

# IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

PROF. LUCA BASTERIS – 22 GENNAIO 2013

## 1. QUANTA ENERGIA SI CONSUMA IN ITALIA?

Secondo i dati BP, in Italia il consumo primario di energia nel 2010 è stato di **172 milioni di tep (tonnellate di petrolio equivalente)**, vale a dire il 2,3% in più rispetto al 2009; anno che invece aveva registrato un calo del 7% rispetto all'anno precedente a causa della crisi economica. Il dato 2010 evidenzia comunque un'inversione di tendenza rispetto ai consumi registrati nei precedenti 4 anni e tuttavia ben lontano dal valore del 2005 (186 Mtep).

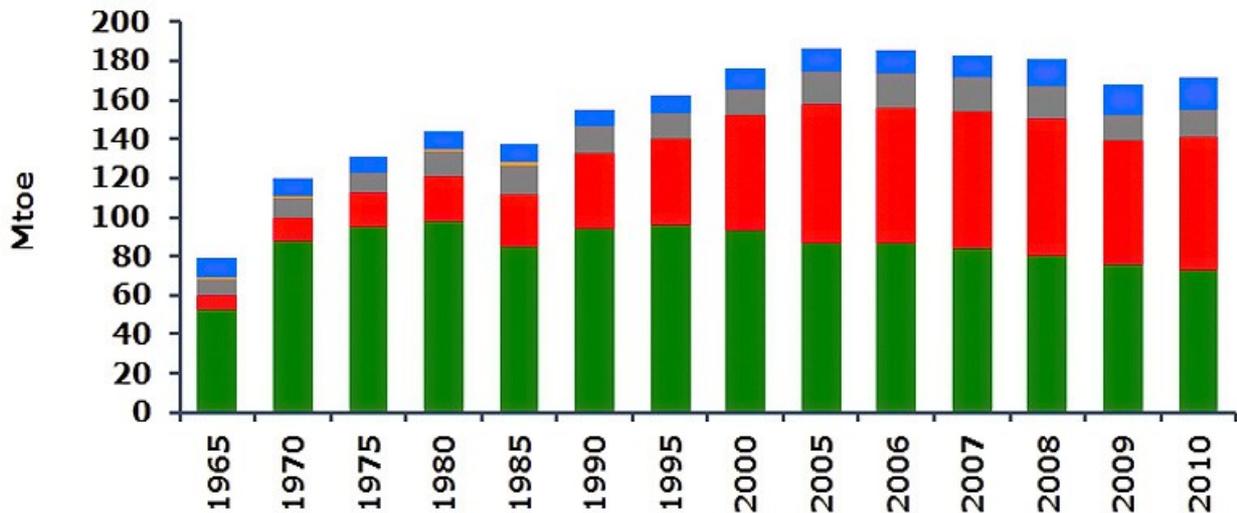
Secondo dati Enerdata, la ripartizione degli impieghi finali per settore evidenzia il peso crescente del settore civile (39% nel 2010); il settore industriale, la cui quota è in netto calo negli ultimi cinque anni (-5%), copre il 24% dei consumi finali; il settore dei trasporti, sostanzialmente stabile nel tempo, subisce una lieve contrazione.

Riguardo le fonti si conferma la decrescita del ricorso al petrolio (38,4%) a vantaggio del gas (36,3%) e il significativo aumento delle fonti rinnovabili (12,2% nel 2010, 13,3% nel 2011)

Rispetto agli altri principali paesi europei, l'Italia è il paese che ha il più basso consumo di energia primaria, dopo la Spagna. Ed infatti, l'Italia è un paese caratterizzato da un consumo finale di energia per abitante abbastanza basso: circa 2,4 tep pro-capite, inferiore alla media europea di 2,7 tep.

Nel 2010, a livello mondiale, l'Italia ha consumato appena l'1,4% dell'energia utilizzata a livello globale; l'Unione Europea nel suo insieme appena il 14,4%. L'area del mondo che ha consumato più energia è stato il sud-est asiatico (38%), seguita dal nord-America (23%).

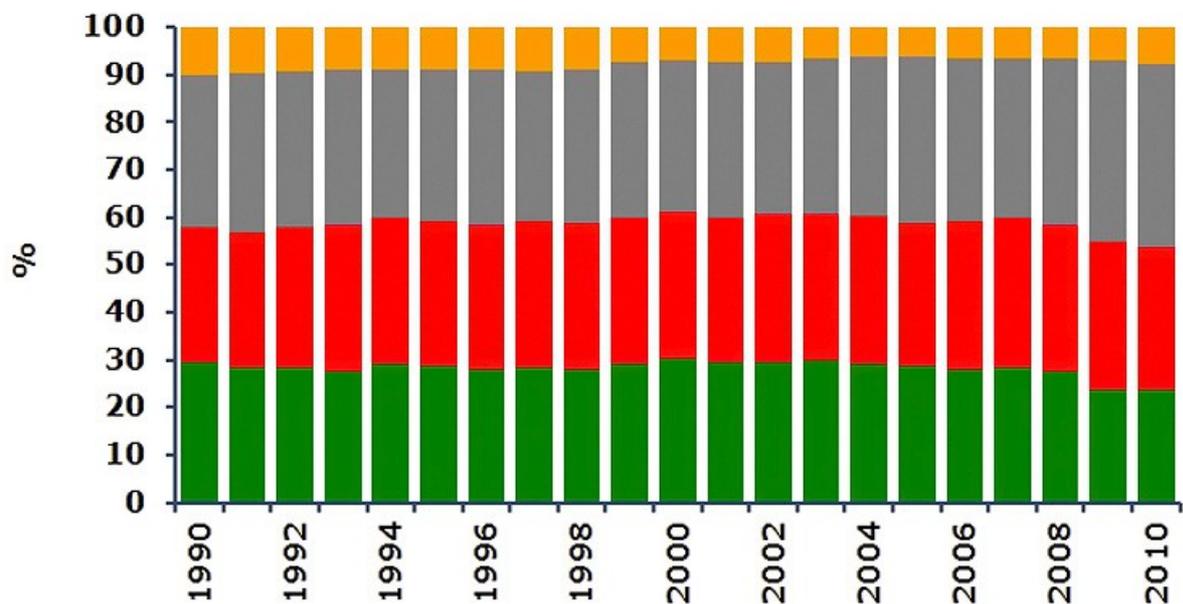
## Consumi di energia per fonte - Italia -



Fonti: Elaborazioni OPEF su dati BP

■ Petrolio ■ Gas ■ Carbone ■ Nucleare ■ Rinnovabili

## Consumi di energia per settore - Italia -



Fonti: elaborazioni OPEF su dati Enerdata

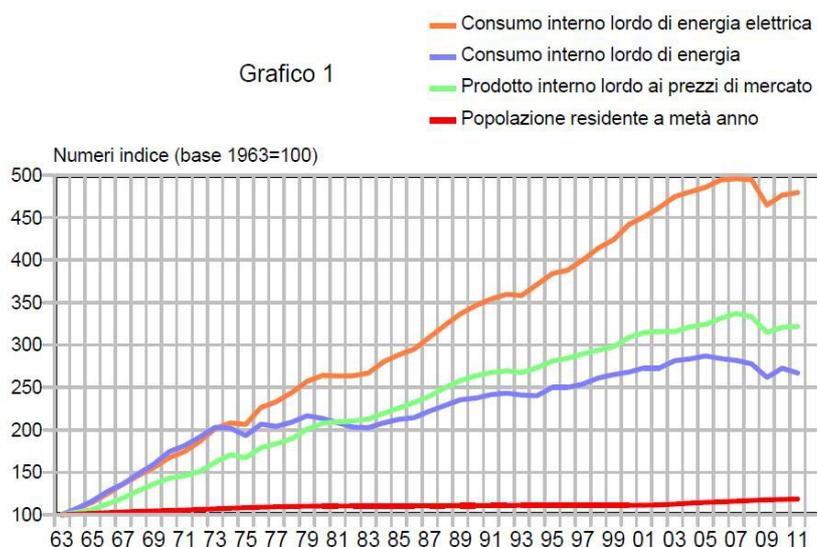
■ Industria ■ Trasporti ■ Usi civili e servizi ■ Usi non energetici

## 2. QUANTA ENERGIA ELETTRICA SI CONSUMA IN ITALIA?

Emerge da questi grafici che i consumi di energia del paese (sia totali che di energia elettrica) sono strettamente correlati con fattori socio-economici. Si può osservare come in relazione agli anni i descrittori sotto riportati sono tra loro legati con una proporzionalità quasi diretta.

### Popolazione, reddito e consumi energetici in Italia

Grafico 1



La **popolazione residente** a metà di ciascun anno è calcolata come media dei valori relativi al 31 dicembre dell'anno considerato e di quello precedente.

Il **prodotto interno lordo ai prezzi di mercato** è il valore dei beni e servizi finali prodotti dal sistema economico nell'anno di riferimento, al lordo degli ammortamenti e delle imposte indirette.

Il **consumo interno lordo di energia** è dato dalla somma dei quantitativi di fonti primarie prodotte, di fonti primarie e secondarie importate e dalla variazione delle scorte di fonti primarie e secondarie presso produttori e importatori, diminuita delle fonti primarie e secondarie esportate.

Il **consumo interno lordo di energia elettrica** è uguale alla produzione lorda di energia elettrica più il saldo scambi con l'estero. È definito al lordo o al netto dei pompaggi a seconda se la produzione lorda di energia elettrica è comprensiva o meno della produzione da apporti di pompaggio.

Il **consumo finale di energia** è dato dal consumo interno lordo di energia diminuito del consumo del settore energetico; quest'ultimo include le relative variazioni delle scorte.

La **produzione lorda** di energia elettrica di un insieme di impianti di generazione, in un determinato periodo, è la somma delle quantità di energia elettrica prodotta, misurate ai morsetti dei generatori elettrici.

## IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

### Il bilancio energetico La richiesta di energia elettrica in Italia dall'inizio dell'anno

(GWh = milioni di kWh, valori assoluti e variazioni % rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente)

Per i dati in tabella vedi punto 6.

	1 gennaio - 31 dicembre 2012	1 gennaio - 31 dicembre 2011	Var. % 2012/2011
<b>Produzione netta</b>			
- Idroelettrica	43.322	47.202	-8,2
- Termoelettrica	204.796	218.486	-6,3
- Geotermoelettrica	5.238	5.315	-1,4
- Eolica	13.119	9.775	+34,2
- Fotovoltaica	18.323	10.668	+71,8
<b>Produzione netta totale</b>	<b>284.798</b>	<b>291.446</b>	<b>-2,3</b>
<i>Importazione</i>	45.369	47.520	-4,5
<i>Esportazione</i>	2.281	1.787	+27,6
<b>Saldo estero</b>	<b>43.088</b>	<b>45.733</b>	<b>-5,8</b>
<b>Consumo pompaggi</b>	<b>2627</b>	<b>2.539</b>	<b>+3,5</b>
<b>RICHIESTA DI ENERGIA ELETTRICA</b>	<b>325.259</b>	<b>334.640</b>	<b>-2,8</b>

Il 2012 ha visto il valore cumulato della produzione netta (284.798 GWh) segnare una diminuzione del 2,3% rispetto al 2011. Il saldo estero risulta negativo (-5,8%). Complessivamente il valore della richiesta di energia elettrica con 325.259 GWh fa segnare per il 2012 una diminuzione del 2,8% rispetto ai valori del 2011.

### Il bilancio energetico La richiesta di energia elettrica in Italia dall'inizio dell'anno

(GWh = milioni di kWh, valori assoluti e variazioni % rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente)

Per i dati in tabella vedi punto 6.

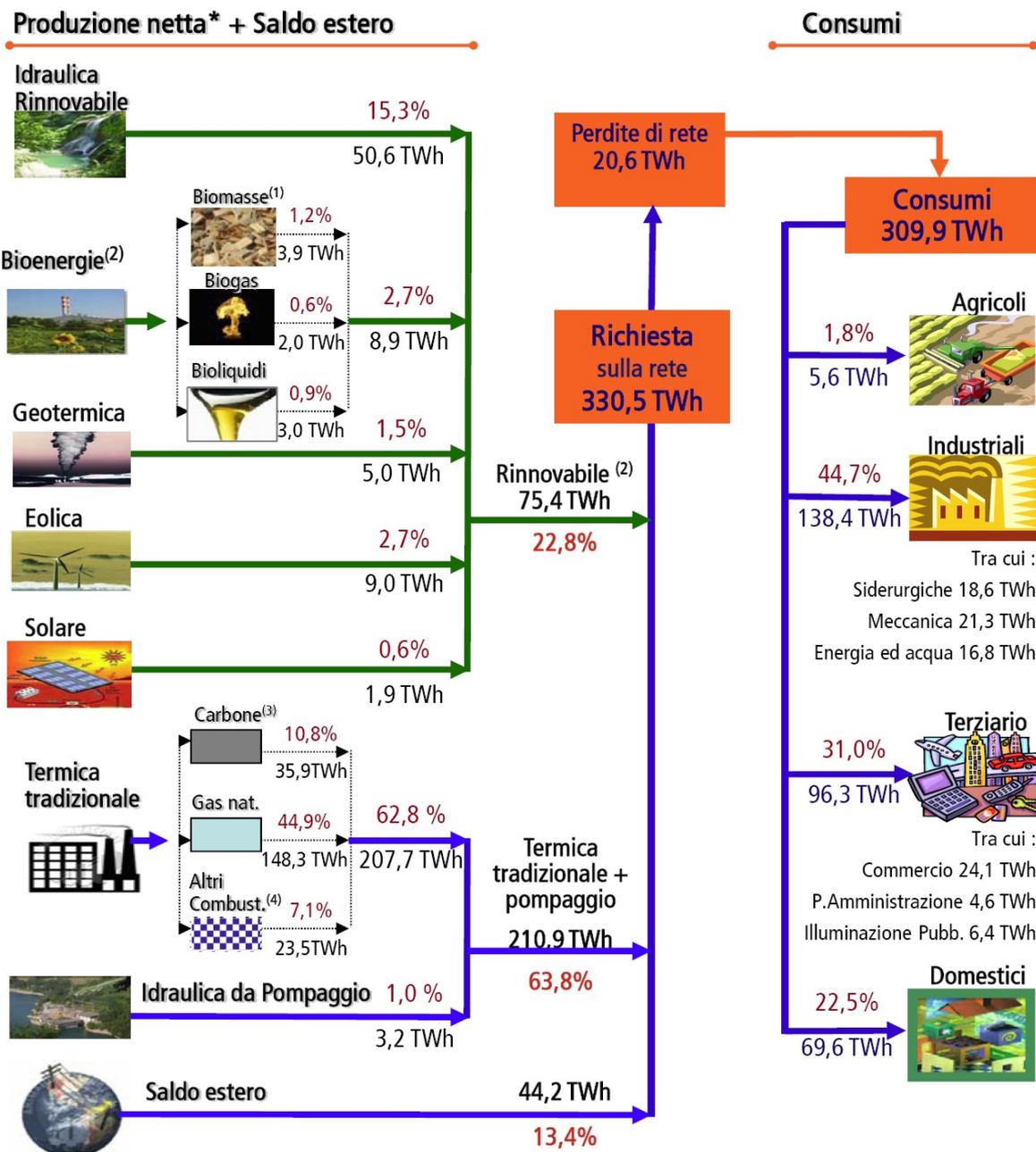
	1 gennaio - 31 dicembre 2011	1 gennaio - 31 dicembre 2010	Var. % 2011/2010
<b>Produzione netta</b>			
- Idroelettrica	47.672	53.795	-11,4
- Termoelettrica	217.369	220.984	-1,6
- Geotermoelettrica	5.307	5.047	+5,2
- Eolica	9.560	9.048	+5,7
- Fotovoltaica	9.258	1.874	+394,0
<b>Produzione netta totale</b>	<b>289.166</b>	<b>290.748</b>	<b>-0,5</b>
	<i>(di cui produzione CIP 6)</i>	36.939	-27,9
<i>Importazione</i>	47.349	45.987	+3,0
<i>Esportazione</i>	1.723	1.827	-5,7
<b>Saldo estero</b>	<b>45.626</b>	<b>44.160</b>	<b>+3,3</b>
<b>Consumo pompaggi</b>	<b>2518</b>	<b>4.453</b>	<b>-43,5</b>
<b>RICHIESTA DI ENERGIA ELETTRICA</b>	<b>332.274</b>	<b>330.455</b>	<b>+0,6</b>

Nel 2011 il valore complessivo della produzione netta (289.166 GWh) risulta in diminuzione dello 0,5% rispetto allo stesso periodo del 2010. Il saldo estero risulta positivo (+3,3%). Complessivamente il valore della richiesta di energia elettrica con 332.274 GWh fa segnare nel periodo un aumento dello 0,6% rispetto al 2010.

## IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

### Il Bilancio elettrico e le fonti rinnovabili in Italia a fine 2010

Nel 2010 la richiesta di energia elettrica sulla rete in Italia è risultata pari a 330,5 TWh, circa il 3% in più rispetto all'anno precedente.



\* Produzione netta: è la produzione lorda al netto dei servizi ausiliari e dei consumi da pompaggio

1) Include la parte biodegradabile dei rifiuti

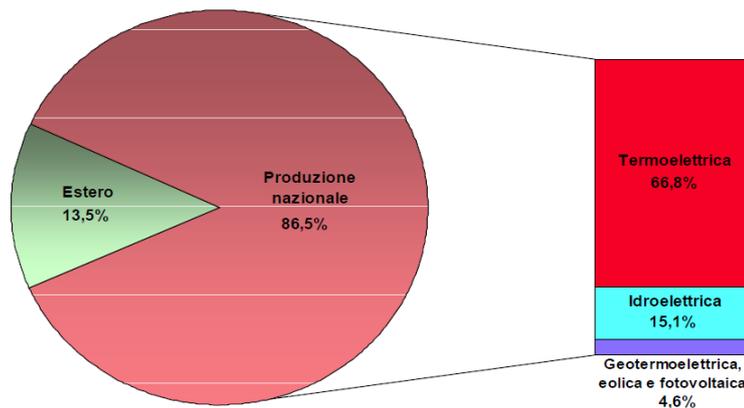
2) Al netto dei rifiuti solidi urbani non biodegradabili, contabilizzati nella termica tradizionale

3) Carbone + Lignite

4) Al netto della produzione da biomasse, biogas e bioliquidi e dei consumi da pompaggio

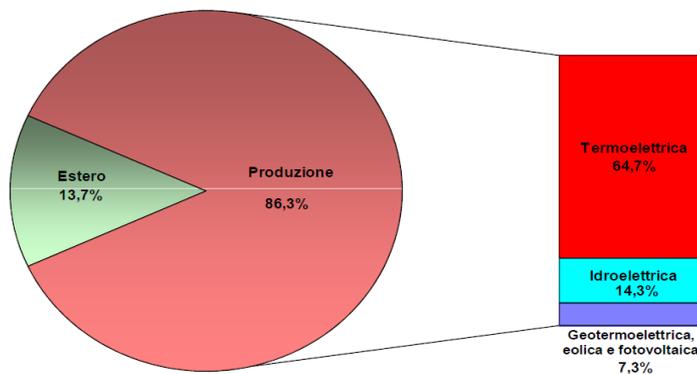
## IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

La composizione % dell'offerta di energia elettrica dall'inizio dell'anno\*



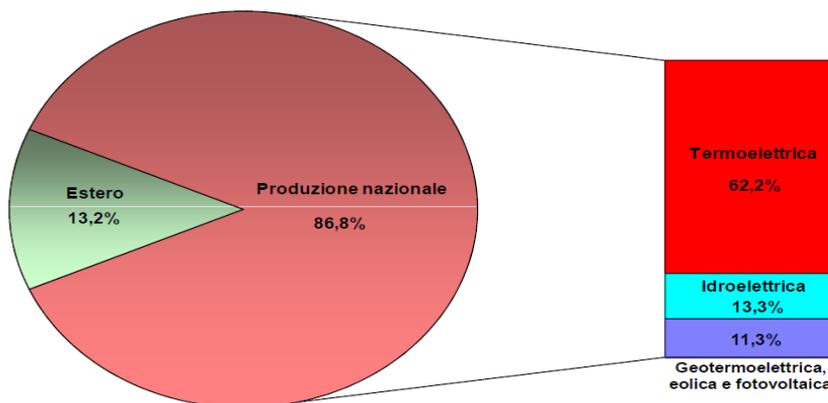
Anno 2010

La composizione % dell'offerta di energia elettrica dall'inizio dell'anno\*



Anno 2011

La composizione % dell'offerta di energia elettrica dall'inizio dell'anno\*



Anno 2012

# IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

## Piemonte

Tavola 2

### Situazione impianti

al 31/12/2011

		Produttori	Autoproduttori	Piemonte
<b>Impianti idroelettrici</b>				
Impianti	n.	595	21	616
Potenza efficiente lorda	MW	3.605,0	31,6	3.636,6
Potenza efficiente netta	MW	3.541,7	30,7	3.572,4
Produttività media annua	GWh	9.246,9	162,4	9.409,3
<b>Impianti termoelettrici</b>				
Impianti	n.	224	69	293
Sezioni	n.	300	110	410
Potenza efficiente lorda	MW	5.395,8	607,5	6.003,3
Potenza efficiente netta	MW	5.272,0	592,1	5.864,1
<b>Impianti eolici</b>				
Impianti	n.	7	-	7
Potenza efficiente lorda	MW	14,4	-	14,4
<b>Impianti fotovoltaici <sup>1</sup></b>				
Impianti	n.	24.103	-	24.103
Potenza efficiente lorda	MW	1.070,5	-	1.070,5

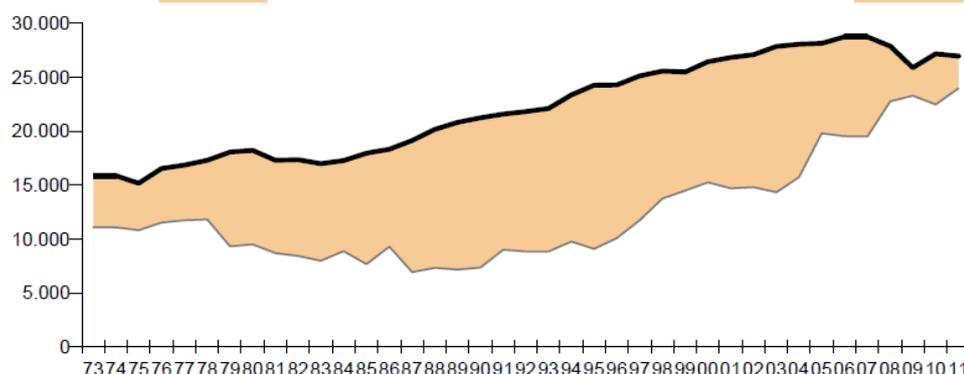
(1) Sono inclusi gli impianti fotovoltaici incentivati attraverso il "Conto Energia" gestito dal GESTORE SERVIZI ENERGETICI.

### Energia richiesta

Energia richiesta in Piemonte GWh 26.921,6  
 Deficit (-) Superi (+) della produzione rispetto alla richiesta GWh -2.966,8 (-11,0%)

Deficit 1973 = -4.753,0

Deficit 2011 = -2.966,8



Consumi: complessivi 25.437,1 GWh; per abitante 5.701 kWh

Deficit Superi Richiesta Produzione

### Consumi per categoria di utilizzatori e provincia

GWh

	Agricoltura	Industria	Terziario <sup>2</sup>	Domestico	Totale <sup>2</sup>
Alessandria	34,9	1.788,4	680,0	507,8	3.011,0
Asti	23,9	501,4	270,7	255,4	1.051,4
Biella	5,8	731,3	234,9	216,5	1.188,5
Cuneo	141,4	3.207,7	773,6	654,4	4.777,1
Novara	24,3	1.490,1	595,7	418,6	2.528,7
Torino	68,4	4.509,0	3.449,3	2.560,6	10.587,3
Verbano-Cusio-Ossola	2,2	459,4	257,0	180,5	899,2
Vercelli	24,4	472,6	297,2	179,3	973,6
<b>Totale</b>	<b>325,4</b>	<b>13.160,0</b>	<b>6.558,4</b>	<b>4.973,0</b>	<b>25.016,8</b>

(2) Al netto dei consumi FS per trazione pari a GWh 420,3.

### 3. COS'E' IL SISTEMA ELETTRICO?

Il sistema elettrico nazionale è articolato in tre fasi: **produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.**

L'energia elettrica come la conosciamo non esiste in natura e bisogna, quindi, produrla. Produrre energia vuol dire trasformare in "elettricità" l'energia ricavata da fonti primarie. Questa trasformazione avviene nelle centrali elettriche.



La trasmissione di energia elettrica ad alta tensione (380 kV - 220 kV - 150 kV) è la funzione che svolge Terna. Trasmettere energia vuol dire trasferire l'energia prodotta dai centri di produzione alle zone di consumo. Perché ciò avvenga occorrono linee, stazioni elettriche e di trasformazione, cioè gli elementi che compongono la Rete di trasmissione un insieme di oltre 58 mila km di linee possedute e gestite da Terna.

Terna gestisce in sicurezza la rete di trasmissione nazionale e i flussi di energia elettrica necessari all'Italia attraverso il [dispacciamento](#), bilanciando, cioè l'offerta e la domanda di energia 365 giorni l'anno, 24 ore al giorno.

L'ultima fase che conclude la filiera del sistema elettrico nazionale è rappresentata dalla distribuzione, cioè la consegna di elettricità in media e bassa tensione agli utenti.

### 4. DISPACCIAMENTO

L'energia elettrica non si può immagazzinare.

E' quindi necessario produrre, istante per istante, la quantità di energia richiesta dall'insieme dei consumatori (famiglie e aziende) e gestirne la trasmissione in modo che l'offerta e la domanda siano sempre in **equilibrio**, garantendo così la **continuità** e la **sicurezza** della fornitura del servizio.

La gestione di questi flussi di energia sulla rete si chiama **dispacciamento**.

Tale attività, svolta da Terna, richiede il monitoraggio dei flussi elettrici e l'applicazione delle disposizioni necessarie per l'esercizio coordinato degli elementi del sistema, cioè gli impianti di produzione, la rete di trasmissione e i servizi ausiliari.

La gestione in tempo reale del nostro sistema elettrico, interconnesso con quello europeo, viene svolta attraverso un sistema di controllo altamente tecnologico, che fa capo al [Centro nazionale di controllo](#).

Il Centro nazionale di controllo ha il compito di assicurare il funzionamento del sistema elettrico nelle condizioni di massima sicurezza, per garantire la continuità e la qualità del servizio. Pertanto il sistema di controllo acquisisce, istante per istante, tutti i dati relativi allo stato del sistema elettrico e, in base alle esigenze del momento, mette in atto le opportune azioni correttive.

## IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI



I compiti fondamentali del Centro nazionale di controllo si svolgono:

- Nella fase di programmazione, con l'elaborazione dei piani di esercizio sviluppati sulla base delle previsioni della domanda di energia e di potenza a livello nazionale e delle disponibilità dei mezzi di produzione. Le previsioni a breve termine, settimanali e giornaliere, sviluppate in base a quelle a medio termine, consentono la determinazione dei livelli di produzione, la configurazione di funzionamento della rete e la riserva di potenza.
- Nella fase di controllo in tempo reale, analizzando lo stato del sistema elettrico, il Centro nazionale di controllo interviene sulla produzione della potenza attiva e reattiva e sull'assetto di rete; contemporaneamente opera per l'ottimizzazione del servizio, per il ripristino in caso di disservizi, per il controllo di eventuali emergenze ed il coordinamento delle manovre per lavori.
- Nella fase di analisi dell'esercizio, oltre all'elaborazione delle statistiche di tutti i dati di esercizio, analizza il funzionamento del sistema di produzione e trasmissione, così da raccoglierne utili indicazioni per l'ottimizzazione dell'esercizio del sistema.

Il Centro nazionale di controllo, svolge il proprio compito attraverso otto centri di ripartizione, che, per la propria area territoriale di competenza, decidono gli interventi sugli impianti sia in fase di programmazione che in quella del controllo in tempo reale.

### 5. COME SI È ARRIVATI AD UN SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE?

All'inizio degli anni 60, l'Italia si trovava nel mezzo del cosiddetto "miracolo economico". Nonostante ciò consumi elettrici pro capite italiani erano ancora notevolmente inferiori a quelli dei principali Paesi europei. La diffusione degli elettrodomestici, ad esempio, era ancora limitata

- il 72 per cento degli utenti possedeva il frigorifero
- il 64 per cento il televisore
- il 42 per cento la lavatrice
- il 28 per cento lo scaldabagno elettrico
- il 2 per cento la lavastoviglie.

La produzione e distribuzione dell'energia elettrica era suddivisa tra centinaia di imprese. La rete elettrica era frammentata e disomogenea. Il servizio elettrico, inoltre, non raggiungeva tutti gli italiani: il censimento generale della popolazione del 1961 rilevava che più di 700.000 abitazioni, pari al 5,1 per cento di quelle censite, erano prive di elettricità. In questo contesto, nel novembre 1962 la Camera dei Deputati approva il provvedimento di nazionalizzazione del sistema elettrico, con l'obiettivo di utilizzare in modo ottimale le risorse, soddisfare la crescente domanda di energia e consentire condizioni uniformi di trattamento.

Il 6 dicembre dello stesso anno il provvedimento diventa legge: nasce così ENEL, Ente Nazionale per l'Energia Elettrica. All'ENEL la legge riserva il compito di esercitare le attività di Produzione, Importazione ed Esportazione, Trasporto e Trasformazione, Distribuzione e Vendita dell'energia elettrica. È la più grossa riforma economica approvata dal dopoguerra dal Parlamento italiano. ENEL inizia di fatto la sua attività nel 1963 con il graduale assorbimento delle imprese elettriche allora esistenti. Le imprese elettriche assorbite saranno complessivamente 1270.

Inizia quindi un grande progetto di elettrificazione, per l'ammodernamento e lo sviluppo della rete di distribuzione, i collegamenti elettrici con le isole e l'inizio della realizzazione delle dorsali a 380 kV che dovranno trasportare l'energia lungo tutta la penisola e connetterla con l'estero. Si arriva al 1992, che vede un cambiamento radicale del settore elettrico nazionale.

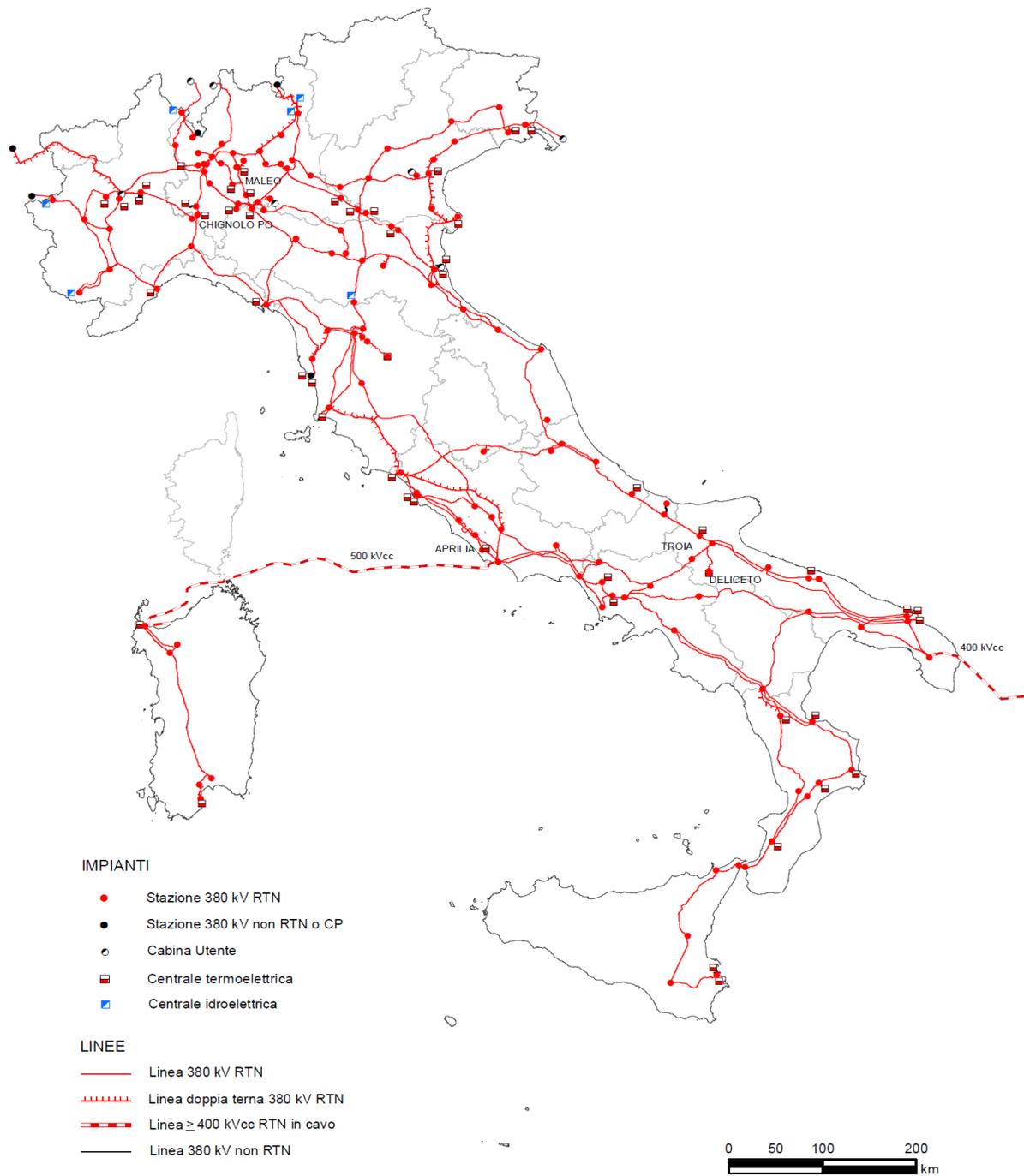
Infatti, a quasi trent'anni dall'istituzione, con la Legge n. 359 dell'8 agosto, Enel diventa Società per Azioni. Gli anni '90 vedono mutare Enel: al cambiamento di ragione sociale fanno seguito la liberalizzazione del settore elettrico e la quotazione in Borsa.

Il 19 febbraio 1999 il Consiglio dei Ministri approva il decreto di liberalizzazione del mercato elettrico, il cosiddetto "Decreto Bersani". La normativa definisce e regola il nuovo assetto del settore elettrico, in cui le attività di produzione, importazione, esportazione, acquisto e vendita di energia elettrica sono libere. Nel caso dell'Enel, il decreto prevede anche l'obbligo di ridurre la propria capacità produttiva cedendo entro il 2002 "non meno di 15.000 MW". Con la cessione di Interpower, nel novembre 2002, Enel completa le dismissioni di capacità produttiva previste dal decreto Bersani. Ad oggi Enel è un gruppo suddiviso in differenti società: Enel Produzione, Enel Distribuzione, Enel Energia, Enel Servizio Elettrico che si occupano delle varie parti del sistema elettrico (produzione, distribuzione, vendita) con eccezione della trasmissione compito di Terna Spa.

6. RETE DI TRASMISSIONE

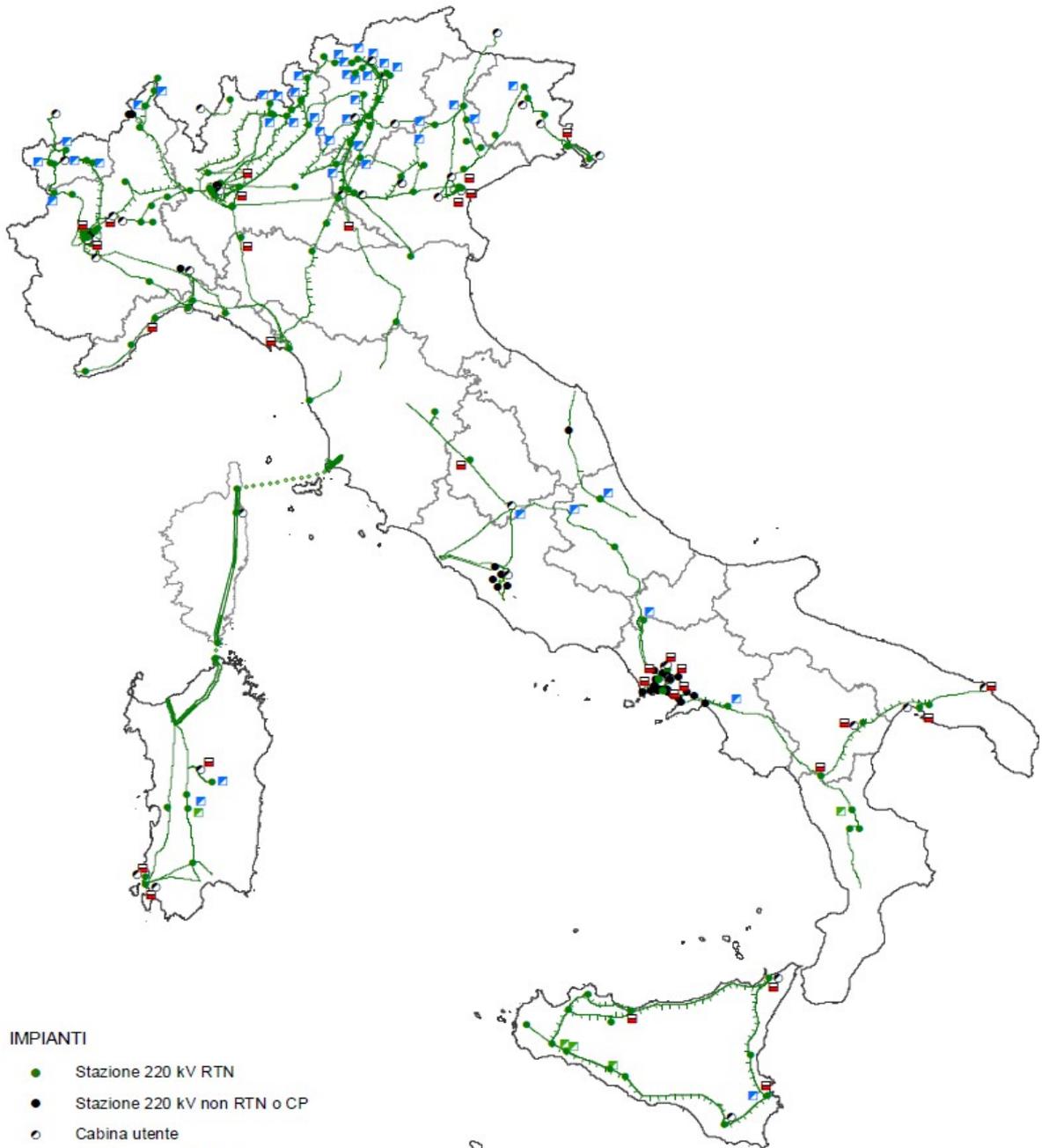
Rete italiana a 380 kV al 31 dicembre 2011

Grafico 5



## Rete italiana a 220 kV al 31 dicembre 2011

Grafico 6



**IMPIANTI**

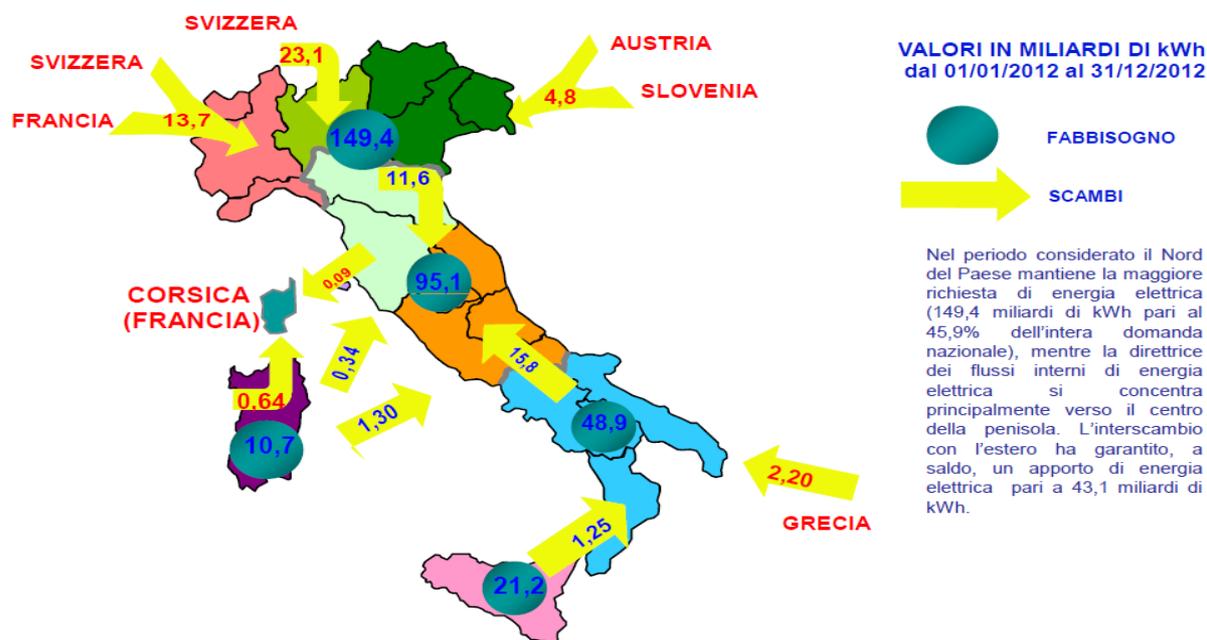
- Stazione 220 kV RTN
- Stazione 220 kV non RTN o CP
- Cabina utente
- Centrale termoelettrica
- Centrale idroelettrica
- Centrale eolica

**LINEE**

- Linea 220 kV RTN
- Linea doppia tema 220 kV RTN
- Linea 200 kVcc RTN
- • • Linea 200 kVcc RTN in cavo



## Saldo dei movimenti fisici di energia



## INTERCONNESSIONE CON L'ESTERO

La Rete di trasmissione nazionale è interconnessa con l'estero attraverso **17 linee**

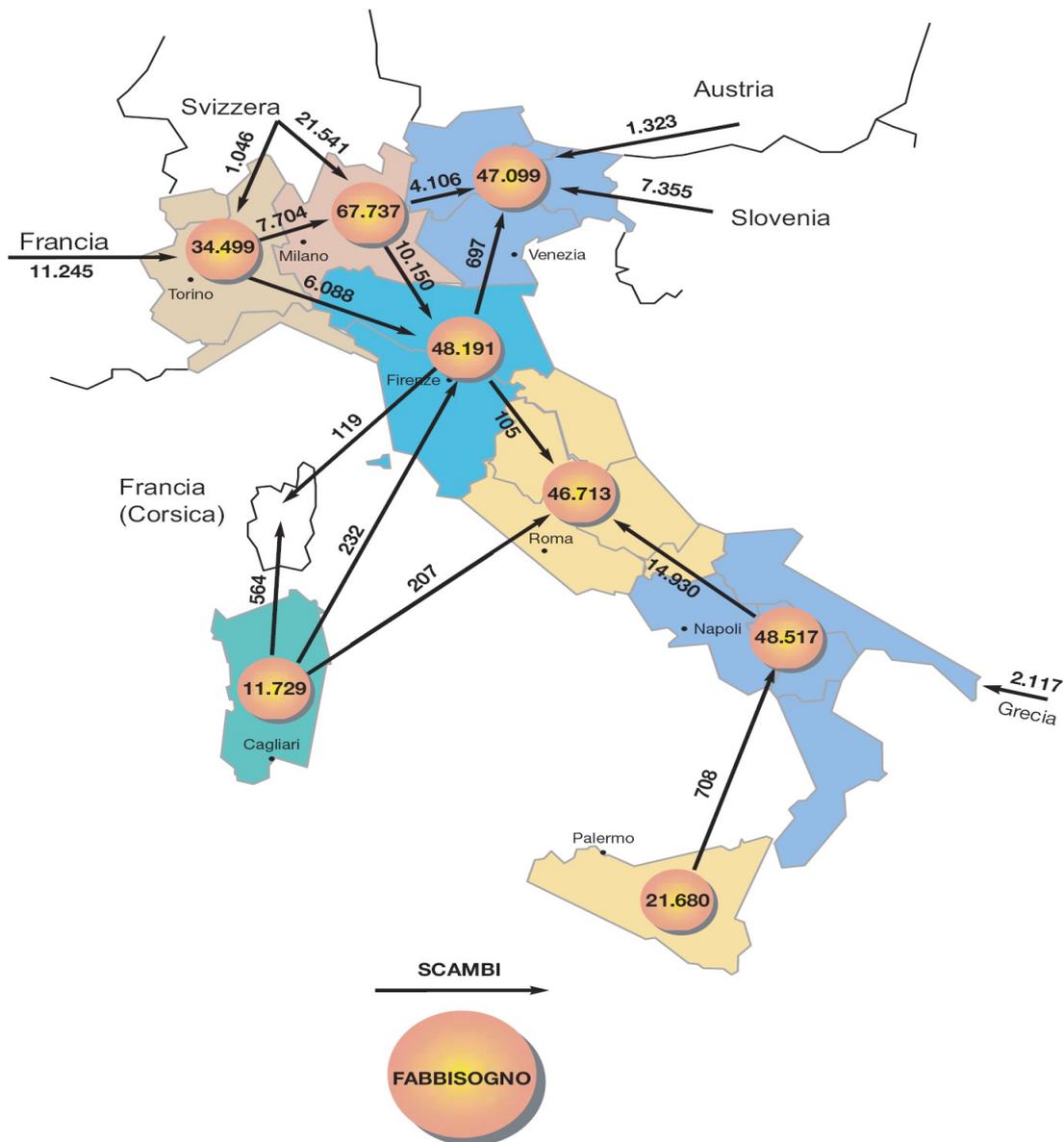
- 4 con la Francia
- 1 cavo sottomarino in corrente continua fra Sardegna e Corsica
- 8 con la Svizzera
- 1 con l'Austria
- 2 con la Slovenia
- 1 cavo sottomarino in corrente continua con la Grecia.

Attraverso le linee di interconnessione sulla frontiera **nord**,

- 6 linee a 380 kV
- 9 linee a 220 kV,

# IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

## Saldo movimenti fisici di energia (GWh)



Il **saldo movimenti fisici di energia** evidenzia essenzialmente i flussi di energia scambiati tra le varie aree individuate sul sistema elettrico italiano. In particolare occorre notare gli elevati transiti di energia dalla Lombardia verso il Centro del Paese.

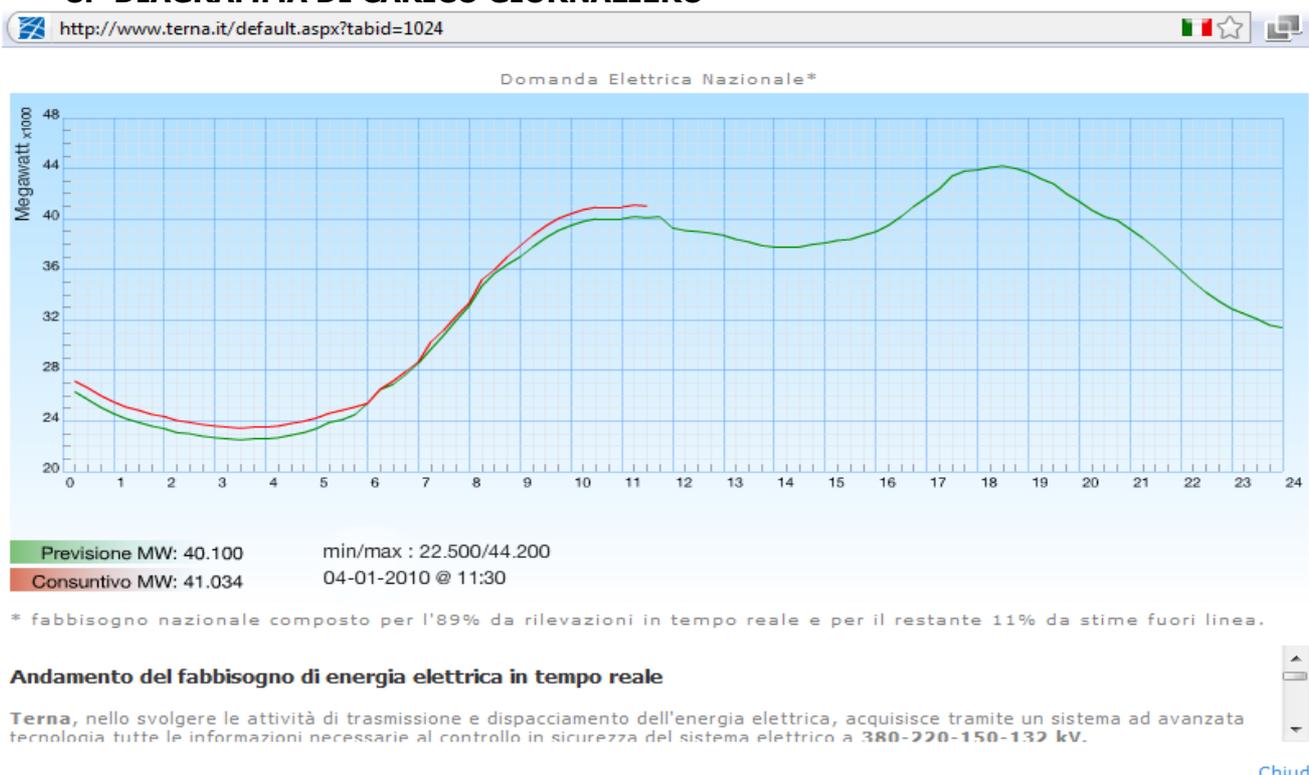
L'esportazione di energia dalla Sicilia verso il Continente, attraverso il collegamento a 380 kV, assicura la gestione in sicurezza del sistema elettrico siciliano e calabrese.

## 7. RETE DI DISTRIBUZIONE

Rappresenta l'ultima fase che conclude la filiera del sistema elettrico nazionale. La distribuzione effettua la consegna di elettricità in media e bassa tensione agli utenti.



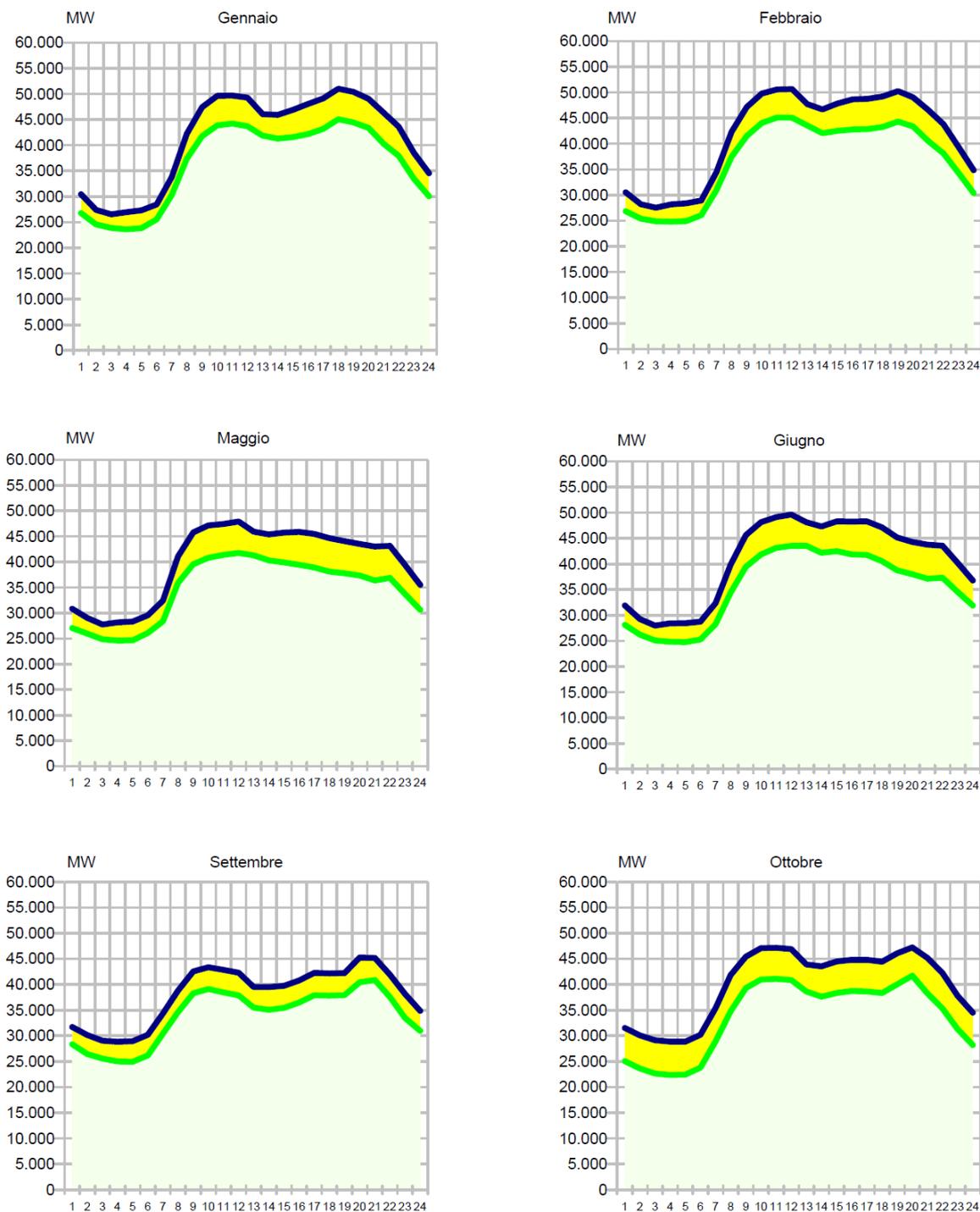
## 8. DIAGRAMMA DI CARICO GIORNALIERO



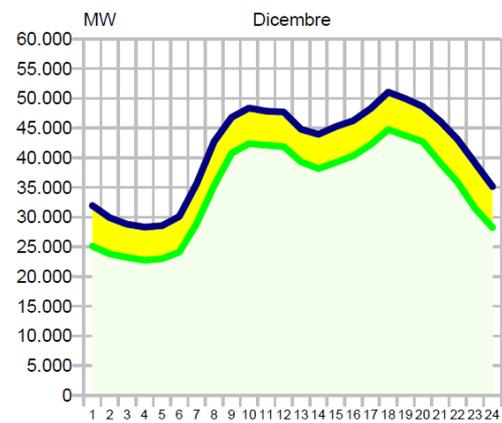
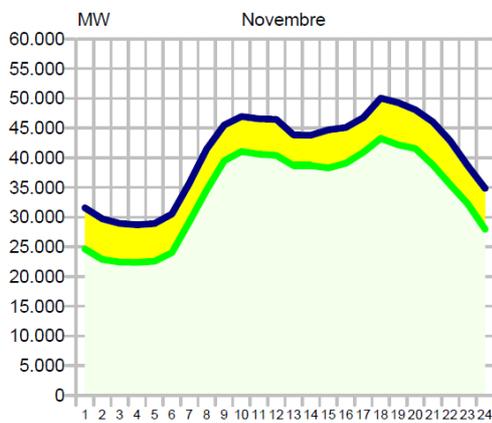
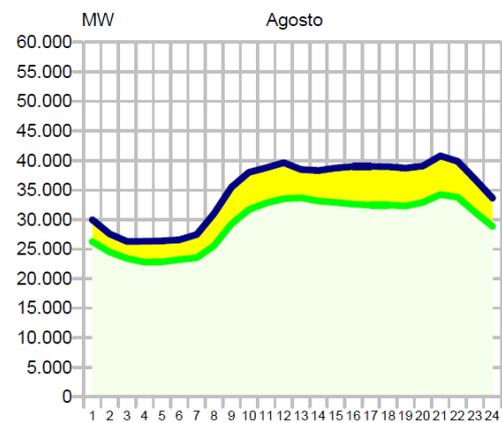
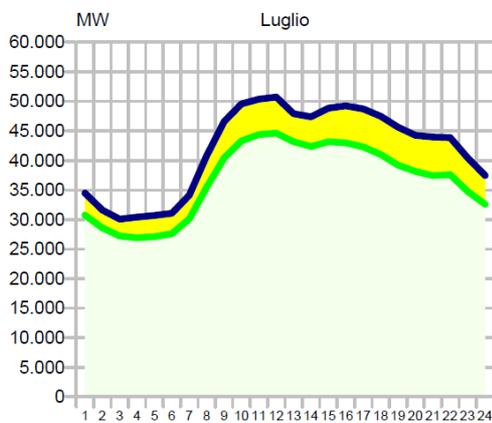
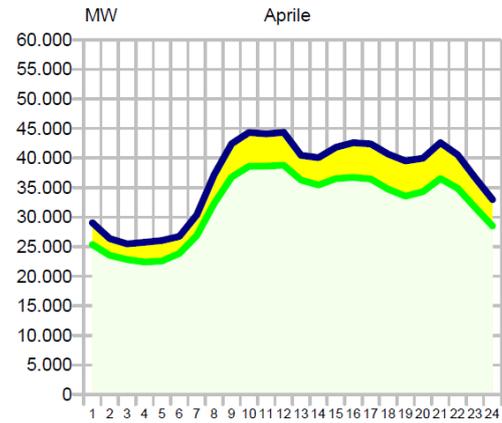
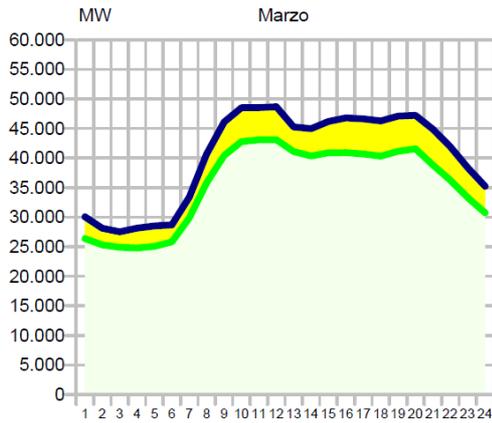
Questo diagramma riporta i consumi previsti da Terna per la giornata (riga verde) e i consumi reali aggiornati in tempo reale (ogni 15 minuti). Tale andamento varia nel corso della settimana e nel corso dell'anno in funzione di svariati fattori, climatici, ambientali, lavorativi, sociali ecc.... A seguire si riportano vari diagrammi medi mensili per poter osservare come la domanda di energia cambia nei vari mesi dell'anno. Importante è che la produzione deve sempre seguire la domanda di energia. Durante l'arco della singola giornata si hanno generalmente due punte, una verso le 10-11 della mattina e una verso 17-18 del pomeriggio (nei periodi invernali). Tale richiesta di energia dipende da molti fattori stagionali, industriali climatici ecc. Durante l'arco dell'anno le punte assolute si riscontrano in estate e in inverno. Determinante, nel caso estivo, il caldo torrido che ha induce ad un ricorso massiccio a condizionatori ed apparecchiature refrigeranti, tale da provocare il raggiungimento di questi valori nella richiesta di energia elettrica. Nel periodo invernale invece il picco è dovuto l'incremento dei consumi di energia elettrica in concomitanza con le settimane precedenti le festività natalizie; al peggioramento delle condizioni meteorologiche l'accorciarsi delle giornate e il conseguente ricorso all'illuminazione artificiale fin dalle prime ore del pomeriggio. E' più stretto di quanto possa sembrare il rapporto tra la tv e il consumo di elettricità, ben verificabile in occasione di eventi televisivi che realizzano grandi ascolti. Un caso particolare si è verificato in occasione della partita di calcio Italia-Messico degli ultimi mondiali A partire dalle ore 12 si è verificato un aumento della domanda di energia elettrica, spiegabile con il fatto che molte attività venivano anticipate in funzione proprio dell'inizio della partita. Al contrario dalle ore 13.30, orario di inizio del match, fino alla fine del primo tempo la domanda scendeva tanto da segnare un calo di 1000 MW rispetto alla previsione di fabbisogno. Nel corso del secondo tempo la richiesta di energia scendeva ancora, fino ad arrivare ad un crollo dei consumi: 3000 MW in meno, un quantitativo pari al fabbisogno di una città come Milano.

Diagramma giornaliero della potenza oraria richiesta sulla rete italiana nel 3° mercoledì di ciascun mese nel 2011

Grafico 15



## IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

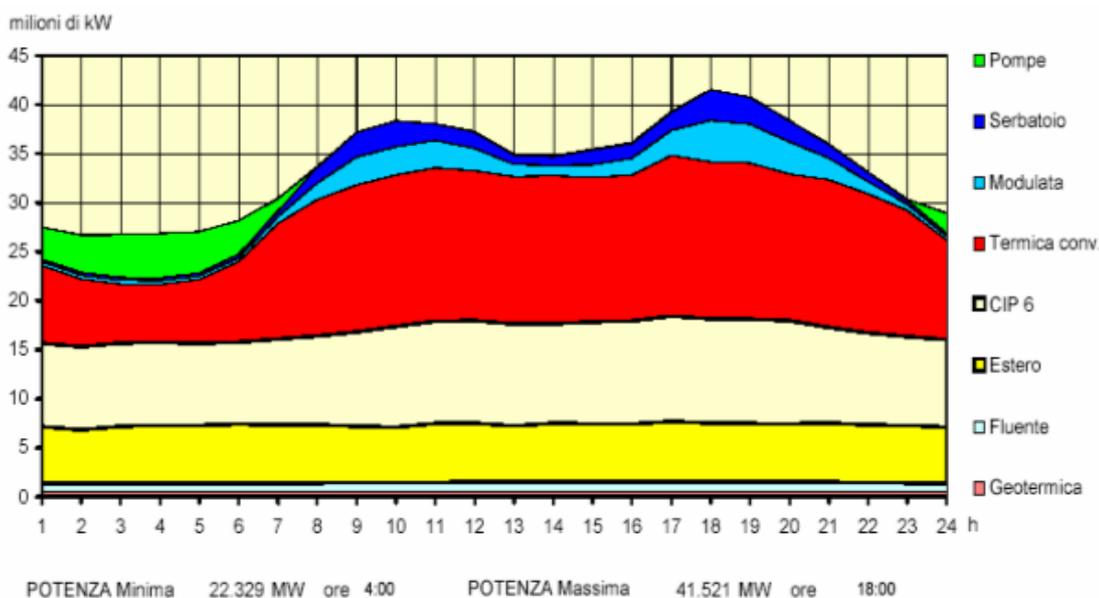


Richiesta Potenza Netta Saldo estero

## 9. LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E IL DIAGRAMMA DI CARICO

Come viene sopperita in Italia la domanda di energia elettrica? Abbiamo inizialmente detto come l'energia elettrica viene prodotta in Italia, ma come può tale produzione seguire il diagramma di carico. Il grafico al di sotto riporta in funzione delle varie ore del giorno con quali centrali l'energia veniva prodotta fino al 2008/2009:

**DIAGRAMMA ORARIO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA E RELATIVA COPERTURA**

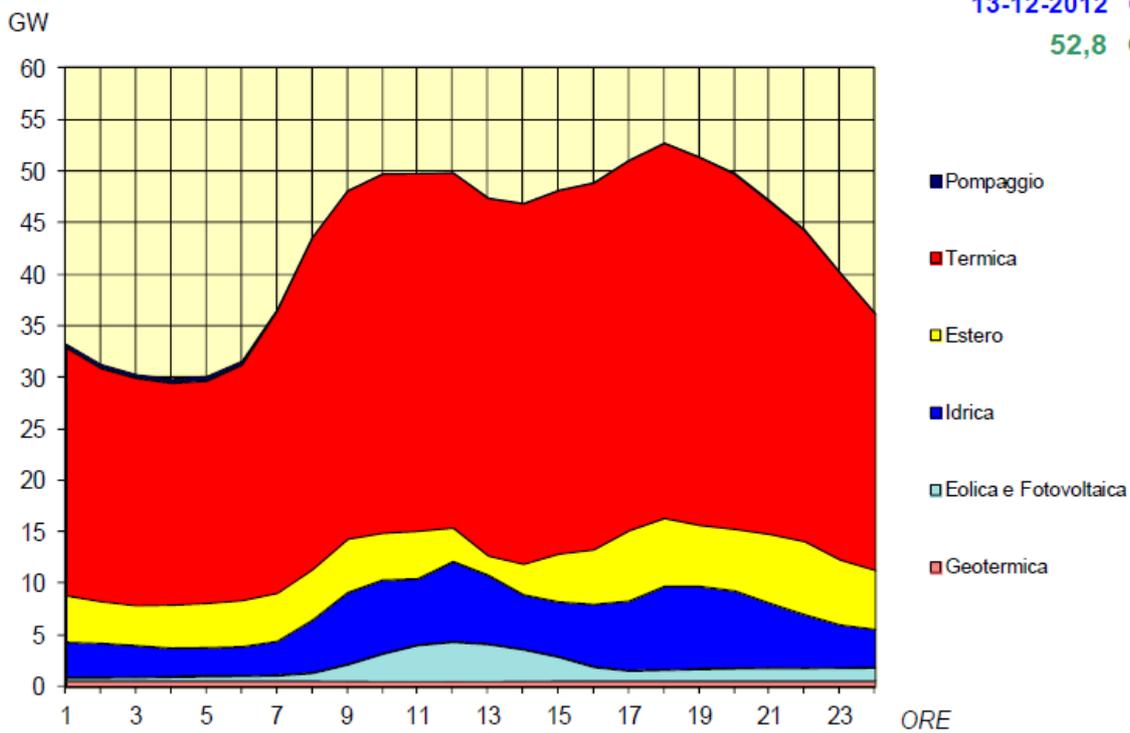


Si può osservare come la maggior parte dell'energia era prodotta da mediante centrali termoelettriche, che si possono solo regolare e non spegnere nelle ore di minor richiesta di energia. Per questo motivo nelle ore di punta è necessario utilizzare le centrali idroelettriche a bacino (convenzionali o di pompaggio) con le quali sopperire alla forte domanda di energia e durante le ore notturne mediante le centrali di pompaggio utilizzare l'energia elettrica delle centrali termoelettriche e quella acquistata dall'estero per riportare l'acqua nei serbatoi a monte. Questo metodo seppur non conveniente dal punto di vista energetico era conveniente dal punto di vista economico, visto che nelle ore notturne il valore commerciale dell'energia elettrica era di circa 4-5 volte inferiore a quello delle ore di punta.

# IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

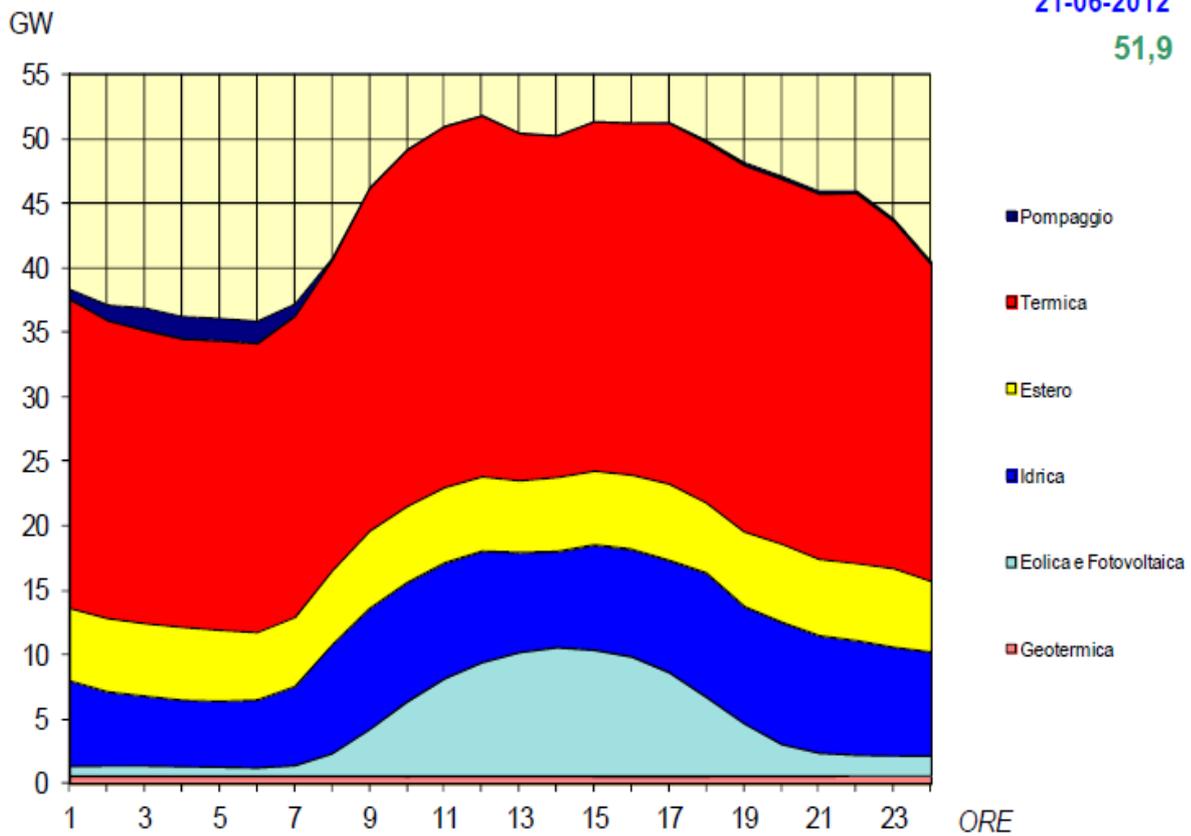
13-12-2012 Ore 18:00

52,8 GW



21-06-2012 Ore 12:00

51,9 GW



## IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI

Il crescere delle fonti rinnovabili genera problemi ancora maggiori sulla rete di distribuzione.

Le fonti rinnovabili sono:

- variabili durante l'arco della giornata
- variabili rapidamente a causa dei cambiamenti del vento o cambiamenti metereologici
- in alcuni casi prevedibili (energia solare) in altri no (soprattutto nelle variazioni a breve termine).
- Non tutte le rinnovabili elettriche hanno però caratteristiche di questo tipo: si pensi idroelettrico, biomasse o geotermica che sono costanti nel tempo, ma che non prevedono molti spazi futuri.

Per questo motivo si rendono necessari dei cambiamenti radicali della rete per evolvere verso la società delle rinnovabili e un futuro rinnovabili.

Questi cambiamenti vanno sotto il nome di:

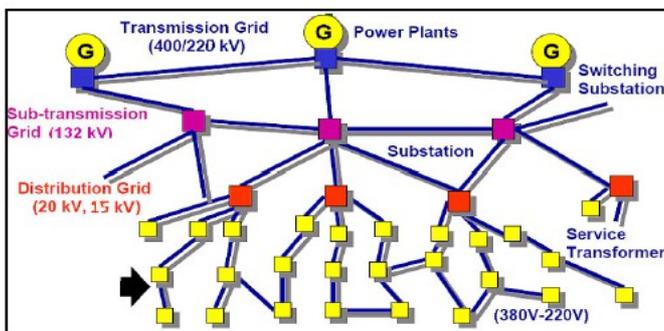
- SMART GRID
- STOCCAGGIO:IDROGENO

## 10.SMART GRID: LA RETE INTELLIGENTE

# L'evoluzione della rete elettrica

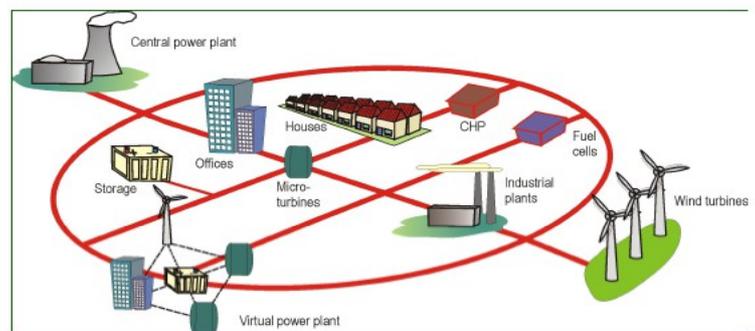


## La rete elettrica odierna



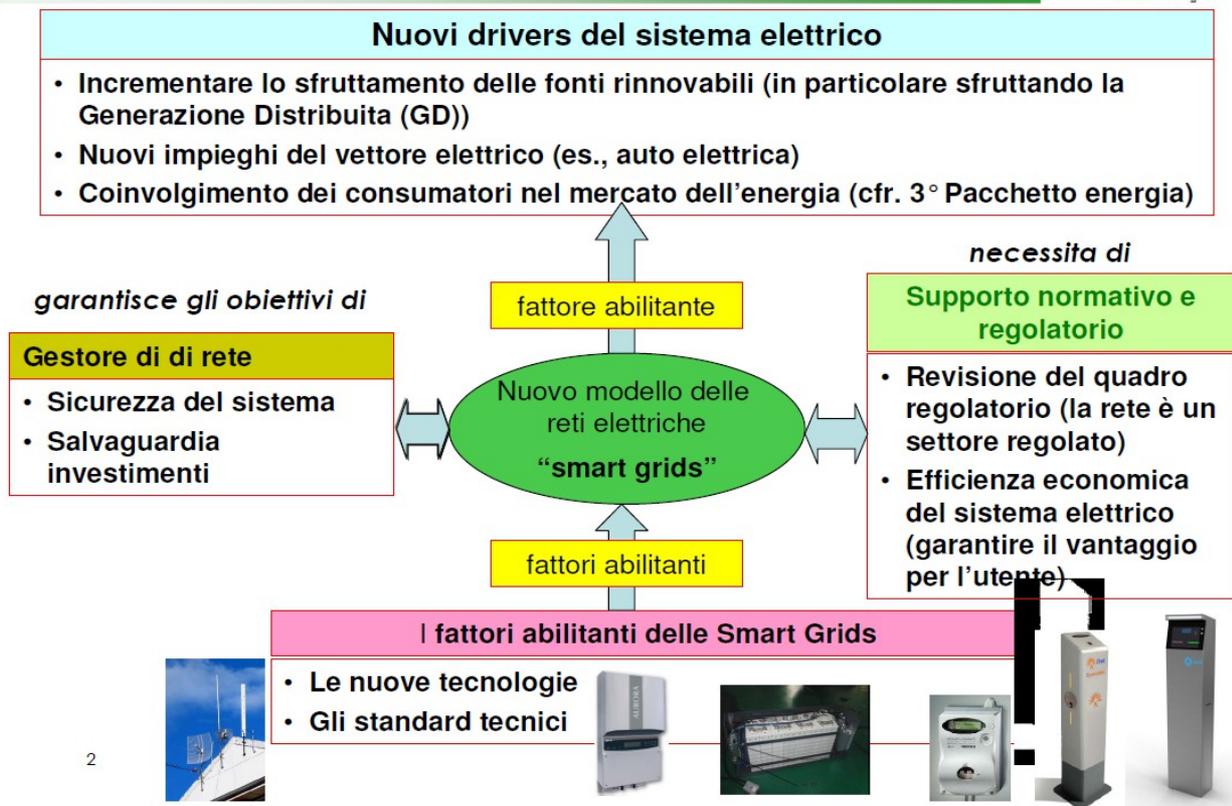
**Generazione centralizzata; flusso di potenza mono-direzionale dall'alta alla bassa tensione, dove sono collegati i carichi. Il sistema è controllato tramite i grossi generatori**

## La nuova rete elettrica



**Rete che integra e gestisce in modo efficiente il comportamento e le azioni di tutti gli utenti connessi (generatori, punti di prelievo, e punti con presenza di generazione e prelievo)**

## Perché le Smart Grids?



2

## L'evoluzione della rete di trasmissione verso le Smart Grids



- **La rete di trasmissione è già intelligente**
  - Controllo in tempo reale dei grossi generatori, per garantire l'equilibrio tra generazione e consumo
- **I nuovi problemi da affrontare**
  - Difficoltà nelle realizzazioni di nuove linee
  - Aumenta la generazione non programmabile (eolico, FV)
  - Maggior variabilità degli scambi di energia con l'estero
- **Gli sviluppi attesi**
  - Sfruttare i "marginii" dell'attuale rete tramite una gestione più flessibile
  - Sensoristica avanzata e sistemi di previsione in tempo reale, per fornire al gestore un quadro sempre aggiornato della situazione
  - Integrazione delle reti e dei mercati europei dell'energia
  - Sistemi di accumulo (????)

## L'evoluzione della rete di distribuzione verso le Smart Grids



- **L'attuale rete di distribuzione è di tipo "passivo"**
  - La rete distribuisce ai consumatori la potenza prelevata dalla rete di trasmissione: non c'è gestione dei generatori e carichi connessi alla rete di distribuzione
  - la generazione distribuita è considerata un'eccezione: viene collegata secondo l'approccio "fit & forget" (la rete è dimensionata sul "caso peggiore")
  - Una volta connessi i generatori producono quando e come vogliono: la rete di distribuzione deve sempre accettare la potenza prodotta
- **Connessione di un grande numero di piccoli generatori sulla rete di distribuzione. Quali problemi?**
  - l'approccio "fit & forget" limita eccessivamente il numero di generatori che possono essere connessi
  - Non è più garantito il flusso mono-direzionale dell'energia
  - I generatori sulla rete di distribuzione si disconnettono a causa di disturbi sulla rete di trasmissione
    - Nel black-out tedesco del 2006 sono stati persi in Italia circa 2000 MW

5

## L'evoluzione della rete di distribuzione verso le Smart Grids



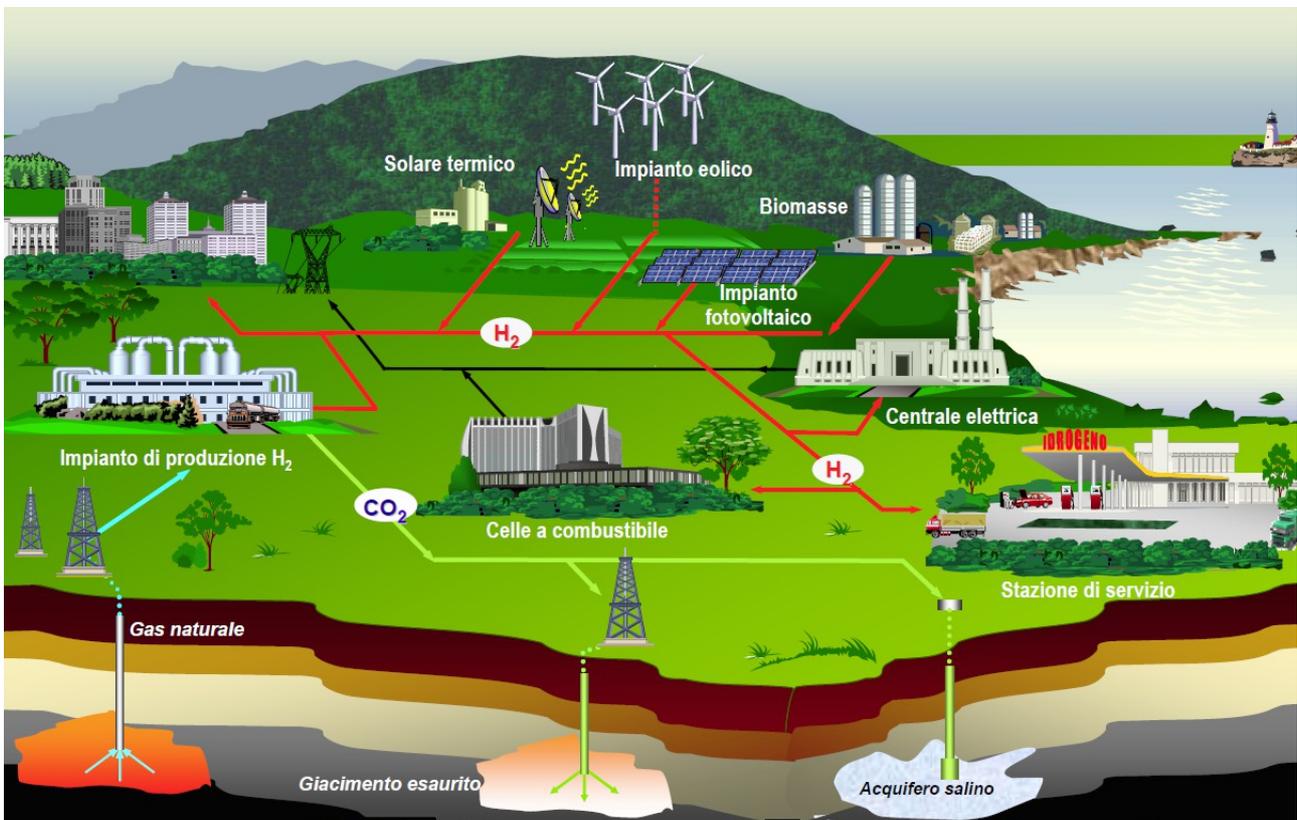
- **I due possibili modelli di sviluppo per la rete di distribuzione:**
- **Potenziare ed estendere la reti esistenti: più ferro e rame (approccio "muscolare").....**
  - Si mantiene l'approccio "fit & forget"
  - Più investimenti in infrastruttura fisica (linee e trasformatori). E' economicamente conveniente?
  - Ostacoli dovuti a problemi autorizzativi
- **.... oppure rendere più intelligente le reti di distribuzione esistenti**
  - Gestione diretta dei generatori e dei carichi. Si supera l'approccio "fit & forget"
  - Investimenti mirati in infrastruttura di comunicazione e controllo
  - Generazione e carichi forniscono servizi alla rete
  - Nuovi servizi per i clienti: misurazione oraria dell'energia, informazioni in tempo reale, gestione della domanda

6

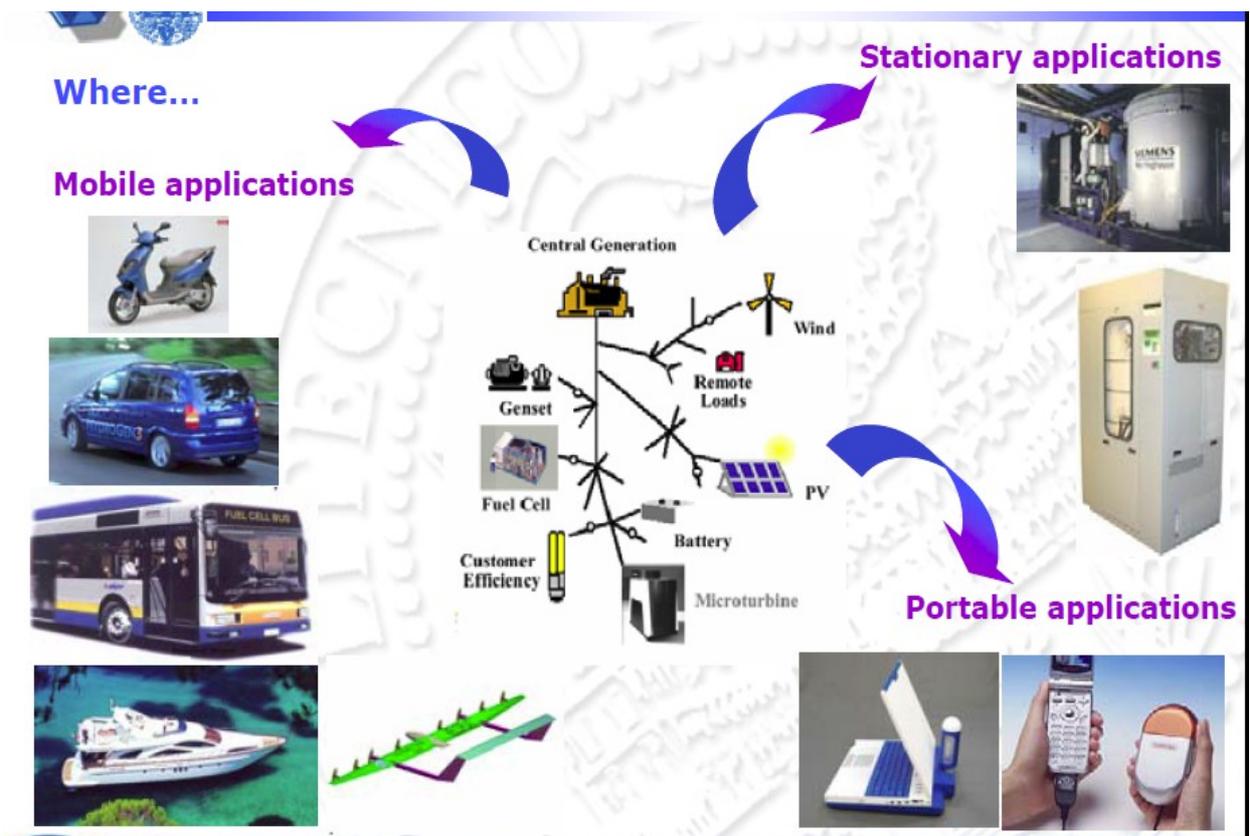
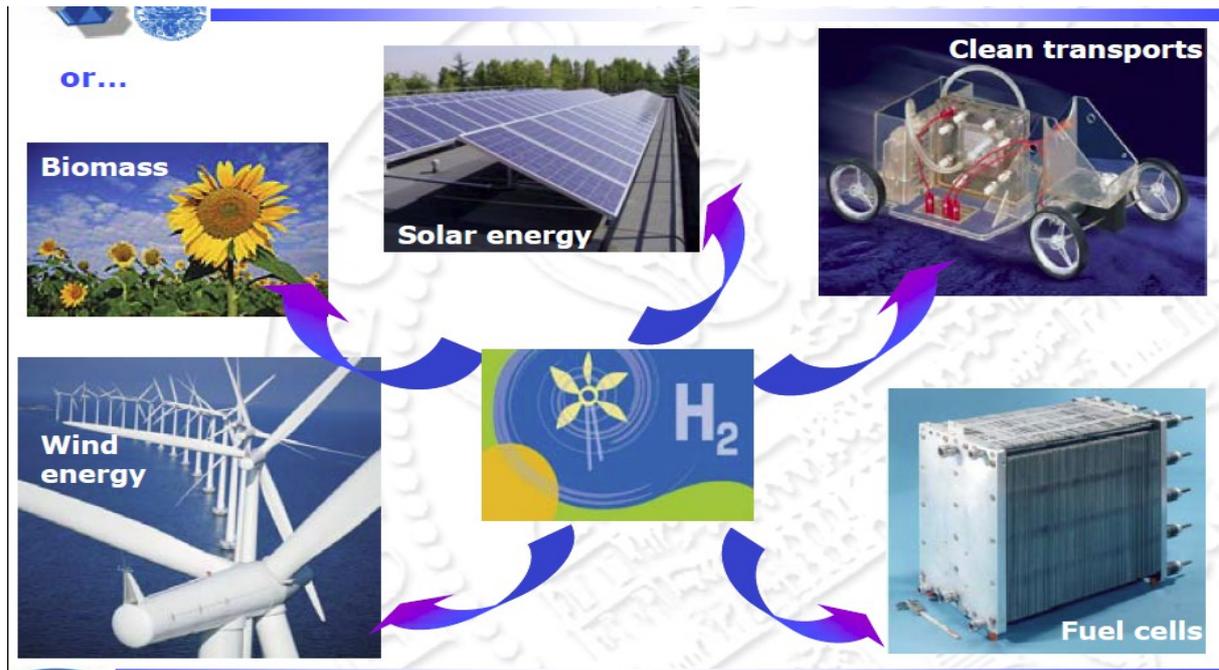
## 11. SOCIETA' DELL'IDROGENO

L'idrogeno consente:

- 1) di stoccare efficientemente le energie rinnovabili (vettore energetico) risolvendo il loro problema legato all'aleatorietà e permettendo di regolare facilmente la nuova rete di generazione distribuita.
- 2) di ottenere energia elettrica all'occorrenza con elevata efficienza e con potenze specifiche elevate in apparecchiature quali le celle a combustibile con applicazione ai mezzi di trasporto, a dispositivi portatili (in sostituzione delle comuni batterie) e in applicazioni domestiche con l'impiego di cogeneratori per la produzione combinata di energia elettrica e calore.
- 3) di eliminare l'emissione di inquinanti soprattutto a livello locale con l'utilizzo delle applicazioni automobilistiche e nelle grosse centrali con la diffusione della segregazione della CO<sub>2</sub>



IL PROBLEMA ENERGIA. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E NON RINNOVABILI



**12.IL BLACKOUT DEL 28 SETTEMBRE 2003**

Il sistema elettrico deve garantire sempre l'equilibrio tra domanda e offerta. Se per qualsiasi motivo questo equilibrio viene turbato, tutto il sistema è provvisto di protezioni che effettuano automaticamente il distacco di carichi e l'interruzione di linee. Questo si è verificato nella notte del **28 settembre 2003**. Dal rapporto UCTE(Unione per il Coordinamento della Trasmissione di Energia elettrica in Europa) del 28 ottobre 2003.

Alle **ore 03.01** del 28 settembre 2003 si interrompe, in territorio svizzero, un elettrodotto a 380 kV Italia-Svizzera (Mettlen-Lavorgo) a causa di una scarica dovuta al contatto con un albero.

Vari tentativi di rimettere in servizio la linea non hanno successo. Il carico della linea si riversa su altri elettrodotti, in particolare sul 380 kV Sils-Soazza a causa della sua vicinanza a quello fuori servizio. Alle **ore 03.21**, su richiesta svizzera, viene ridotta di circa 300 MW l'importazione di energia dall'estero verso l'Italia, portandola a 6.400 MW, per evitare pericolosi sovraccarichi sulle linee. Alle **ore 03.25** si interrompe, sempre in territorio svizzero, l'elettrodotto a 380 kV Italia-Svizzera Sils-Soazza : anche in questo caso il guasto è dovuto al contatto con un albero. La potenza trasportata da tale linea si riversa sulle altre interconnessioni con l'estero provocandone il sovraccarico. Intervengono automaticamente le protezioni e tutte le linee con l'estero vanno fuori servizio. Circa 12 secondi dopo la perdita dell'elettrodotto Sils-Soazza l'Italia è isolata dalla rete elettrica europea. Durante questi 12 secondi di sovraccarichi, si erano già verificati degli abbassamenti di tensione che avevano provocato il distacco automatico dalla rete di alcuni impianti di produzione in Italia. Si viene così a creare uno squilibrio tra domanda e offerta di energia elettrica dovuto alla perdita di 6.400 MW dall'estero ed al distacco degli impianti di produzione. Nonostante immediate contromisure (alleggerimento del carico), tale squilibrio provoca l'intervento in successione delle protezioni sulla rete elettrica italiana

Alle **ore 03.28** l'Italia, ad eccezione della Sardegna, è **in blackout**

**DIAGRAMMA ORARIO DEL FABBISOGNO E RELATIVA COPERTURA DEL : 28-09-2003**

