

**Tendenze recenti del sistema elettrico italiano e
impatto attuale e potenziale della crescita delle fonti
intermittenti.
Un possibile ruolo per l'energia dal mare?**

Francesco Gracceva (ENEA)

Promoting innovative cLusters and nEtworks for mArine renewable energy synerGies in
Mediterranean cOasts and iSlands (PELAGOS)

CAPACITY BUILDING ON MARKETS AND MRE TECHNOLOGY APPLICATIONS

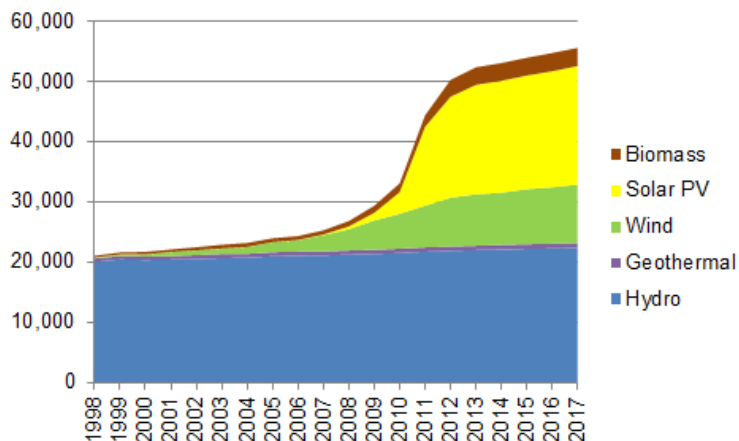
Energie Rinnovabili Marine: Progresso tecnologico, prospettive e trend nel mercato delle
tecnologie pulite

17 APRILE 2018 - ENEA

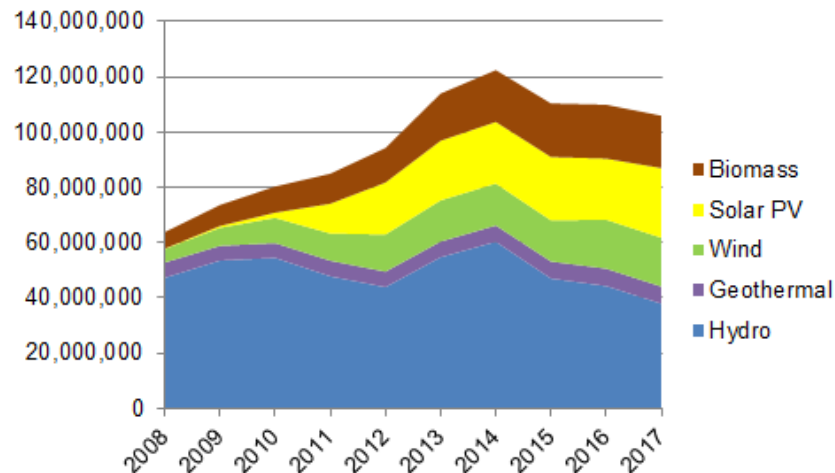
- 1. Evoluzione recente del sistema elettrico italiano e traiettoria del sistema verso un sistema low-carbon**
2. Potenziali criticità legate alle fonti rinnovabili non programmabili: teoria e dati storici
3. Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon. Un ruolo per l'energia dal mare?

Evoluzione recente del sistema elettrico italiano e traiettoria del sistema verso un sistema low-carbon (1/2)

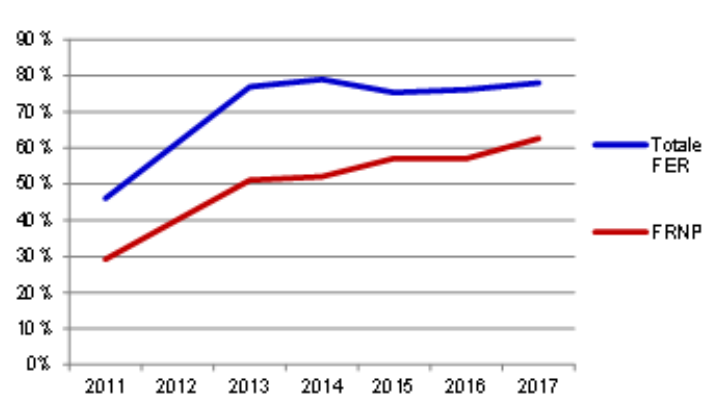
Capacità installata FER 1998-2017



Generazione elettrica da FER 2008-2017

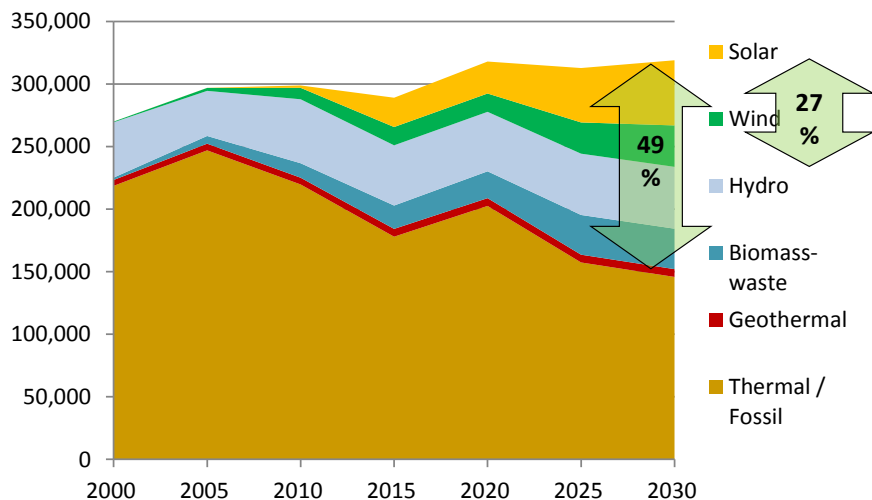


Massima penetrazione dell'insieme delle fonti energetiche rinnovabili e delle FRNP (in % della domanda)



Evoluzione recente del sistema elettrico italiano e traiettoria del sistema verso un sistema low-carbon (2/2)

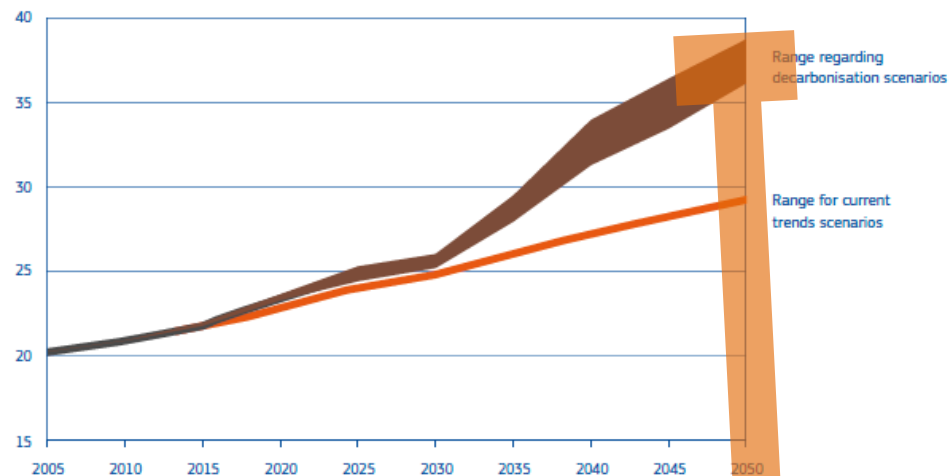
Traiettoria sistema elettrico italiano 2030



E3MLab & IIASA, December 2016

% elettricità su domanda finale di energia UE 2050

Graph 2: Share of electricity in current trend and decarbonisation scenarios (% of final energy demand)



EC, Energy Roadmap 2050

	2005	2050
Fonti rinnovabili	14.3%	49-83%
Eolico + Solare	2.2%	32-65%

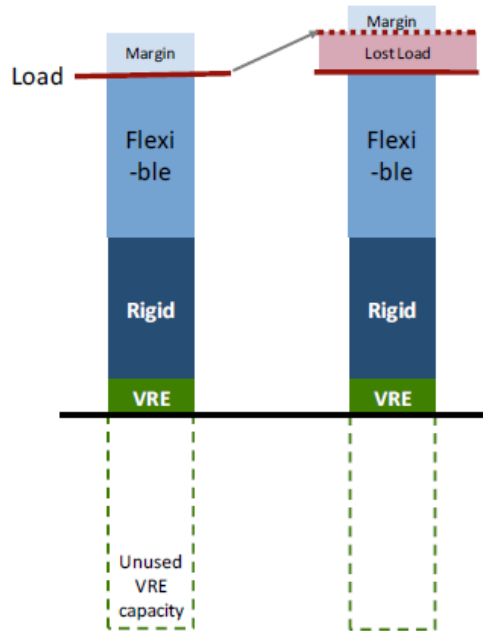
1. Evoluzione recente del sistema elettrico italiano e traiettoria del sistema verso un sistema low-carbon
2. **Potenziali criticità legate alle fonti rinnovabili non programmabili: teoria e dati storici**
3. Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon. Un ruolo per l'energia dal mare?

Potenziiali criticità legate alle FRNP: teoria e dati storici

Adeguatezza e flessibilità del sistema elettrico e FRNP (1/4)

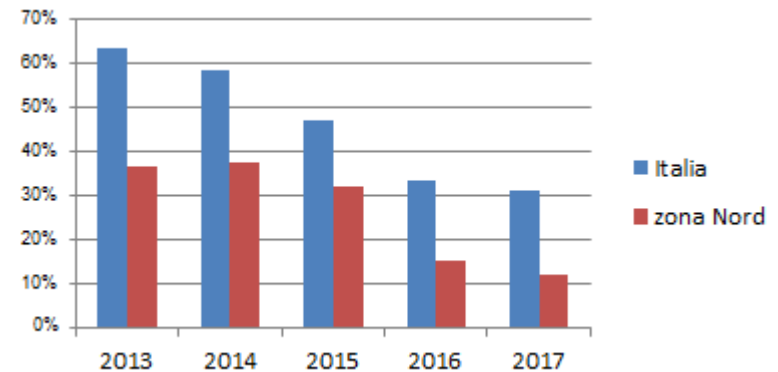
- **Peak load adequacy** during hours with high demand and low renewable input; contribution of variable renewables to peak demand can be low: low capacity credit of wind / solar
- Enough dispatchable capacity is needed to meet peak demand (incl. generation capacity, storage and demand response) → BUT low capacity factors

Adeguatezza al picco di domanda



Baritaud, 2012

Margine di capacità Italia 2013-2017



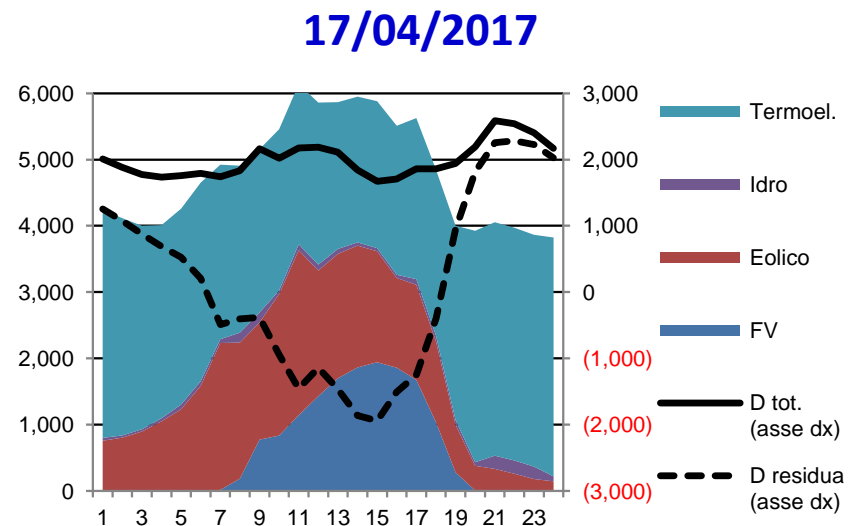
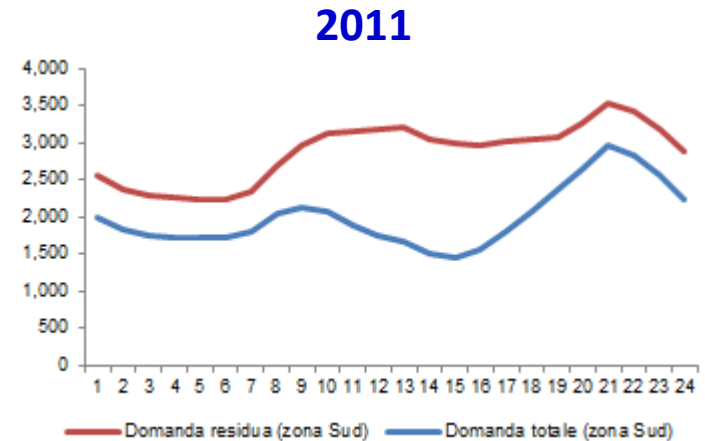
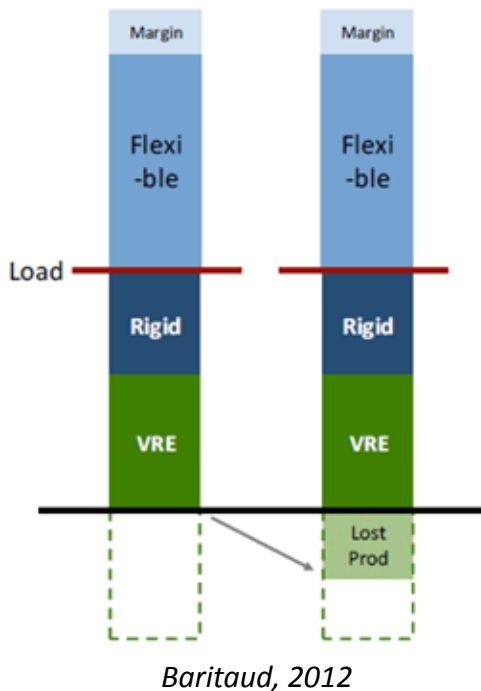
Flexibility: Ability to balance S and D under rapid and large imbalances, by using flexible resources, e.g. ability to start-up and ramp-up quickly power units, to cycle frequently, and to operate at low minimum loads.

Potenziiali criticità legate alle FRNP: teoria e dati storici

Adeguatezza e flessibilità del sistema elettrico e FRNP (2/4)

- **Minimum load balancing:** need to maintain generation equal to the load during hours with low demand and high RES input; minimum residual load
- Hours of excess VRE output (negative residual load)

Rischio di taglio della produzione

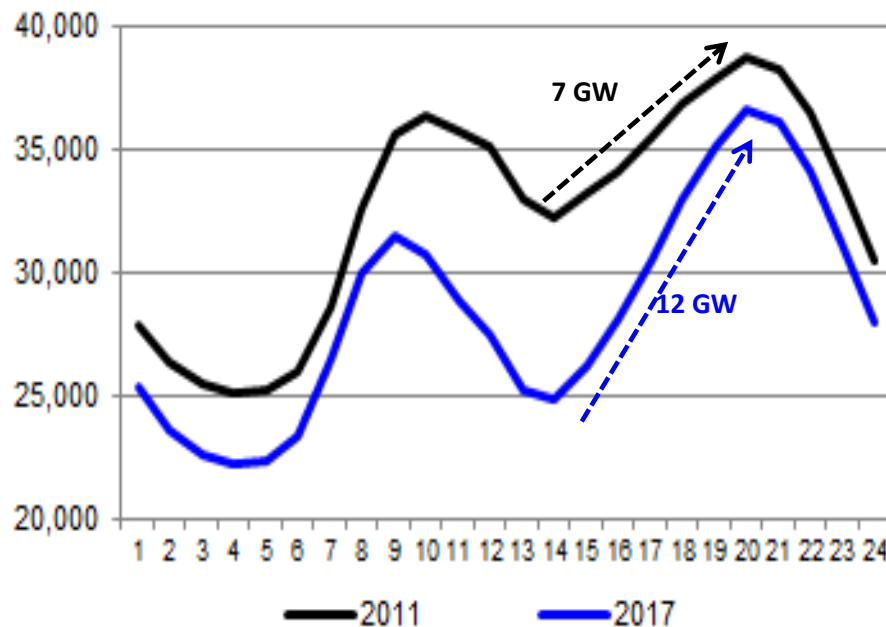


Potenziati criticità legate alle FRNP: teoria e dati storici

Adeguatezza e flessibilità del sistema elettrico e FRNP (3/4)

- Ramp rates of residual demand when renewable output decreases and demand increases simultaneously: shape of the residual demand curve that **needs to be followed by conventional** generation plants; **flexibility of conventional** plants more frequently and intensively called upon
- Ensuring network reliability under such conditions will require a series of actions, including relying on **storage** and **demand response**. **Interconnections** will be particularly valuable for the aggregation of loads in different countries and to smooth wind output variations

Rampe serali quasi raddoppiate

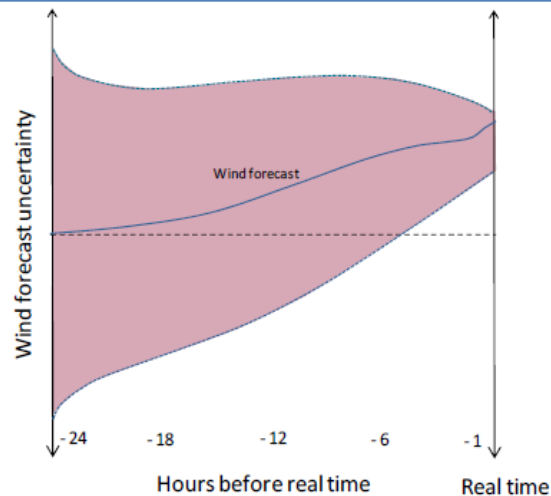


Potenziali criticità legate alle FRNP: teoria e dati storici

Adeguatezza e flessibilità del sistema elettrico e FRNP (4/4)

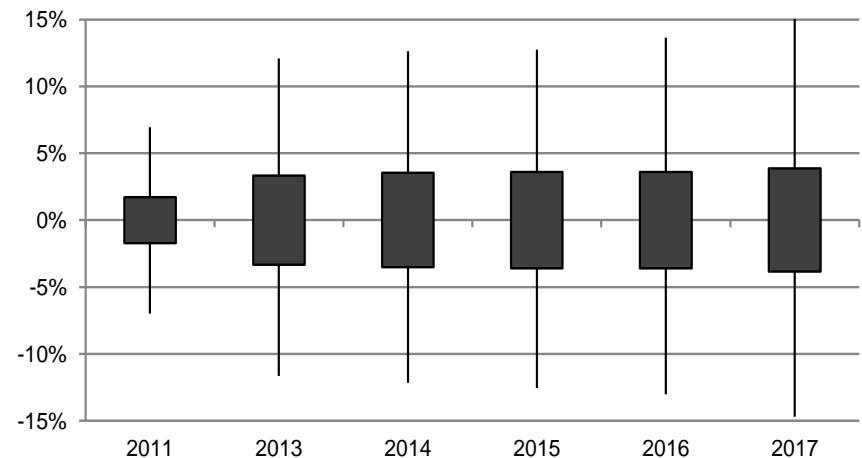
- **Predictability of VRE:** whereas demand uncertainty on a day-ahead time-scale is typically in the range of 1-2% of load, the **mean absolute error for wind is 15%**, 24 hours before real time
- Uncertain wind and solar generation forecasts increase the **need for flexibility closer to real time**. As a result, wind uncertainty may yield a need to redefine the amount of reserves required to maintain the standard of power system security → **reserves ≈ about 10% of new VER capacity**

Figure 19 • The evolution of wind forecast uncertainty 24 hours before real time (illustrative)



Baritaud, 2012

Variazione oraria produzione intermittente (% su carico)

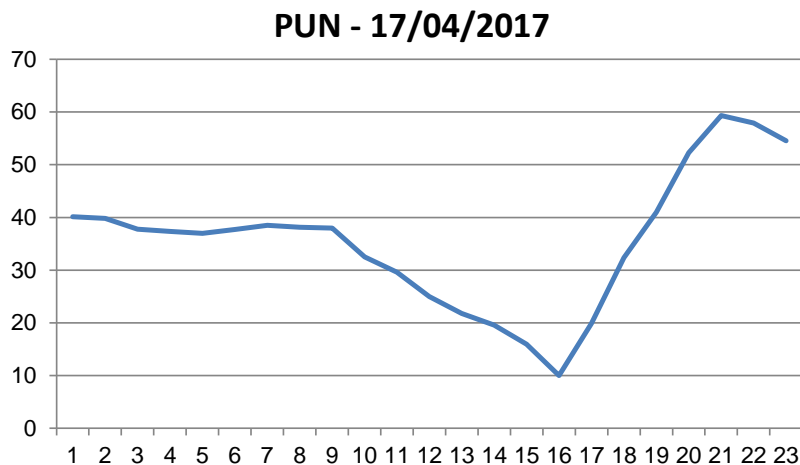


Potenziali criticità legate alle FRNP: teoria e dati storici

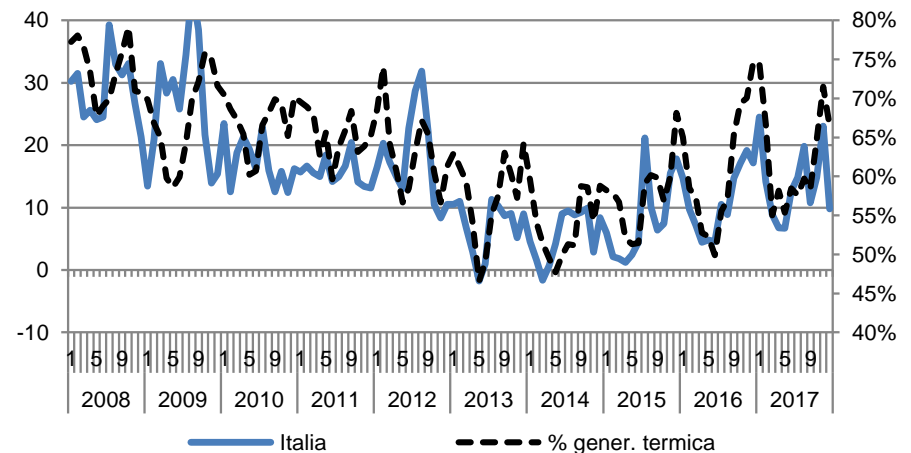
Adeguatezza del mercato (1/2)

- VER shift the supply curve of conventional electricity virtually out of the market → temporarily very low market prices close to zero
- Negative prices can occur if wind has to be dispatched and conventional load are running at their minimal technical level and want to avoid shut down for economic reasons or must be kept online for system security reason

Rapporto tra PUN medio orario e PUN medio complessivo (giorni feriali)



Spark spread Italia 2008-2017 e % generazione termoelettrica

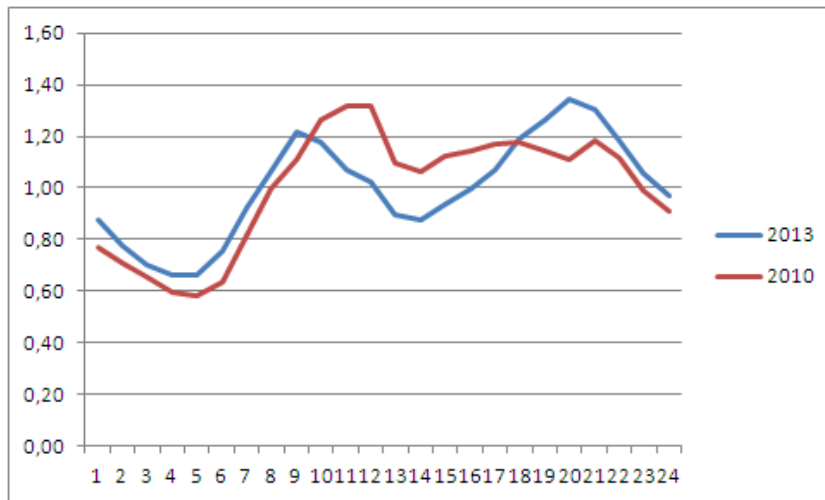


Potenziali criticità legate alle FRNP: teoria e dati storici

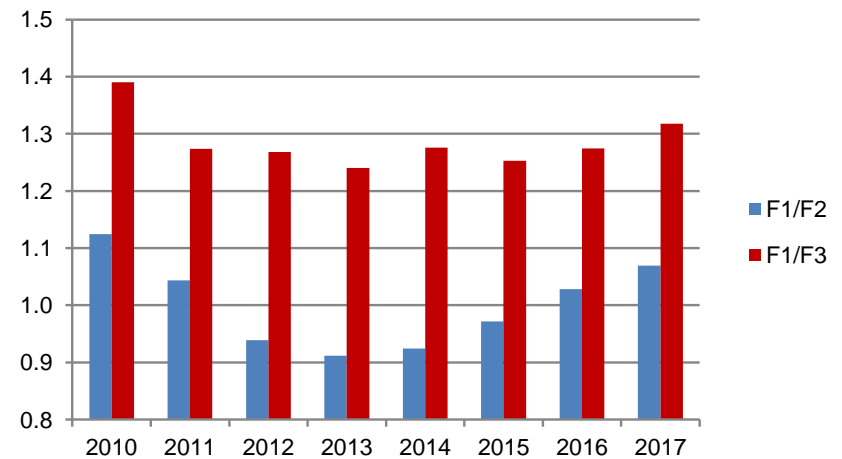
Adeguatezza del mercato (2/2)

- indirect impact of PV and wind on the costs at which fossil capacities are offered at times when renewable energy sources are scarce.
- Major effects: higher price **volatility** from hour-to-hour and day-to-day; **high prices** do not necessarily appear at peak demand times but at times with **low availability of electricity from RES**; **low price** level will be associated with **high production from RES**; growth of balancing markets

Rapporto tra PUN medio orario e PUN medio complessivo (giorni feriali)



Rapporto fra i prezzi nelle diverse fasce orarie

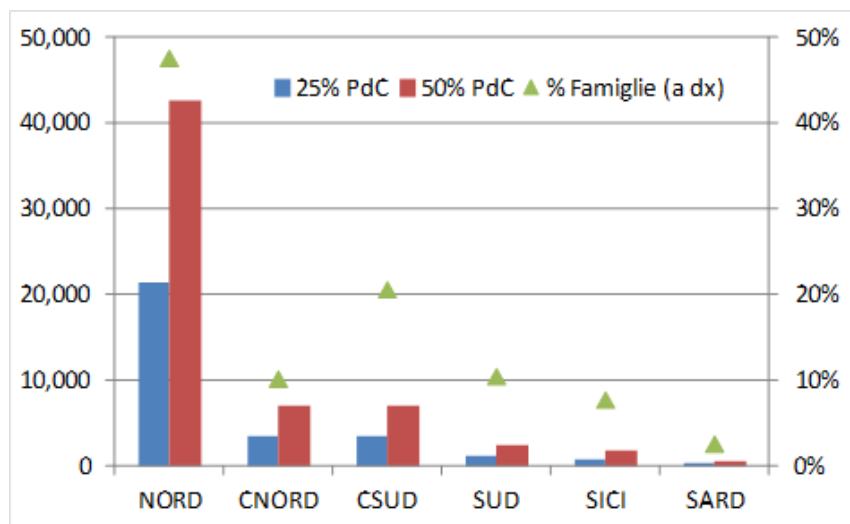


1. Evoluzione recente del sistema elettrico italiano e traiettoria del sistema verso un sistema low-carbon
2. Potenziali criticità legate alle fonti rinnovabili non programmabili: teoria e dati storici
3. **Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon. Un ruolo per l'energia dal mare?**

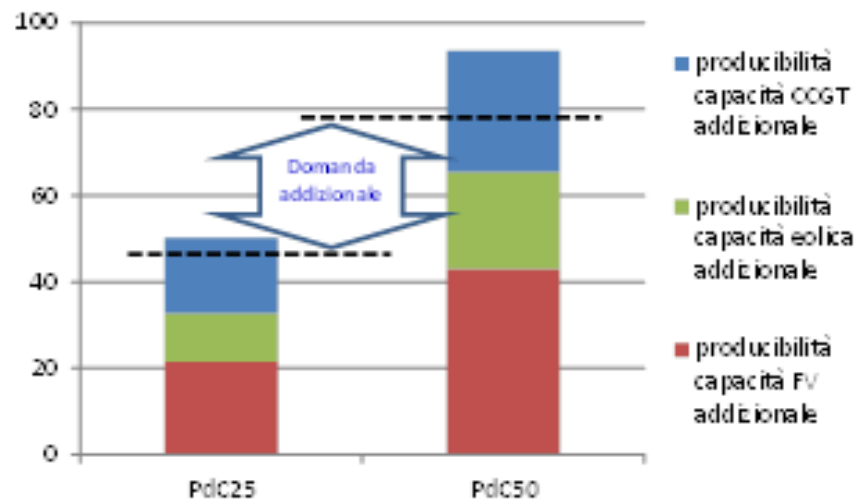
Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon (1/4)

- due scenari di elettrificazione dei consumi: due ipotesi di penetrazione delle pompe di calore → PdC25 e PdC50 (25 e 50% della domanda di riscaldamento)
- la richiesta di energia elettrica aumenta di circa 45 TWh e di circa 77 TWh
- Offerta: capacità aggiuntiva da FRNP > 70% della domanda aggiuntiva, da cicli combinati a gas in grado = 40% della domanda aggiuntiva

Richiesta di energia elettrica aggiuntiva / 2 scenari (GWh) e % famiglie

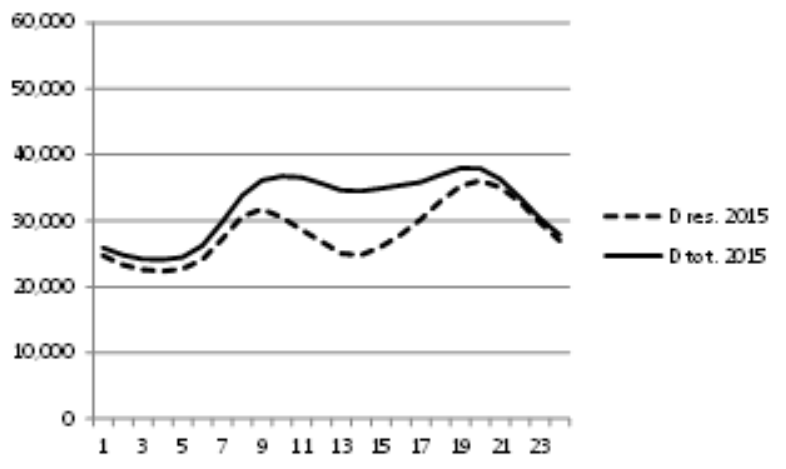


Producibilità teorica della capacità aggiuntiva (TWh)

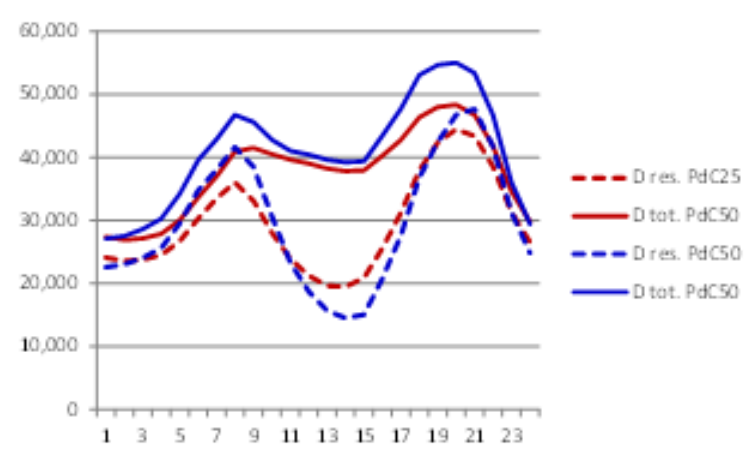


Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon (2/4)

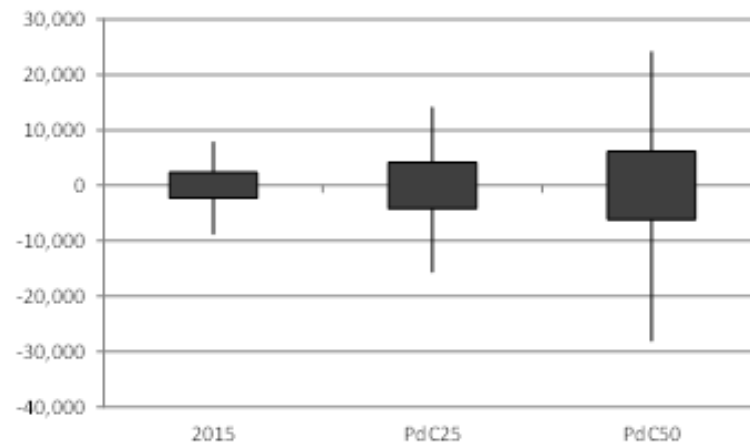
Curva oraria domanda totale e residua - 2015



Curva oraria domanda totale e residua – scenari PdC25 e PdC50

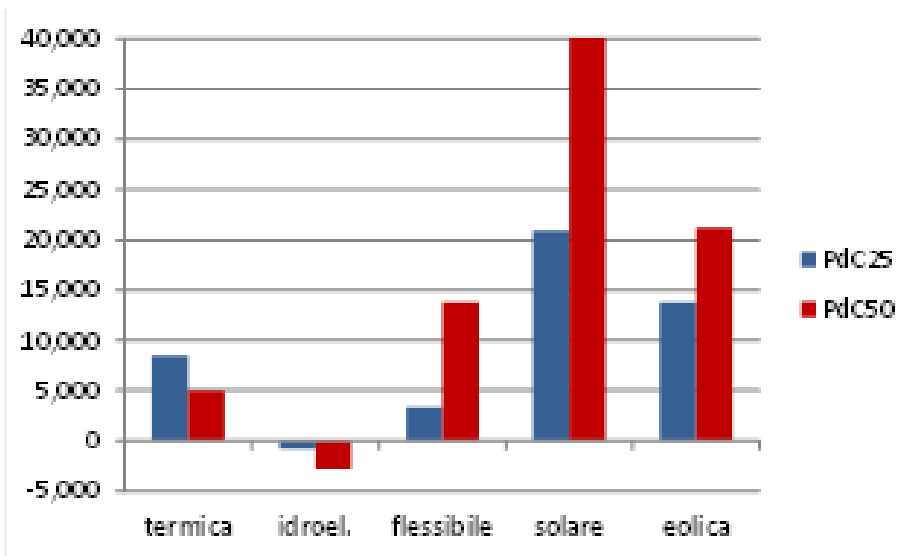


Variazione oraria domanda residua

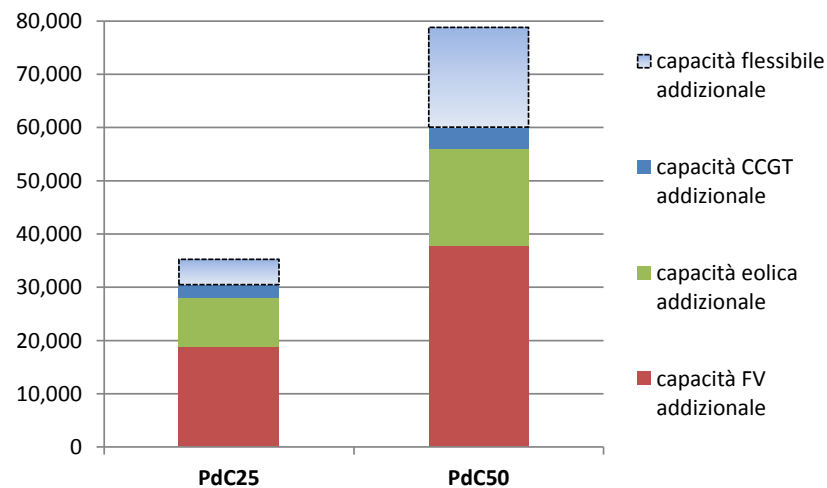


Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon (3/4)

Variatione generazione elettrica per fonte (MW)



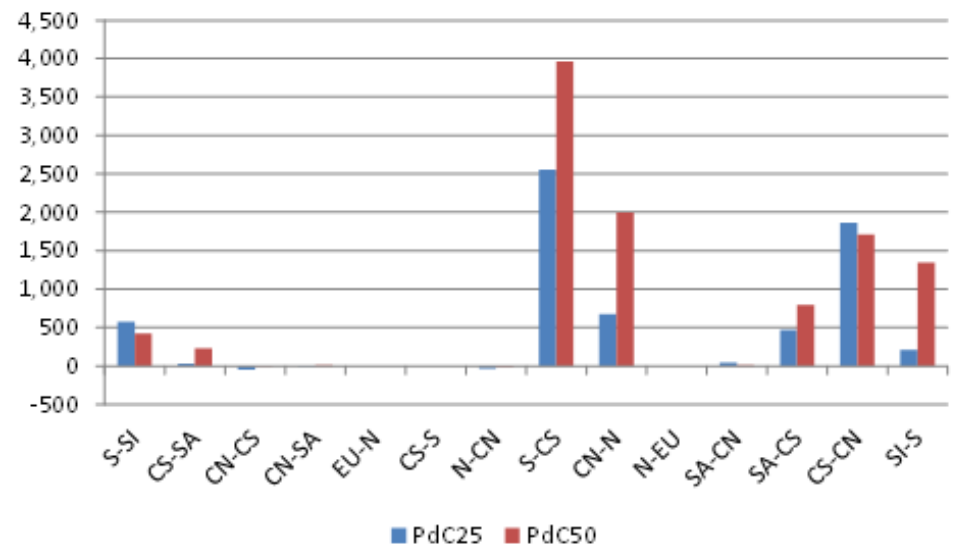
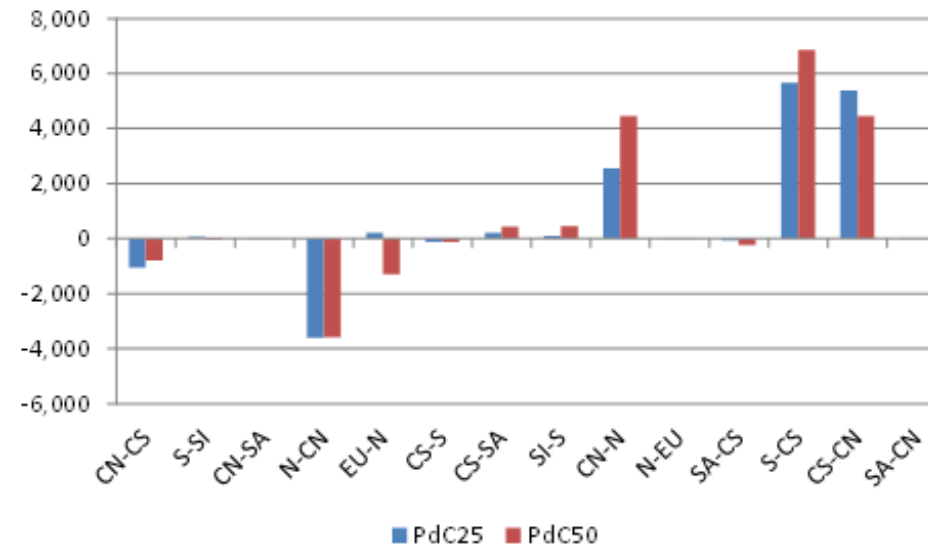
Variatione capacità installata per tipologia – 2 scenari (MW)



Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon (4/4)

Variatione dei flussi annuali tra le zone di mercato

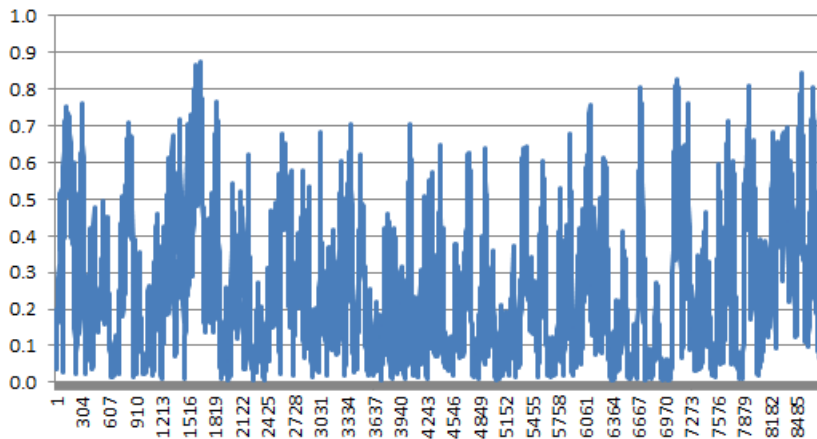
Variatione delle ore di congestione



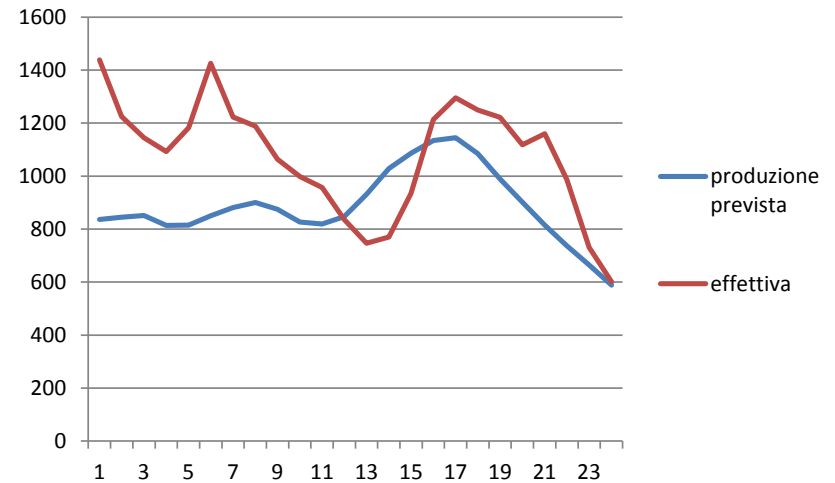
Fonti rinnovabili non programmabili negli scenari low-carbon

Un ruolo per l'energia dal mare?

Capacity factor eolico 2017



Errore di previsione prod. Eolica zona Sud – 15/04/2017



- <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/analisi-trimestrale-del-sistema-energetico-italiano/analisi-trimestrale-del-sistema-energetico-italiano>

