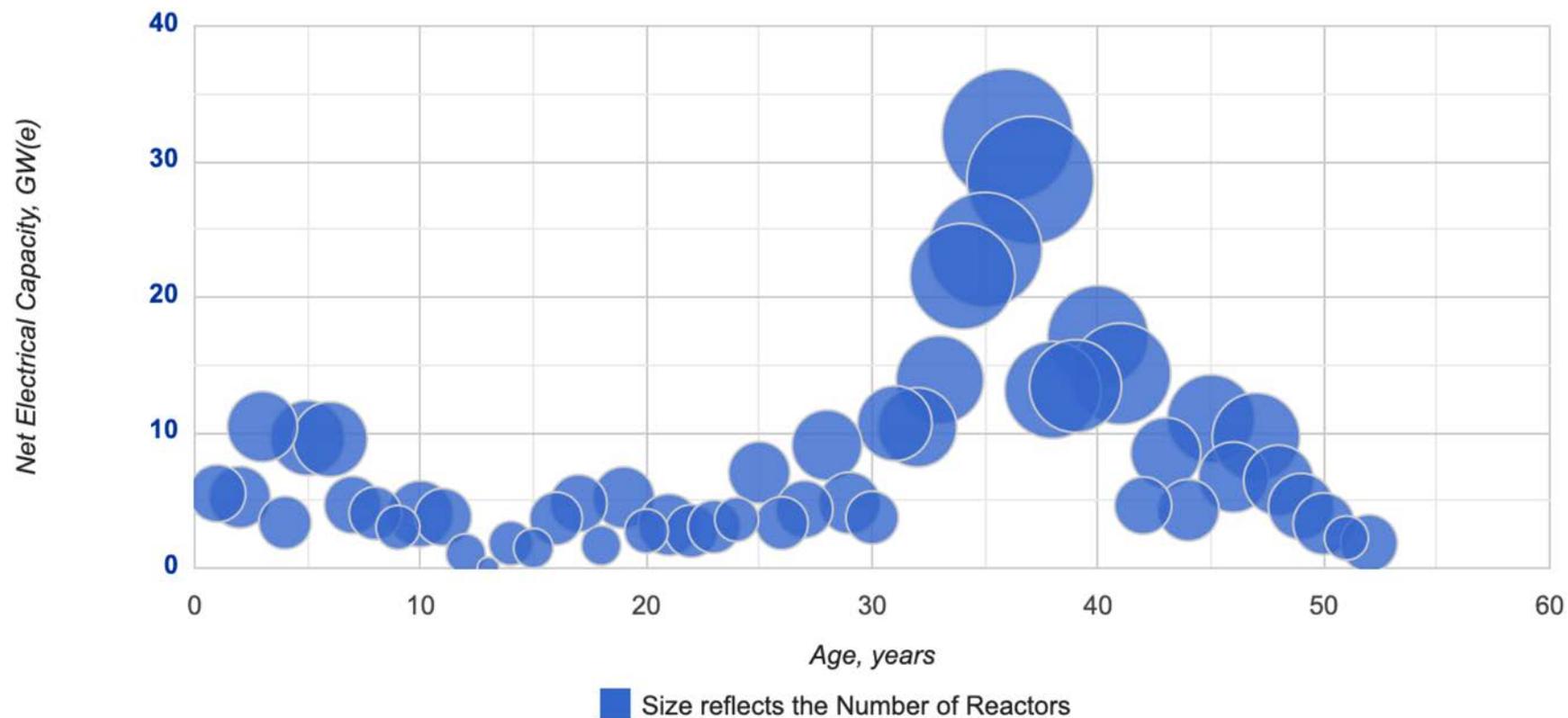
● Sustainable Development Scenario ● SDS with nuclear fade

Mix fonti per produzione energia elettrica



L'età dei reattori

OPERATIONAL REACTORS BY AGE



L'età dei reattori

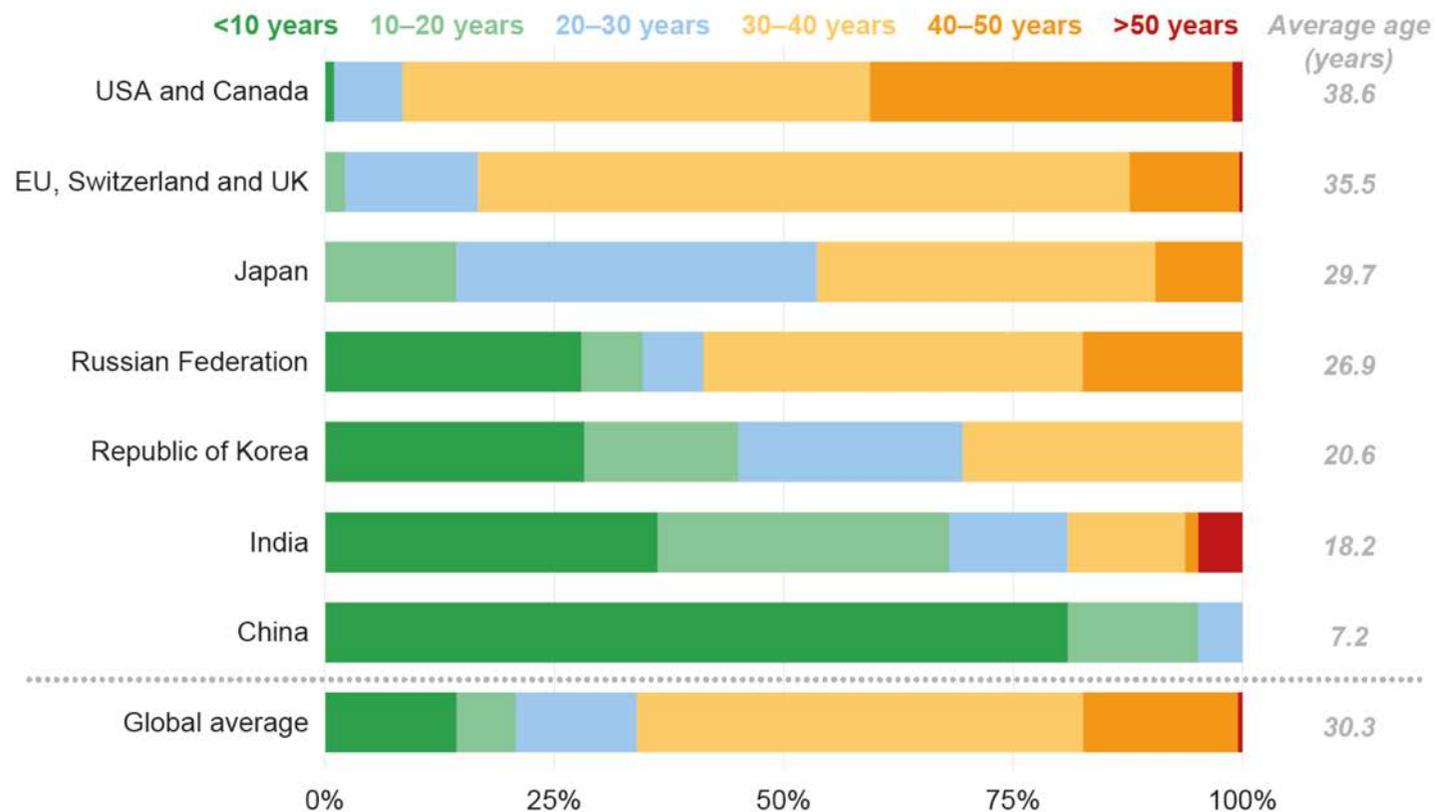


FIG. 30. Age profile of the nuclear fleet in operation in selected countries (weighted by capacity) as of 2020. Source: Ref. [64].

CONCLUSIONI

1. Dal nucleo si può estrarre energia per produrre energia elettrica
2. Due metodi:
 - a. fusione – intensa attività sperimentale; contributo reale fra qualche decennio (30-40 anni)
 - b. fissione – già sfruttata e intensa attività sperimentale per aumentare sicurezza ed affidabilità
3. L'energia nucleare è a bassa emissione di gas serra pertanto
 - a. gioca già un ruolo importante nella transizione energetica agevolandola e accelerandola
 - b. nucleare e rinnovabili non sono in concorrenza ma perseguono lo stesso obiettivo; l'energia prodotta per via nucleare può costituire una base continua per far fronte alla discontinuità di solare ed eolico;
 - c. può essere usato per produrre Idrogeno.

L'energia nucleare è un'opportunità da sfruttare; è una forma di energia
di ieri
di oggi
di domani

CONCLUSIONI

grazie

saverio.altieri@unipv.it