



Club Alpino  
Italiano

# TRANSIZIONE ECOLOGICA ed ENERGIE RINNOVABILI nel comparto elettrico

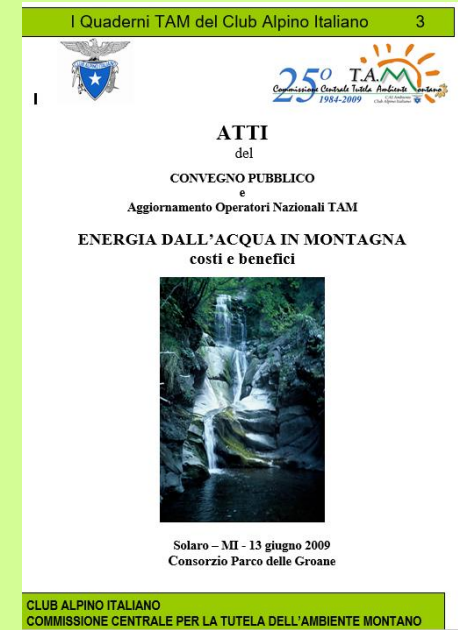
*Aggiornamenti al Doc. di posizione CAI 2021  
Convegno di Pavia – 20 aprile 2024*

*Carlo Brambilla – ONTAM*



**Le problematiche energetiche coinvolgenti l'ambiente montano** sono all'attenzione di CAI-TAM da un ventennio; così producendo, oltre alle linee guida al punto 7 del Nuovo Bidecalogo CAI, l'informativa seguente:

- **Problemi energetici e ambiente**  
(Quaderni TAM n.2 / 2006 e n. 7 / 2015)
- **Energia dall'acqua in montagna**  
(Quaderno TAM n.3 / 2009)
- **Idroelettrico e Montagna"**  
(Quaderno TAM n. 9 / 2018)

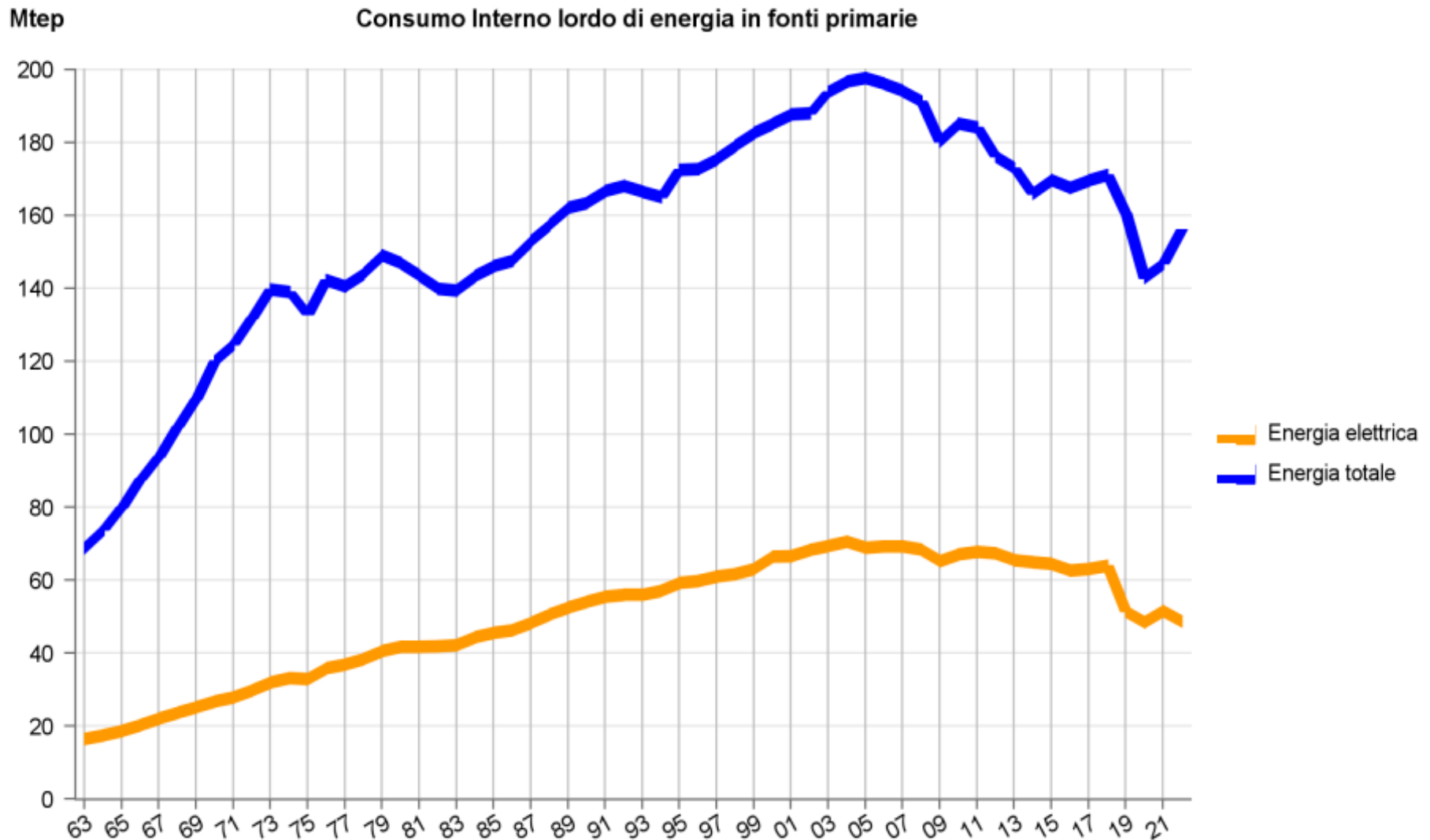


- **Documento di posizione CAI :**
  - **TRANSIZIONE ECOLOGICA, ENERGIE RINNOVABILI, EOLICO** - Ediz. 2021
  - **AGGIORNAMENTO 2023, con allegati su: Adeguamenti della normativa italiana; Rapporto IPCC Climat change (sintesi); Sistemi di accumulo d'energia.**

Dette pubblicazioni sono reperibili in formato pdf sul sito web:

[CAI - Commissione Centrale Tutela Ambiente Montano](http://www.cai-tam.it)

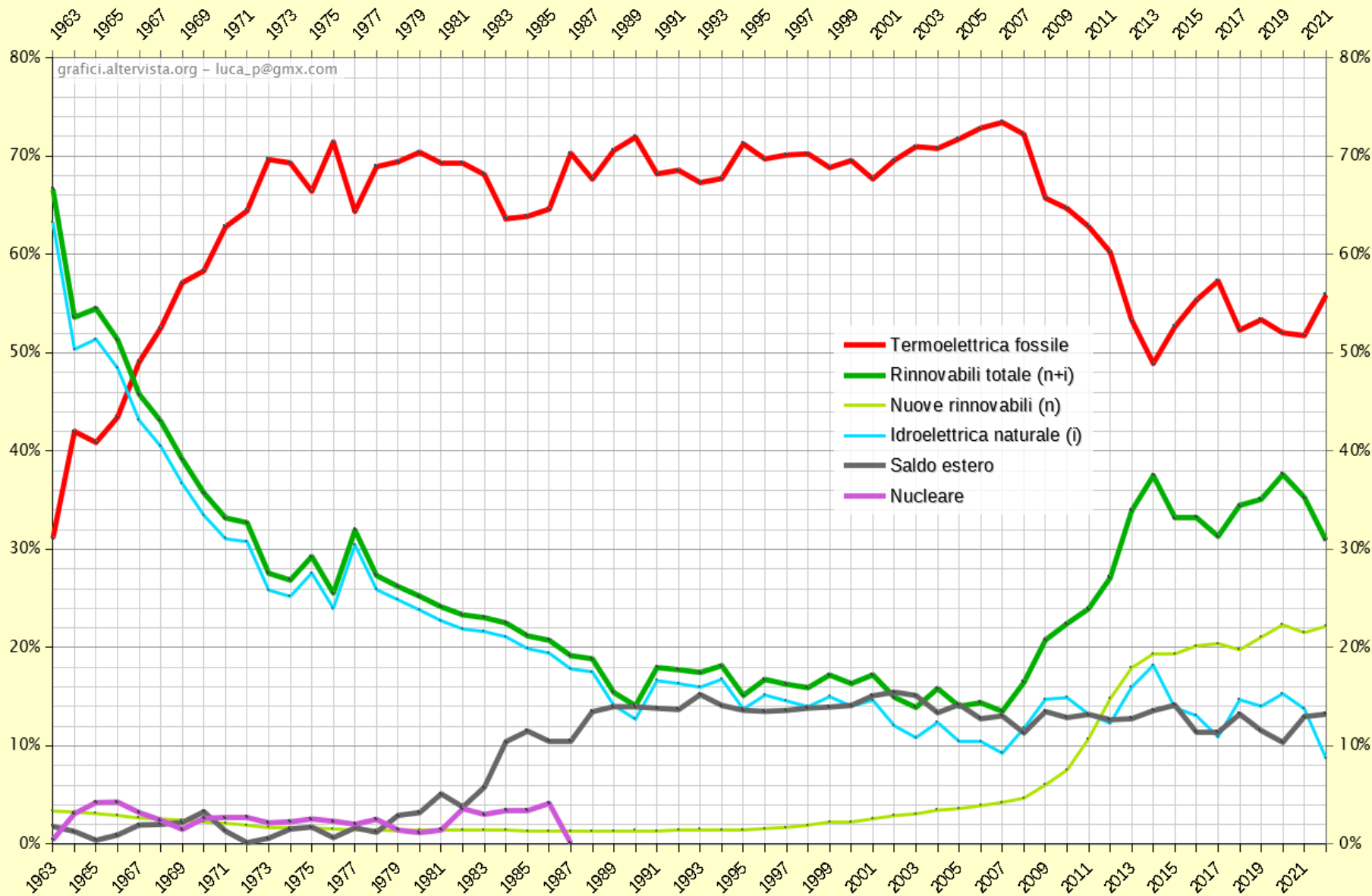
# EVOLUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI ITALIANI



Nello scorso ventennio, l'energia elettrica ha coperto circa un terzo dei consumi totali da fonti energetiche primarie .

# EVOLUZIONE dei CONSUMI ELETTRICI ITALIANI (percentuali per fonte)

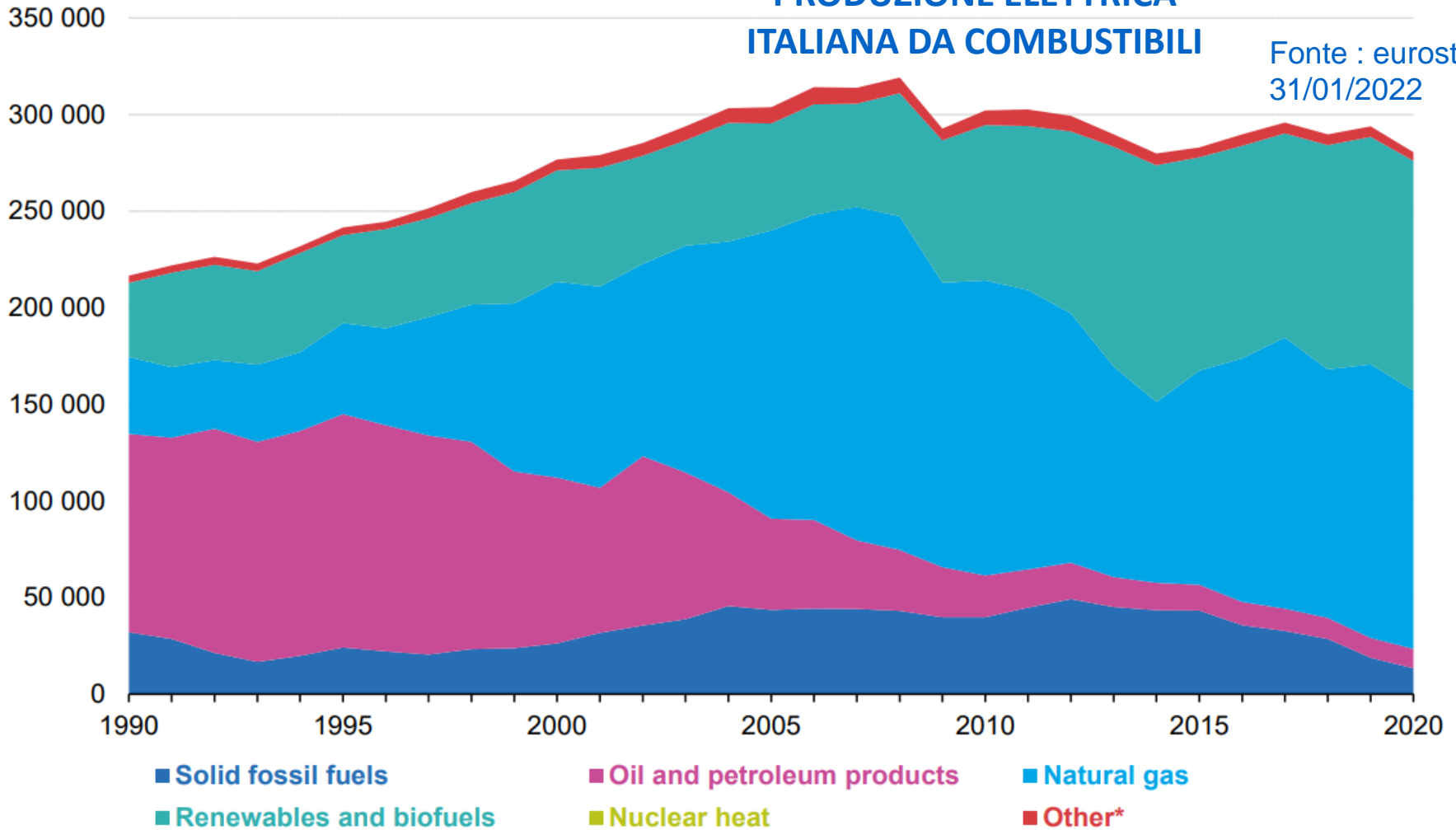
Consumo Interno Lordo di energia elettrica per fonte in Italia (percentuali)



# EVOLUZIONE 1990 – 2020 DELLA PRODUZIONE ELETTRICA ITALIANA DA COMBUSTIBILI

Fonte : eurostat  
31/01/2022

## Gross electricity production by fuel, GWh

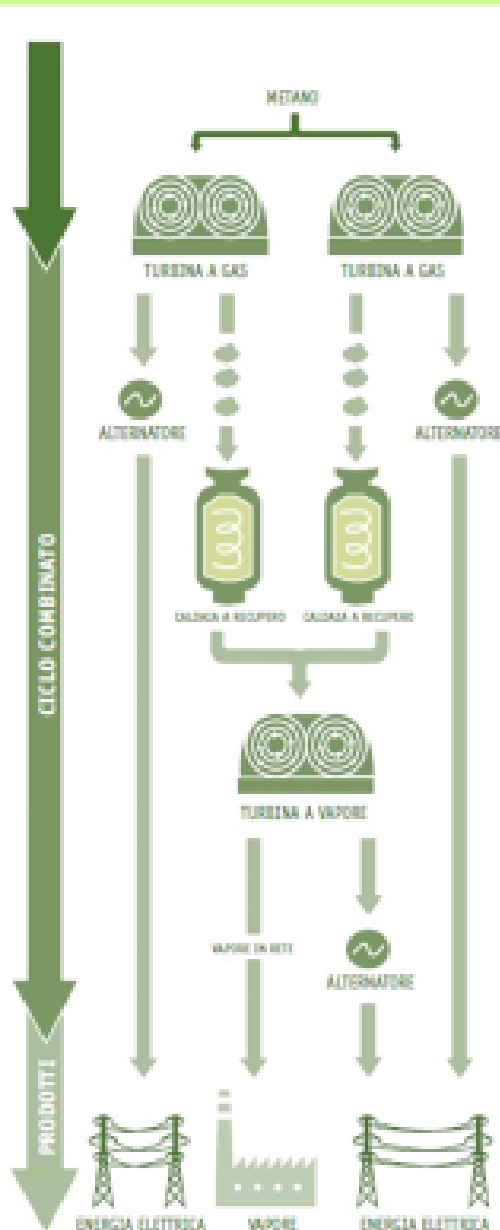


\*Other includes peat and peat products, oil shale and oil sands, manufactured gases, non-renewable waste, derived heat, chemical heat and non-specified sources.

La prevalente dipendenza energetica italiana dal mercato estero ha indotto periodiche variazioni del mix delle relative fonti in relazione a disponibilità e prezzi di mercato, nonché alla attuale transizione indotta dai cambiamenti climatici ed eventi geopolitici

# Evoluzione del sistema elettrico italiano

## IL RUOLO degli IMPIANTI CCGT cogenerativi



## Combine Cycle Gas Turbine (CCGT)

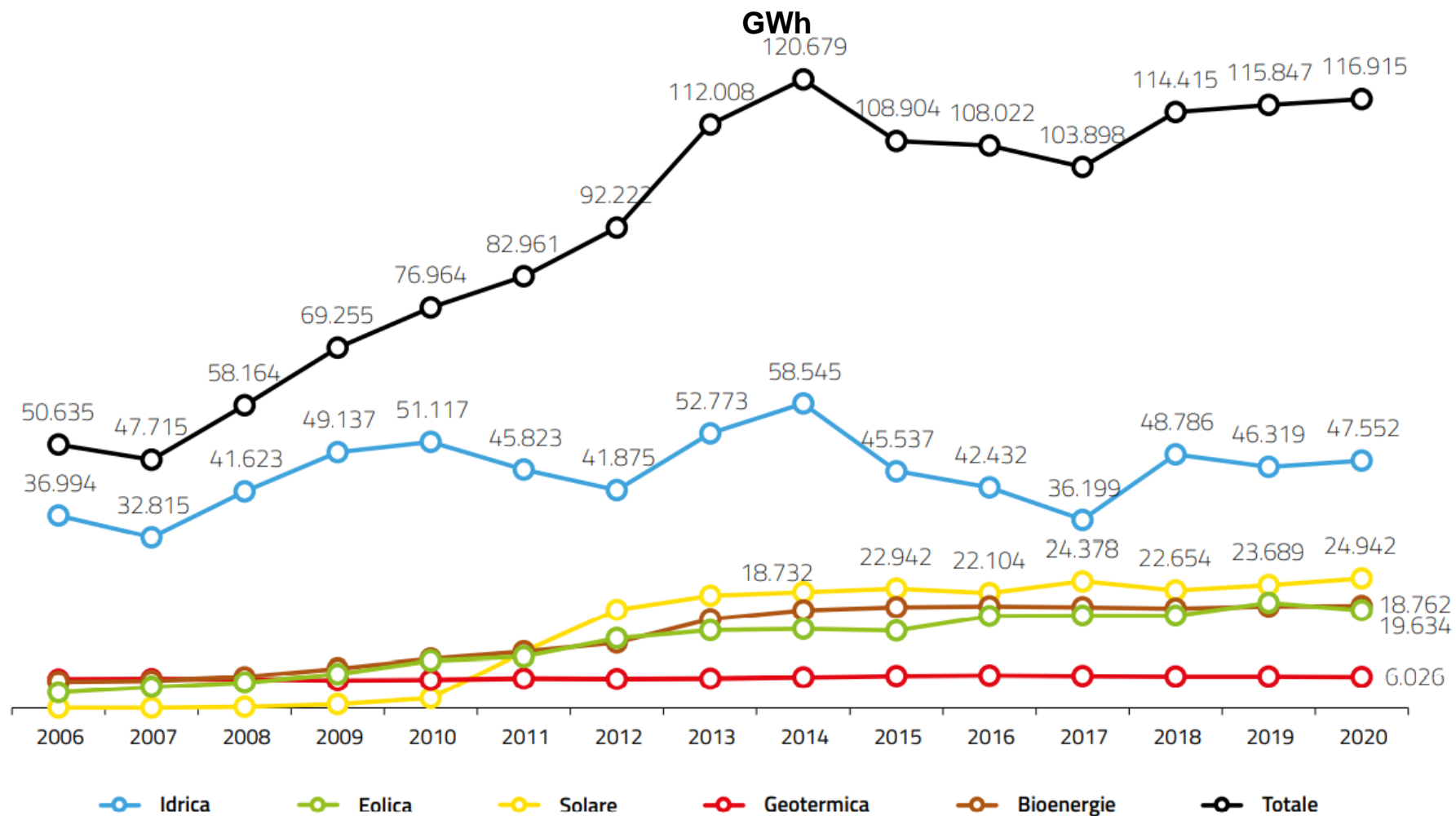
La moderna tecnologia a **ciclo combinato** produce energia elettrica sfruttando a cascata i gas di scarico in uscita da una o più turbine a gas metano, accoppiate al relativo generatore di elettricità (alternatore).

L'alta temperatura dei gas di scarico, produce vapore pressurizzato che aziona una seconda turbina, con altro alternatore, ottenendo così un elevato rendimento di conversione energetica, generalmente  $> 50\%$ , contro il  $35\%$  della produzione termoelettrica tradizionale.

Rispetto a quest'ultima, i CCGT consentono tempi di programmazione e manovra più veloci, favorendo la regolazione del sistema elettrico.

Il calore di condensazione del vapore può ancora essere utilizzato per co-generare teleriscaldamento, sfruttando così al massimo il potenziale termico del combustibile più disponibile.

### 3.1.7 Evoluzione della produzione da fonti rinnovabili



Fonte: Terna, GSE

**La produzione idroelettrica annuale, legata alle relative precipitazioni atmosferiche, mostra una curiosa ciclicità quinquennale.**

# Sequenza dei provvedimenti UE per il comparto energetico

2015



ACCORDO DI PARIGI  
2015  
UNFCCC

- Impegno a limitare aumento temperatura media mondiale sotto 2 °C rispetto ai livelli preindustriali
- Azioni per limitare tale aumento a 1,5 °C rispetto ai livelli preindustriali

PNIEC 2019 – 2030



European Clean Energy Package  
PNIEC 2030

-40 % GhG  
emission

32 %  
Renewable  
Energy

32.5 %  
Energy  
Efficiency

2021



European Green Deal  
Fit for 55

-55 % GhG  
emission

40 %  
Renewable  
Energy

33-39 %  
Energy  
Efficiency

2023



REPowerEU

Accelerare  
target 2030  
per ridurre  
dipendenza  
da Russia

45 %  
Renewable  
Energy

+9-13 %  
target 2030  
Energy  
Efficiency

Per gli obiettivi concordati alla Conferenza Internazionale sul Clima del 2015, l'Unione Europea ha emesso direttive recepite nel PNIEC 2019 - 2030 (*Piano Nazionale Integrato Energia e Clima*) a cui sono seguite quelle (FF 55 % - REPower.EU) per ridurre la propria dipendenza energetica, anche in seguito al conflitto russo-ucraino

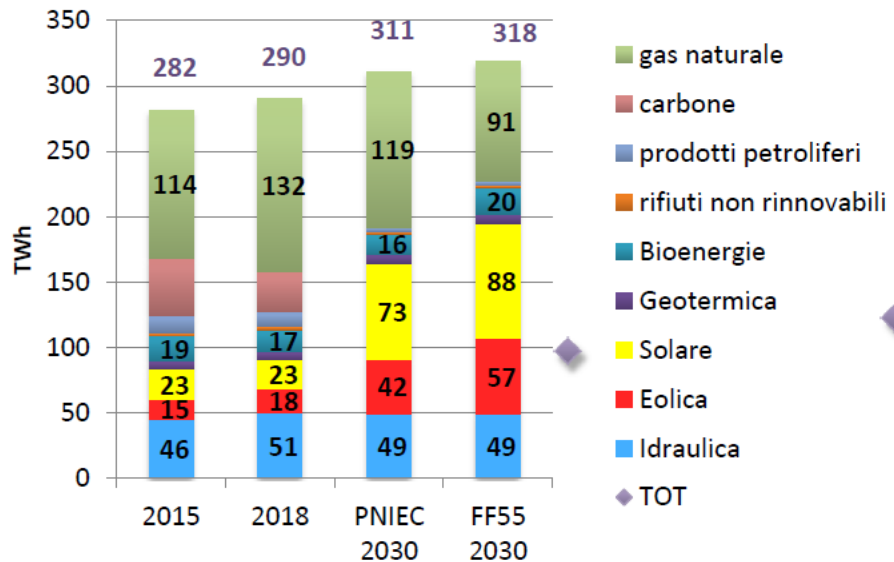


# Generazione elettrica nello scenario FF55



## Generazione elettrica per fonte

Terawattora (TWh)



## Capacità di generazione

(GW)

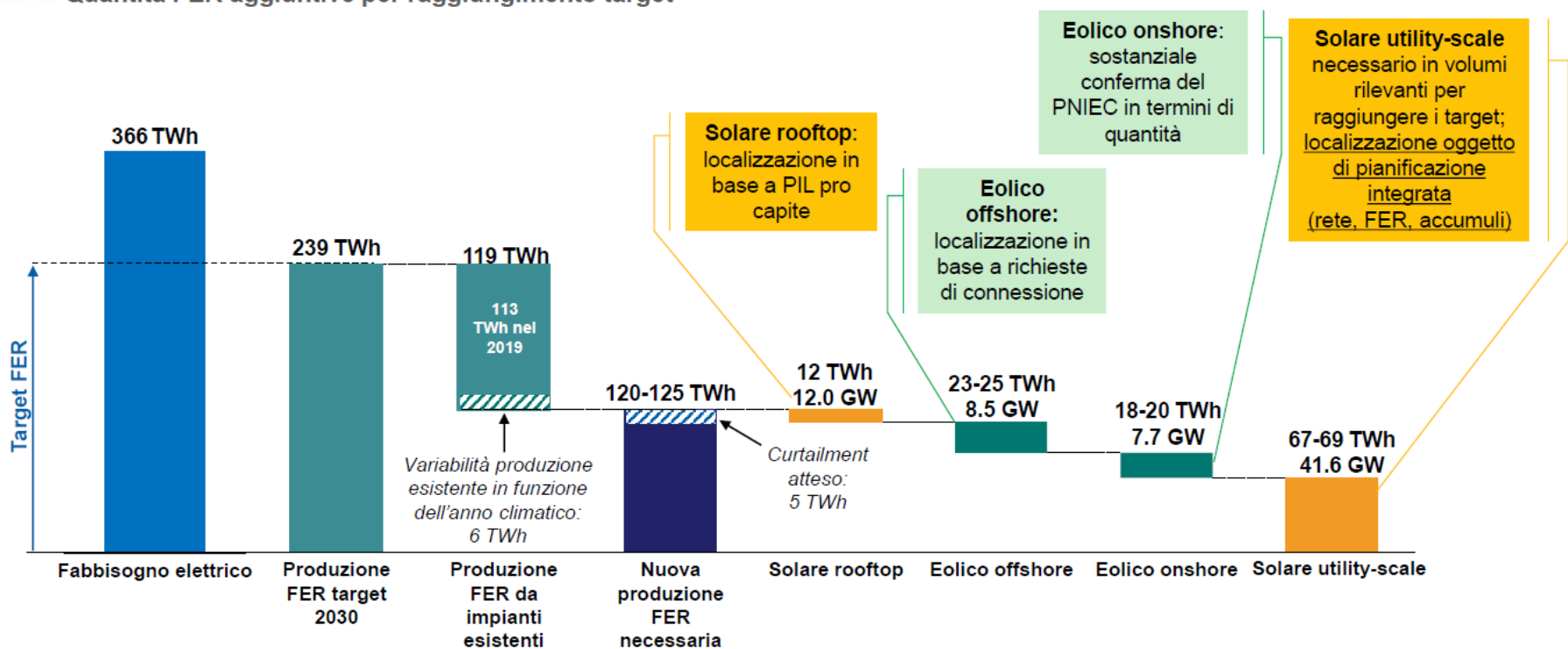
GW	2020	2030	2030
		PNIEC	FF55
Idroelettrico	18.9	19.2	19.2
<b>Eolico on shore</b>	10.9	19.3	<b>21.4</b>
<b>Eolico off shore</b>	0.0	0.9	<b>3.6</b>
<b>FV</b>	21.6	51.1	<b>64.5</b>
CSP	0.0	0.9	0.9
Carbone	7.2	0.0	0.0
Gas	41.9	50.0	43.0
Prodotti petroliferi	1.8	0.8	0.9
Bioenergie	3.2	3.8	5.0
Geotermoelettrico	0.8	1.0	1.0

x 2.3  
x 3

Disclaimer: prime valutazioni soggette a modifica

La capacità di generazione elettrica prevista al 2030 viene aumentata da **302 TWh** (SEN -2017) a **311 TWh** (PNIEC 2019 – Piano Nazionale Integrato Energia e Clima) ai **318 TWh** (scenario RSE / FF55 2022) fino ai **366 TWh** previsti da Terna.

**Il forte incremento previsto delle produzioni da fonte solare ed eolica, poco programmabili ed ampiamente distribuite sul territorio, non è esente da criticità**



**Il fotovoltaico di grande taglia è indispensabile per raggiungere i target di FER elettriche al 2030.** Si stima che saranno necessari circa 42 GW di nuova capacità di solare FV grid-scale. La localizzazione geografica di volumi così rilevanti deve essere indirizzata anche attraverso opportuni strumenti di policy

**Secondo Terna, i maggiori sviluppi FER necessari per gli obiettivi FF55 al 2030, prevedono ancora un terzo di produzione elettrica da fonte fossile per ottenere equilibri di rete e i 366 TWh necessari ai fabbisogni del Sistema, tenuto conto dell'elettrificazione prevista dei trasporti.**

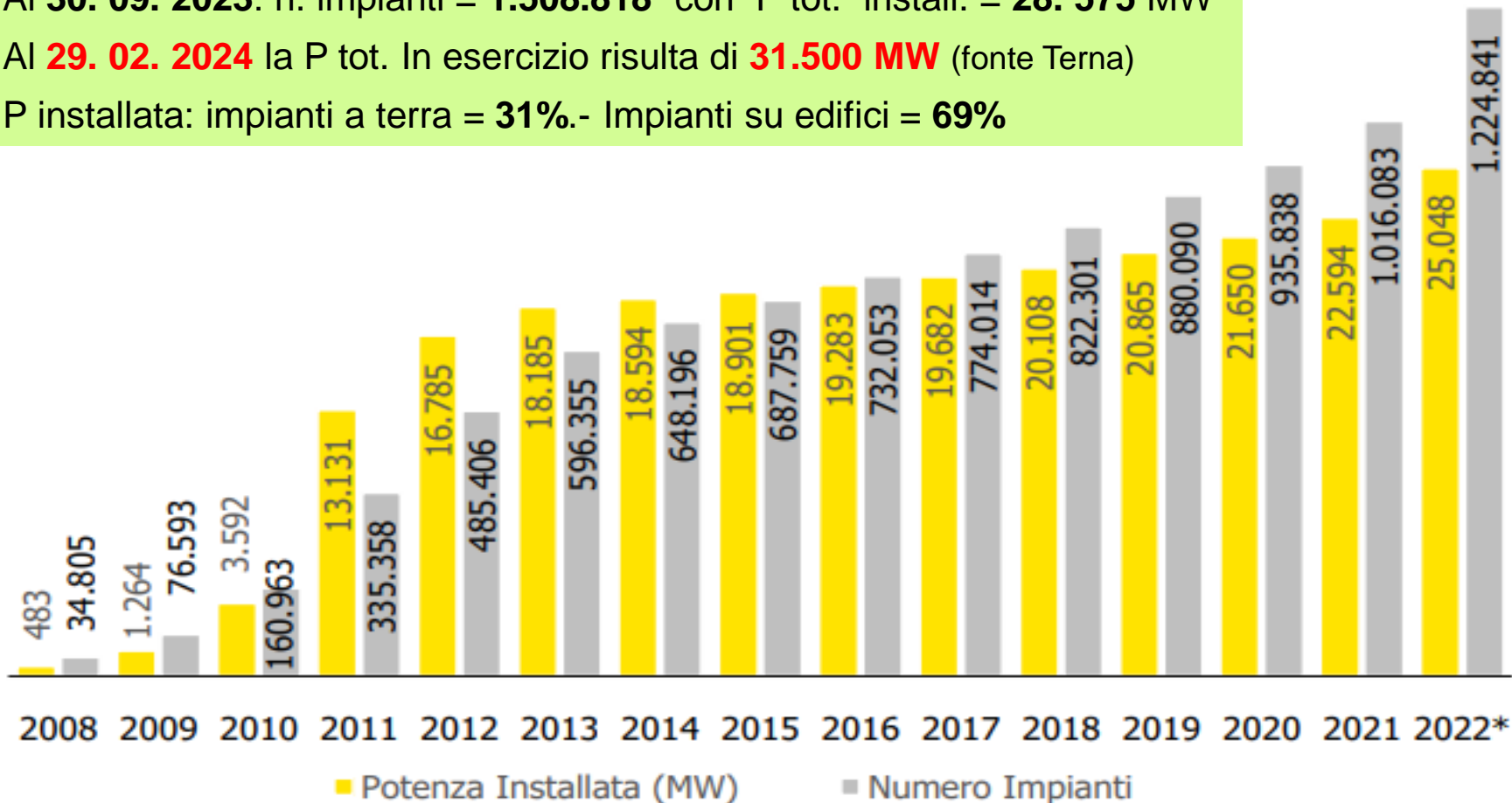
**In particolare, si prevede un notevole contributo produttivo da eolico offshore**

# Numero e potenza degli impianti fotovoltaici

Al **30. 09. 2023**: n. impianti = **1.508.818** con P tot. install. = **28. 575** MW

Al **29. 02. 2024** la P tot. In esercizio risulta di **31.500 MW** (fonte Terna)

P installata: impianti a terra = **31%**.- Impianti su edifici = **69%**



Fonte: TERNA, GSE

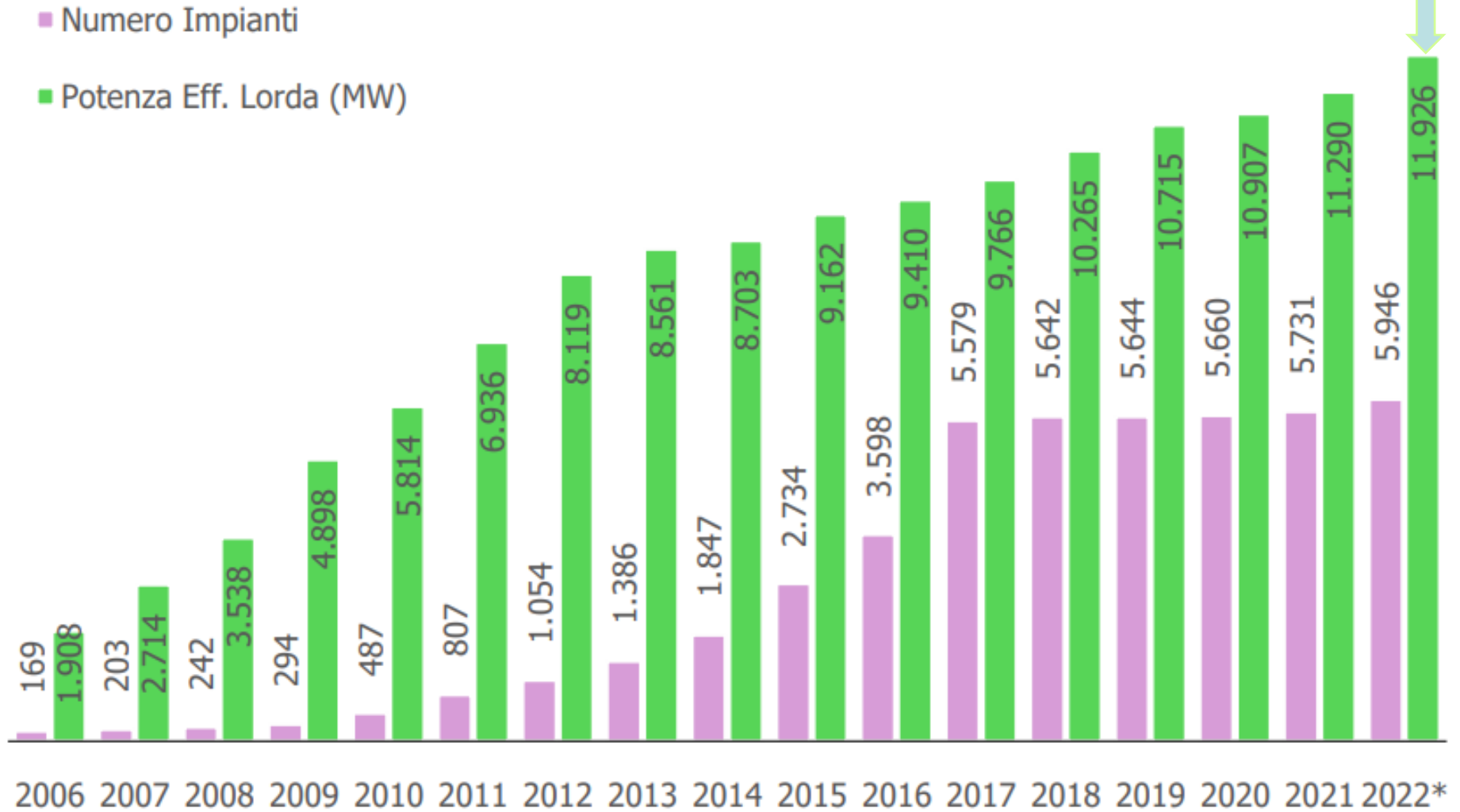
(\*) stima preliminare GSE

Dopo la fine dell' incentivazione «Conto Energia» nel 2013, Il maggior incremento numerico di impianti rispetto alla potenza installata indica il prevalere di **piccole – medie** taglie di potenza .

**Potenza media degli impianti entrati in esercizio: nel 2020 – 2021 = 13 kW;**

# Numero e potenza degli impianti eolici

L'incremento di potenza installata rispetto al n° d'impianti dipende dall'accresciuta potenza dei singoli aerogeneratori installati. **La potenza totale in esercizio a febbraio 2024 risulta di 12.500 MW.**



## Situazione FER elettriche al 2023:

- L'installazione di impianti di produzione elettrica rinnovabile sta vistosamente accelerando dal 2022, ma in modo **insufficiente per gli obiettivi previsti al 2030**.
- Nel **2023** è stata installata una potenza FER el. di **5,8 GW**, ma per raggiungere l'obiettivo minimo previsto al 2030 (**+ 80 GW**) occorrerebbe un incremento doppio.
- A **febbraio 2024** il **parco eolico** nazionale ha raggiunto la potenza di **12,5 GW**, ma per raggiungere l'obiettivo previsto al 2030 **mancano almeno 16 GW**.

### Le molteplici cause frenanti lo sviluppo di impianti FER:

- **Limiti di connessione** di nuovi impianti alla Rete Trasmissione Nazionale, per le inadeguatezze della stessa, **già in fase di potenziamento da parte di Terna**.
- **Inadeguatezza delle strutture e industrie** produttive delle parti d'impianto
- **Difficoltà di reperimento delle materie prime** necessarie alle varie tecnologie
- **Tempi concessori**: già in buona parte ridotti da recenti semplificazioni normative.
- **Aumento dei costi** di produzione e di trasporto causati da eventi bellici in corso

Quindi, vale il vecchio adagio: **tra il dire e il fare .....**

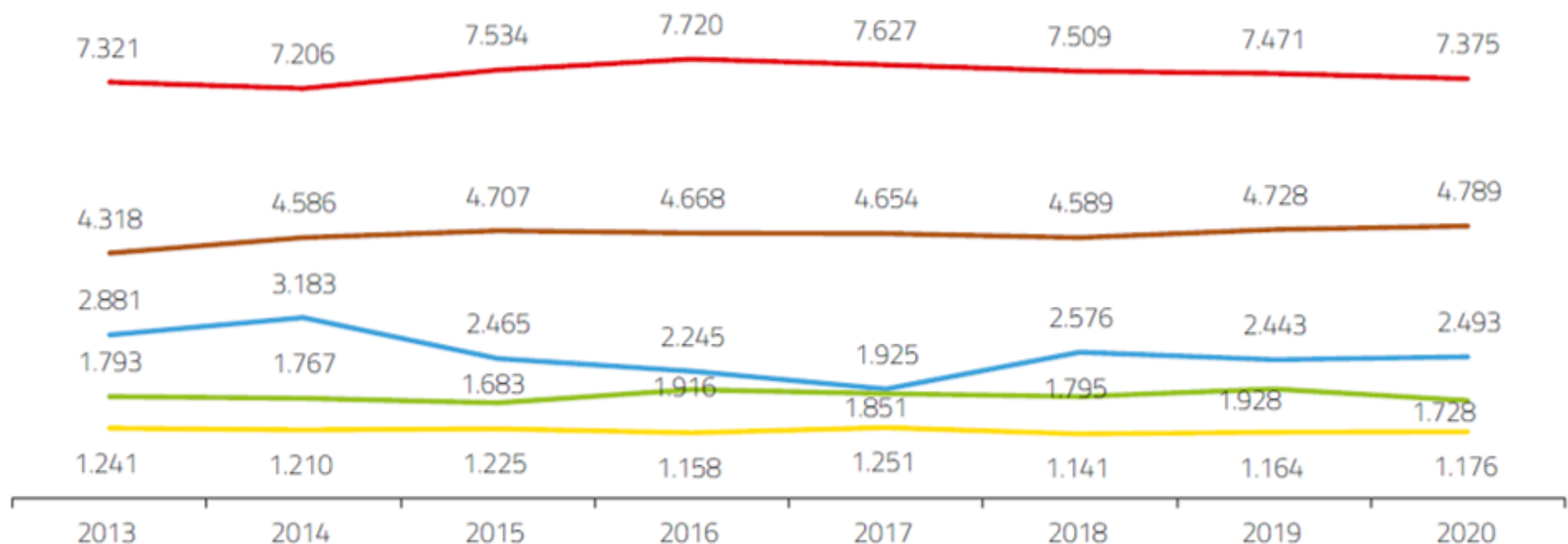
# CRITICITÀ DELLE FONTI RINNOVABILI

La **produttività** delle fonti energetiche è indicata dalle **ore annuali equivalenti di produzione dei relativi impianti**

(rapporto tra la produzione media annuale e la potenza efficiente d'impianto:  $Wh/W = h$ )

## Fonti rinnovabili nel settore elettrico

confronto tra le ore equivalenti di utilizzazione degli impianti (fonte: GSE)

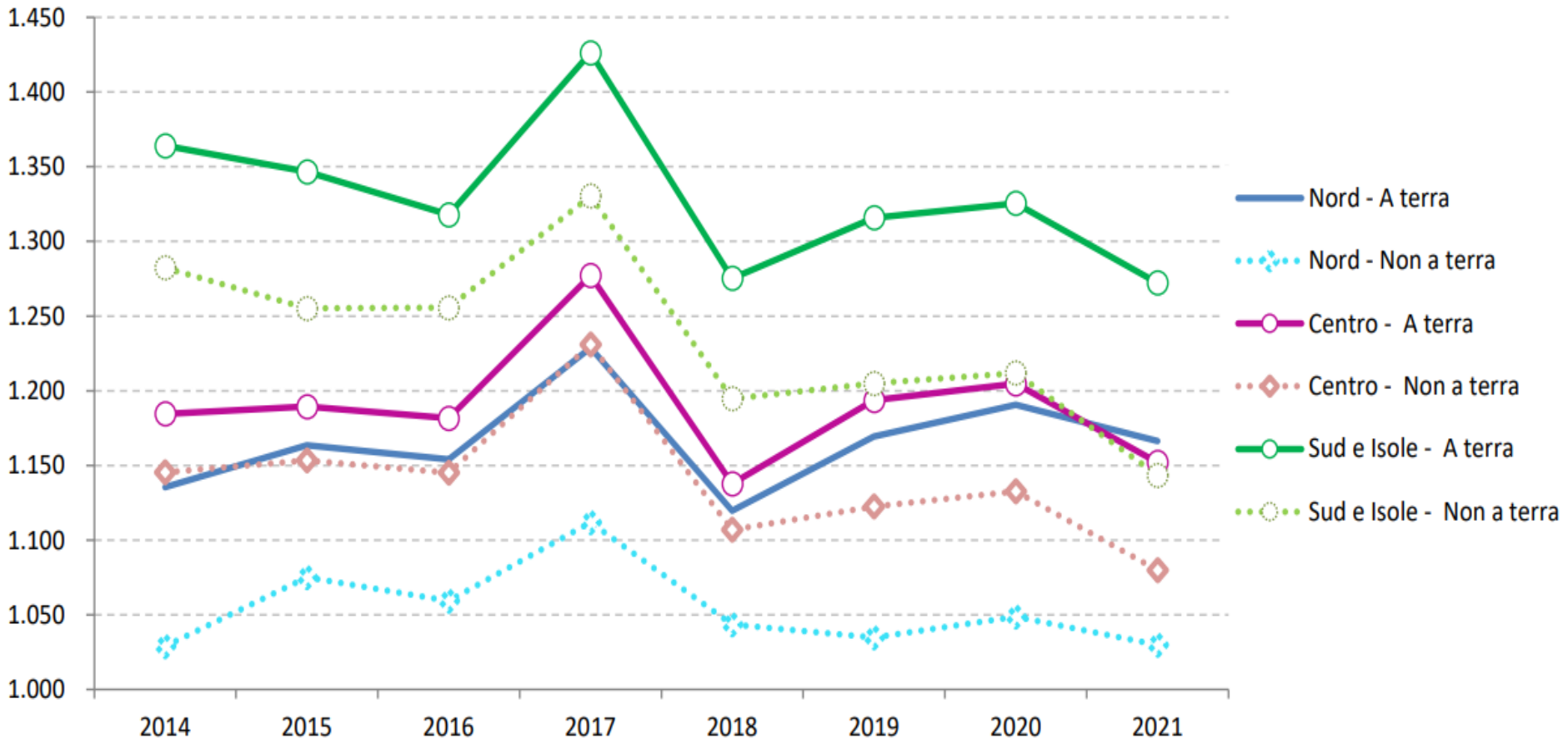


(\*) Esclusi gli impianti ibridi

**fc (anno 2015):** **28,1%**      **19,2%**      **14%**      **86%**      **53,7%**

Il **fattore di capacità (fc)** esprime in % la produttività annuale utile d'impianto  
( $fc = \text{rapporto tra ore equivalenti annuali e le } 8760 \text{ ore di un anno}$ )

**Ore medie equivalenti di produzione nominale (in 7 anni)**  
dell'insieme degli **impianti fotovoltaici a terra** non a inseguimento  
e di quelli **non a terra** (rooftop), suddivisi per zona geografica. *(fonte GSE)*



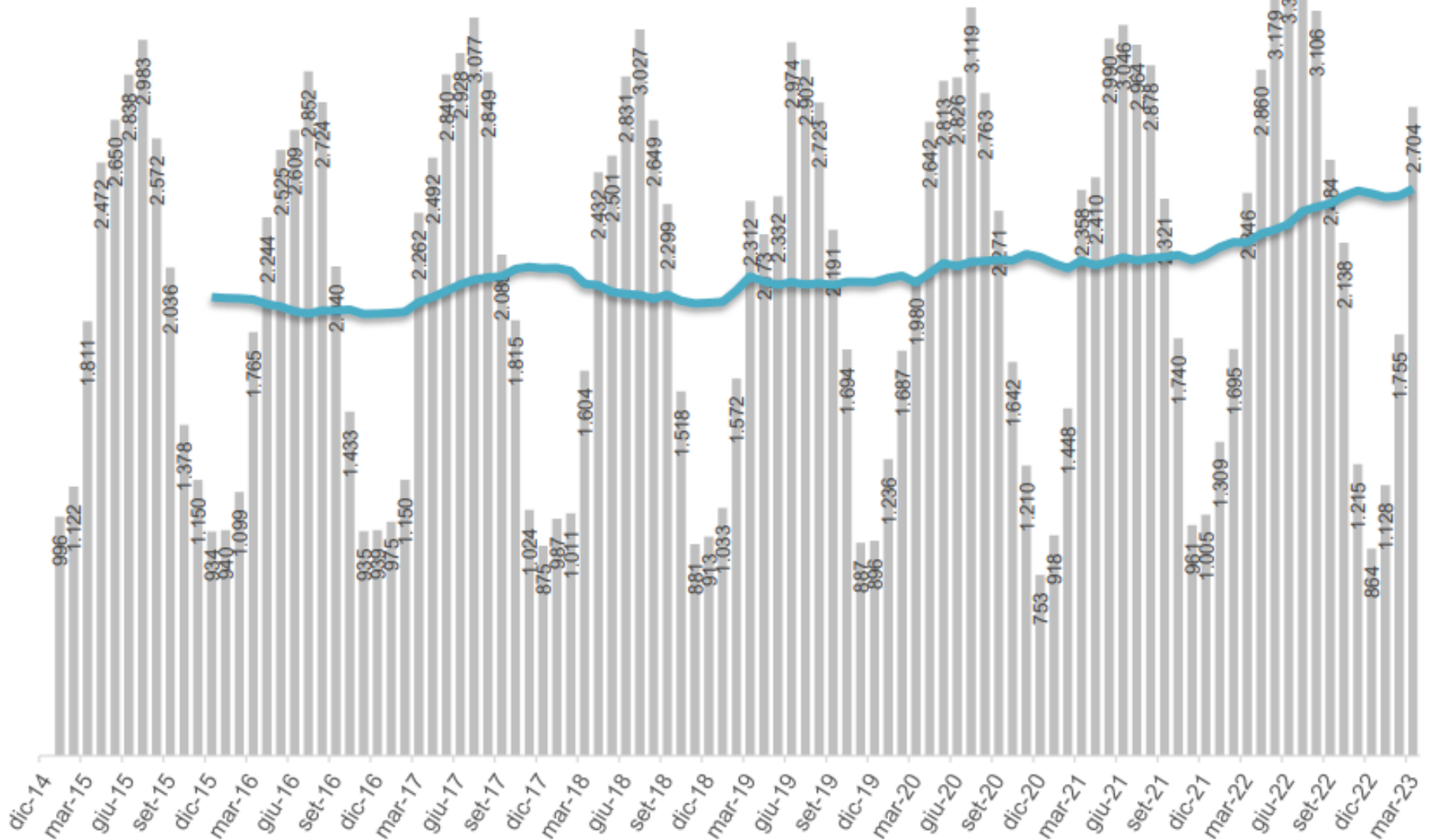
**Gli impianti a terra godono di maggior efficienza per l'ottimale posizionamento realizzabile dei moduli, rispetto alla radiazione incidente. Ancora maggiore è l'efficienza nei casi ad inseguimento della radiazione.**

# CRITICITÀ DELLA FONTE SOLARE (FV)

Produzione lorda mensile dal 2015 al 2023 (GWh) fonte: GSE

■ Produzione lorda mensile    — media dei 12 mesi precedenti

Nei mesi invernali la produzione è circa 1/3 di quella estiva

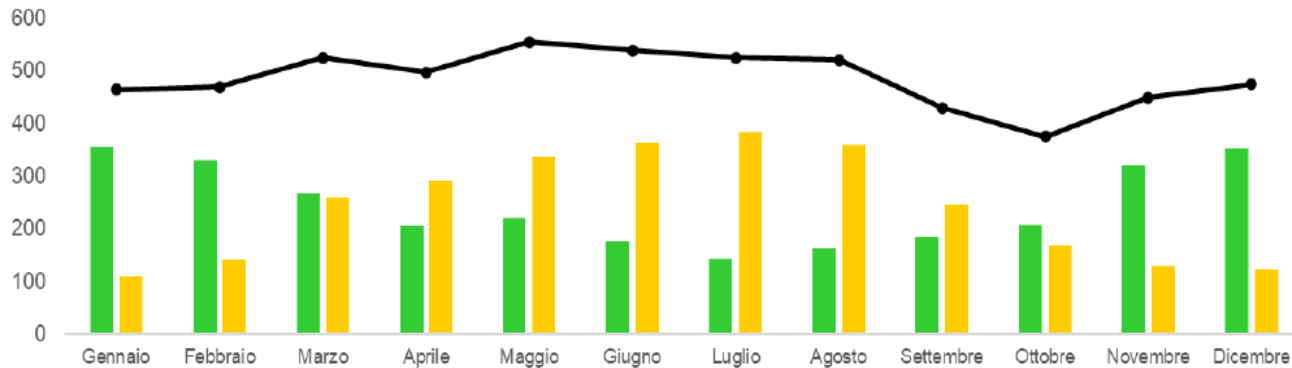




# Complementarietà eolico e solare

Confronto producibilità impianti solari ed eolici

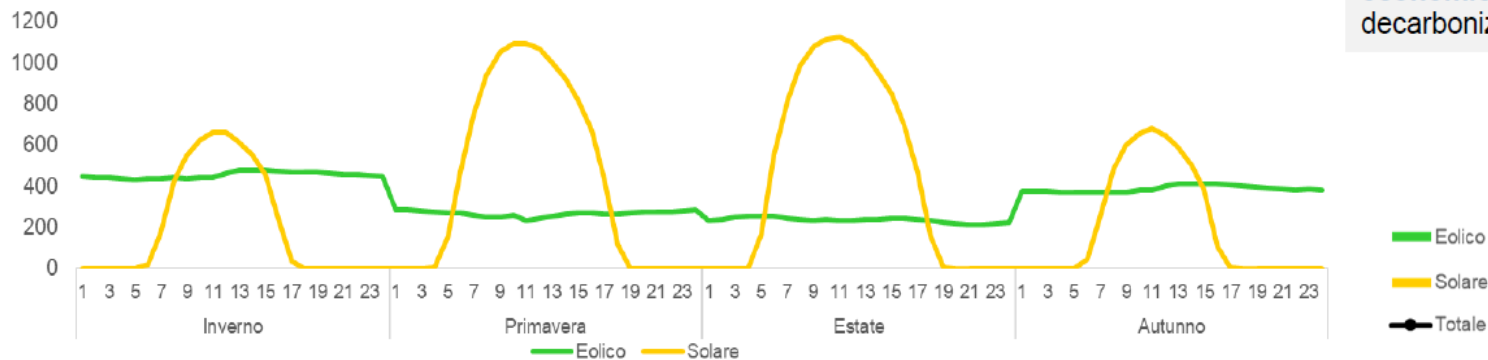
## Produzione mensile (GWh) per 1,8 GW di solare e 1 GW di eolico <sup>(1)</sup>, zona Sud



Solare ed eolico presentano profili di produzione molto diversi tra loro e **fortemente complementari**.

Un **giusto mix** delle due risorse può portare **vantaggi dal punto di vista tecnico ed economico** in un'ottica di decarbonizzazione del sistema

## Media oraria stagionale (GWh) per 1,8 GW di solare e 1 GW di eolico, zona Sud



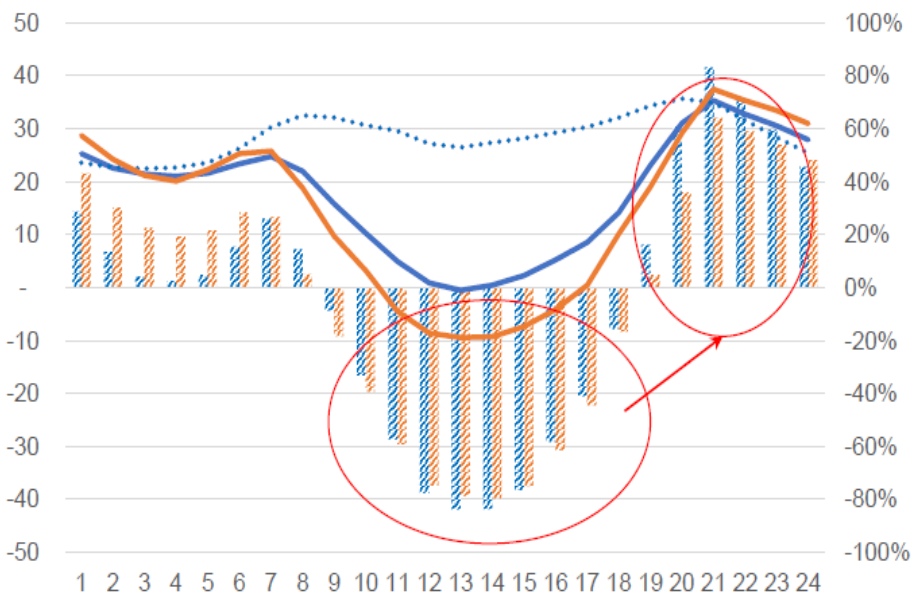
La complementarietà e le criticità di queste due risorse **richiedono un equilibrato mix quantitativo delle loro produzioni**, poco compatibile con la libera iniziativa e convenienza imprenditoriale.

# CRITICITÀ E LIMITI DELLA FONTE SOLARE

**La produzione elettrica fotovoltaica, è disponibile solo nelle ore centrali del giorno.  
 il pieno utilizzo della stessa necessita di stoccaggi, mediante tecnologie di accumulo.  
 L'energia stoccata è resa disponibile nei momenti di maggior bisogno.**

## Carico residuo<sup>(1)</sup> (GWh) e movimentazioni accumuli (%) medi

Mese di maggio



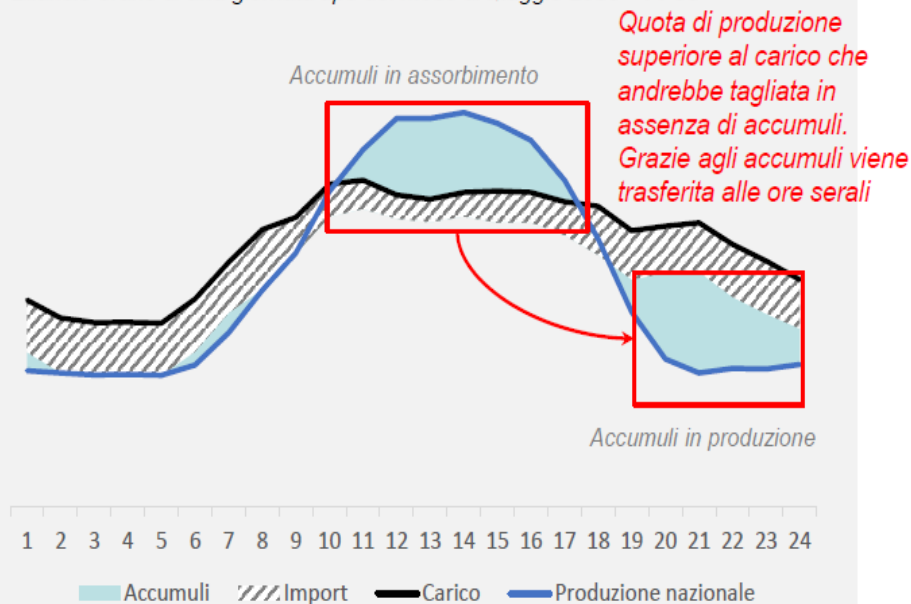
▨ Movimentazioni accumuli 2030 (% , dx)    ▨ Movimentazioni accumuli 2040 (% , dx)  
— Carico residuo 2030    ••••• Carico residuo 2019  
— Carico residuo 2040

Stima hheq in assorbimento scenario 2030

Accumuli nuovi (Sud): 2,200 hheq <sup>(2)</sup>

Pompaggi esistenti (Nord) : 720 hheq <sup>(3)</sup>

Bilancio orario di una giornata tipo del mese di Maggio 2030 – FF55

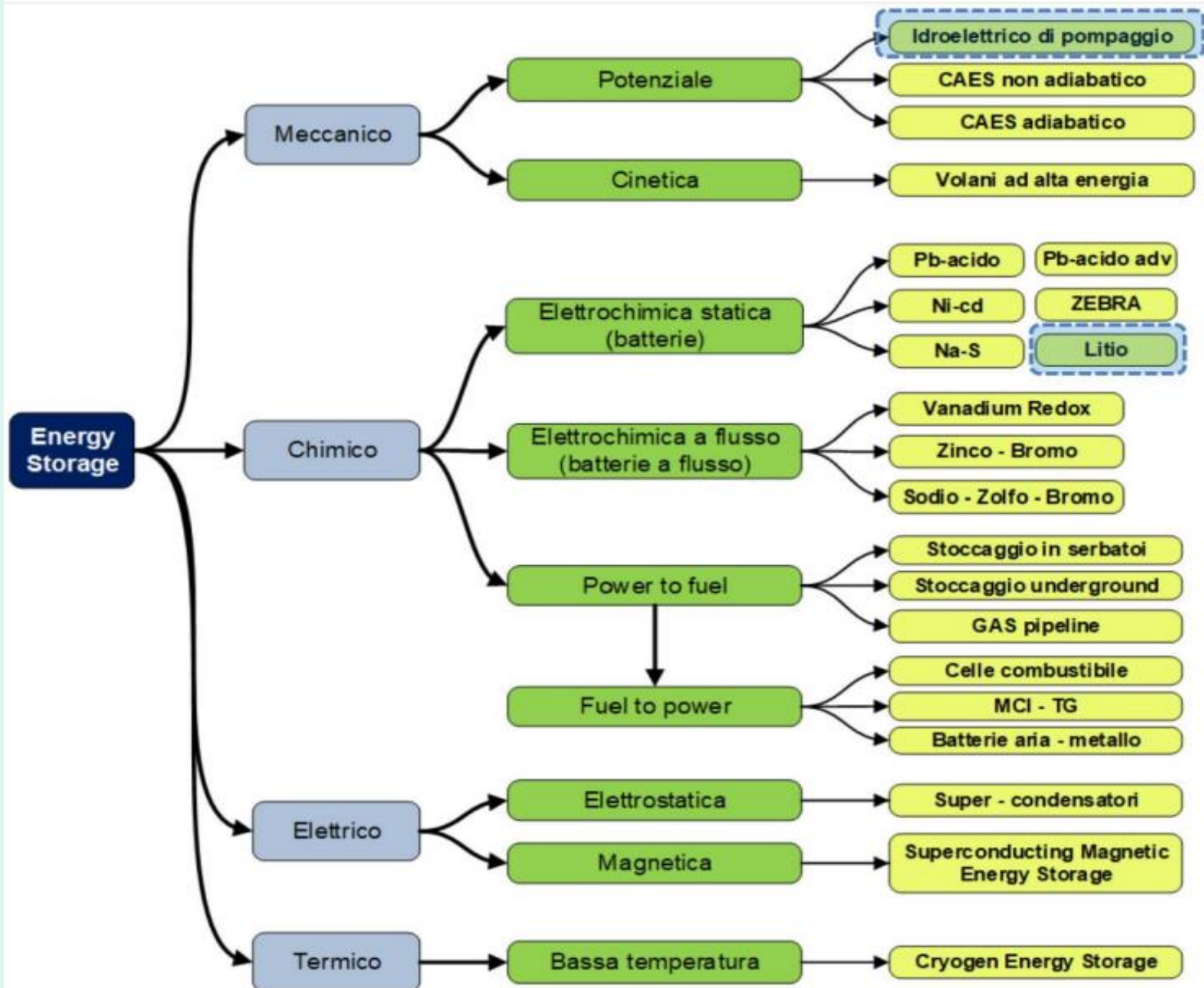


**Energy shifting:** gli accumuli contribuiscono allo **spostamento del carico** assorbendo energia durante le ore centrali della giornata caratterizzata da abbondante produzione solare e rilasciandola durante quelle serali quando il carico è più alto a fronte di una produzione FER (principalmente solare) nulla.

(1) Calcolato sottraendo al carico la produzione solare ed eolica

(2) Ore di funzionamento per i nuovi accumuli con E/P=8h collocati al Sud (3) Ore di funzionamento per i pompaggi esistenti collocati al Nord. Nel 2019 le hheq per i pompaggi al Nord sono state circa 260.

# Classificazione dei metodi di accumulo dell'energia

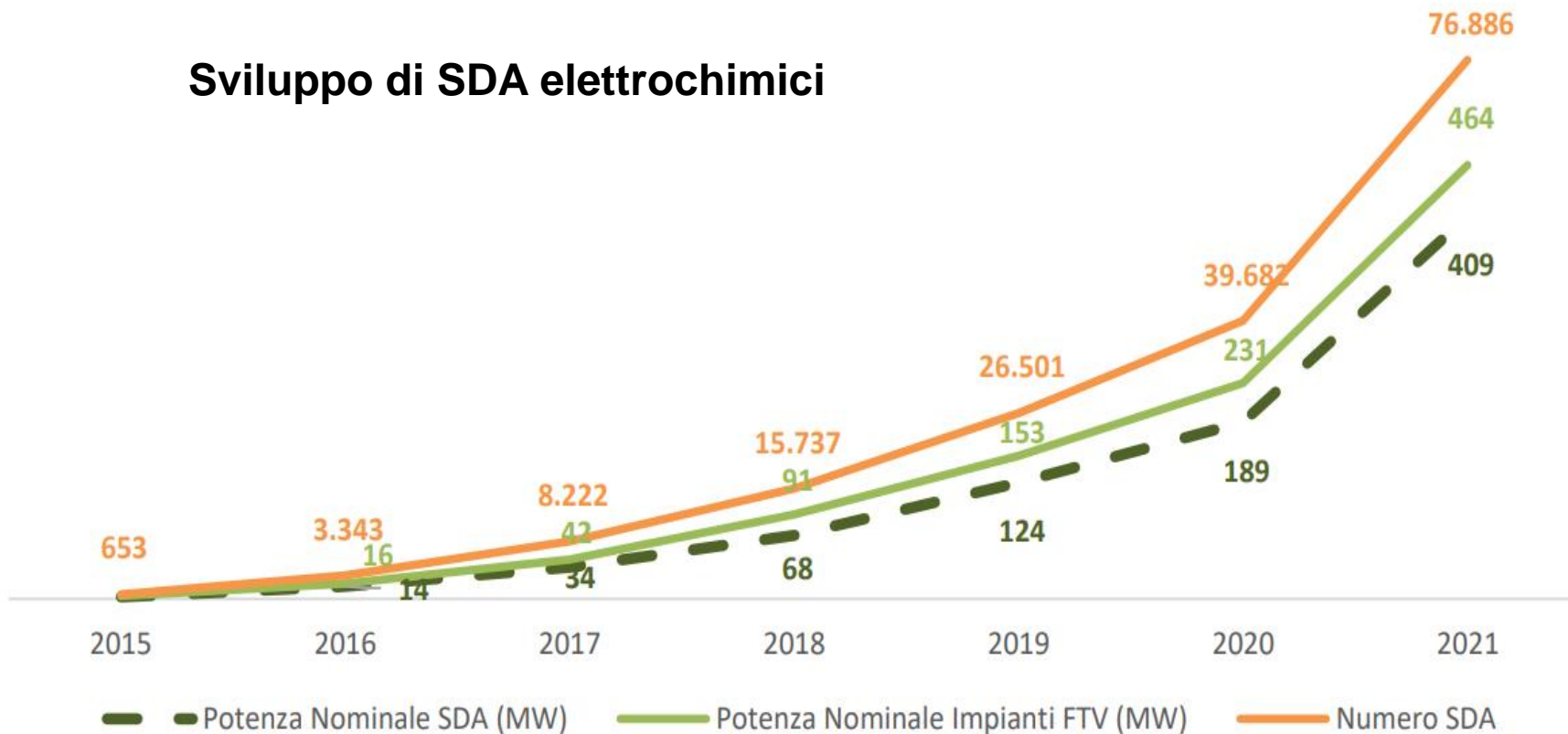


# SISTEMI DI ACCUMULO (SDA) PER SERVIZIO ELETTRICO

Sistemi funzionali ed economici utilizzati per lo stoccaggio elettrico:

- **elettrochimici** (*batt. ioni di Litio*): per impianto FV o pronto intervento Rete TN
- **idroelettrici a pompaggio**: per i Servizi di rete gestiti da Terna SpA

## Sviluppo di SDA elettrochimici



Fonte: elaborazioni GSE su dati Terna, GSE

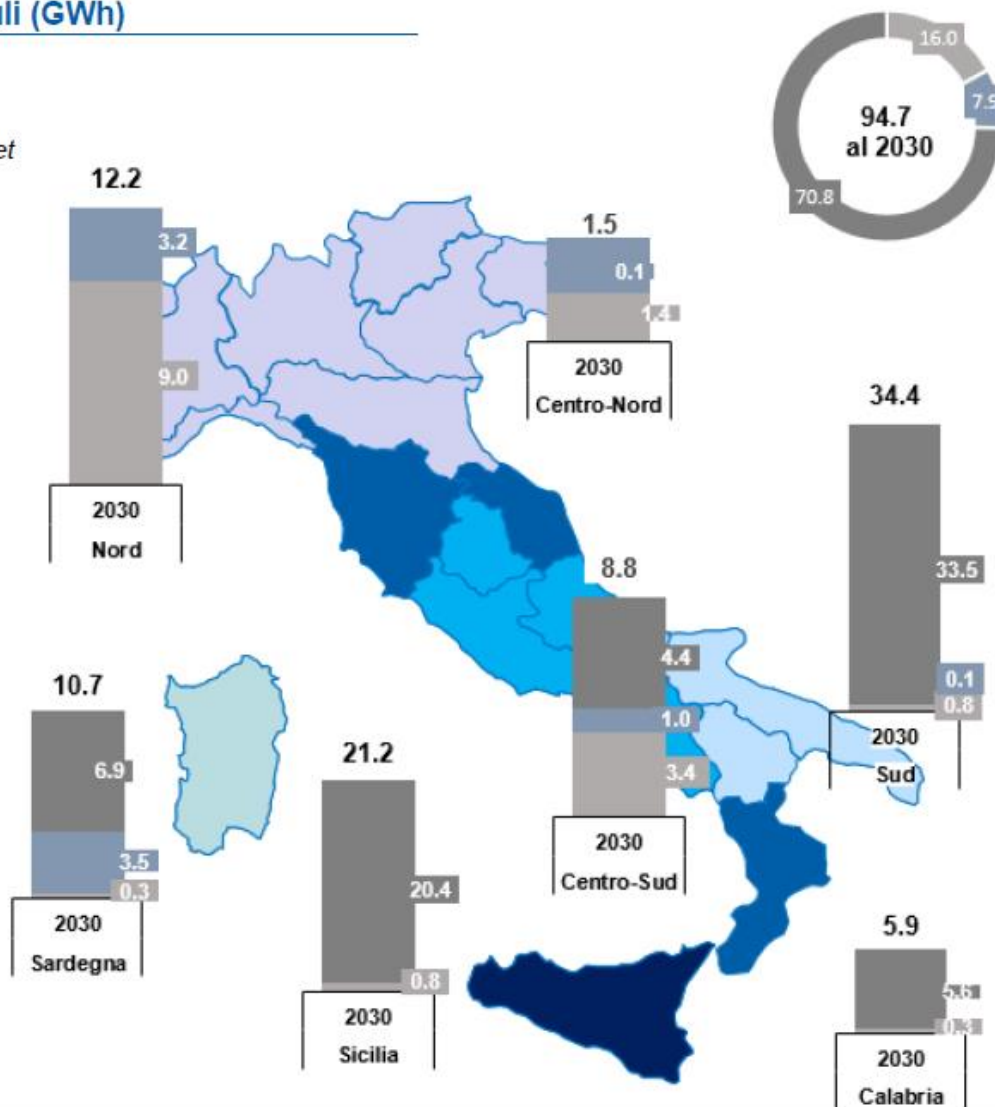
**La potenza SDA el. chim. connessa prevalentemente a piccoli e medi impianti FV ha raggiunto quasi 2500 MW nel 2023, oltre ai 60 MW gestiti da Terna per i servizi di rete.**

# Focus FF55 : Accumuli necessari al 2030

## Accumulo per zona di mercato al 2030

### Capacità installata accumuli (GWh)

- Accumuli Small-Scale
- Accumuli Capacity Market
- Accumuli Utility-Scale



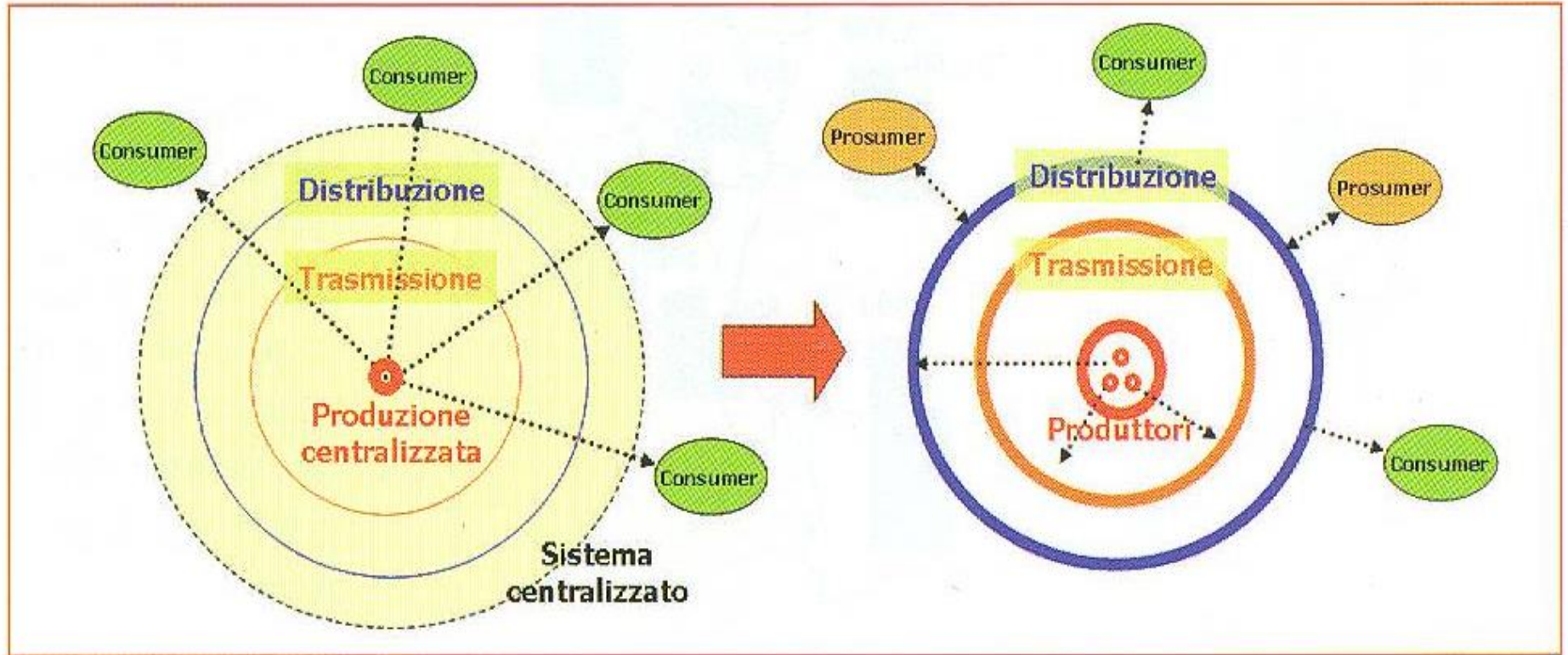
**Totali:**

**~ 71 GWh**  
su impianti  
a grande scala

**16 GWh**  
su impianti  
rooftop

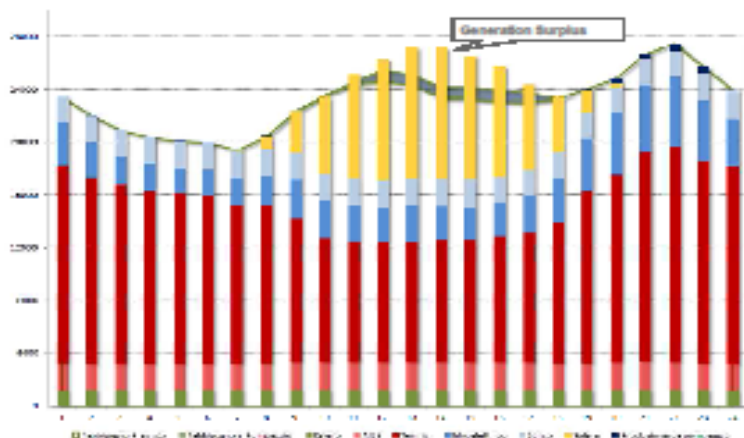
**~ 8 GWh**  
aste di mercato

# L'IMPATTO SULLA RETE ELETTRICA DELLA GENERAZIONE DISTRIBUITA



La rete elettrica, a suo tempo concepita per una produzione **centralizzata** (con *trasmissione radiale in Alta Tensione e distribuzione unidirezionale in Media e Bassa tensione*) **accoglie oggi produzioni FER distribuite sulla stessa. Ora questa viene alimentata anche da punti periferici**, con possibili inversioni dei flussi di energia e sovraccarichi su tratti di rete debolmente strutturata; **condizioni che possono mettere a rischio la sicurezza del servizio.**

# Adeguatezza del sistema



**Produzione convenzionale**  
-Regolazioni  
-Riserve  
-Vincoli  
**Programmi di scambio tra aree**  
**Generazione distribuita**

**Carico + Perdite**

**Il sistema elettrico richiede un rigoroso equilibrio tra l'energia prodotta e quella consumata per mantenere tensione e frequenza entro i limiti funzionali e contrattuali. Gli stoccaggi di eccedenti produzioni FV costituiscono anche riserve d'obbligo per i servizi di rete, a cui è ispirata la nuova normativa (Leggi n. 8/2020 e n. 15/2022)**

# IL MERCATO ELETTRICO

è sede delle transazioni telematiche di domanda e offerta dell'energia elettrica

Esso si articola in:

- **Mercato del Giorno Prima – MGP (\*)**
- **Mercato infra giornaliero - MI (\*)**
- **Mercato per il Servizio di Dispacciamento (\*\*) –MSD – MB**

La rete di trasmissione è il mezzo che consente la consegna dell'energia commercializzata, imponendo **vincoli di rete**.

**Terna (TSO) si approvvigiona nel MSD delle risorse necessarie al controllo e risoluzione delle congestioni zionali di rete, alla creazione delle riserve di energia e ai bilanciamenti in tempo reale.**

*(\*) Nel **MGP** e **MI** produttori, grossisti e clienti finali, nonché Acquirente Unico (AU) e Gestore dei Servizi Energetici (GSE) acquistano e vendono all'ingrosso partite di energia elettrica per il giorno successivo, gestite dal Gestore dei Mercati Energetici (GME) che definisce i prezzi di equilibrio dell'energia negoziata.*

*(\*\*) **Dispacciamento**: gestione dei flussi di energia nella rete di trasmissione, per equilibrare domanda e offerta.*



## SERVIZI DI RETE: regolazione e bilanciamento gestiti dal TSO Terna

Obiettivo	Servizio	Approvvigionamento
Risposta a variazioni di frequenza	Regolazione primaria	<b>Obbligatorio</b> - <b>Automatismo</b> entro secondi
Controllo degli scambi di potenza alla frontiera e ristabilimento frequenza nominale	Riserva secondaria (Capacità)	Negoziato su MSD ex-ante
	Riserva secondaria (Utilizzo)	Attivato su MB - <b>Automatismo</b> entro decine di secondi
Ripristino secondaria	Riserva Terziaria (Capacità)	Negoziato su MSD ex-ante
	Bilanciamento (Utilizzo)	Attivato su MB - <b>Manuale</b> entro minuti/decine di minuti

# Criticità della generazione elettrica distribuita (conclusioni)

**La generazione distribuita FER ha rivoluzionato in pochi anni la produzione elettrica creando problemi gestionali al relativo sistema:**

- **Da grosse produzioni connesse in alta tensione, a tante produzioni diffuse nelle reti di media e bassa tensione;**
- **Da centrali di generazione programmabili a generatori con produzioni discontinue e non programmabili;**
- **Da produzioni dotate di ampia gamma di servizi di rete (regolazioni automatiche di frequenza, inerzia a brusche variazioni del carico) a produzioni prive o con limitate possibilità di tali servizi;**
- **Da produzioni regolabili in tempo reale a produzioni poco programmabili dal gestore della rete.**

**La nuova normativa (Leggi n. 8/2020 e n. 15/2022) prevede di ridurre i rischi di instabilità e di qualità del servizio elettrico mediante:**

- **Adeguamenti e innovazioni per le reti di trasmissione /distribuzione**
- **Incrementi di produzioni FER con obblighi di accumulo e di servizi di rete (*storage e relativa programmabilità*)**
- **Comunità Energetiche da Fonti Rinnovabili, con accesso al mercato dell'energia per  $P = 1$  MW e sviluppo di sistemi di controllo automatizzato delle stesse.**



***Grazie per l'attenzione !!!***

**I generatori fotovoltaici sono statici e privi di inerzia, perciò non sostengono improvvise variazioni di carico.**

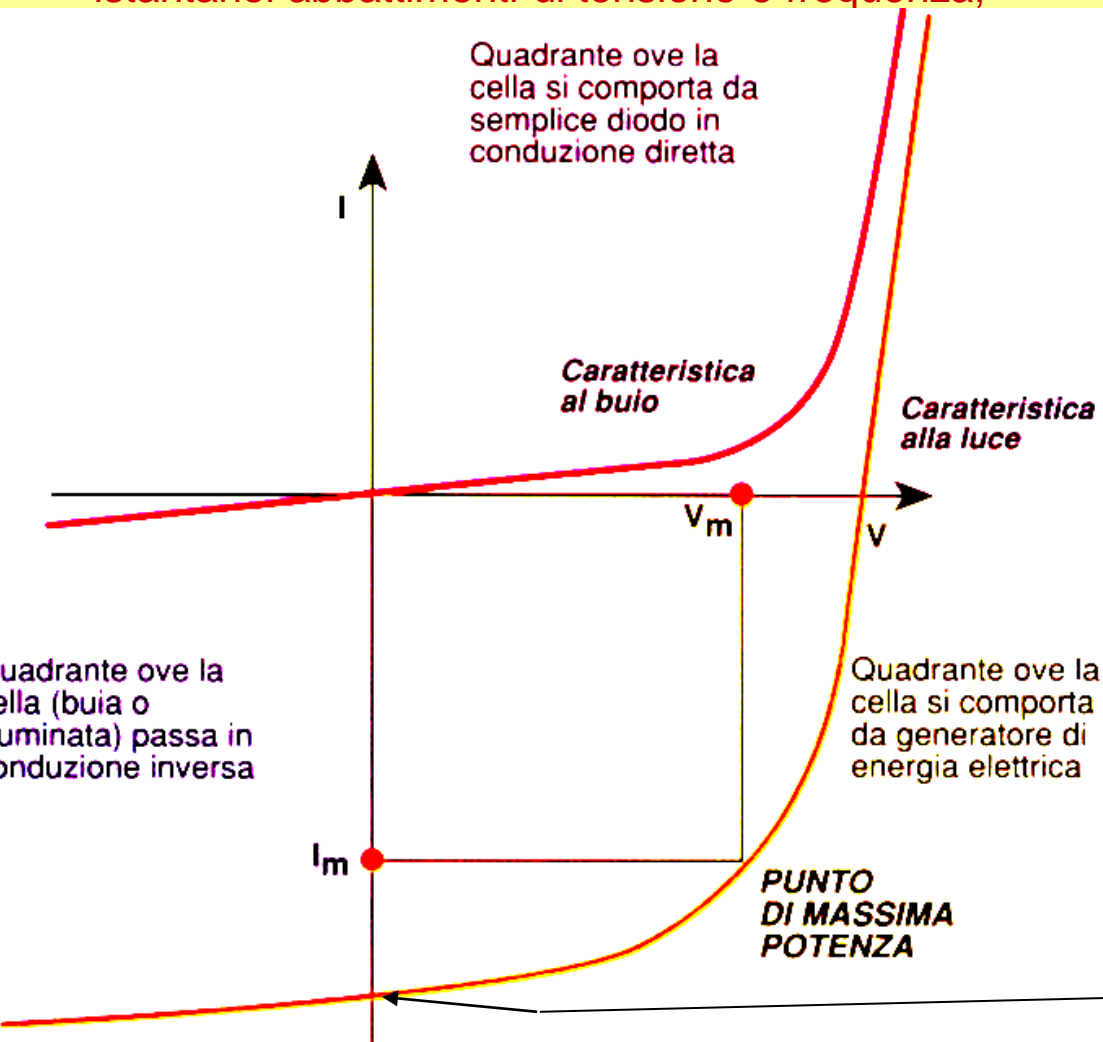
Sovraccarichi e corto circuiti, producono istantanei abbattimenti di tensione e frequenza,

L'inerzia delle masse rotanti negli impianti di generazione tradizionali permette di superare le brusche variazioni di carico e dunque riduce le variazioni di frequenza



Icc generatori sincroni =  $\sim 5 I_n$   
Icc fotovoltaico =  $1,1 I_n$

**il generatore fotovoltaico ha corrente di corto circuito poco maggiore di quella di massima potenza, ma con tensione nulla**



**Caratteristica delle celle fotovoltaiche**

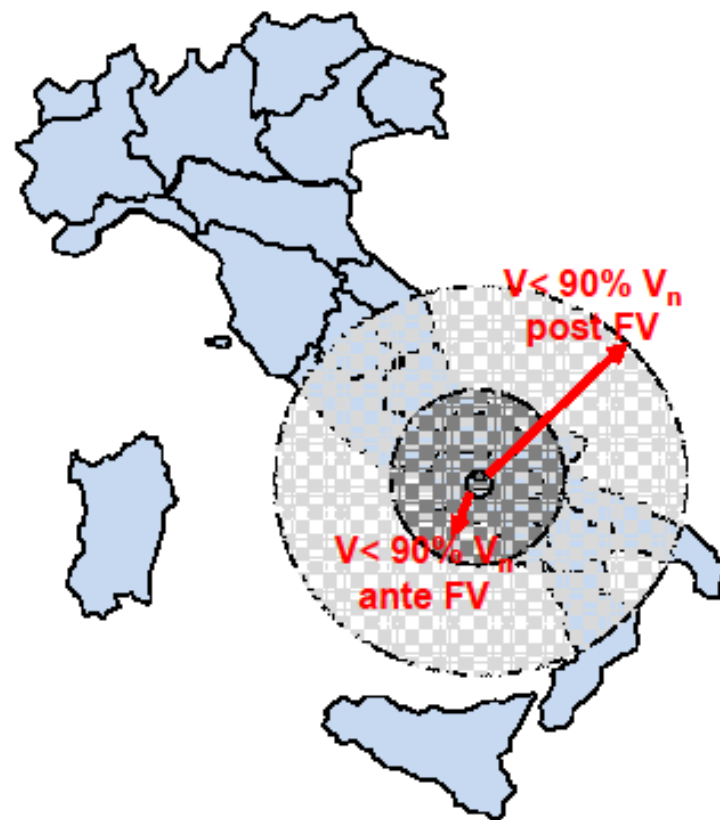
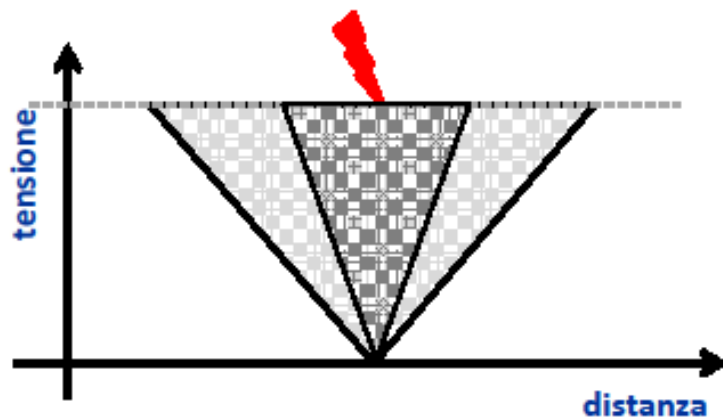
# L'impatto della Generazione Distribuita: la Tensione

Effetti di un cortocircuito nella rete a 380 kV

Icc generatori FV  $\approx 1,1 I_n$

Icc generatori sincroni  $\approx 4 \div 5 I_n$

La sostituzione di generatori rotanti con generatori FV diminuisce le correnti di cortocircuito (Icc) ed allarga l'area di disturbo in tensione

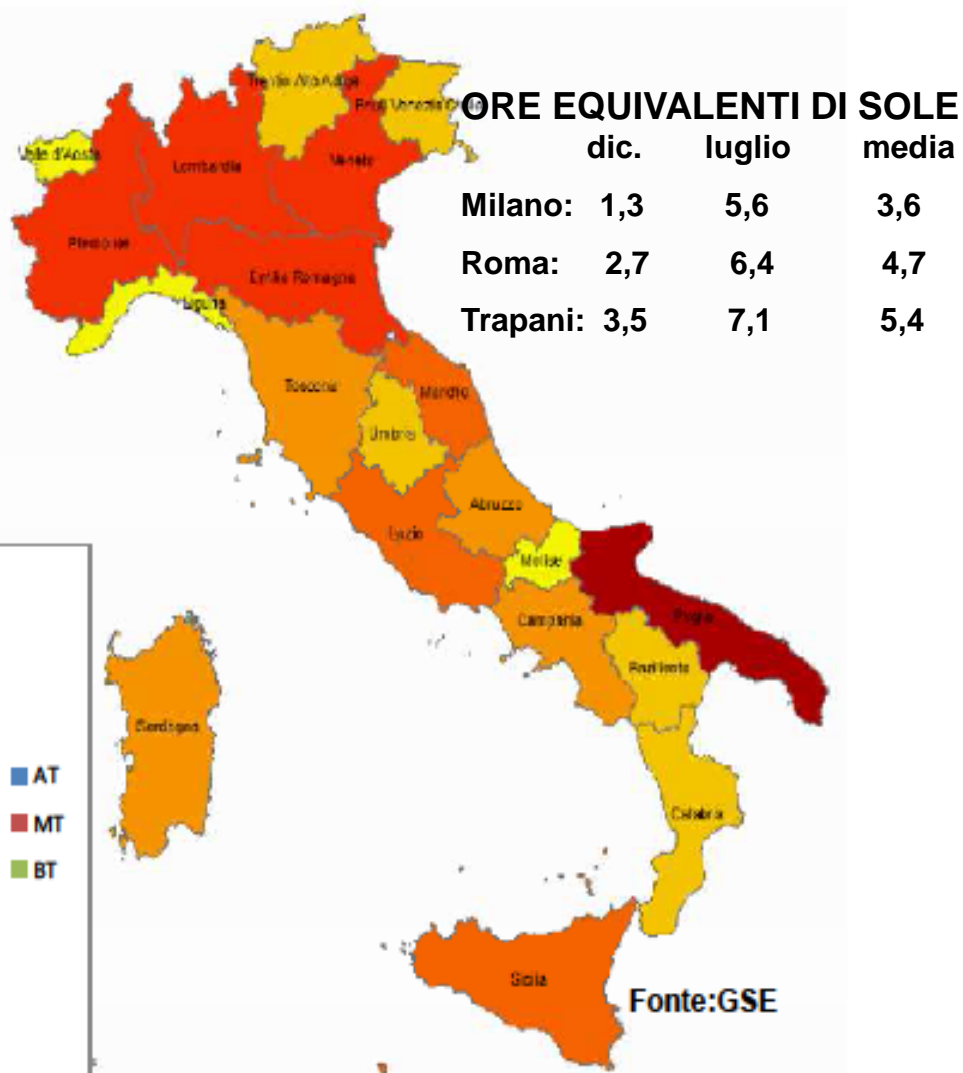
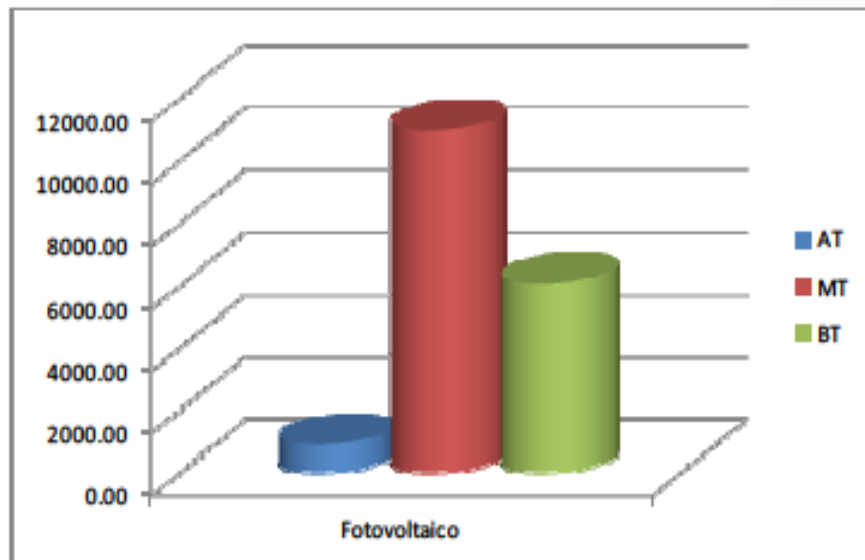


Nel caso di corto circuito su rete AT, la notevole presenza di generazione fotovoltaica estende notevolmente l'area di abbattimento della tensione nominale sotto il limite contrattuale (-10%) con possibili distacchi automatici di carico e relativi disservizi.

# L'impatto della Generazione Distribuita: il Fotovoltaico

☐ L'intensità del colore nella mappa indica la **concentrazione in potenza** della generazione fotovoltaica

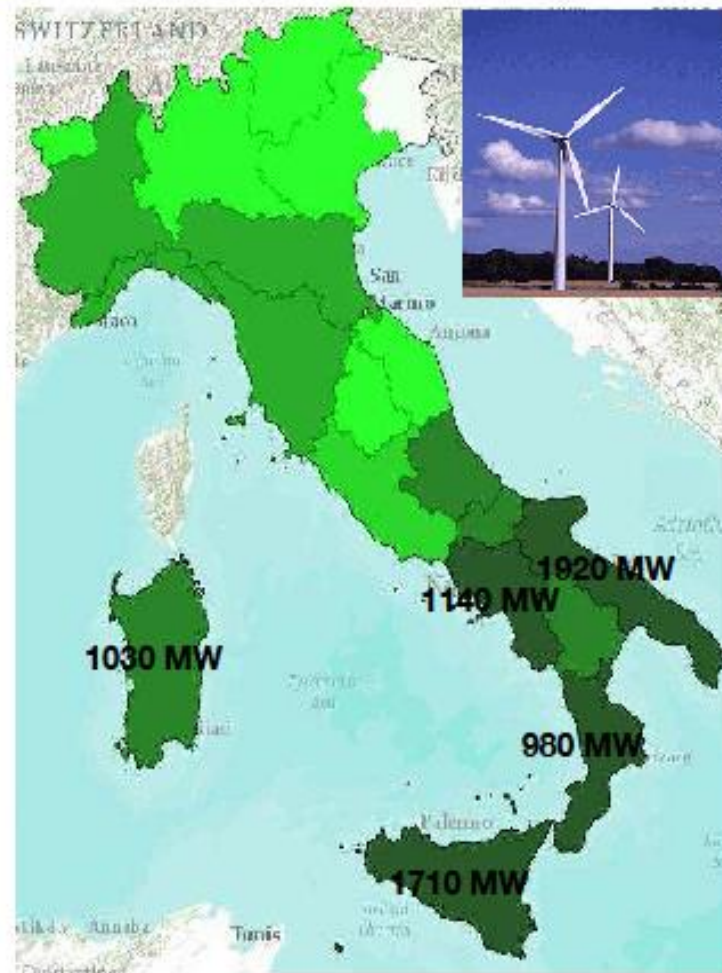
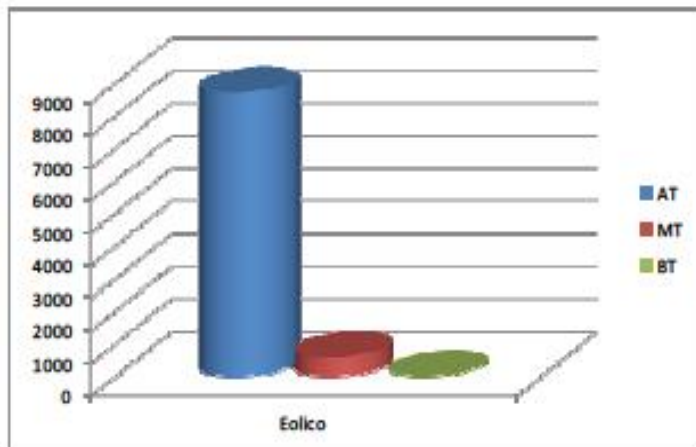
☐ Circa **900 MW** su AT



**Potenti impianti fotovoltaici in Puglia distribuiti su debole rete MT**

# L'impatto della Generazione Distribuita: l'eolico

- L'intensità del colore nella mappa indica la **concentrazione in potenza** della generazione eolica
- Potenza installata circa **8000 MW** soprattutto nel Sud Italia
- Il **92%** degli impianti sono connessi alle reti 150/132 kV

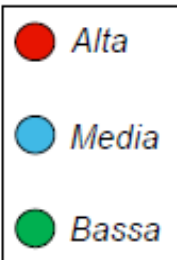
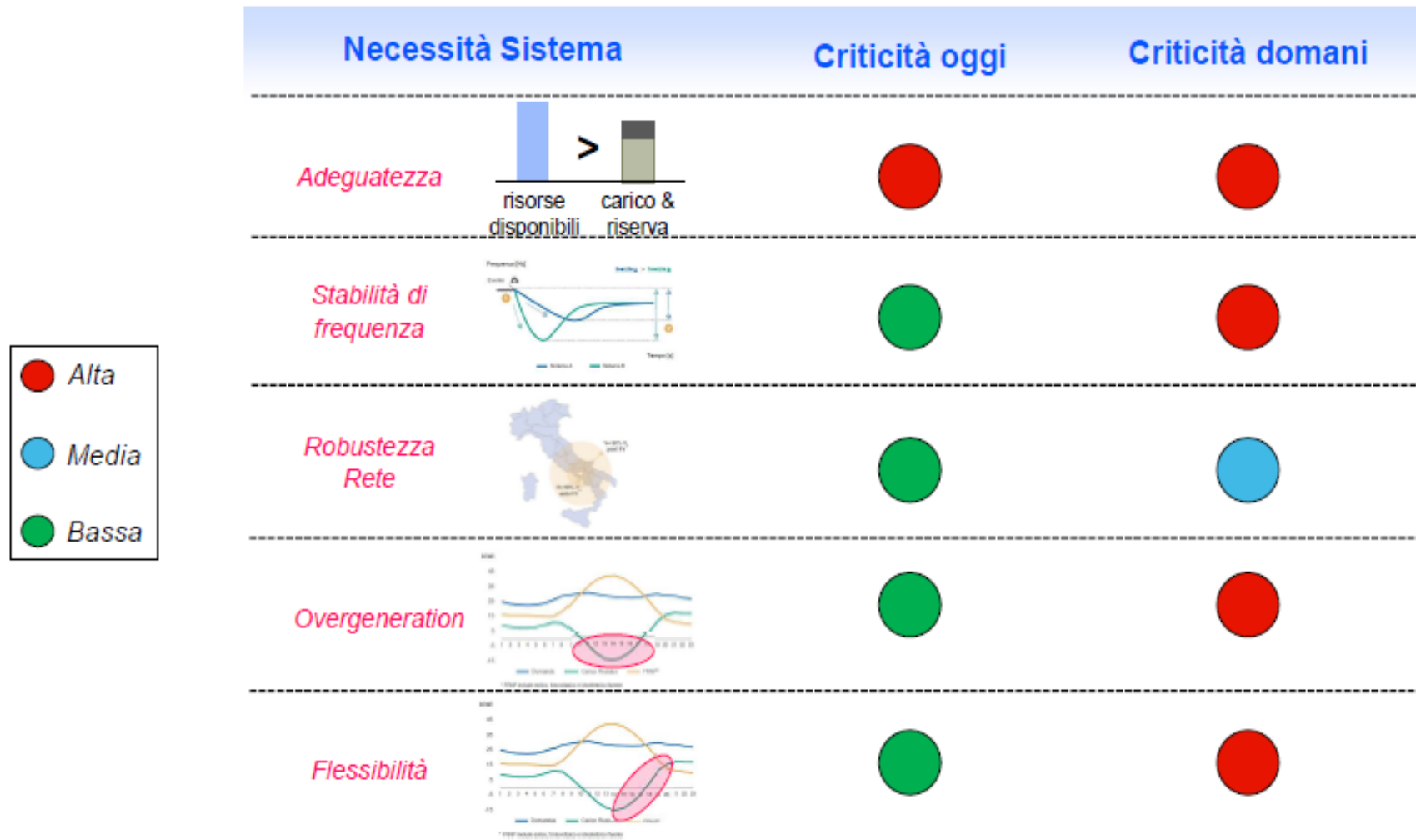


Fonte: Terna

**L'energia da impianti eolici ha raggiunto, nel sud e isole, dimensioni simili a quelle di diverse grosse centrali termiche; la sua immissione prioritaria in rete, non sempre programmabile, può dar luogo a sovraccarichi e a squilibri.**

# Effetti della transizione sui fondamentali di sistema

Fonte Enel



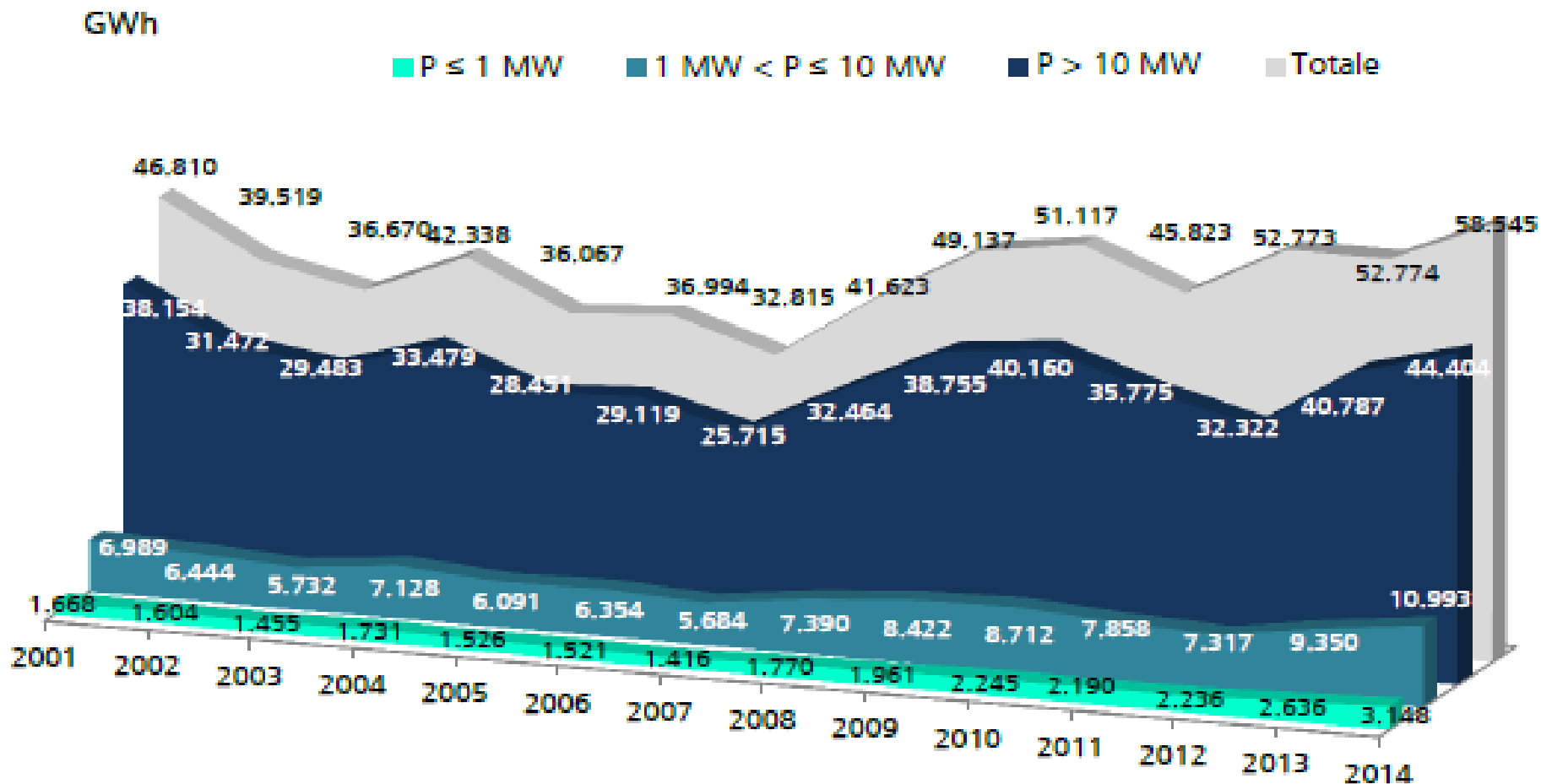
Per evitare le criticità previste, lo sviluppo di FER NP richiede un'ampia gamma di servizi ancillari (*riserve prim. sec. terz., dispacciamento, ecc.*) e una adeguata evoluzione del parco di generazione e della rete.



# IMPATTI AMBIENTALI delle FER: l'impatto idroelettrico

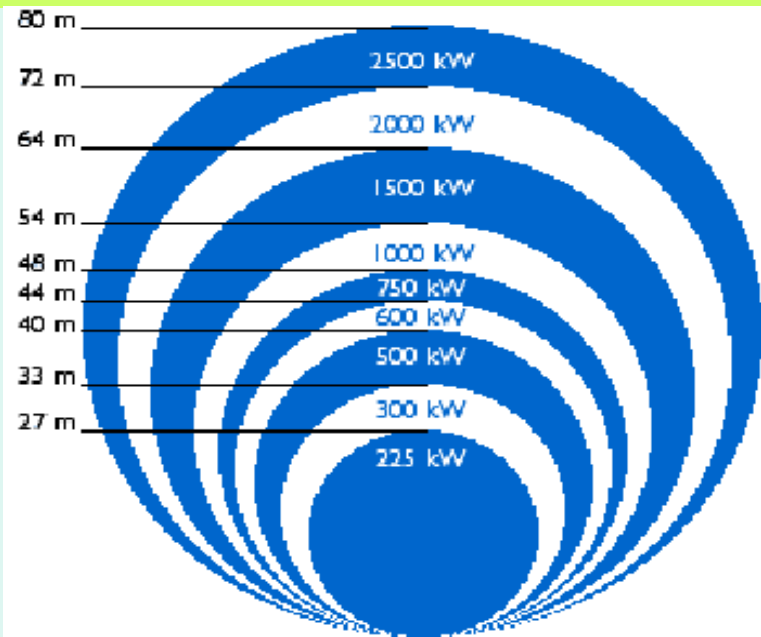
Produzione idroelettrica 2001 – 2014 (fonte GSE)

Secondo classe di potenza

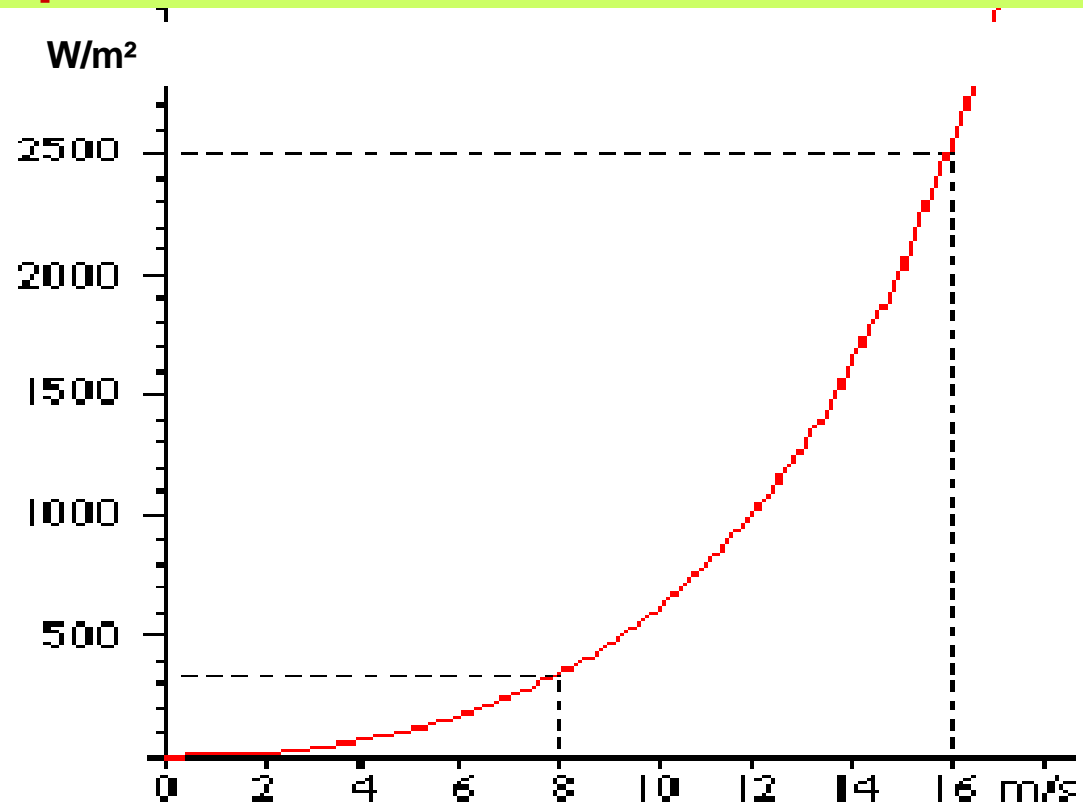


I forti incentivi 2007 - 2008 hanno incrementato la produzione idroelettrica principalmente col potenziamento degli impianti esistenti (*nuove captazioni e nuove macchine*) e con numerosi nuovi piccoli impianti, lesivi dell'ambiente montano e di modesta produttività.

# Caratteristiche della produzione anemoelettrica



Diametri dei rotori e potenze degli aerogeneratori

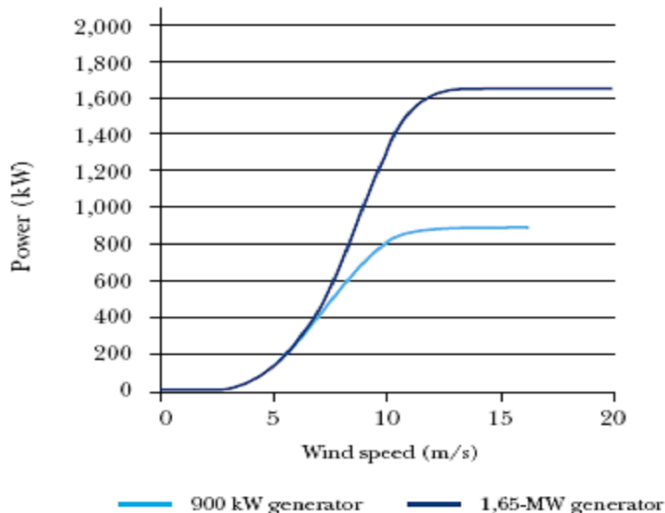


Potenza eolica estraibile dal vento, per unità di area spazzata dal rotore, in funzione della velocità del vento:  $V$

**A velocità doppia si ha una potenza otto volte maggiore.**

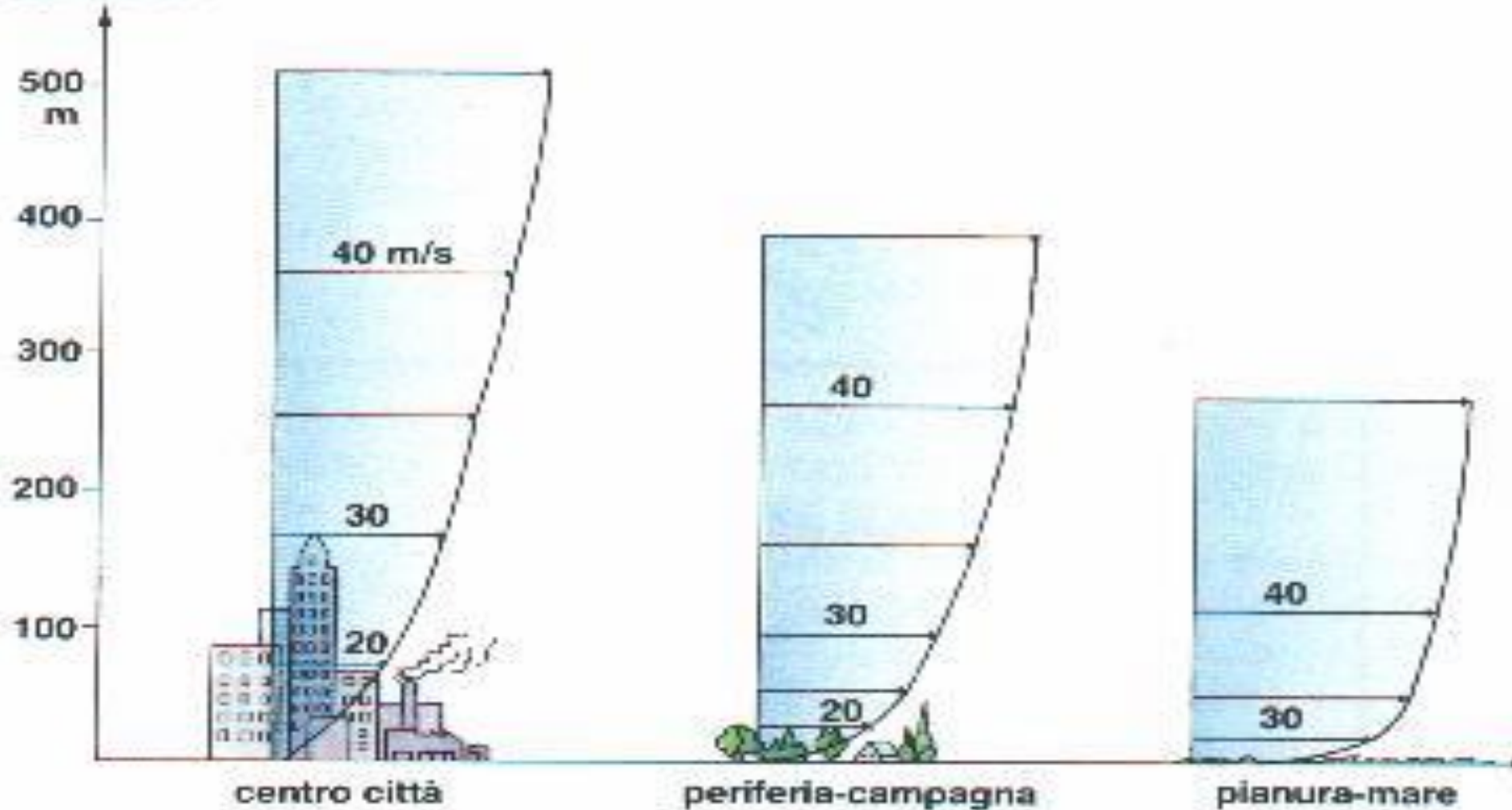
La **potenza estraibile dal vento** è direttamente proporzionale alla densità dell'aria, all'area d'azione del rotore ed **al cubo della velocità del vento**.  $P = 0,59 \times 1,22 \times A \times V^3$  dove 0,59: limite di Betz; 1,22: densità aria s.l.m; A: area rotore (m<sup>2</sup>); V: m/s

Power curves



Le rugosità del suolo frenano la velocità del vento; perciò, si usano preferibilmente **zone sommitali** e si tende ad **abbattere la vegetazione d'alto fusto** circostante l'impianto

altezza  
dal suolo



# Impatti ambientali delle installazioni eoliche



Gli sbancamenti necessari per la realizzazione di:

- basamenti,
  - strade d'accesso
  - posa dei cavi elettrici,
- possono produrre dissesti idrogeologici anche a lungo termine** quando realizzati in zone montane.
- 

La connessione degli impianti alla rete elettrica avviene normalmente:

- in media tensione** per potenze fino a ~ 5 MW (con cavo interrato o elettrodotto aereo)
- in alta tensione** per potenze superiori (elettrodotto aereo).

**Costruzione di basamento in cemento armato per torre eolica.**



Cantiere di costruzione del basamento di una media torre eolica

# STRADA REALIZZATA PER IMPIANTO EOLICO



# IMPATTI PER LA COSTRUZIONE DI UNA TORRE EOLICA

- Sbancamenti per fondazione: da 600 a 1000 m<sup>3</sup>
  - Calcestruzzo necessario per basamento:
    - 900 - 1500 ton (on shore)
    - 2000 - 3000 ton (off shore)
  - n. 180 – 300 viaggi betoniera da 5 ton (per basamento on shore):,
  - n.20- 40 viaggi per materiali da costruzione:
- Trasporto componenti (gru, settori torre, navicella e pale) con mezzi stradali pesanti, autoarticolati o elicotteri

## **Impatti derivanti da opere accessorie:**

- Costruzione o ampliamento strade d'accesso (sbancamenti che destabilizzano i versanti montani)
- Scavo trincee per cavidotti (destabilizzazione dei suoli)
- Stazione di trasformazione MT/AT ed elettrodotti AT



EVENTI ACCIDENTALI





# IMPATTO DEGLI IMPIANTI EOLICI (sintesi)

**Le grandi torri eoliche** (*altezze fino a 100 m - rotori di 60 - 80 m Ø preferibilmente installate in zone sommitali e visibili a grandi distanze*) **alterano il paesaggio e possono arrecare i seguenti disturbi e rischi:**

- **Disturbi visivi:** - *ombre e luci intermittenti, quando la luce solare è intercettata dalle pale in rotazione*
- **Disturbi acustici:** *fruscio (Whoosh ciclico) udibile a diverse centinaia di metri*
- **Disturbi alle radiocomunicazioni:** *i rotori in movimento interferiscono coi radar*
- **Dannosi per l'avifauna:** *specialmente in zone di passo migratorio*
- **Diminuiscono il valore di case e terreni circostanti**
- **Rischio di dissesto idrogeologico per sbancamenti e scavi di strade e fondazioni**
- **Rischio di incidenti** (*incendi nelle navicelle, cedimenti strutturali*)
- **Rischio di abbandono degli impianti meno produttivi a fine incentivazione** (*rischio concreto visto l'elevato numero d'impianti a bassa produttività, insostenibili senza incentivi*)

# Impatti e benefici degli impianti fotovoltaici (Fonte: rapporto GSE 2015 )



impianto su autostrada (barriera acustica)



impianto a terra



impianto su capannone

**L'utilizzo di supporti a margine di strutture preesistenti per la posa di impianti FV può essere esteticamente e praticamente utile.**

**Impattante è invece la posa di impianti a terra su consistenti aree agricole, difficilmente recuperabili anche a fine vita d'impianto, date le modifiche strutturali necessarie e il consistente uso di erbicidi usati per tenere sgombra l'area da vegetazione.**

# Impatto ambientale dell fotovoltaico in montagna

Campo fotovoltaico in Val Ceno (Appennino parmense):



Non risulta che sia mai stata fatta una seria analisi costi / benefici per queste opere

# Impatto ambientale del fotovoltaico su aree agricole

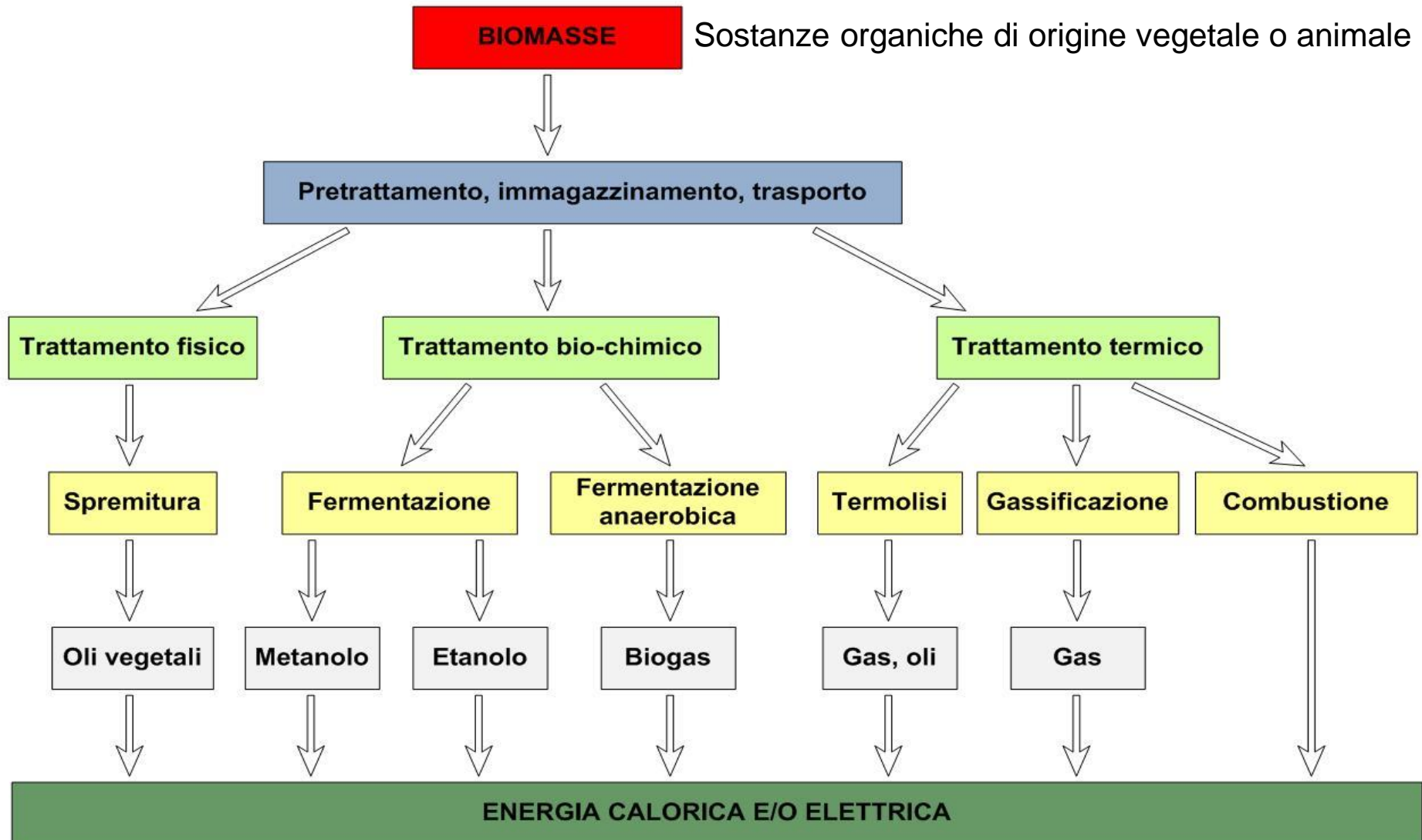
Campo fotovoltaico su fertile terreno in Polesine:  
e se avessero incentivato la produzione agricola?



Nuove concezioni di impianti FV su terreni agricoli, prevedono installazioni sopraelevate e distanziate in modo da consentire il passaggio di mezzi agricoli e coltivazioni sottostanti parzialmente ombreggiate

# Impatto degli impianti a biomassa

**Gli impianti a biomassa hanno impatti ambientali diversi secondo natura, provenienza, trattamento e uso della fonte d'energia**

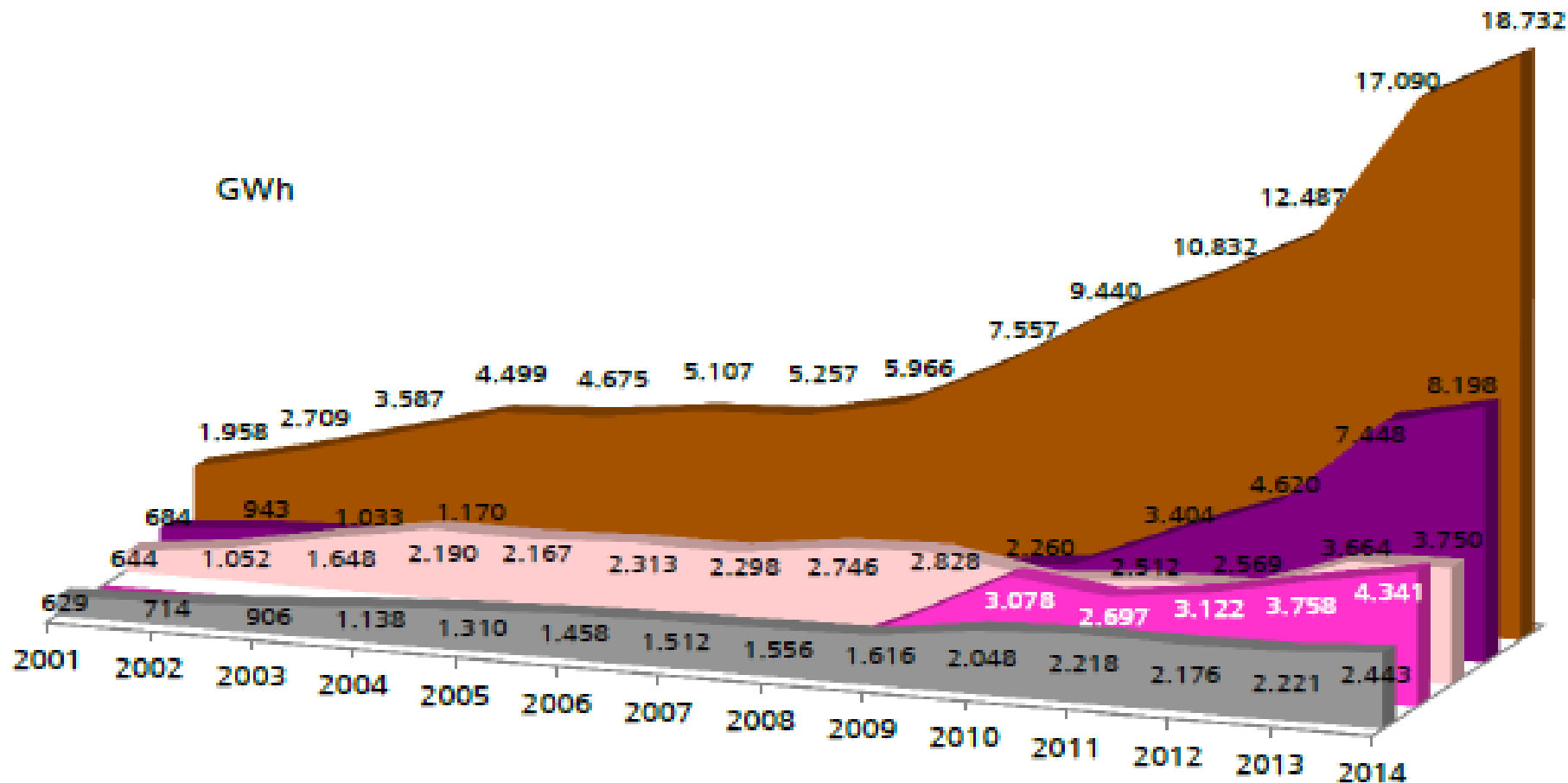


# Sviluppo della produzione elettrica da bioenergie

(fonte: Rapporto statistico GSE 2015)

■ RU bio ■ Bioliquidi ■ Altre biomasse ■ Biogas ■ Bioenergie

Lo sviluppo di impianti a bioliquidi, fu determinato dagli incentivi FER e dai bassi costi dell'olio di palma importato

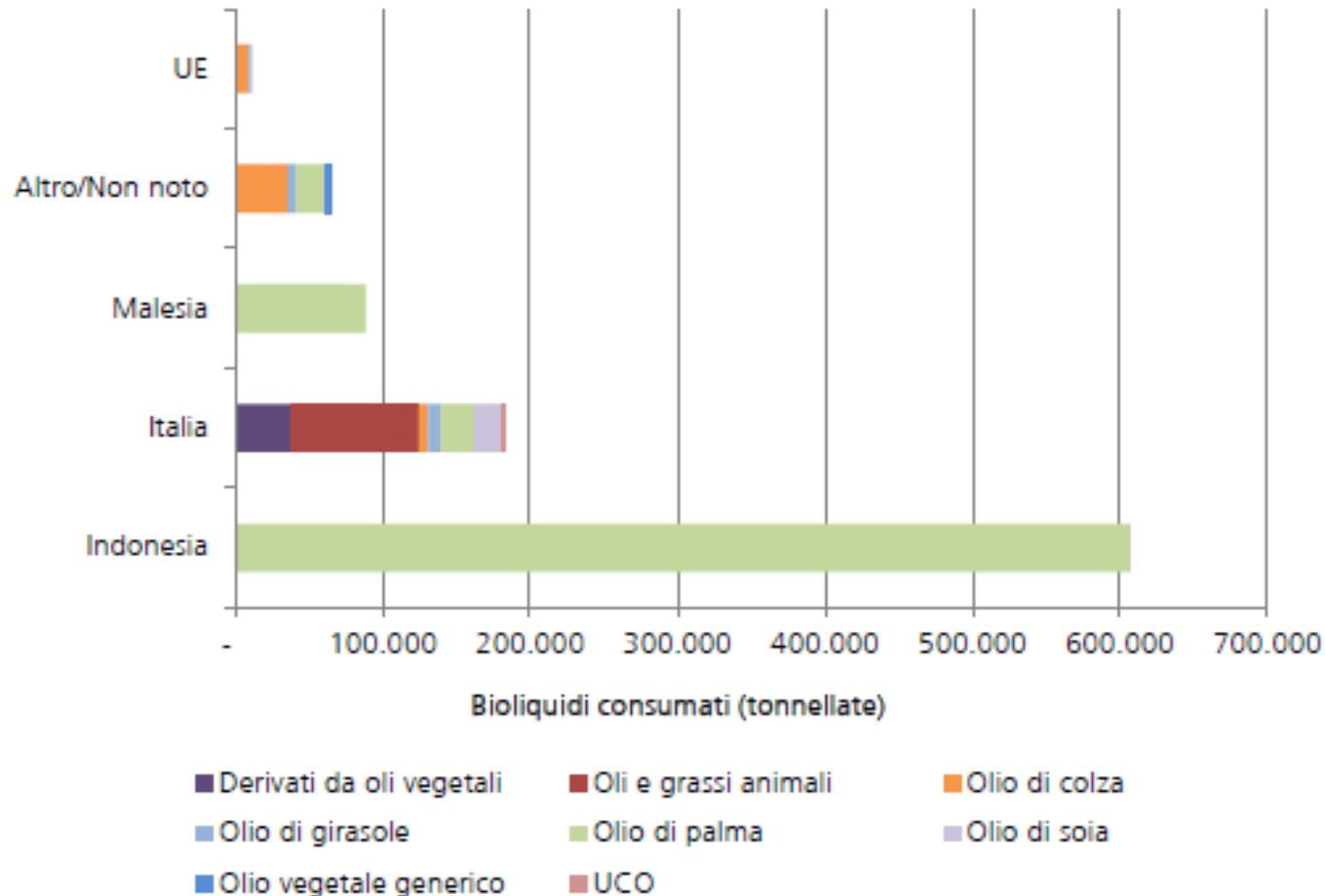


# Impatto degli impianti termoelettrici a bioliquidi

Gli impianti con  $P < 1$  MW impiegano grassi animali e oli di colza, girasole, soia, a filiera corta nazionale

“ “ “  $P > 5$  MW sono quasi totalmente alimentati con olio di palma del sud-est asiatico. (Fonte GSE)

Luogo di produzione dei bioliquidi sostenibili consumati in Italia per tipologia di bioliquido



**Per la “sostenibilità” locale, si produce un danno ambientale nelle foreste naturali indonesiane, ormai quasi soppiantate da monoculture di palmizi da olio, con relativa distruzione di preziosa biodiversità.**

# Impatto degli impianti a biomassa

**Le biomasse hanno contenuti energetici diversi in relazione alla loro natura**

**Dal rapporto tra peso-volume e l'energia estraibile si possono valutare i possibili impatti connessi a trasporti, magazzinaggio e trattamenti delle stesse:**

- per alimentare un fermentatore da 100 kW con solo letame bovino, occorrono gli apporti di 1000 capi adulti, quindi necessità di conferimenti da diverse aziende agricole e relativi impatti da trasporti .**
- Il potere calorifico del cippato è di 600 cal/mc, contro le 8500 cal/mc del gasolio; il contenuto energetico del cippato è 1/14 rispetto al gasolio**

**Per evitare antieconomicità e impatto di trasporto di grandi volumi, il cippato deve essere usato in prossimità del punto di raccolta !**

**Altre considerazioni sono inerenti le possibili emissioni o scarichi di prodotti secondari dei processi di fermentazione o combustione, che possono essere neutralizzati da corrette pratiche.**

**Notizie di dettaglio in merito, si possono trovare nel Rapporto commissionato dall'Autorità per l'Energia E.G. al Politecnico di Milano:**

**<http://www.autorita.energia.it/allegati/docs/13/RappPolitecnicoRinn.pdf>**