

F. Bignucolo – Impianti di produzione dell'energia elettrica

**SEZIONE A – INTRODUZIONE AGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE ELETTRICA**

*Capitolo 1*

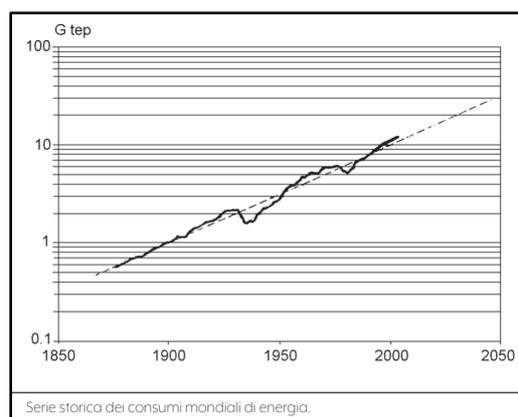
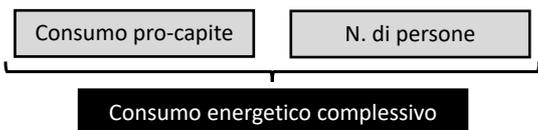
**Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica**

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

**Legame tra consumo energetico e sviluppo economico**

Lo sviluppo economico implica un incremento imprescindibile dei consumi?

- Storicamente sì, in quanto in passato l'uomo non ci si è posto il tema dell'esaurimento delle fonti primarie che in quel momento stava usando
- 2.000 kcal (uomo preistorico) → 230.000 kcal (cittadino US)
- Si usa il Prodotto Nazionale Lordo (PNL) come indice di sviluppo economico
- Correlazione diretta PNL – consumo energetico
- Come lo sviluppo di colossi economici come Cina e India impatterà sul consumo complessivo di risorse disponibili?
- Quale l'influenza della crescente pressione demografica?



Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Legame tra consumo energetico e sviluppo economico

### Questo trend è destinato a mutare o no?

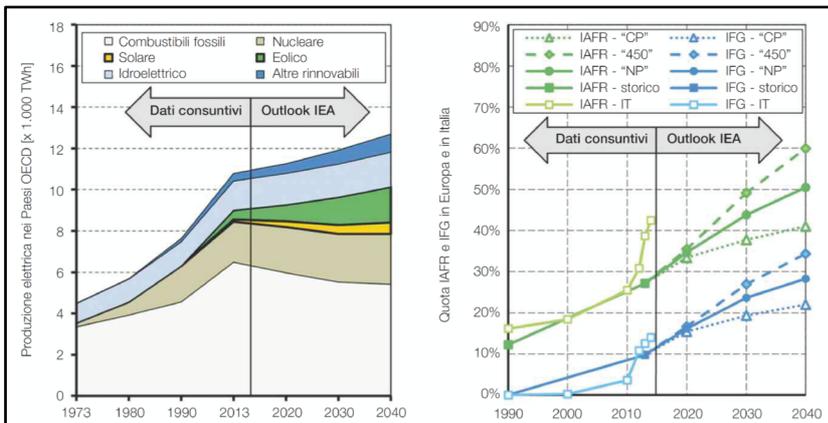
- Dipende dalle politiche globali e locali intraprese dai vari stati
- Maggiore sensibilità alle conseguenze ambientali
- Spesso la politica si confronta anche sugli aspetti ambientali
  - Sviluppo industriale o rispetto dell'ambiente? Si tratta di un «o» secco, oppure i due concetti possono convivere entro alcune regole?
- Nei paesi industrializzati recentemente si è osservato una riduzione della dipendenza tra PNL e consumi energetici
  - Attenzione alle tematiche ambientali → Efficienza energetica
  - Conversione delle attività produttive (industria pesante → industria elevato contenuto tecnologico)
  - Attività manifatturiera → Settore terziario/servizi
- E nei paesi in via di sviluppo?
  - Ripercorreranno il percorso seguito dai paesi ora industrializzati?
  - Come gestiranno la crescente pressione demografica?

3

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Legame tra consumo energetico e sviluppo economico

### Il consumo energetico a livello mondiale è destinato a aumentare, seppur con una derivata attenuata



- Nel passato, diffusione crescente delle IAFR sostenute da significativi meccanismi di incentivazione economica
- Nel prossimo futuro, decrescita progressiva delle incentivazioni erogate, in linea con il calo di costi della tecnologia
- **Obiettivo:** sviluppo industriale di impianti IAFR, in grado di sostenersi economicamente senza incentivazioni specifiche (*market-parity*)

IAFR: Impianti Alimentati a Fonte Rinnovabile (in letteratura si trovano anche altre diciture, ad esempio RESs, Renewable Energy Sources)

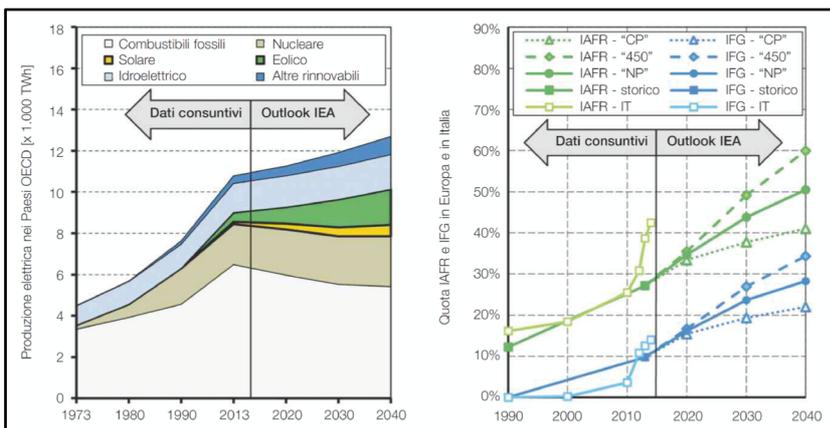
OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

4

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Legame tra consumo energetico e sviluppo economico

**Il consumo energetico a livello mondiale è destinato a aumentare, seppur con una derivata attenuata**



- La diffusione di IAFR nel settore elettrico introduce nuove sfide:
  - Dimensione degli impianti e diverso impatto ambientale, rispetto agli impianti fossili
  - Larga diffusione di sistemi statici o comunque interconnessi tramite inverter (IFG)
  - Riduzione dell'inerzia della rete (richiesta inerzia virtuale/sintetica)

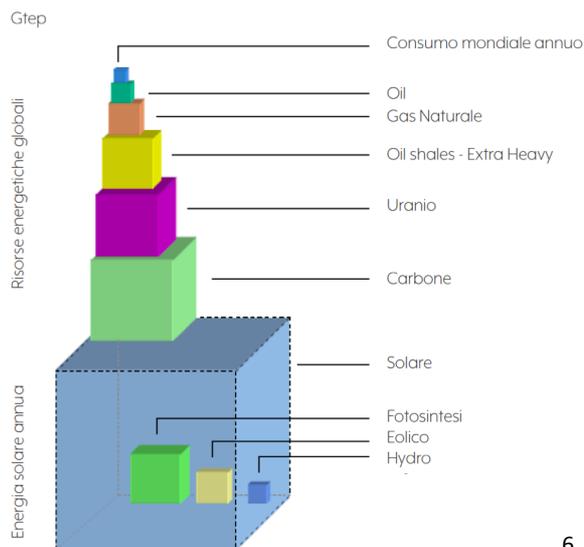
**IFG:** Inertia-Free Generators. Fanno parte di questa categoria gli impianti fotovoltaici, gli impianti eolici e tutti i sistemi interconnessi alla rete tramite inverter, se non controllati per fornire un contributo inerziale intenzionale (inerzia virtuale o sintetica)

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Fonti energetiche e disponibilità

**Il problema della disponibilità delle fonti primarie è concreto?**

- Alcune fonti primarie sono destinate ad esaurirsi nel tempo → **Fonti non rinnovabili** (tempi di ricostituzione talmente lunghi da renderle in pratica delle entità finite)
- Progressivamente, lo sfruttamento delle fonti non rinnovabili (**fossili**) imporrà un aumento dei loro costi di approvvigionamento (limitazione dell'offerta, difficoltà di estrazione, ecc.)
- Le **fonti rinnovabili**:
  - Sono ampiamente disponibili
  - Hanno un trend decrescente di costo di conversione in energia finale (energia termica, energia elettrica, ecc.)
  - Ruolo integrativo → Ruolo alternativo rispetto agli impianti tradizionali (in relazione alla disponibilità della fonte primaria)
- **Come integrare le fonti rinnovabili nel panorama energetico mondiale?** → Analisi dei consumi energetici

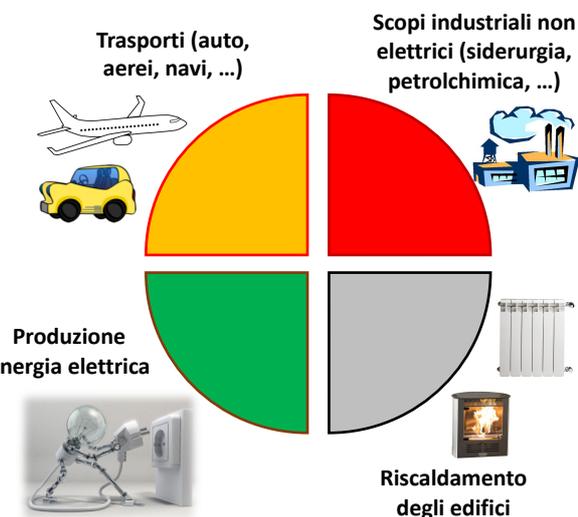


Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Struttura dei consumi energetici

### Ripartizione dei consumi finali di energia

- Ripartizione mondiale bilanciata in 4 macro-settori energetici
- Variazioni anche significative possono manifestarsi a livello continentale/nazionale/locale in funzione di molti aspetti:
  - Condizioni climatiche
  - Disponibilità locale e costo delle materie prime
  - Strategie ambientali
  - Scelte politico-strategiche su
    - Ripartizione delle attività produttive interne
    - Approvvigionamenti energetici

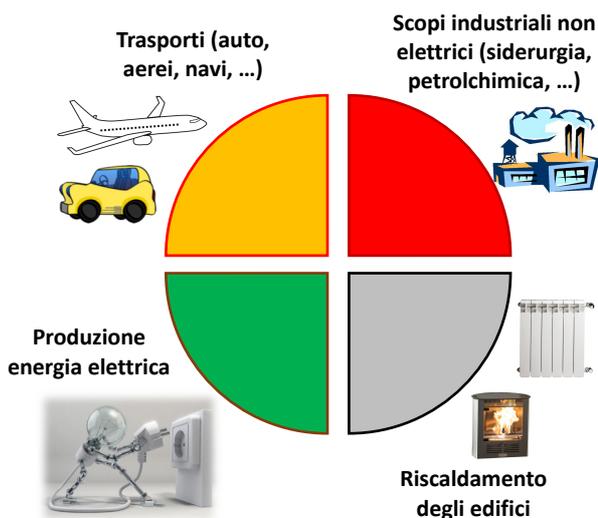


Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Struttura dei consumi energetici

### Ripartizione dei consumi finali di energia

- Lo sviluppo dei vari settori, e quindi dei vari vettori energetici, ha portato allo sviluppo di infrastrutture estese e complesse (rete elettrica, metanodotti, distribuzione petrolifera, ecc.)
  - Tempi di realizzazione delle infrastrutture (10s anni)
- Diversa utilizzazione energetica → Tempi di conversione significativi
  - Fattibilità tecnica
  - Modifica/integrazione delle infrastrutture
  - Dinamicità al cambiamento da parte degli utilizzatori energetici («viscosità al cambiamento delle abitudini consolidate»)



Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Caratteristiche delle fonti fossili

### CARBONE

- Non esistono problemi di esauribilità a breve
- Non sembrano sussistere restrizioni specifiche dovute a politiche nazionali
- Sono imposti dei limiti significativi sulle emissioni → Costi per cattura della CO<sub>2</sub> e trattamento dei fumi

### PETROLIO

- Disponibilità della fonte in contesti internazionali complessi
- Progressiva limitazione dell'offerta
- Difficoltà di approvvigionamento
- Innalzamento dei prezzi atteso nel prossimo futuro

### GAS NATURALE

- Concentrazione delle disponibilità delle fonti in aree poco estese
- Si attende una evoluzione simile a quella del petrolio, pur con un differimento temporale

### URANIO

- Fonti quantitativamente poco abbondante e di estrazione non elementare
- Con l'utilizzazione attuale la disponibilità nel tempo potrebbe essere piuttosto limitata



9

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Su quale infrastruttura agire?

### Elementi di valutazione per la scelta strategica

1. Flessibilità al cambiamento della infrastruttura esistente (ovvero modificabilità dal punto di vista tecnico in tempi ragionevoli)
2. Possibilità di comportare vantaggi anche in altri settori energetici

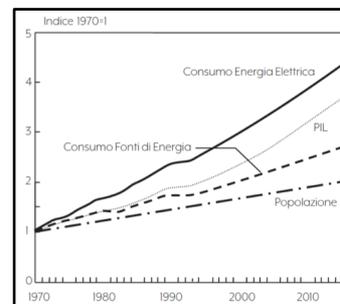
10

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Su quale infrastruttura agire?

### Elementi di valutazione per la scelta strategica

1. Flessibilità al cambiamento della infrastruttura esistente (ovvero modificabilità dal punto di vista tecnico in tempi ragionevoli)
  - Il sistema elettrico è il più facilmente modificabile in termini di input energetico, in quanto è possibile lasciare inalterata (o quasi) la maggior parte della propria struttura (trasmissione, distribuzione e utilizzazione)
    - Devono essere analizzate le localizzazioni di fonti primarie e centri di consumo
      - Potenziamento delle infrastrutture di trasporto
    - Deve essere verificata la stabilità del sistema
      - Stabilità della frequenza, regolazione di tensione, aleatorietà delle fonti primarie, solidità del mercato, ecc.
  - La correlazione tra sviluppo economico e consumo elettrico è più forte di quella vista in precedenza con il consumo energetico complessivo
    - Perché? Flessibilità, pulizia e capillarità del vettore elettrico, indispensabilità nell'uso delle moderne apparecchiature



Valori normalizzati a 1 nel 1970

**Elettrificazione dei consumi finali**

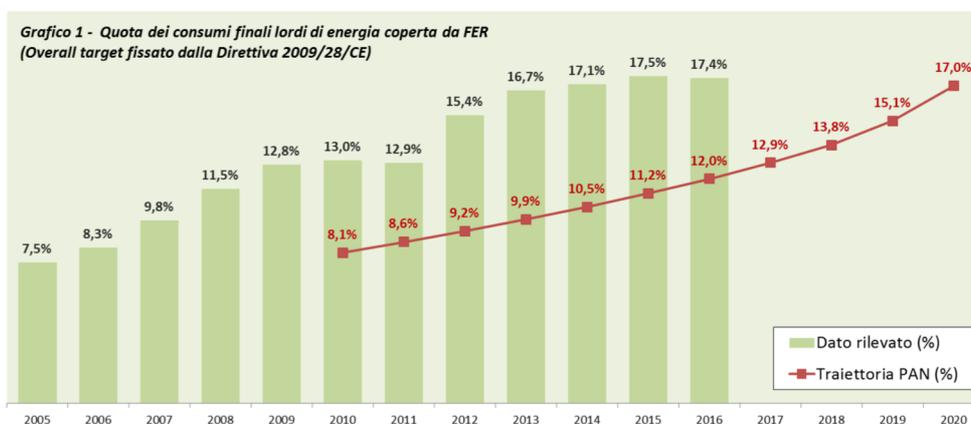
11

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Su quale infrastruttura agire?

### Elementi di valutazione per la scelta strategica

1. Flessibilità al cambiamento della infrastruttura esistente (ovvero modificabilità dal punto di vista tecnico in tempi ragionevoli)
2. Possibilità di comportare vantaggi anche in altri settori energetici



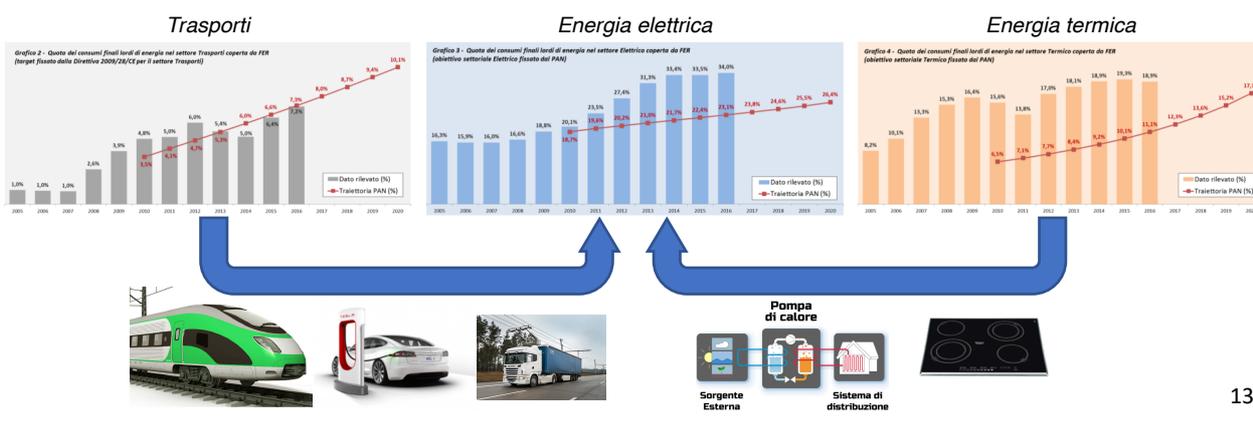
12

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Su quale infrastruttura agire?

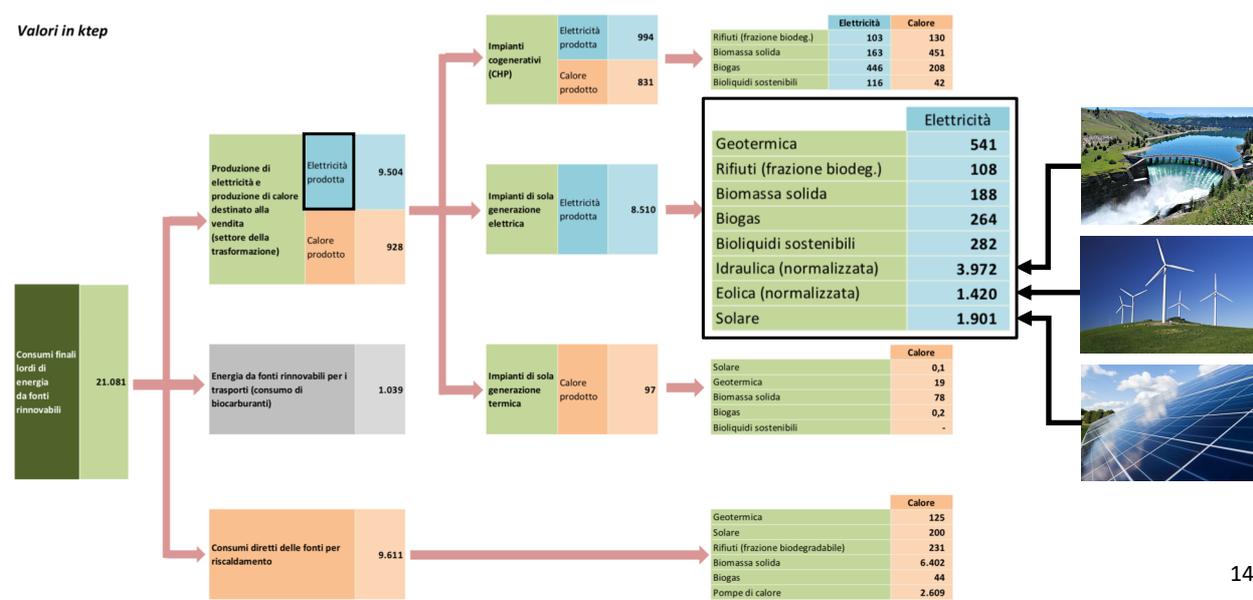
### Elementi di valutazione per la scelta strategica

1. Flessibilità al cambiamento della infrastruttura esistente (ovvero modificabilità dal punto di vista tecnico in tempi ragionevoli)
2. Possibilità di comportare vantaggi anche in altri settori energetici



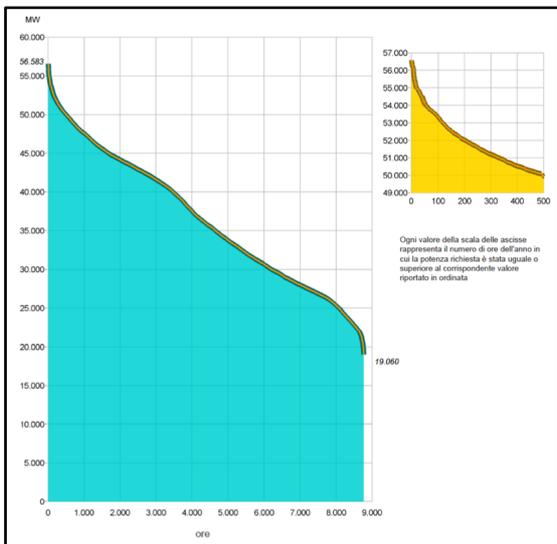
Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

## Sfruttamento delle rinnovabili – IT 2016

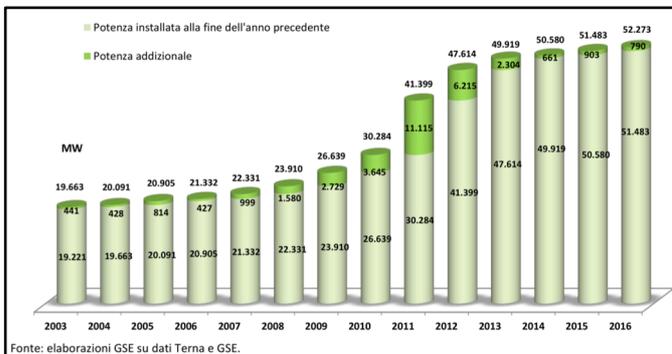


Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

**Sfruttamento delle rinnovabili – IT 2016**



Curva di durata della potenza oraria richiesta sulla rete italiana nel 2017



Fonte: elaborazioni GSE su dati Terna e GSE.

Evoluzione della potenza installata degli impianti a fonti rinnovabili

Soggette alla **disponibilità della fonte primaria**, che è necessario caratterizzare con molta cura

Sezione A – Capitolo 1 – Fabbisogno energetico e ruolo della produzione elettrica

**Generazione e consumo di energia elettrica – IT 2016**

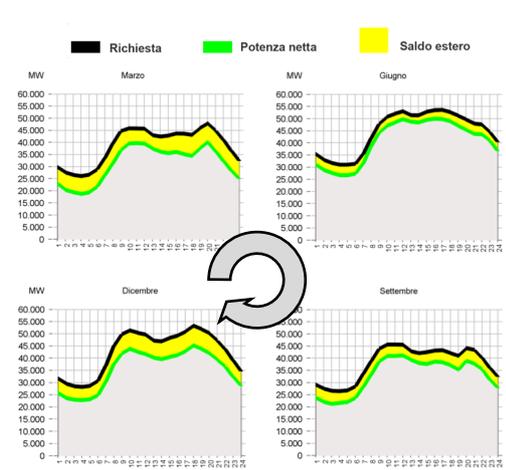
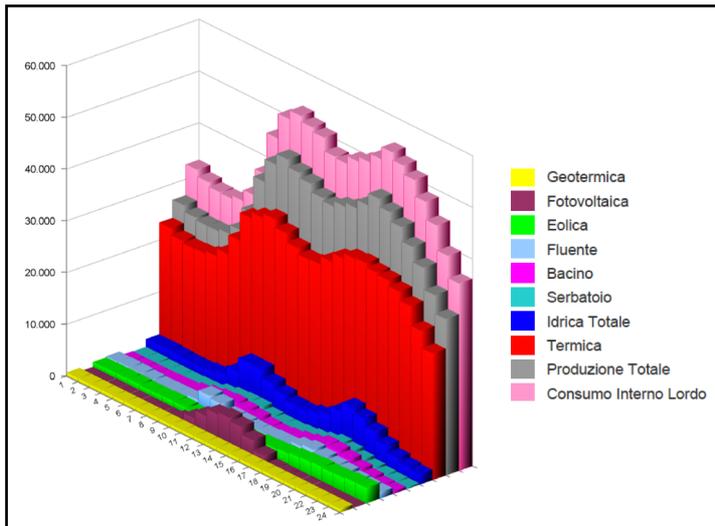
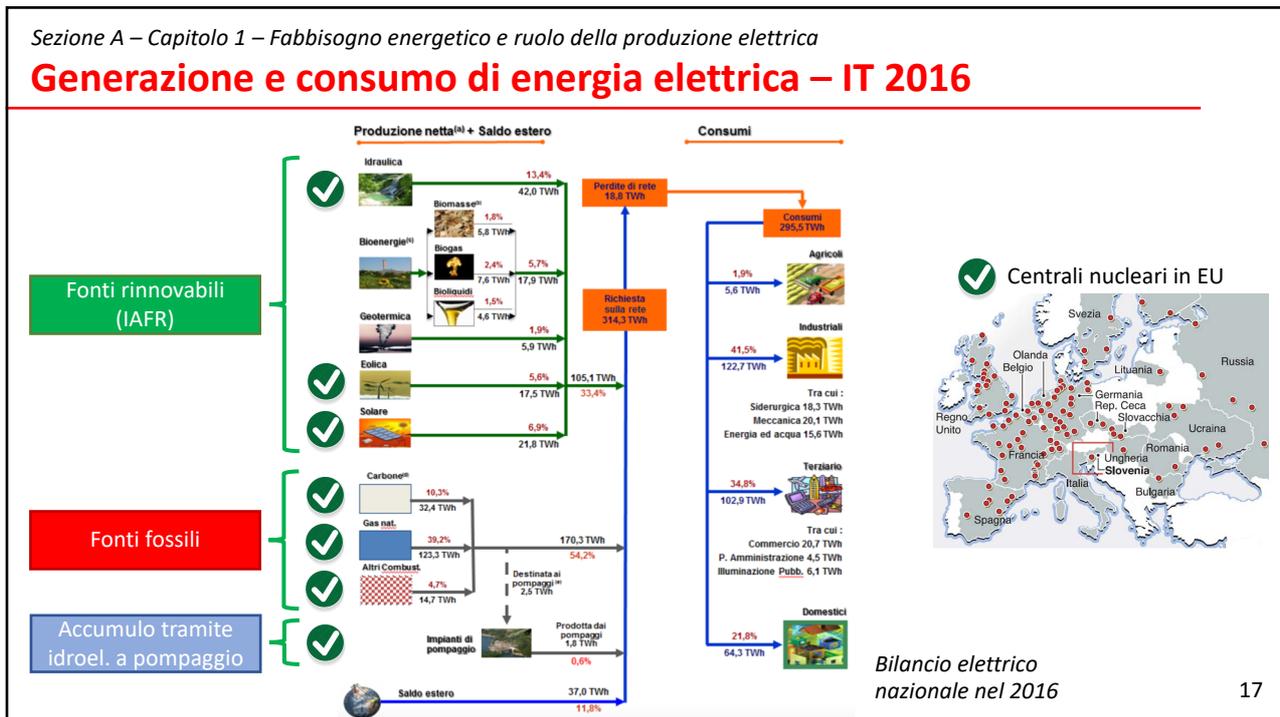


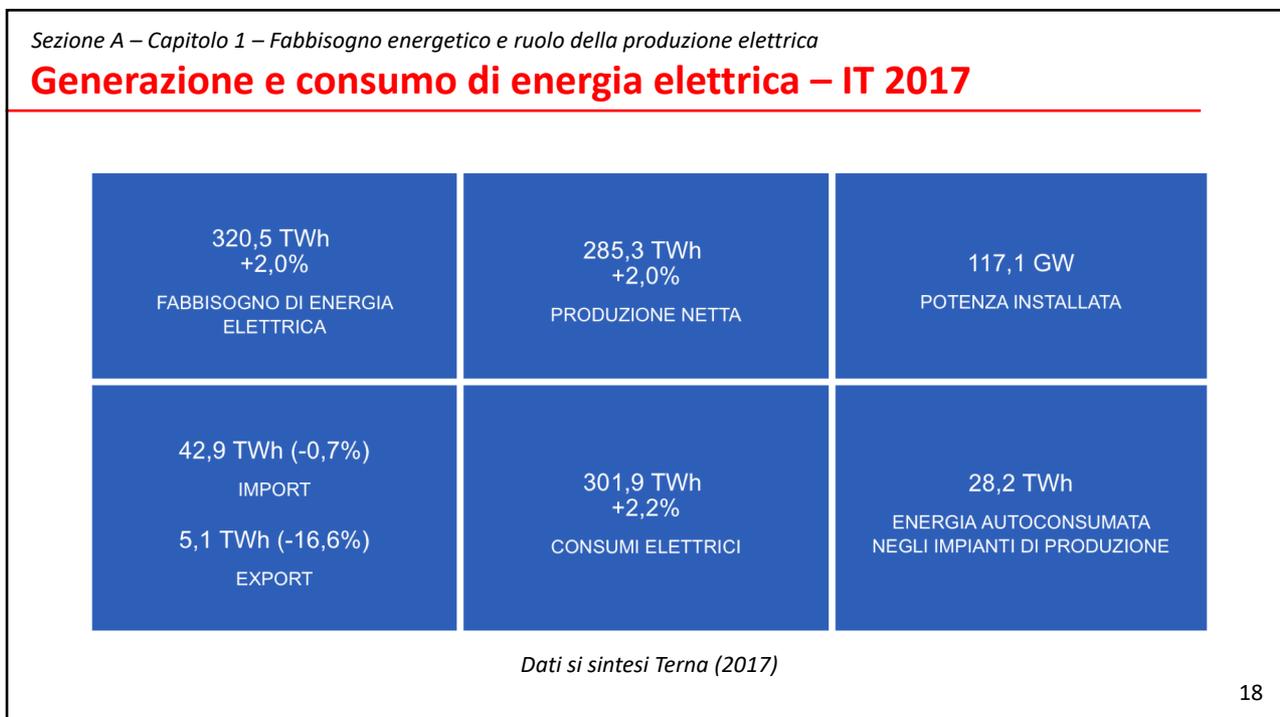
Diagramma giornaliero della potenza oraria richiesta sulla rete italiana nel 3° mercoledì di alcuni mesi del 2017



Potenza oraria relativa al consumo interno lordo di energia elettrica in Italia nel 3° mercoledì del mese di dicembre 2017 (in [MW])



17



18