

MDF - AIEE

Convegno «*Modelli per la valutazione dell'impatto ambientale e macroeconomico delle strategie energetiche*», Roma.



4 ottobre 2017

Analisi Integrata e modelli per le valutazioni di impatto delle strategie e politiche energetico- ambientali

Maria Gaeta



- Scenari a supporto della politica energetico - ambientale
 - Catena modellistica
- Il modello tecnico-economico TIMES_Italia
 - Analisi di scenario
 - Scenari energetici
- Il modello multiregionale MONET
- Il modello s-MTSIM e le analisi di impatto sul sistema elettrico

Scenari a supporto della politica energetico - ambientale

Scenari a supporto della politica energetica



- La politica energetico-ambientale complessa deve esplorare tutte le sinergie e interconnessioni del sistema energetico con altre dimensioni, come quelle economica, sociale e ambientale.
- Le politiche europee su Energia e Clima delineano gli indirizzi e obiettivi da perseguire per la decarbonizzazione del sistema economico EU
- È necessario garantire compatibilità e coerenza con altre politiche nel contesto italiano
- Gli obiettivi sono di medio-lungo periodo. Non tutti i percorsi che portano agli obiettivi al 2030 sono compatibili con il raggiungimento dei target al 2050. Serve un'analisi di lungo periodo (2050) integrata e multidisciplinare per la pianificazione energetico-ambientale



Analisi di Scenario integrata a supporto della decarbonizzazione del sistema energetico nazionale

Scenari a supporto della politica energetica

Si ricorda che il piano nazionale Clima ed Energia richiesto ad ogni stato membro dovrebbe prevedere almeno due scenari:

- uno **scenario di riferimento** basato sulle attuali tendenze e sulle politiche e sulle misure esistenti a livello comunitario e nazionale (benchmark);
- uno **scenario politico** che rifletta l'attuazione degli obiettivi nazionali previsti da politiche e misure supplementari per le cinque dimensioni dell'Unione dell'energia, compresi gli obiettivi del 2030.

Tutte le analisi vanno rese confrontabili con lo scenario di Riferimento 2016 realizzato dalla Commissione Europea, EURef2016 o Primes 2016



Tavolo Decarbonizzazione dell'Economia - PdCM

Tavolo Scenari - MiSE

Scenari a supporto della politica energetica

Tavolo Decarbonizzazione dell'Economia

- Nel 2016 la Presidenza del Consiglio dei Ministri ha istituito il **Tavolo sulla Decarbonizzazione della Economia Italiana** in vista degli obiettivi e della agenda Europea (Energy Union, ETS reform, Effort sharing...) con più di 70 soggetti esperti su energia e clima.
- Obiettivo: fornire supporto su Clima ed Energia alle Amministrazioni competenti nella pianificazione delle politiche del Paese con approccio multidisciplinare



Scenari a supporto della politica energetica



Il lavoro sugli scenari del Tavolo della Decarbonizzazione dell'Economia Italiana è confluito nei tavoli tecnici di preparazione della **Strategia Energetica Nazionale**.

In novembre 2016 il Ministero dello Sviluppo Economico ha, infatti, istituito dei gruppi di lavoro (Tavoli verticali) su Rinnovabili, Efficienza Energetica, Mercato Elettrico, Mercato Gas, Mercato Petrolifero & Logistica, **Scenari**.

Partecipano al **Tavolo sugli Scenari**:

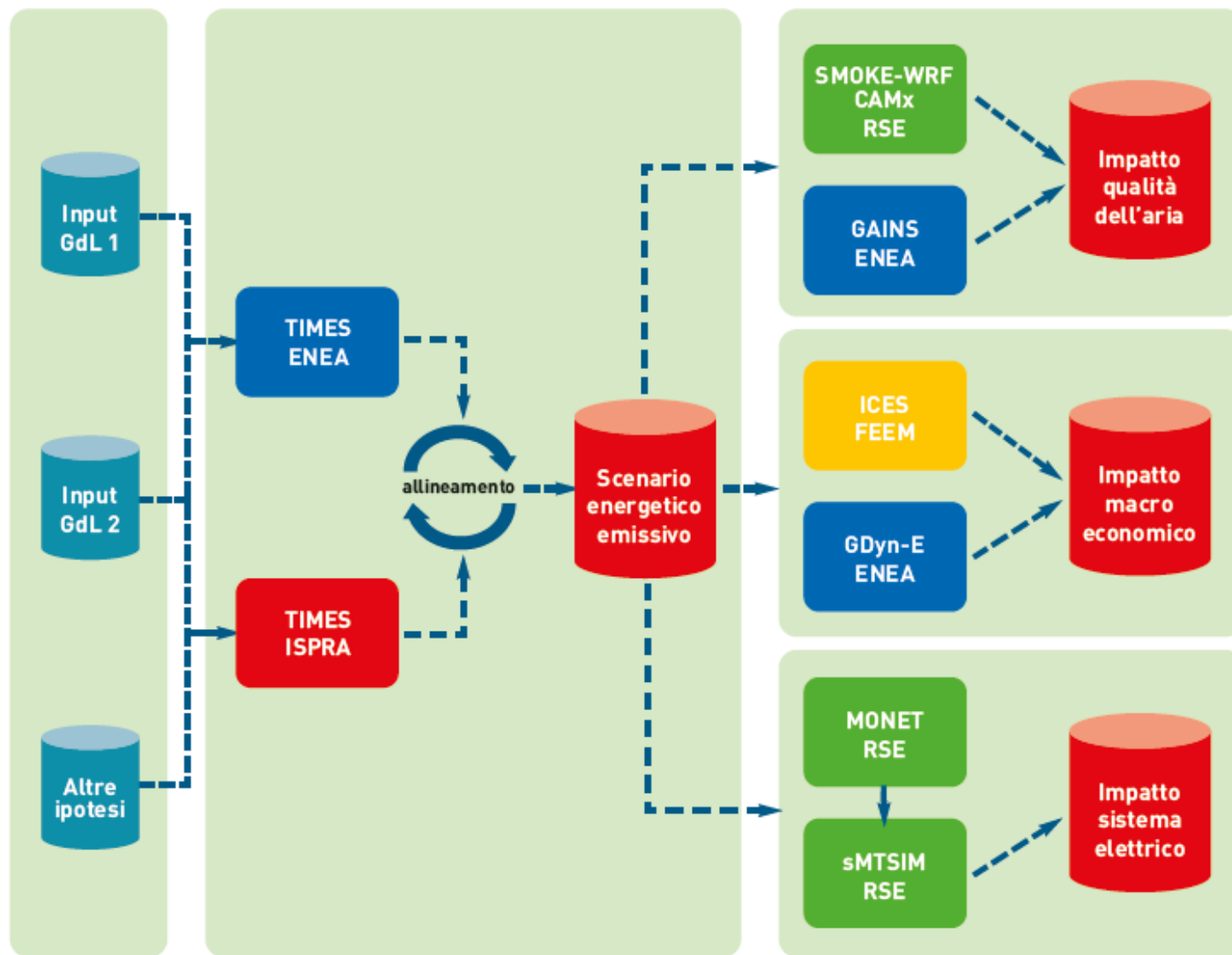
- Centri di ricerca e università ([ENEA](#), [RSE](#), [ISPRA](#), CESI, Polimi ...)
- Governo (MiSE e MATTM)
- Operatori della rete di trasmissione e distribuzione di energia elettrica e gas (TERNA, SNAM, GSE ...)



Realizzazione degli scenari energetici per la SEN

Scenari a supporto della politica energetica

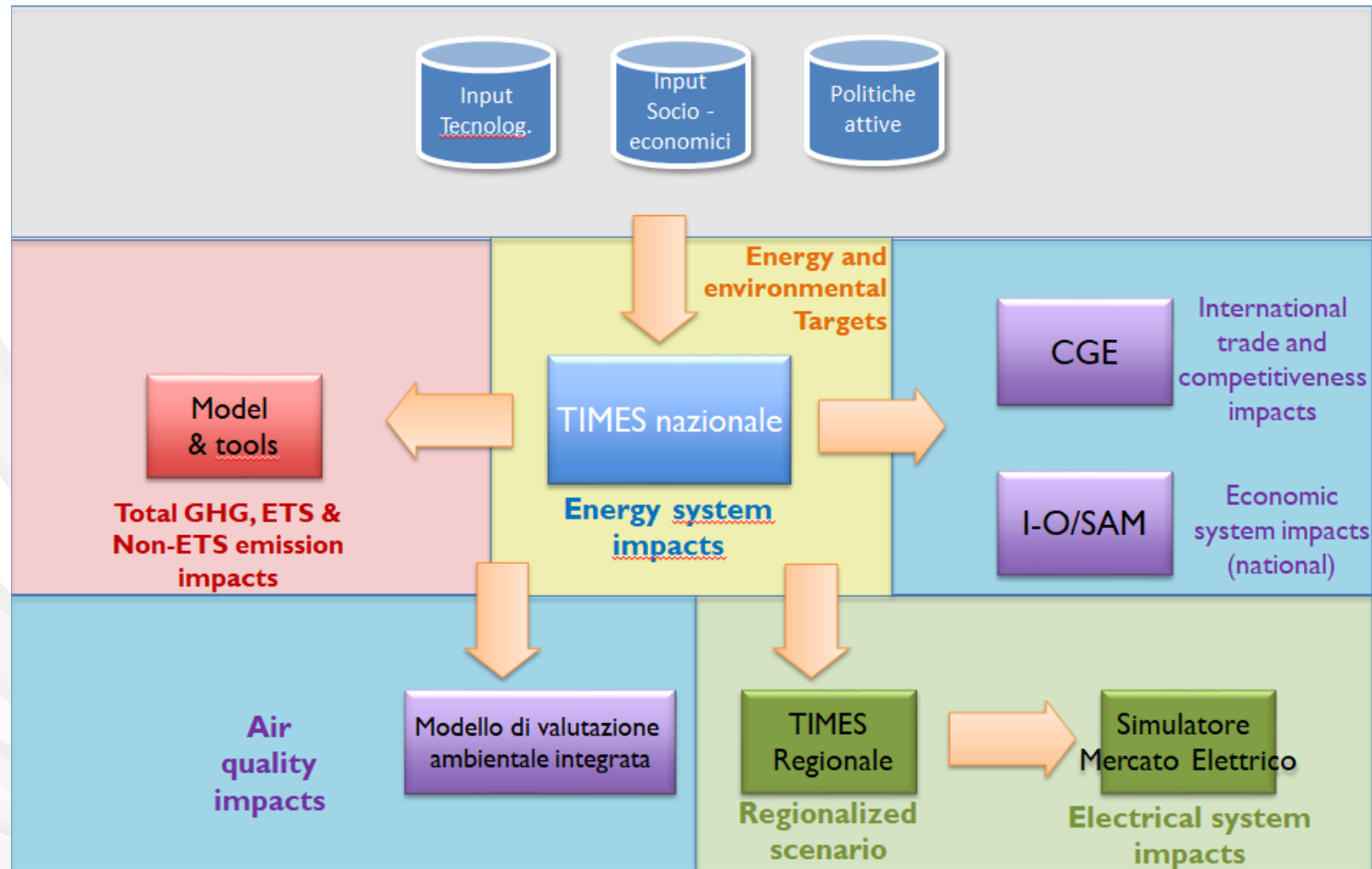
Esempio di catena modellistica



Fonte: Tavolo
Decarbonizzazione

Scenari a supporto della politica energetica

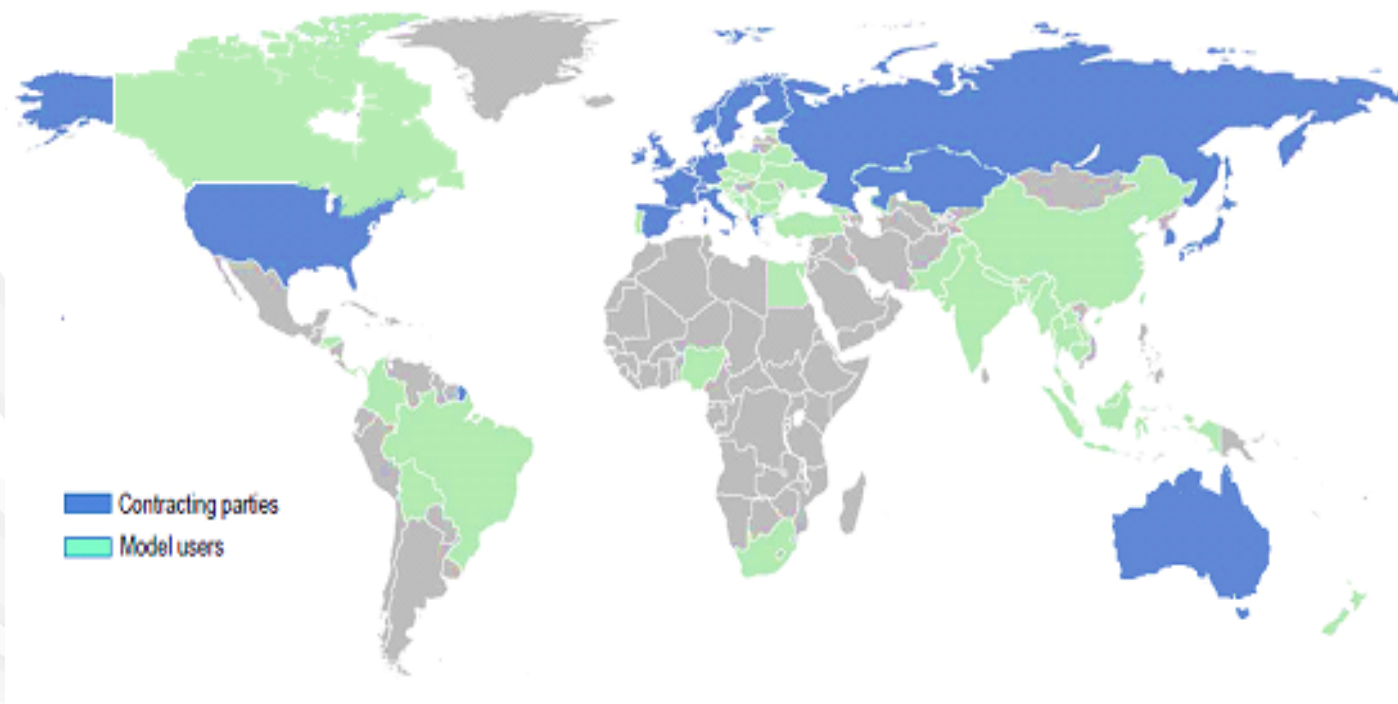
Esempio di catena modellistica



Il modello energetico TIMES-Italia

Il modello TIMES-Italia

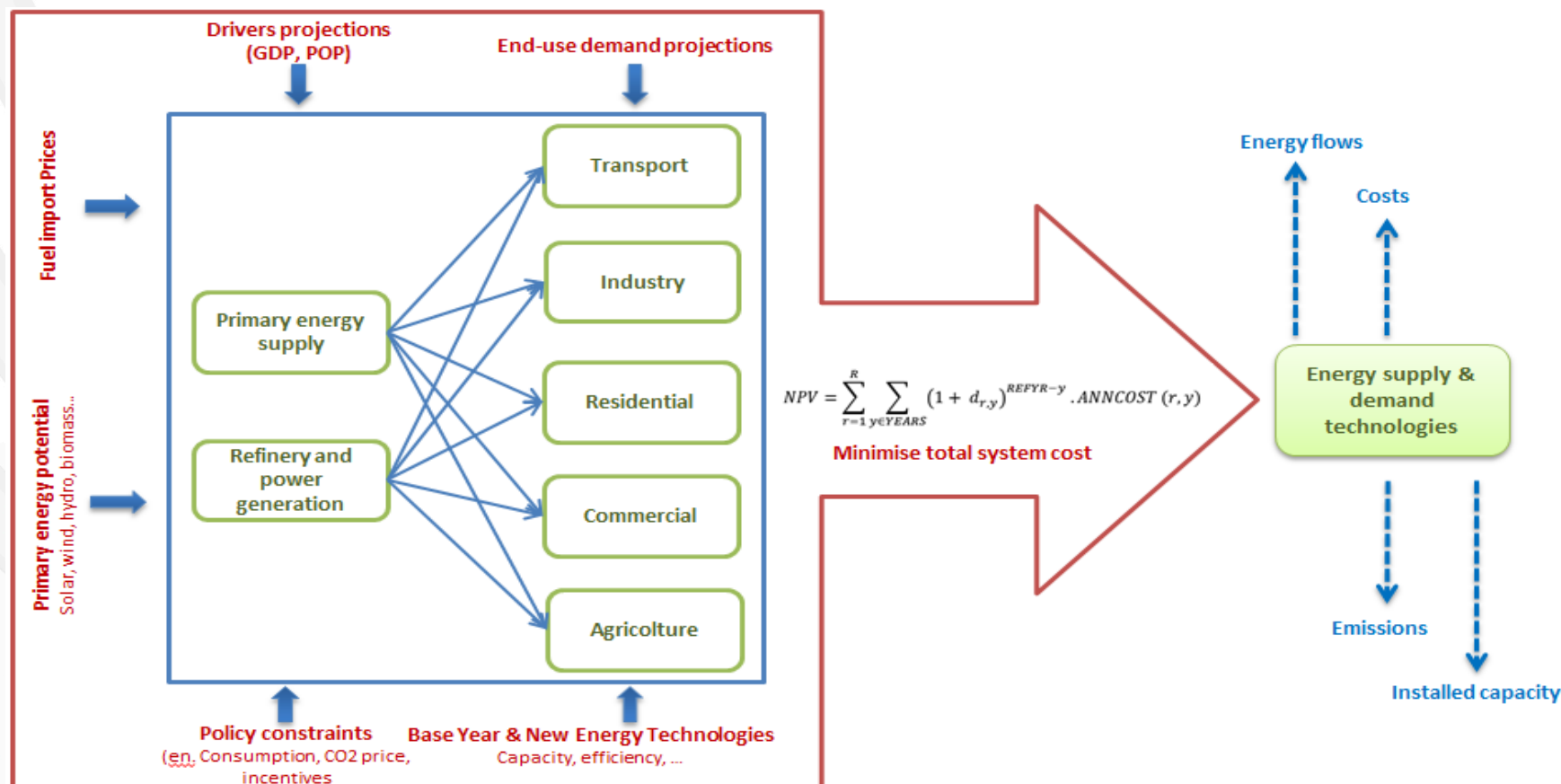
Il **TIMES-Italia** è un modello, sviluppato nel 2009 da ENEA e ora in uso congiunto presso RSE. Appartiene alla famiglia **MARKAL-TIMES**, generatori di modelli di equilibrio economico parziale sviluppati nell'ambito dell'Energy Technology Systems Analysis Programme (**ETSAP**) dell'IEA.



Paesi in cui viene usato un modello della "famiglia MARKAL-TIMES"

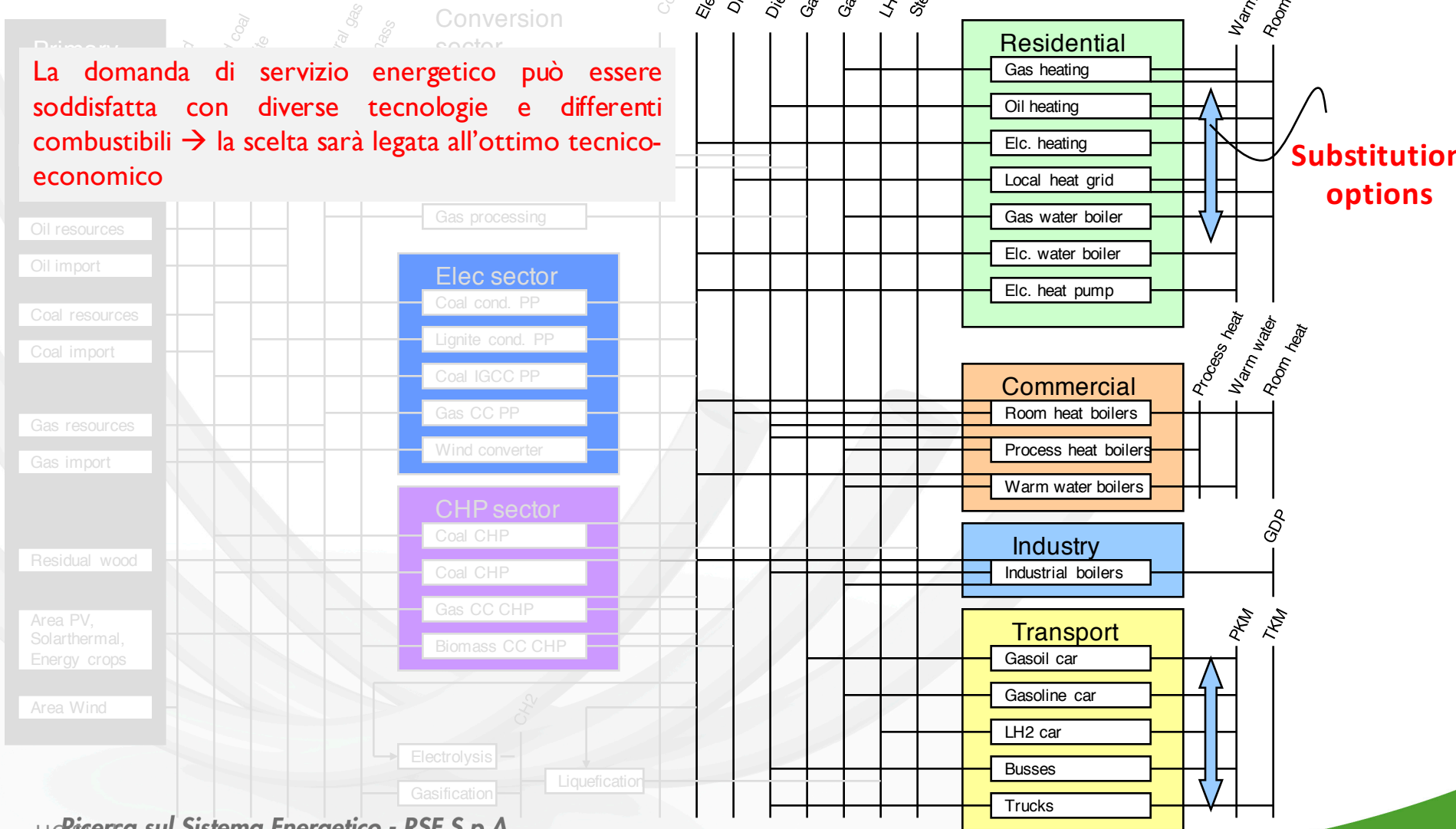
Il modello TIMES-Italia

Il modello TIMES-Italia fornisce una rappresentazione matematicamente formalizzata del sistema energetico italiano. E' un modello **bottom-up** di ottimizzazione intertemporale che **minimizza il costo** totale del sistema energetico in funzione di **vincoli** di natura tecnica, fisica, ambientale e politica.



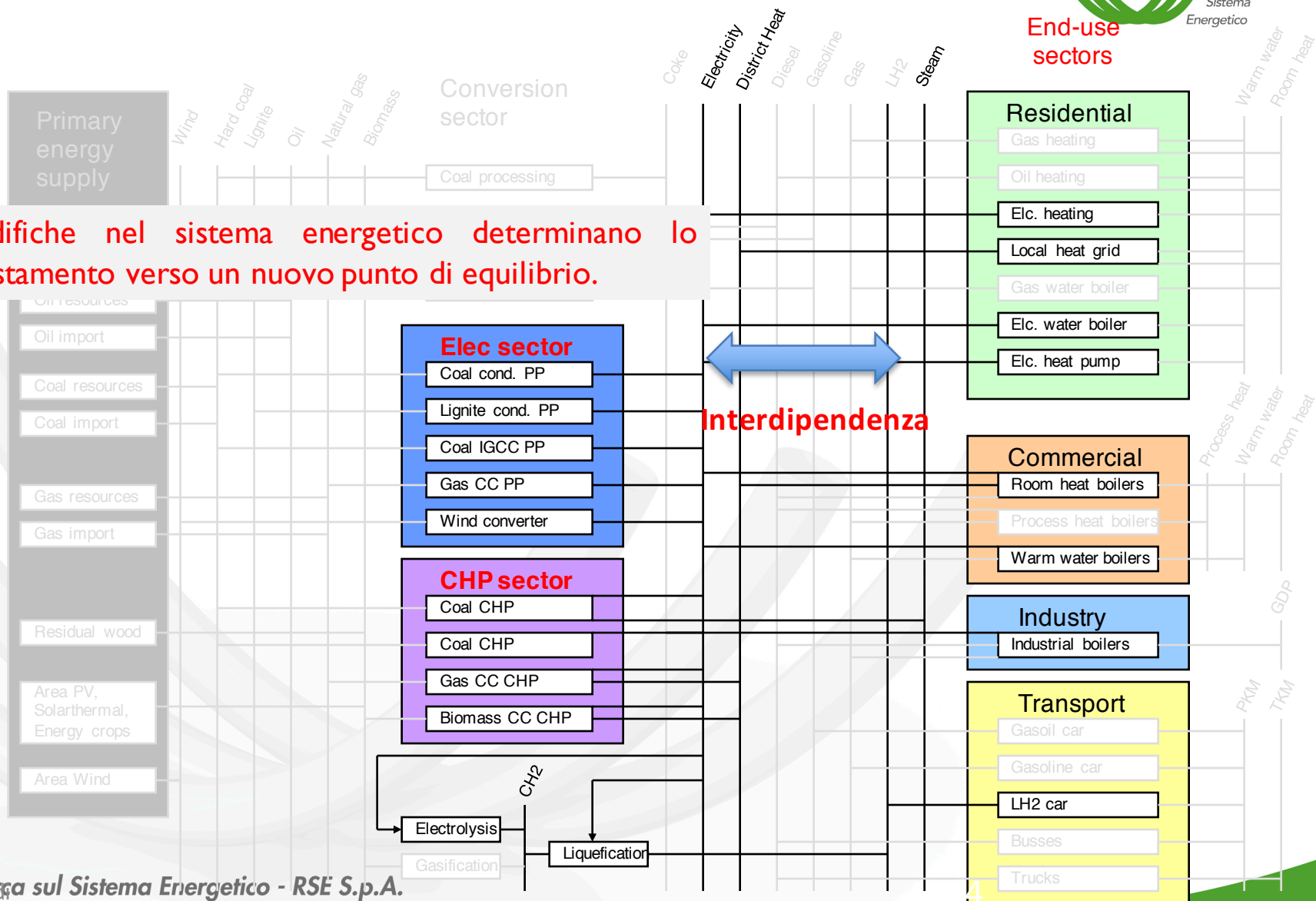
Il modello TIMES-Italia: sostituzione

La domanda di servizio energetico può essere soddisfatta con diverse tecnologie e differenti combustibili → la scelta sarà legata all'ottimo tecnico-economico



Il modello TIMES-Italia: interdipendenza

Modifiche nel sistema energetico determinano lo spostamento verso un nuovo punto di equilibrio.



Analisi di Scenario

Analisi di Scenario

- Il modello TIMES-Italia non viene utilizzato per fare previsioni energetiche ma per costruire scenari energetico ambientali di lungo termine, e valutare gli effetti delle politiche comunitarie e nazionali.
- Restituisce una delle traiettorie possibili del sistema, coerente con i vincoli e le premesse date
- Lo scenario **non** rappresenta una predizione di **come si configurerà** il sistema energetico italiano **né** di come è **più probabile** che evolva sulla base dei trend attualmente in atto.



Variabili guida nel sistema energetico italiano

Alla base di qualsiasi analisi di scenario vi è la costruzione delle ipotesi (tradotte in proiezioni), attorno alle principali **incertezze** riguardanti i drivers socio-economici che guidano l'evoluzione del sistema energetico:

- Sviluppo economico (PIL e Valore aggiunto);
- Dinamica demografica (abitanti, n° e dimensione media delle famiglie);
- Costo dell'energia (prezzo degli import primari delle fonti energetiche tradizionali);
- Intensità energetica degli stili di vita (evoluzione degli standard di benessere).

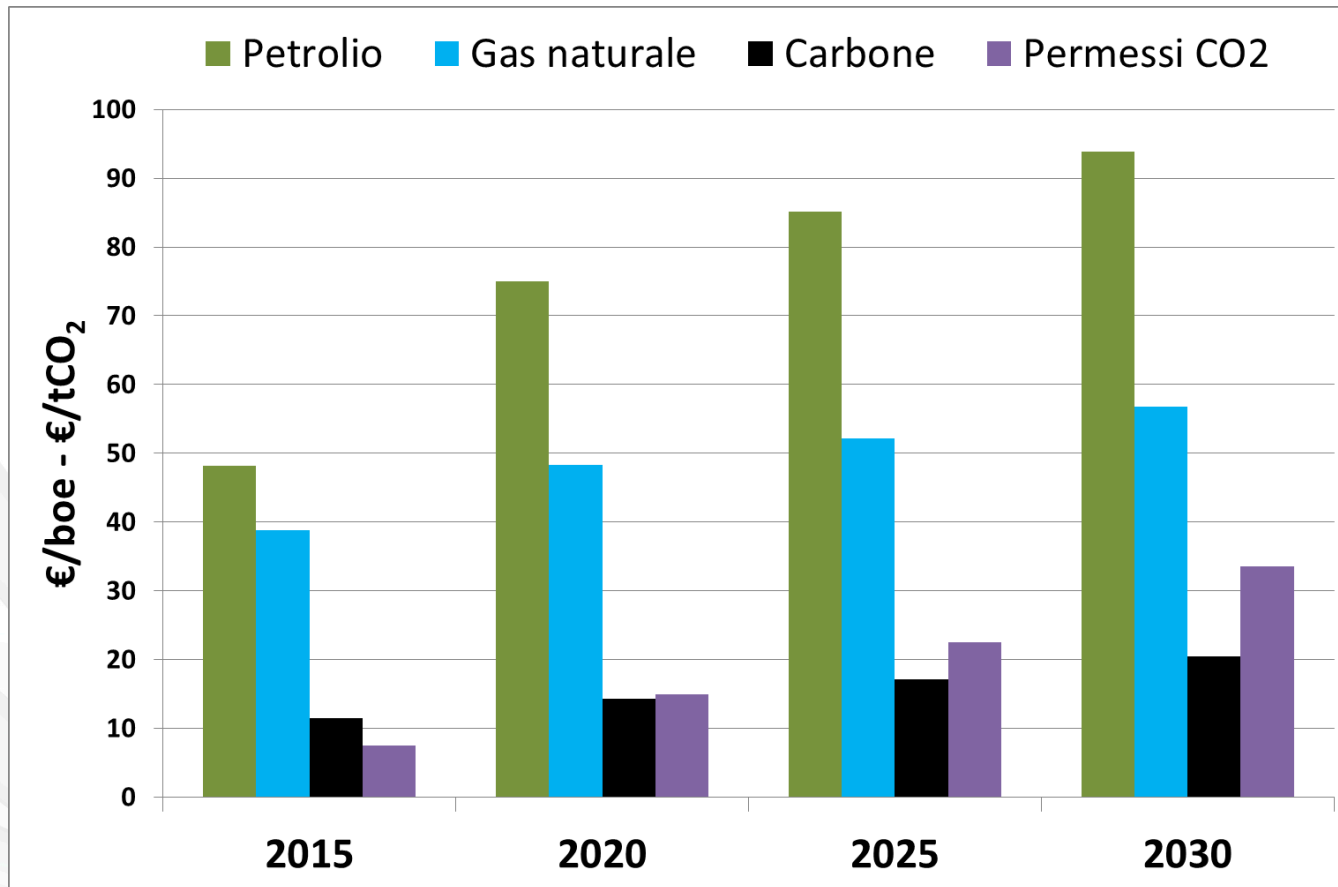
Fondamentali anche le politiche energetico-ambientali nazionali o europee in vigore o programmate (incluso ETS e evoluzione del CO₂ price).

Driver macro-economici

Per permettere confrontabilità con lo scenario Primes 2016 della CE sono stati utilizzati gli stessi driver

Tassi di crescita medi annui	15-20 PRIMES	20-25	25-30
GDP	1.37	1.18	1.19
V.A. Agriculture	0.78	0.55	0.34
V.A. Construction	1.49	0.93	1.22
V.A. Services	1.47	1.34	1.31
V.A. Industry	0.93	0.61	0.70
Iron and steel	0.43	0.04	0.04
Non ferrous metals	1.13	0.59	0.30
Chemicals	1.40	0.96	0.91
Non metallic minerals	1.83	1.51	1.36
Pulp, paper and printing	1.17	1.00	0.83
Other industries	0.80	0.49	0.67

International fossil fuels e CO2 ETS price



Fonte: PRIMES 2016

Tassi di cambio: 2015 = 1,12 \$/€ - 2020 = 1,16 \$/€ - 2025 = 1,2 \$/€ - 2030 1,2 \$/€

Driver demografici

	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Popolazione ('000 ab)	61048	62065	63118	64229	66296	67044
Numero componenti famiglie	2.46	2.44	2.42	2.40	2.35	2.29
Numero famiglie ('000 fam)	24807	25485	26131	26804	28265	29,247

Fonte: PRIMES 2016

La popolazione e il n° di famiglie sono il principale driver di costruzione delle domande di servizio energetico del settore Residenziale. Si è assunto che:

- ad ogni famiglia corrisponde una abitazione
- tasso di ristrutturazione degli edifici del settore domestico pari allo 0.56% annuo.
- Inclusi requisiti minimi PANZEB
- Gradi giorno allineati con PRIMES prevede temperature medie in aumento nel periodo 2010-2030

Analisi di Scenario

Ipotesi mobilità

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Transport activity							
Passenger transport activity (Gpkm)	943.0	931.3	952.1	967.4	1019.7	1052.3	1091.0
Public road transport	93.4	101.0	102.2	104.8	107.4	109.4	111.3
Private cars	713.9	677.0	698.4	703.1	736.4	753.5	778.4
Motorcycles	42.0	49.5	41.5	43.3	45.1	46.9	48.8
Rail	55.2	56.1	54.3	55.3	62.3	67.1	71.8
Aviation	33.5	42.7	50.9	55.9	63.4	70.1	75.4
Inland navigation	5.0	5.0	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2
Freight transport activity (Gtkm)	253.2	302.6	268.4	271.1	289.8	306.3	323.2
Trucks	192.4	225.5	201.6	203.1	217.1	229.8	243.0
Rail	22.8	22.8	18.6	20.0	22.0	23.5	24.9
Inland navigation	37.9	54.3	48.1	47.9	50.7	53.0	55.3

Fonte: PRIMES 2016

Scenari energetici: Base e SEN intermedio

- Un'analisi di scenario parte dalla definizione di uno **Scenario di Riferimento** e cioè da una evoluzione tendenziale del sistema energetico secondo le naturali evoluzioni dei trends di domanda e offerta di energia, innovazione tecnologica e i principali drivers guida senza ulteriori interventi di politica.
- Lo scenario di Riferimento è considerato come un benchmark per valutare gli effetti di uno **scenario “di policy”** o scenario obiettivo e rispetto ad esso vengono stimati costi, impatti e benefici degli interventi di politica energetica.



Scenario di Riferimento



- Lo scenario **«di riferimento» nazionale (BASE)** è stato sviluppato dal «Tavolo decarbonizzazione dell'Economia» della Presidenza del Consiglio dei Ministri. Realizzato con i modelli TIMES, costituisce il punto di partenza per le analisi della SEN

Confrontabile con:

- Scenario **«EU Reference 2016» (EUref2016)** della Commissione Europea con il modello PRIMES

Entrambi descrivono l'evoluzione del sistema energetico **a policy in vigore al 31 Dicembre 2014**, e si danno per raggiunti gli obiettivi al 2020 e sono caratterizzati dalle stesse assunzioni e dagli stessi driver socio-economici

Scenario di Policy o Intermedio



Per arrivare alla definizione dello scenario SEN sono stati esplorati diversi scenari, costruiti su vincoli diversi. Lo scenario di Policy Intermedio è stato realizzato perseguendo i seguenti obiettivi:

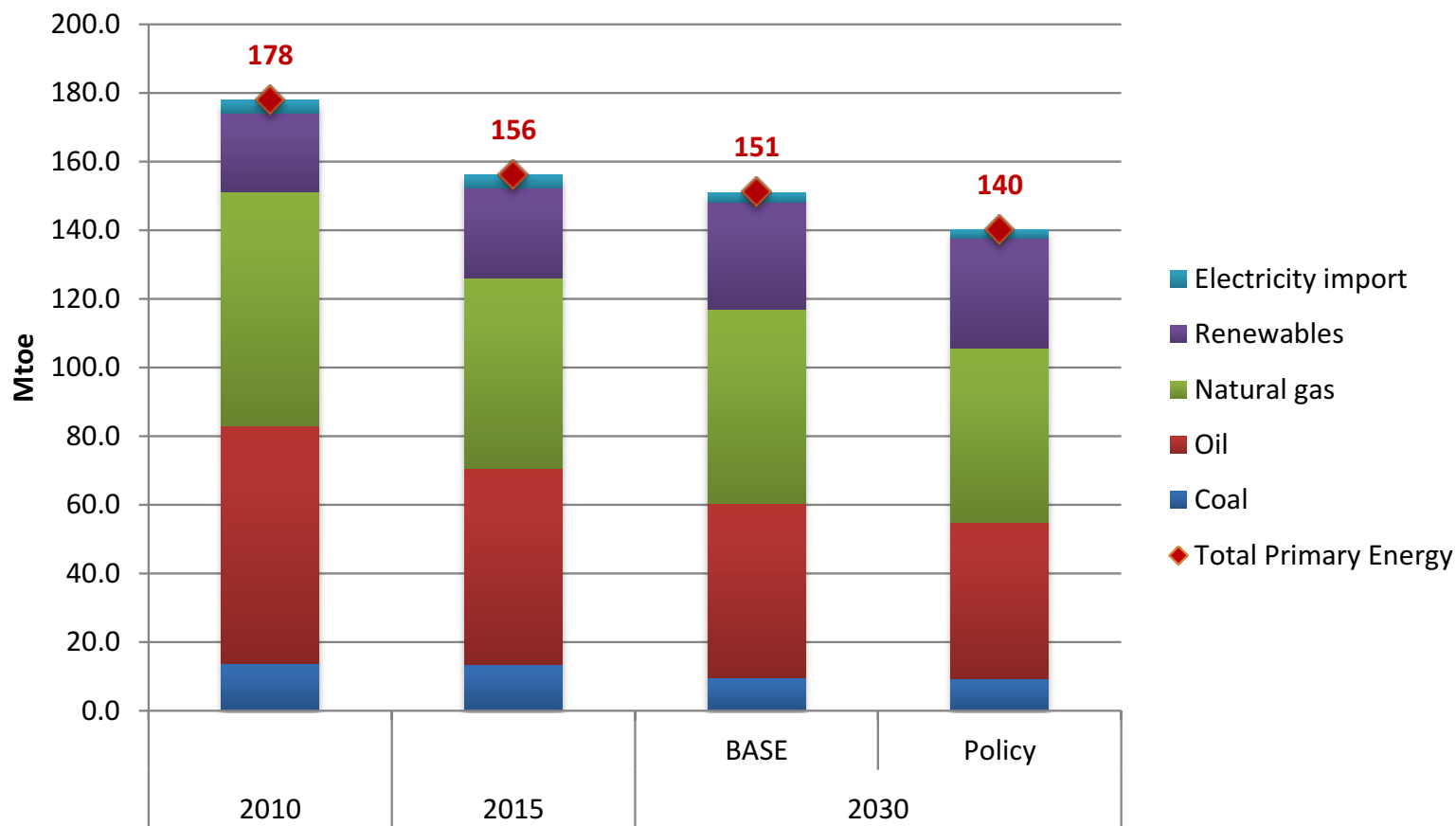
1. Riduzione delle emissioni di GHG del settore non-ETS nel 2030 del -33% rispetto al 2005.
2. Riduzione dei consumi finali di energia 2020-30 dell'1,5% annuo secondo bozza della nuova direttiva EED (COM(2016)761 final).

Non presenta vincoli sulle fonti Rinnovabili

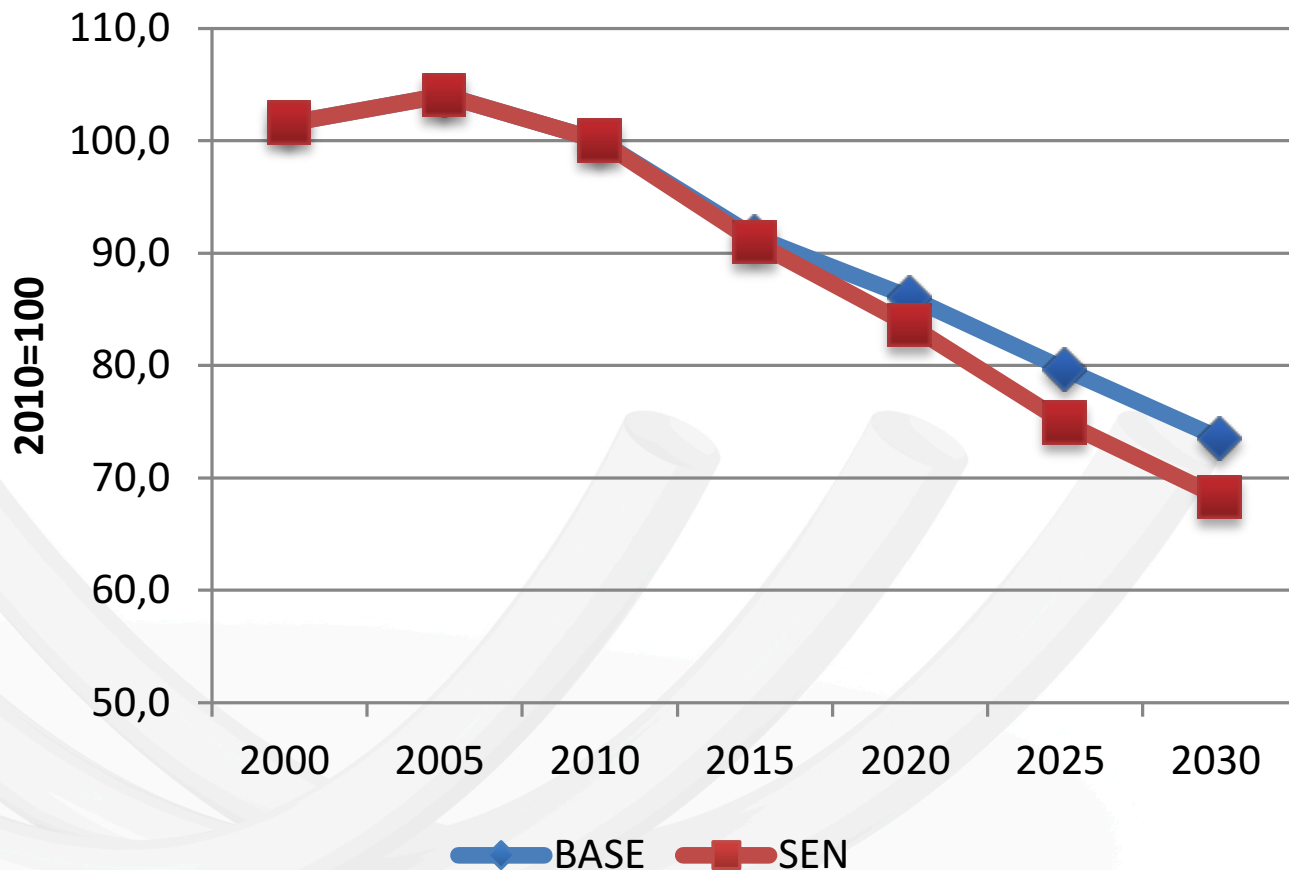
E' costruito a partire dalla evoluzione di riferimento descritta dallo **scenario di Riferimento o BASE** elaborato dal Tavolo della Decarbonizzazione dell'Economia della Presidenza del Consiglio dei Ministri sempre con le stesse ipotesi dello scenario PRIMES 2016.

Scenari energetici

Evoluzione del fabbisogno di energia primaria per fonte nello scenario di riferimento (BASE) e di policy (Intermedio)

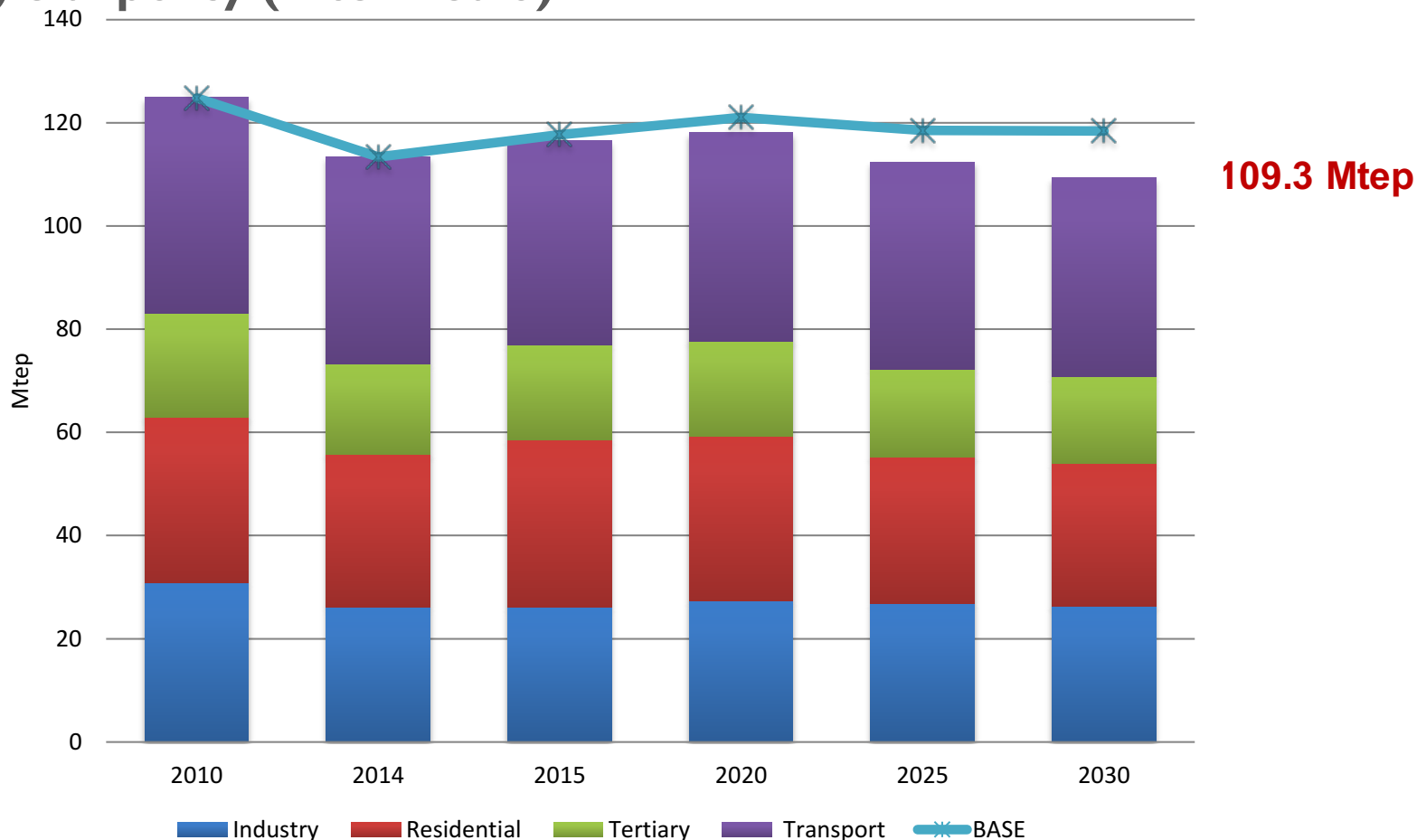


Intensità energetica del PIL



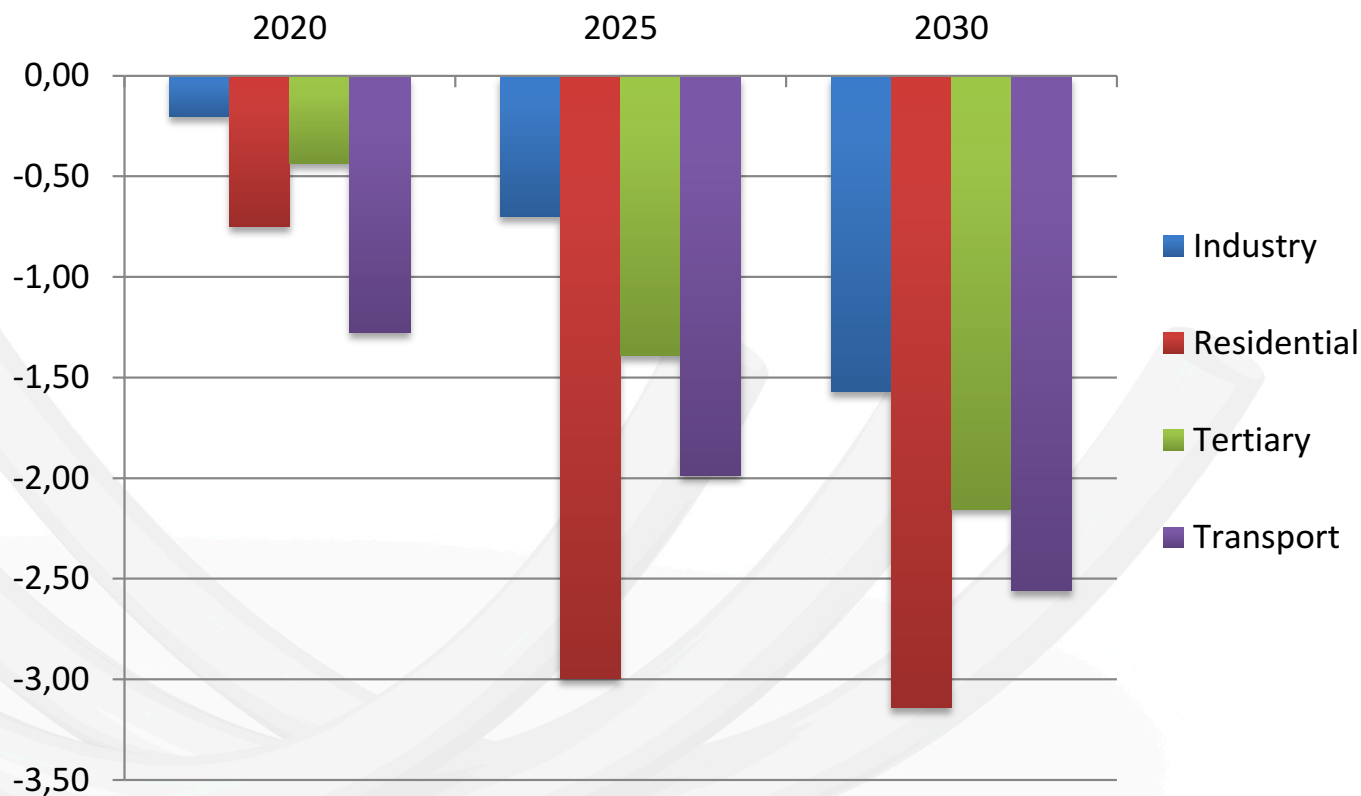
Scenari energetici

Evoluzione dei consumi finali per settore nello scenario di riferimento (BASE) e di policy (Intermedio)



Scenari energetici

Riduzione Consumi finali dello scenario Intermedio rispetto al Riferimento (Base) - Mtep



Scenari energetici

Richiesta sulla rete [TWh]

2016	BASE - 2030	Interm - 2030
310	335	336

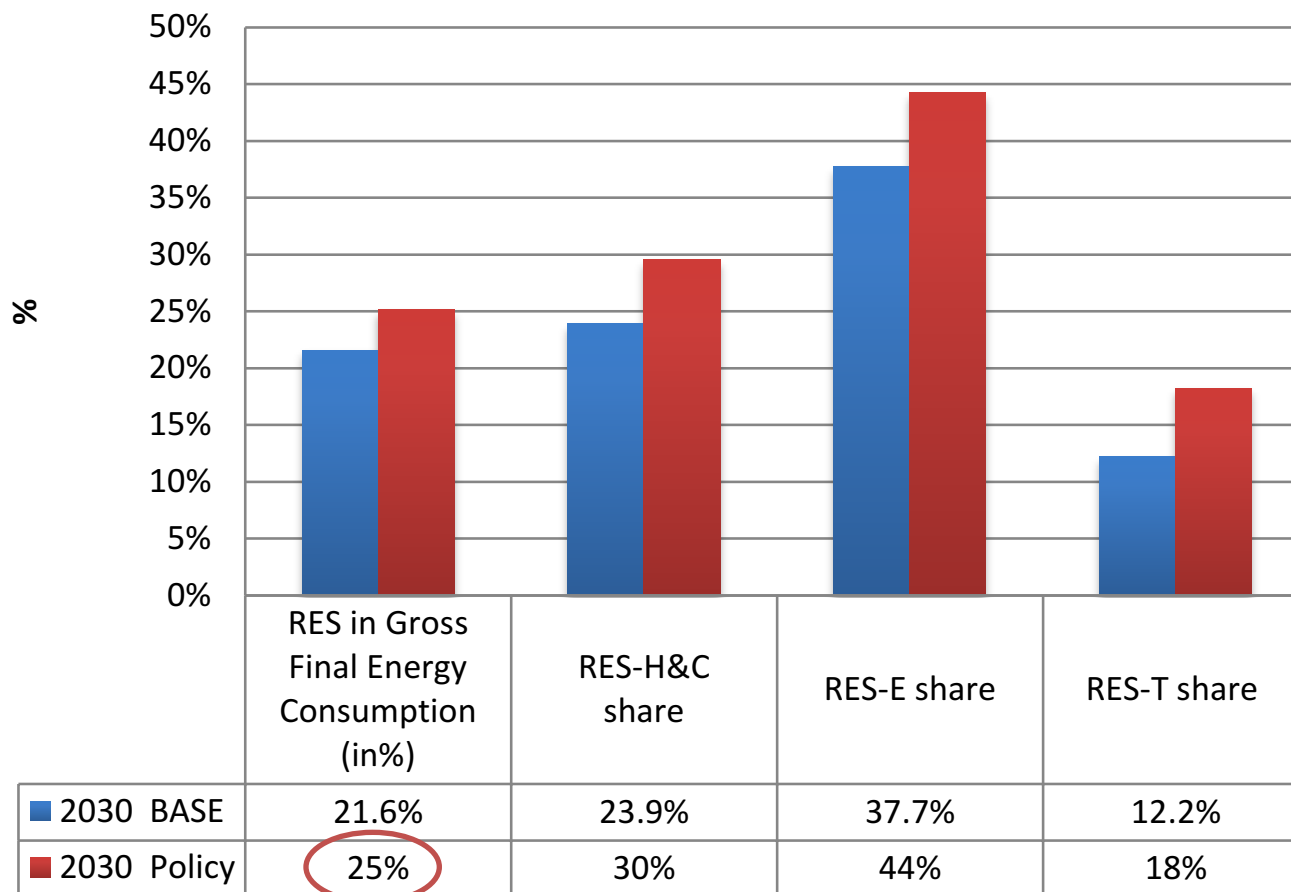
Saldo import - export [TWh]

2016	BASE - 2030	Interm - 2030
37	31	28,5

Produzione lorda [TWh]

	2015	BASE - 2030	Interm - 2030
Gas naturale e derivati	111	147	120
Carbone	43	32	21
Idroelettrico	46	50	49
Solare	23	33	65
Eolico	15	25	35
Biomassa e rifiuti*	19	16	17
Geotermico	6	7	7

Quota FER/CFL



Scenari emissivi

Riduzione delle emissioni di GHG rispetto al 2005

	Base	Intermedio - 2030	Target
Settori ETS	-44%	-48,1%	-43%
Settori non-ETS	-23,7%	-33%	-33%

- Gli scenari emissivi non sono realizzati direttamente da modelli TIME ma con diversi tools specifici da ISPRA
- I settori **ETS** superano ampiamente il target del **-43%** già nello scenario BASE
- Lo scenario BASE non raggiunge il target **non-ETS** del **-33%**
- Nello scenario di policy intermedio, gli obiettivi al 2030 sono rispettati

Il modello multiregionale Monet

Il modello Monet



- MONET ("Modello Energetico Nazionale TIMES") è un **modello multiregionale** sviluppato da RSE che descrive l'intero sistema energetico italiano attraverso la modellazione di **venti sistemi regionali** tra loro interconnessi.
- Stesso funzionamento e principi del TIMES_Italia nazionale
- Il modello multiregionale consente una descrizione specifica (non mediata) delle diverse **caratteristiche regionali** in termini di stock tecnologici, domande, disponibilità delle risorse e interconnessioni con i sistemi confinanti
- Caratterizzazione regionale molto importante per:
 - il **settore civile** - notevoli differenze a livello regionale tra Nord, Centro e Sud in termini di fabbisogno energetico
 - Il **settore generazione** - Il dettaglio regionale permette di capire in quali zone sarà necessario investire maggiormente in nuovi impianti in base alle potenzialità ed esigenze di ciascuna regione.

Il modello Monet



- Il dettaglio regionale del modello MONET consente di accoppiare l'analisi di scenari di evoluzioni del sistema energetico nazionale con analisi più specifiche e dettagliate sul sistema elettrico.
- Il modello MONET viene utilizzato nella catena modellistica a supporto del decisore pubblico principalmente per analizzare la **ripartizione prima a livello regionale** e poi tra le **6 zone di mercato della domanda elettrica** e del parco di generazione risultanti dallo scenario elaborato col TIMES.
- La **regionalizzazione della domanda elettrica** è determinata replicando lo scenario TIMES con il modello energetico multiregionale MONET, ossia vincolando agli stessi valori dello scenario TIMES i consumi nazionali per fonte e settore e lo sviluppo dei singoli settori e sotto-settori industriali.
- Il modello determina infatti una **evoluzione della domanda elettrica** diversa nelle singole regioni, in funzione della maggiore o minore presenza di alcuni settori di consumo rispetto ad altri.

Il modello Monet

Consumi %	MONET 2030	TERNA 2015
ABR	2.0%	2.1%
BAS	0.9%	0.9%
CAL	1.8%	1.8%
CAM	5.5%	5.7%
EMR	9.1%	9.2%
FVZ	3.1%	3.3%
LAZ	7.9%	7.4%
LIG	2.3%	2.0%
LOM	21.9%	21.9%
MAR	2.4%	2.3%
MOL	0.46%	0.44%
PIE	8.4%	8.2%
PUG	5.2%	5.6%
SAR	3.3%	2.8%
SIC	5.3%	5.8%
TOS	6.3%	6.5%
TTA	2.4%	2.2%
UMB	1.8%	1.7%
VDA	0.3%	0.3%
VEN	9.7%	9.9%
Italia	100.0%	100.0%

Regionalizzazione della
Domanda elettrica

Le analisi di impatto sul sistema elettrico

Perché

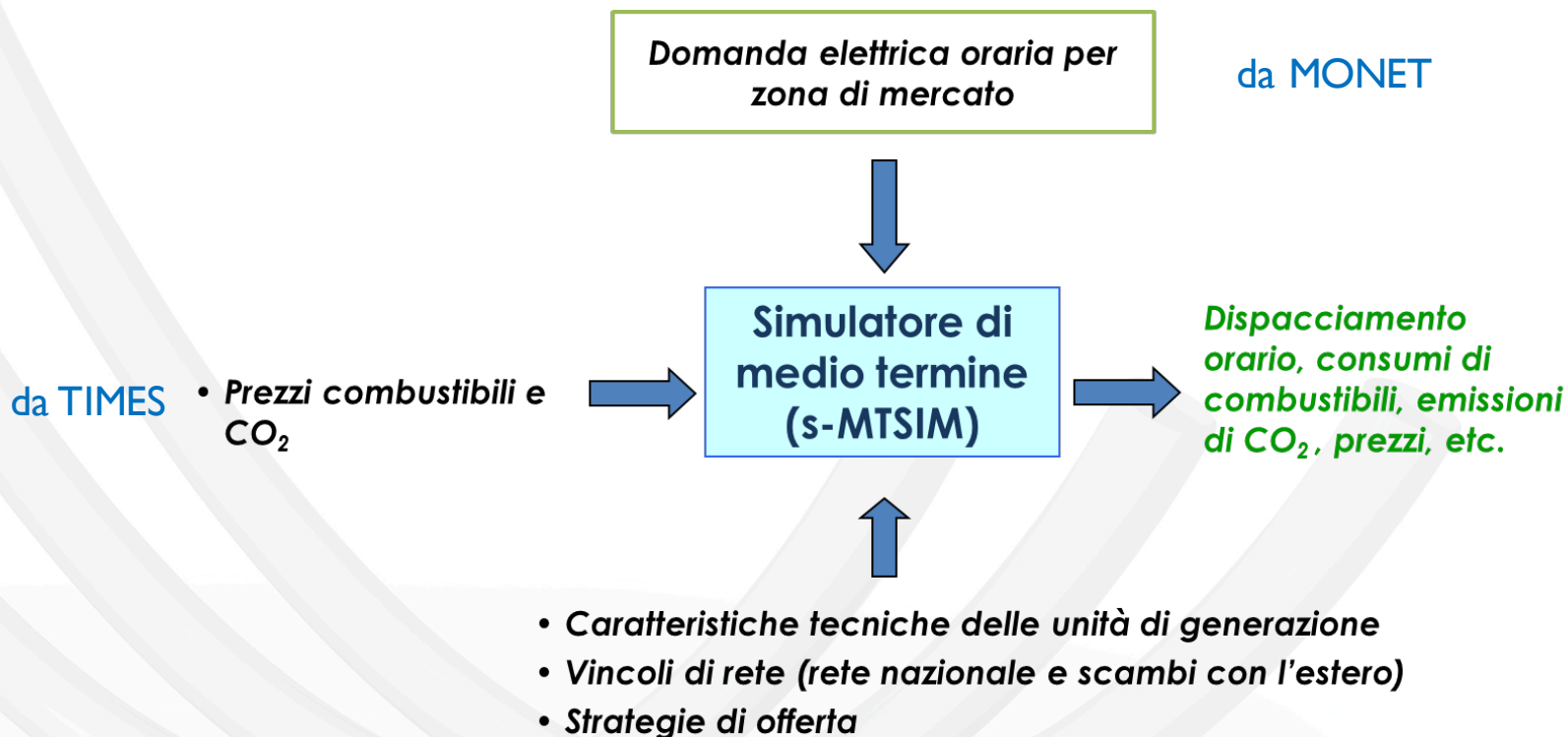
1. I sistemi elettrici presentano diversi **vincoli tecnici** particolarmente complessi che hanno effetti rilevanti sulla gestione e che sono solo parzialmente considerabili nei modelli energetici di lungo termine (ad esempio: limiti di trasporto della rete e vincoli di flessibilità degli impianti di generazione)
2. I modelli del sistema energetico, data la sua complessità, solitamente hanno una risoluzione temporale giornaliera che non è in grado di cogliere le peculiarità del sistema elettrico
3. Lo sviluppo delle infrastrutture di rete richiede **grandi investimenti e tempi lunghi** di realizzazione: è necessario «anticipare» le necessità future durante la fase di pianificazione ed effettuare un'accurata **analisi costi-benefici**

Come

1. **Simulazione di dettaglio (a livello orario)** del sistema elettrico nazionale per l'anno 2030 a partire dai risultati dello scenario energetico SEN e dallo sviluppo già programmato della rete
2. Valutazione delle **criticità** che emergono dai risultati della simulazione (es. congestioni, incapacità a coprire i picchi di carico, eccessi di produzione delle FRNP, carenza di margini di riserva, ecc.)
3. Individuazione degli **interventi necessari** per mitigare le criticità e stima degli investimenti correlati

- s-MTSIM (*Stochastic Medium Term SIMulator*), è un **simulatore zonale del mercato elettrico**, realizzato da RSE, in grado di calcolare il **prezzo marginale orario** per ogni zona di mercato ed il **dispacciamento** della generazione idro-termoelettrica, mediante una risoluzione del mercato tipicamente su un intero anno.
- Il simulatore sMTSIM considera:
 - i limiti nelle capacità di interconnessioni tra le zone di mercato,
 - i principali limiti di flessibilità dei gruppi termoelettrici anche in termini di tempi minimi di permanenza negli stati di funzionamento,
 - le diverse curve di consumo delle centrali,
 - uno o più vincoli di riserva di potenza per il sistema (i margini di riserva sono legati alla % di FER e al parco termoelettrico).

Schema di funzionamento del simulatore s-MTSIM



Impatti sul sistema elettrico

media pesata
sulla domanda

media
aritmetica

Prezzi medi	PUN	PUN	Prezzo NO	Prezzo CN	Prezzo CS	Prezzo SU	Prezzo SI	Prezzo SA
	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh
BASE	79,9	79,3	81,3	78,9	75,9	75,7	75,8	75,3

Bilanci	Produzione termoelettrica (Dispacciabile)	Pompaggio (energia prelevata)	Overgeneration e riduzione FER	Riserva non disponibile	Variazione Emissioni CO ₂ (vs BASE)
Scenario	TWh	TWh	TWh	GWh	MtCO ₂
BASE	141,7	0,4	<0,1		-
BASE_RIS	143,1	2,2	0,8	44	+0,4

Numero ore congestione	CN → NO	CS → CN	CS → ... → NO
	n° ore	n° ore	n° ore
BASE	3.400	6.000	7.300
BASE_RIS	3.700	5.800	7.400
2016	1.207	869	1.875

Impatti sul sistema elettrico

- Rispetto alla simulazione Interm **si aggiungono i vincoli orari di riserva** (secondaria, terziaria pronta e di sostituzione, sia a salire sia a scendere)
- Considerando i vincoli di riserva si ottiene una simulazione più vicina all'esercizio reale del Sistema Elettrico: in questo modo si ottengono risultati più precisi sulla adeguatezza/sicurezza del sistema, ma ci si allontana dalle dinamiche di funzionamento del Mercato del Giorno Prima, ottenendo dal simulatore prezzi non più rappresentativi di tale mercato

Bilanci	Produzione termoelettrica (Dispacciabile)	Pompaggio (consumi)	Overgeneration	Riserva non disp.	Variazione Emissioni CO ₂
Scenario	TWh	TWh	TWh	GWh	MtCO ₂
Interm	125,4	2,2	1,2	-	-
Interm_RS	129,8	4,8	4,2	41	+2,1
Delta	+4,4	+2,6	+3,0		

- Compare **qualche difficoltà nel fornire i margini di riserva richiesti**, che implicano un significativo utilizzo degli impianti di pompaggio e tagli alla produzione da FRNP, ma anche risolvibili con nuovi interventi...

Interventi Sistema Elettrico

- Il potenziamento ipotizzato della RTN comporta esiti positivi tra i quali il principale (oltre al riavvicinamento dei prezzi zionali qui non riportato) è la riduzione del 25% delle *overgeneration*
- Inserendo anche interventi (migliorare flessibilità) di Demande Response ed 1000 MWh di SdA si arriva al dimezzamento delle *overgeneration* e ad una leggera riduzione delle carenze di disponibilità di riserva. Complessivamente la produzione termoelettrica si riduce di 3 TWh.

Bilanci	Produzione termoelettrica (Dispacciabile)	Over-generation	Riserva non disponibile	Variazione Emissioni CO2
	TWh	TWh	GWh	MtCO2
Interm_Ris	129,8	4,2	41	-
Interm_Ris+RTN	128,3	3,2	40	-0
Interm_Ris+RTN+SdA	126,8	2,1	37	-0,2

Grazie per l'attenzione

maria.gaeta@rse-web.it