



 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**



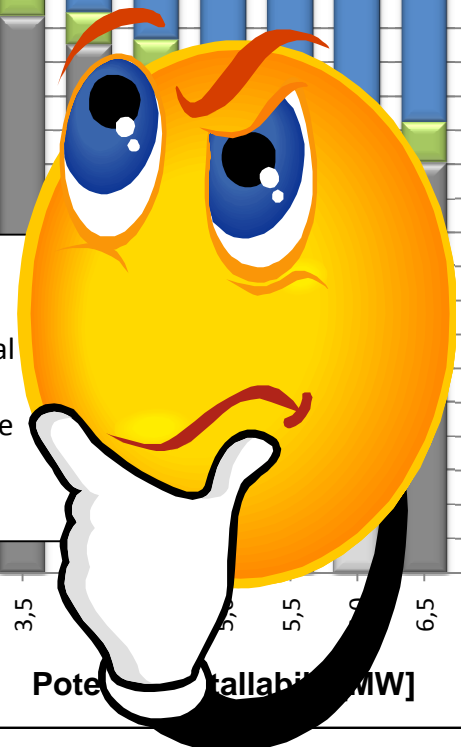
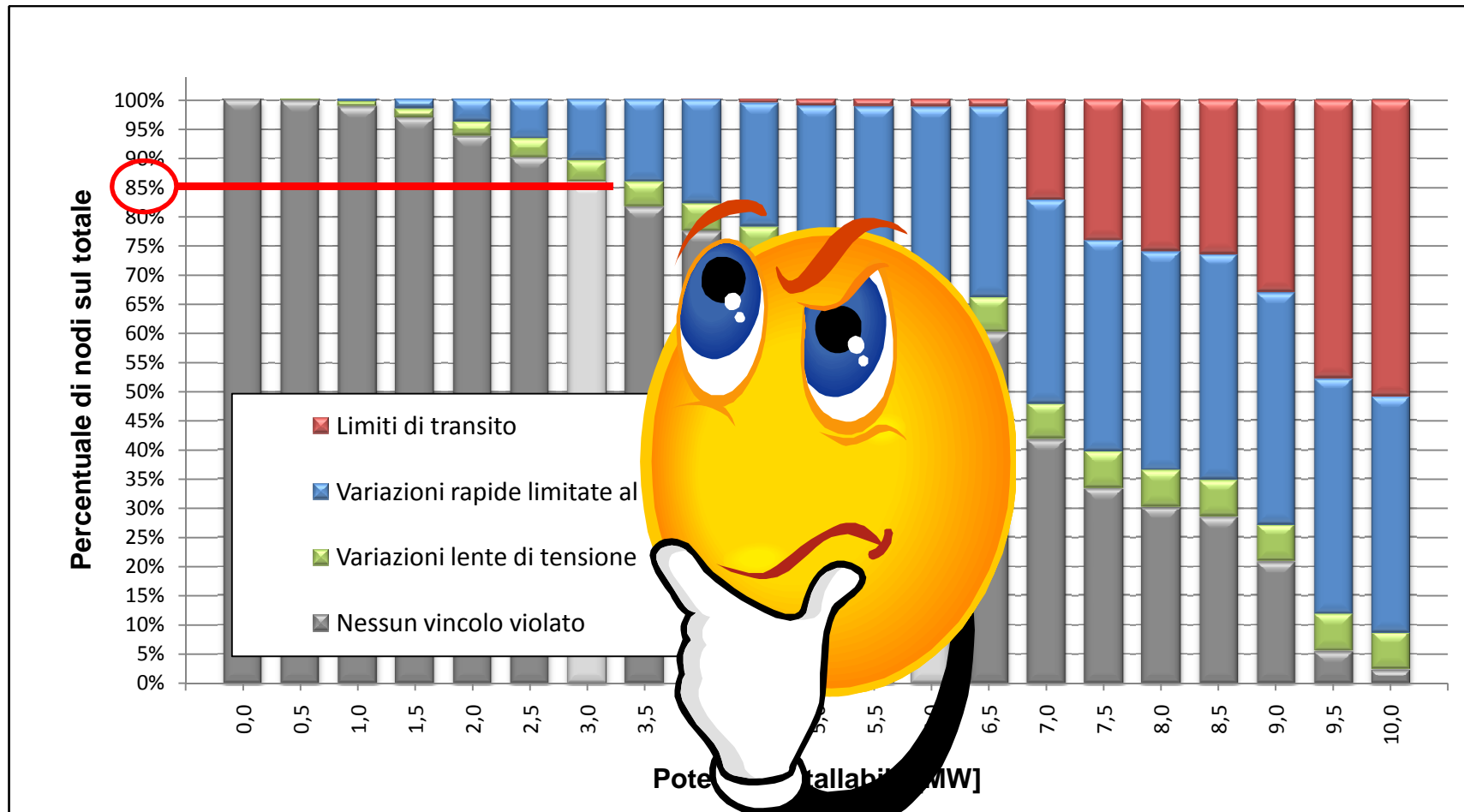
Impatto della generazione diffusa sulle reti di distribuzione

- 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



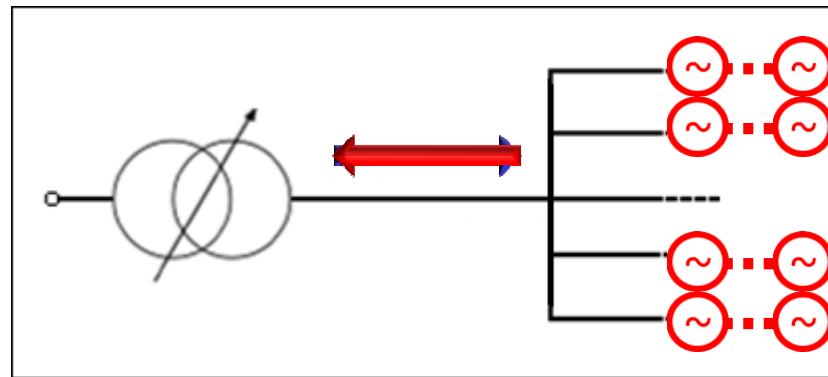
...ma è davvero sfruttabile senza rischi per la rete e per il sistema?



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.

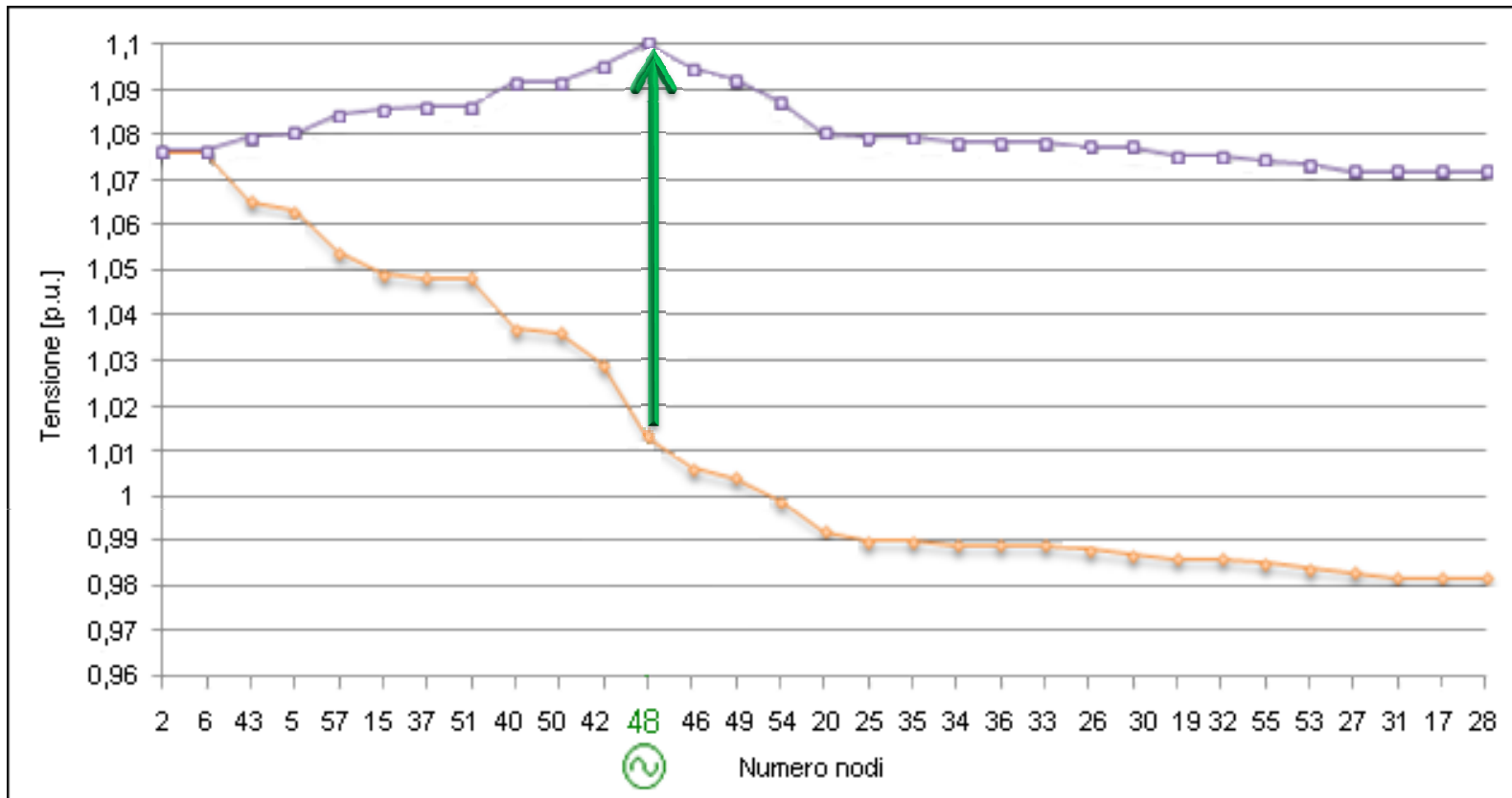


possibile degrado delle prestazioni per gli utenti sottesi alla specifica linea MT.



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

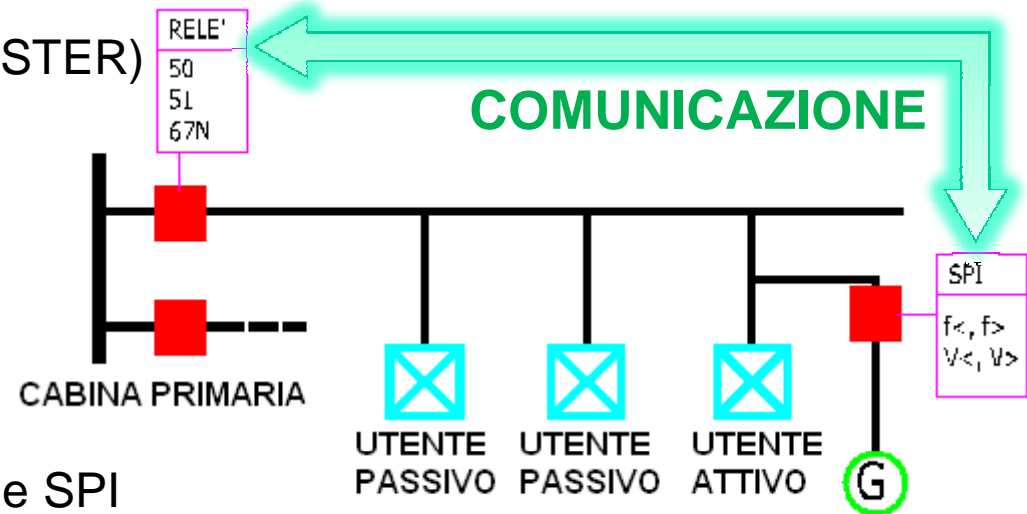


Come si comporta la GD: evoluzione con ICT

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

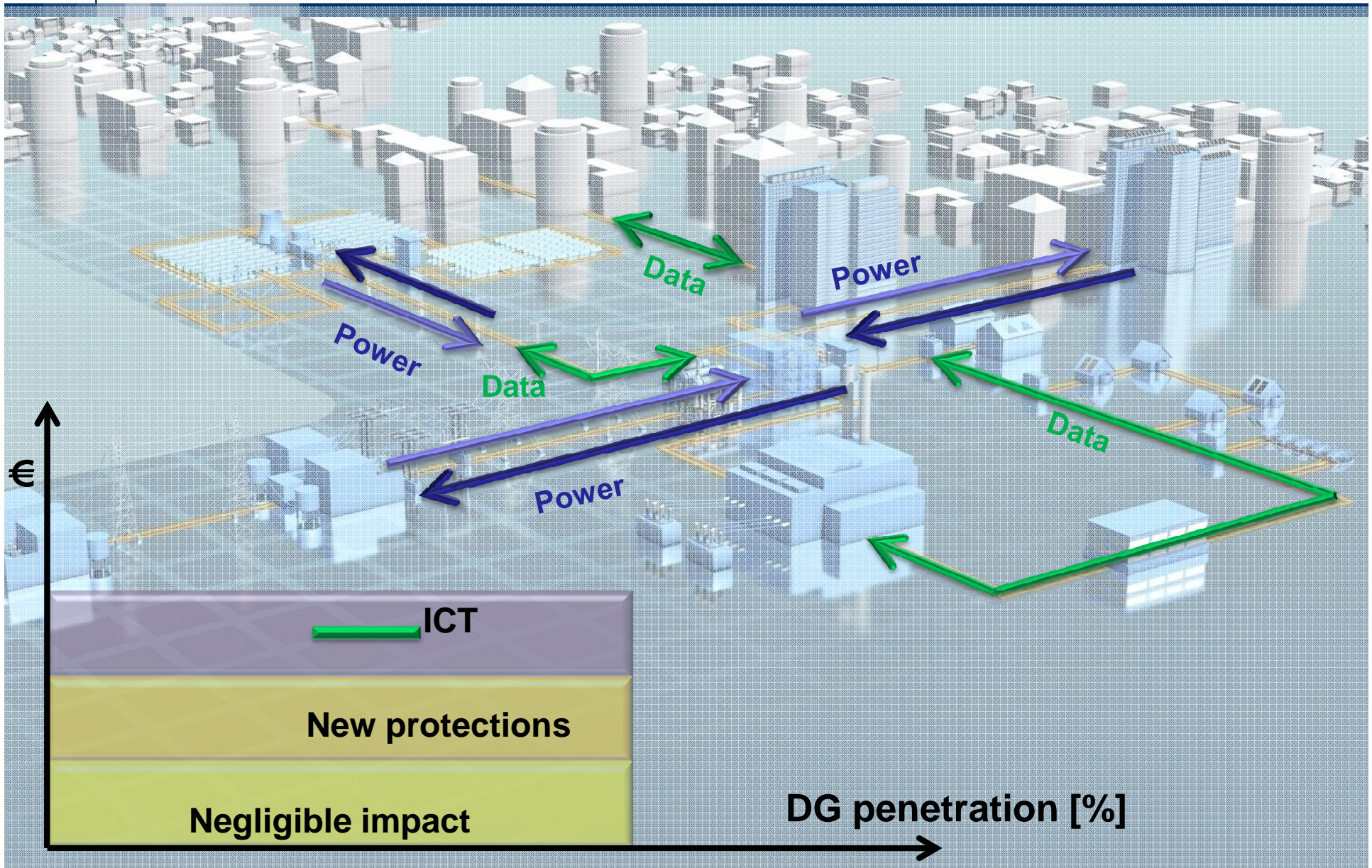
- Sistema di comunicazione integro: soglie a minor sensibilità (es. 49-51 Hz)
- In mancanza di comunicazione: commutazione soglie con attuale sensibilità

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)



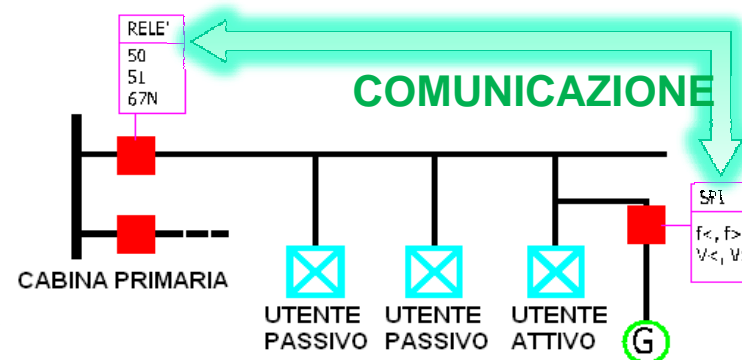
Le Regole Tecniche di Connessione (RTC) sono elaborate dal CEI su impulso dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas

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

15

| 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**;

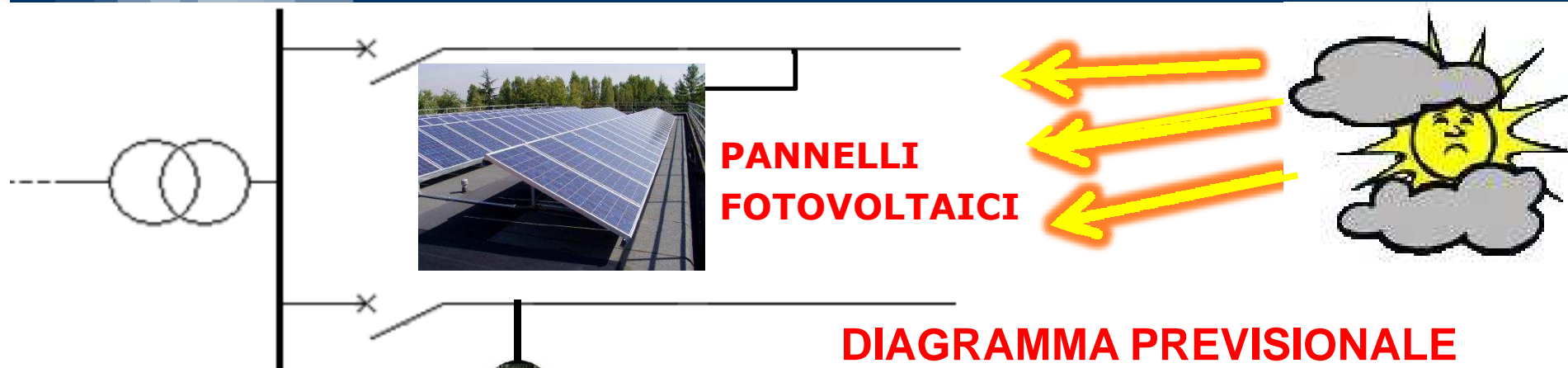
- 2) Realizzati con uno o più impianti FV tra 200 kW e 10 MW, la cui potenza nominale deve essere almeno pari alla somma:
 - delle potenze nominali degli impianti di produzione non FV,
 - delle potenze disponibili dei punti di prelievo sottesi;

- 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?

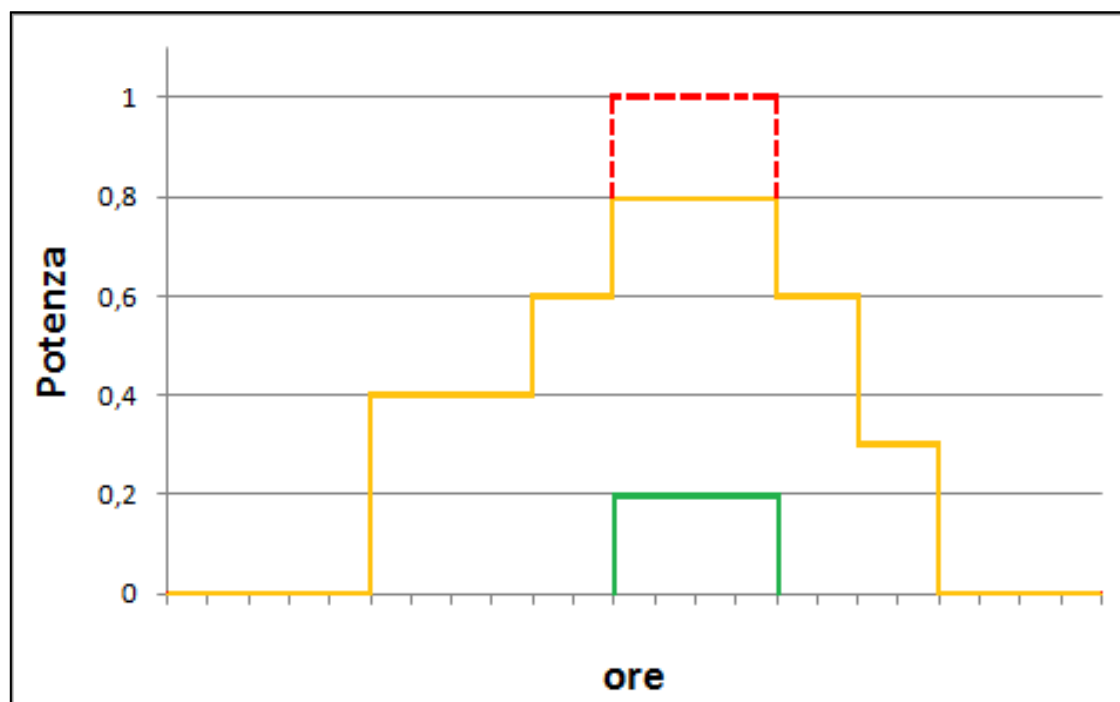
17



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