



 POLITECNICO DI MILANO



L'EVOLUZIONE DELLA RETE ELETTRICA PER LA DIFFUSIONE DELLA GENERAZIONE DISTRIBUITA

Maurizio Delfanti
Politecnico di Milano
Dipartimento di Energia
maurizio.delfanti@polimi.it



- Sviluppo iniziale dei sistemi elettrici basato su forme di generazione centralizzata: energia elettrica prodotta in impianti di grande potenza unitaria (centrali elettriche, reti di trasmissione)
- Sfruttamento di **fonti energetiche rinnovabili (FER)** diffuse sul territorio reso necessario dalla crescente attenzione per le problematiche ambientali
- La **Generazione Diffusa (GD)**: si interfaccia con la rete di distribuzione, in media tensione (MT) o in bassa tensione (BT)
- Le attuali modalità di protezione, controllo, gestione della rete di distribuzione MT/BT non sono in prospettiva adeguate: serve una vera e propria

RIVOLUZIONE CONCETTUALE

- Far evolvere le reti di distribuzione è l'unica via per lo sfruttamento reale delle FER  **SMART GRID**



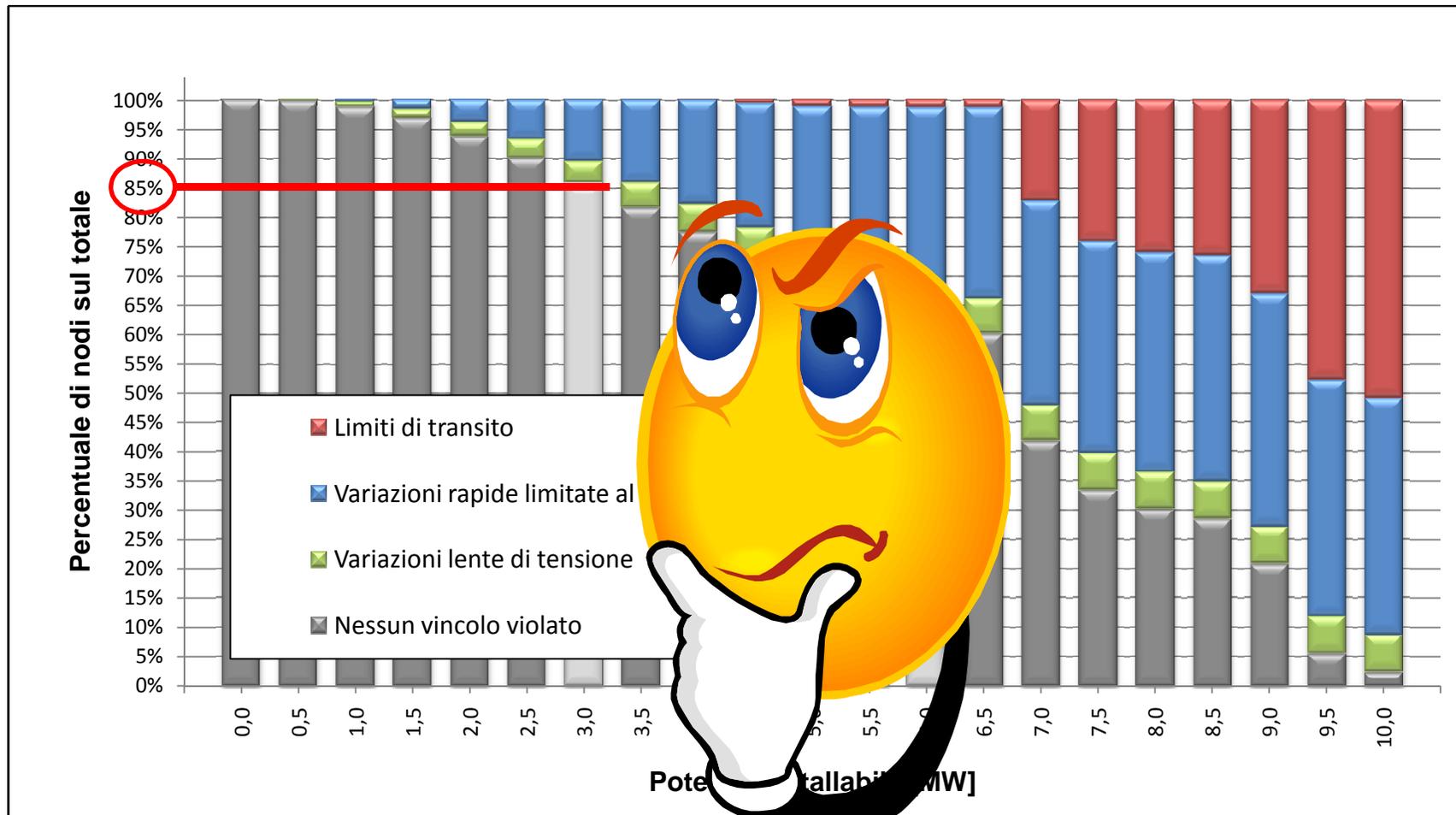
Impatto della generazione diffusa sulle reti di distribuzione

- Studio condotto su circa 60.000 nodi MT reali
- Campione rappresentativo di circa 8% reti MT
- Ricostruita la topologia delle reti tramite le informazioni relative ad ogni nodo
- Modello *Hosting Capacity*
- Vincoli considerati:
 - corrente di cortocircuito
 - variazioni rapide
 - variazioni lente (inclusa la c.d.t. ΔU sulla rete BT)
 - portata nominale (limite termico)
 - inversione dei flussi di potenza sul trasformatore AT/MT



Delibera AEEG ARG/elt 25/09: esiste una notevole Hosting Capacity...

www.autorita.energia.it/docs/09/025-09arg.htm > Allegato A > Allegato 2



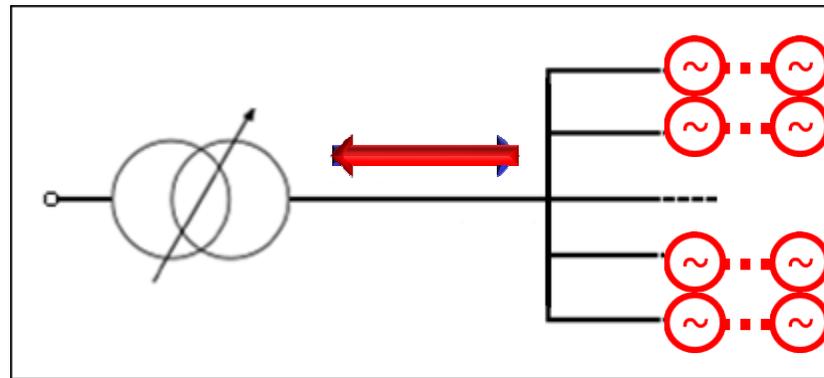
...ma è davvero sfruttabile senza rischi per la rete e per il sistema?



Inversione di flusso: criticità legate alle protezioni

5

Inversione di flusso: la potenza attiva fluisce dalla **rete MT verso la rete AT**.



Criticità legate alle **protezioni** e all'**automazione di rete** hanno **crescente incidenza** sulle reti (e sulle linee) in cui il flusso di potenza, per almeno una data percentuale delle ore annue di funzionamento, **si inverte**.

- A livello di interfaccia AT/MT (CP):
- A livello di singola linea MT:



possibile degrado delle prestazioni per gli utenti sottesi all'intera CP.

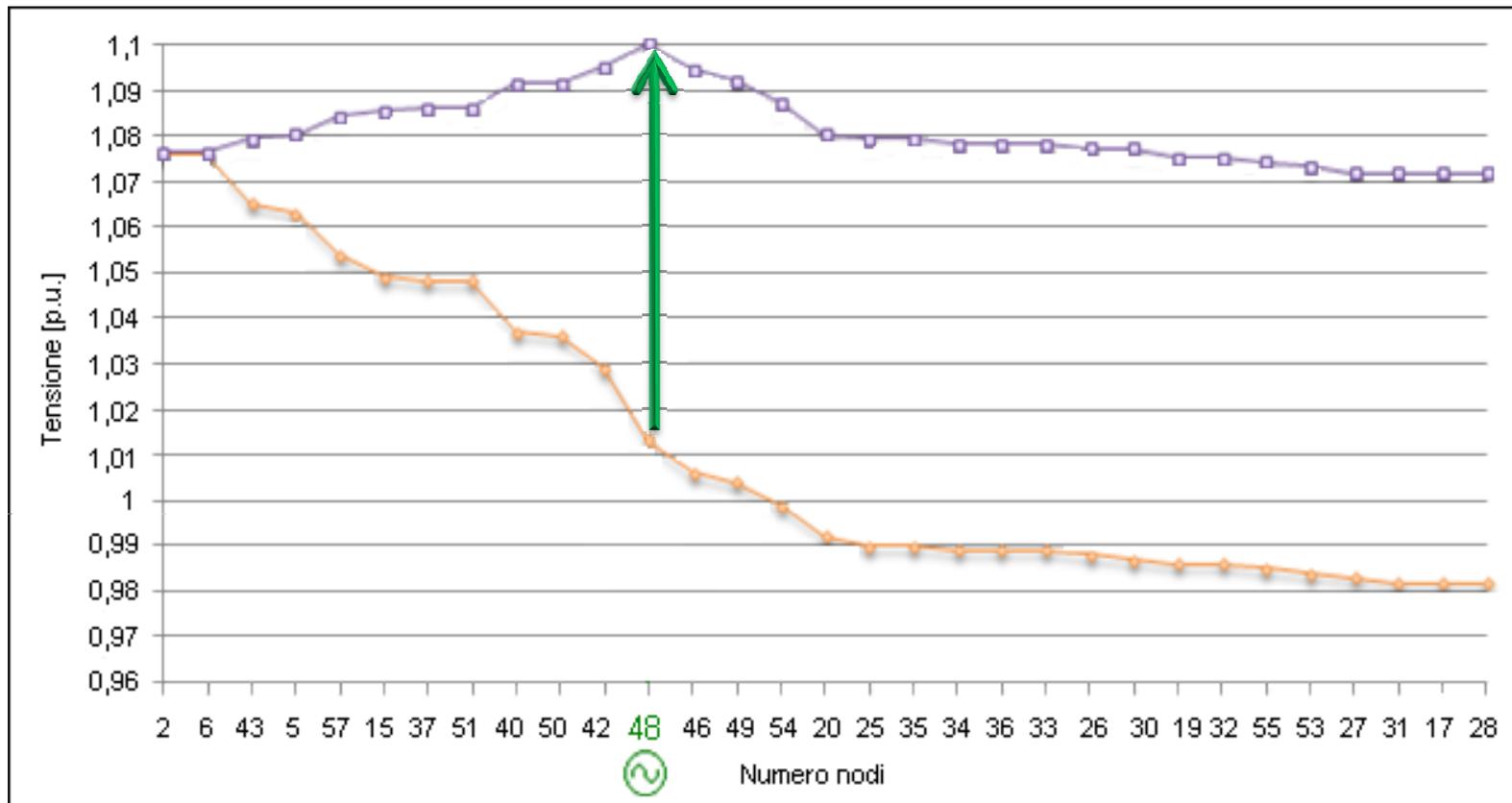


possibile degrado delle prestazioni per gli utenti sottesi alla specifica linea MT.



Regolazione di tensione: limiti violati

6



Sulle reti attuali si sono già verificate condizioni di sovratensione:

- uno o più impianti di GD portano la tensione della rete a **valori eccessivi** nel punto di connessione

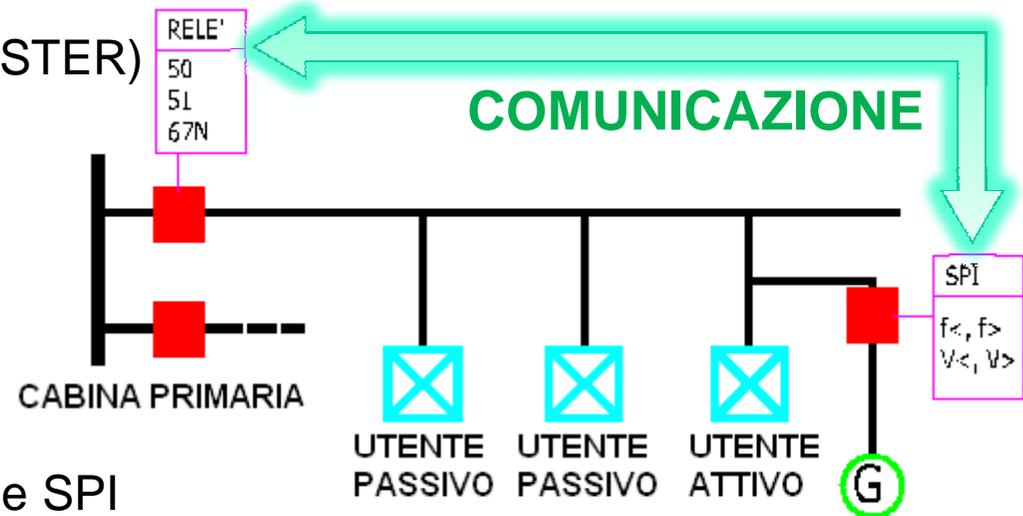


Come si comporta la GD: evoluzione con ICT

7

È necessario esplorare ed implementare i sistemi di comunicazione tra:

- RELÈ di protezione in CP (relè MASTER)
- SPI della GD (relè SLAVE)



Nuova logica di comando e regolazione SPI

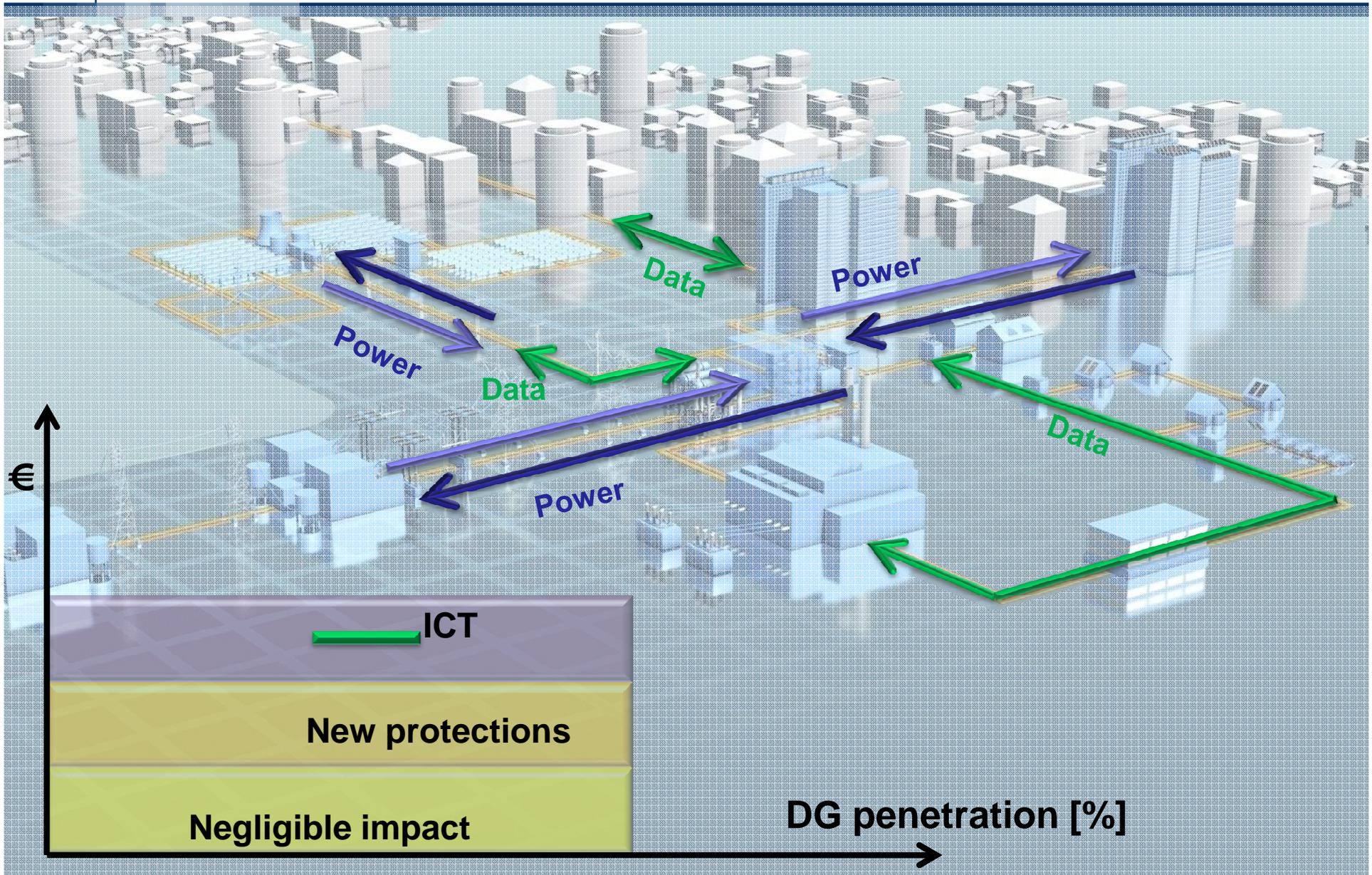
- Sistema di comunicazione integro: soglie a minor sensibilità (es. 49-51 Hz)
- In mancanza di comunicazione: commutazione soglie con attuale sensibilità

Il sistema di comunicazione garantisce la gestione e l'affidabilità nel distacco o nel mantenimento in linea della GD migliorando le prestazioni dell'intero sistema.

SPI AFFIDABILE e CONTROLLABILE



Generazione Diffusa: l'impatto prospettico sulle reti





SMART GRID:

A concept often causing confusion (Carnegie Mellon University)

9

- The '**smart grid**' is commonly presented as an indispensable part of the future power system.
- It is claimed that a true liberalised electricity market with a high penetration of distributed generation will only be able to supply a high degree of power reliability if **grids are made smart**.
- But what exactly is a 'smart grid'? Reading through some literature on the subject, one quickly discovers that it can mean **many different things** to many different people, often leading discussions to end in confusion.





SMART GRID:

A basket with many balls (Carnegie Mellon University)

10

- A smart grid is neither a clearly defined single concept nor a single technology.
- It is like a **basket** containing various combinations of balls: the context and the interpretation depend upon the user
- Some of them represent innovations that are still in the **development** phase...
...while others stand for technologies which have already been **applied for years**





La norma che stabilisce i limiti di power quality a livello continentale (nuova EN 50160, in vigore dal 1/3/2010) contempla i problemi di sovratensione indotti dalla GD

- ✓ Agreement on a totally amended EN 50160 which includes the needs of regulation
- ✓ But dissens on one chapter, only...
...regarding **LV limit to +15%** for 1% of time due to DG
- ✓ Several manufacturer associations have a problem with chapter 4.2.2, upper limit +15%
- ✓ TC 8X/WG 1 is to start an immediate action for the preparation of an improved clause 4.2.2, keeping in mind **Dispersed Generation** (target date for vote: 2010-12)



Le nuove regole di connessione alle reti: la DG riceve segnali dal DNO

12

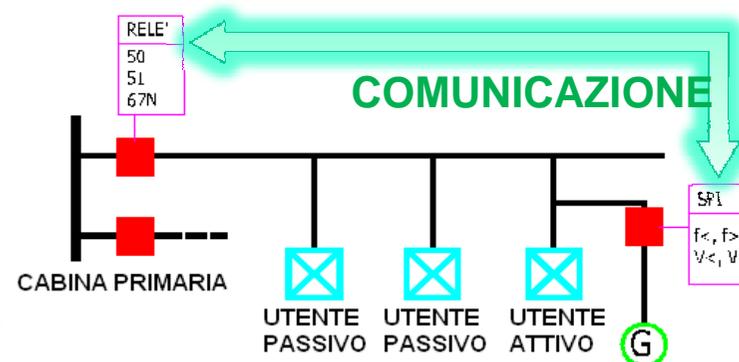
Le Regole Tecniche di Connessione (RTC) sono elaborate dal CEI su impulso dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas

Le RTC per reti MT (Norma **CEI 0-16**; Del. **ARG/elt 119/08**) hanno introdotto per la prima volta lo scambio di segnali tra DNO e GD

Nella **Norma BT** in corso di elaborazione (in vigore dal 2011), i relè ricevono segnali inviati dal DNO

I generatori **ricevono segnali** per operare:

- una regolazione locale di tensione
- una limitazione di potenza attiva erogata





L'AEEG incentiva progetti pilota messi in campo dai Distributori che:

- rappresentino una dimostrazione in campo su reti MT con inversione di flusso;
- prevedano un sistema di controllo/regolazione della tensione della rete;
- utilizzino **protocolli di comunicazione non proprietari**;

Ai fini della valutazione, **il progetto pilota può includere:**

- una o più cabine primarie e il coinvolgimento degli utenti attivi della rete;
- un sistema di controllo produzione/carichi tale da assicurare un profilo netto di immissione regolare e prevedibile.

I benefici attesi sono valutati sulla base di un indicatore che tenga conto di:

- numero di utenze attive e aumento dell'energia immettibile in rete da DG;
- partecipazione degli impianti di GD alla regolazione della tensione;
- **impiego di sistemi ICT per scambio di informazioni tra il gestore della rete di distribuzione e gli utenti della rete che adottino tecniche e protocolli di comunicazione standard, consolidate e trasparenti.**



L'attuale **incentivazione per il fotovoltaico** (conto energia) scade a fine 2010

In futuro: **nuovo Decreto** per incentivazione dal 2011, circolano alcune indiscrezioni (bozza disponibile sul web)

Dichiarato un obiettivo di 8000 MW complessivi al 2020; per intanto

- 3000 MW di impianti FV tradizionali;
- 200 MW di impianti FV integrati con caratteristiche innovative;
- 150 MW di impianti FV a concentrazione



Nuove tariffe per il 2011 e tariffe speciali

Intervallo di potenza	Impianti entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2010 ed entro il 30 aprile 2011		Impianti entrati in esercizio in data successiva al 30 aprile 2011 ed entro il 31 agosto 2011		Impianti entrati in esercizio in data successiva al 31 agosto 2011 ed entro il 31 dicembre 2011	
	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	Altri impianti fotovoltaici	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	Altri impianti fotovoltaici	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	Altri impianti fotovoltaici
[kW]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
1 ≤ P ≤ 3	0,401	0,358	0,390	0,345	0,380	0,333
3 ≤ P ≤ 20	0,372	0,334	0,357	0,319	0,342	0,304
20 ≤ P ≤ 200	0,353	0,315	0,338	0,300	0,323	0,285
200 ≤ P ≤ 1000	0,348	0,304	0,331	0,285	0,314	0,266
P > 1000	0,377	0,298	0,316	0,277	0,295	0,257

INTERVALLO DI POTENZA		Tariffa
[kW]		[€/kWh]
A)	1 ≤ P ≤ 20	0,44
B)	20 ≤ P ≤ 200	0,40
C)	P > 200	0,37

INTERVALLO DI POTENZA		Tariffa
[kW]		[€]
1 ≤ P ≤ 200		0,32
P > 200		0,28

Tariffe per impianti integrati innovativi e per impianti a concentrazione



Tariffe speciali: sistemi con profilo di scambio prevedibile

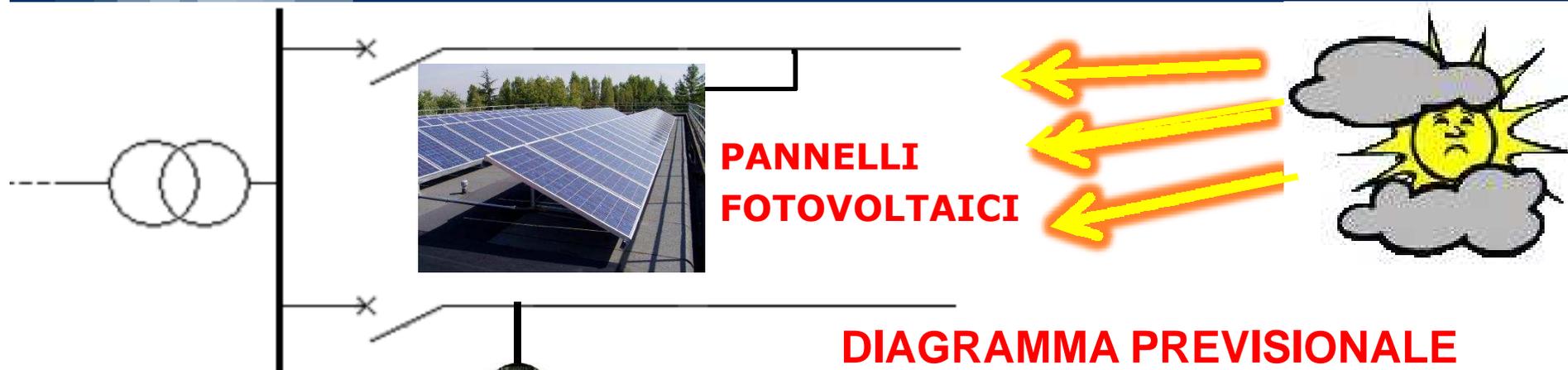
16

- 1) Sistemi costituiti da uno o più impianti FV gestiti dal soggetto responsabile unitariamente con un **aggregato** di
 - punti di immissione (non FV)
 - punti di prelievo
 - sistemi di accumulo,trattati su base oraria e sottesi ad un'unica **cabina primaria**;
- 2) Realizzati con uno o più impianti FV tra 200 kW e 10 MW, la cui potenza nominale deve essere almeno pari alla somma:
 - delle potenze nominali degli impianti di produzione non FV,
 - delle potenze disponibili dei punti di prelievo sottesi;
- 3) Rispettano un programma orario complessivo nelle ore comprese tra le 8:00 e le 20:00, comunicato il giorno prima al GSE, con un margine di errore del 10% in ciascun giorno, per **almeno 300 giorni all'anno**.



Sistema con profilo di scambio prevedibile: come funzionano?

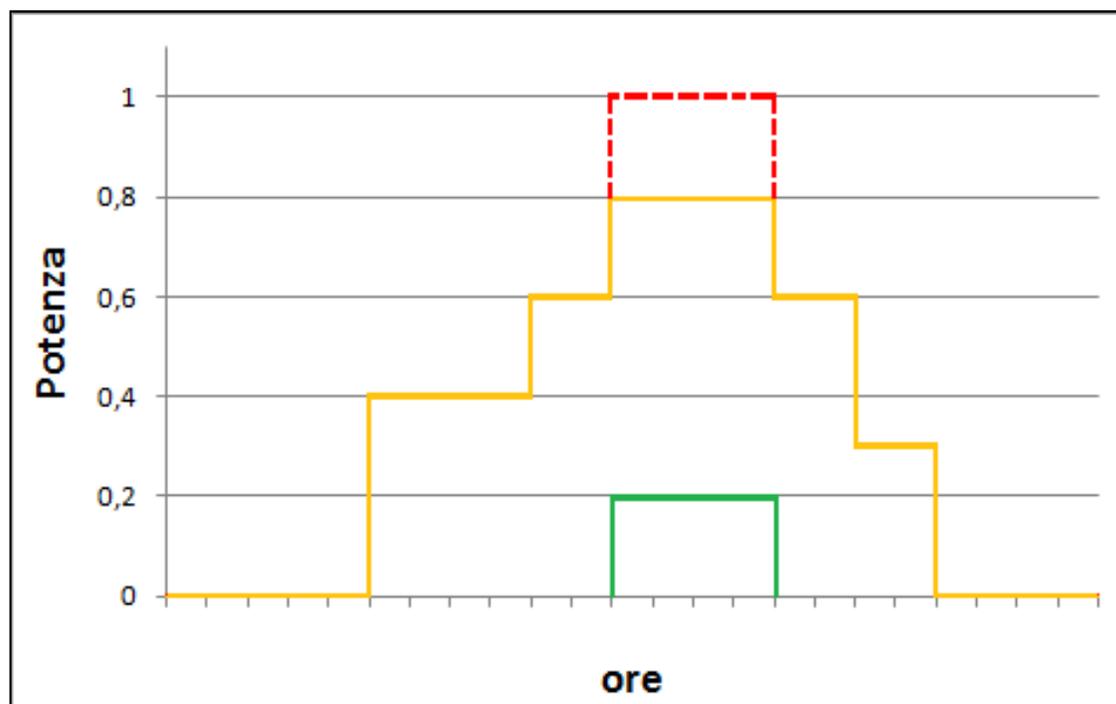
17



A questi sistemi, è riconosciuto un incremento della tariffa del 20%



necessario impiegare ICT





Un'iniziativa interdipartimentale: Smart DG lab

12



<http://www.fondazionepolitecnico.it/pagine/SmartDGlab.aspx>

SmartDGlab è un laboratorio interdipartimentale del Politecnico (Dipartimento di Energia; Dipartimento di Elettronica e Informazione) nato sotto l'egida della **Fondazione Politecnico di Milano** con la finalità di concretizzare la ricerca applicata in ambito di reti attive (Smart Grid)

I progetti ad oggi attivi a cui collabora SmartDGlab sono:

- **AlpEnergy**, progetto europeo volto a sviluppare tecniche innovative di coordinamento fra generazione e carico
- **Milano Wi-Power**, ambizioso progetto per provare e validare, sia con simulazioni, sia soprattutto con prove in campo, sistemi di comunicazione per relazionare le cabine primarie con i generatori diffusi





- Aree ad alta e media densità (Milano, Roma,..>70% dei clienti finali in Italia):
 - ✓ problemi autorizzativi per l'installazione di dispositivi di comunicazione dedicati
 - ✓ la **rete internet pubblica** è molto diffusa; ottenuti buoni risultati
- Aree a bassa densità (rurali):
 - ✓ Nuove linee MT : fibra ottica (soluzione già implementata dai Distributori)
 - ✓ Linee già esistenti: **sistemi wireless** e/o rete internet pubblica: prove in corso...
- **Come andare avanti?**
 - ✓ Serve un apporto più mirato alla ricerca da parte dei costruttori (power; ICT)
 - ✓ Utilizzare gli incentivi per sviluppare le iniziative su scala reale
 - ✓ Servono impianti pilota per validare le scelte in campo