



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE  
*Dipartimento di Ingegneria e Architettura*



Convegno  
**AUTO ELETTRICA:  
INFRASTRUTTURE E PROSPETTIVE**

Udine – Palazzo Torriani  
21 marzo 2013



**AUTO ELETTRICHE:  
LE RETI INTELLIGENTI GUIDANO IL FUTURO**

**Walter Ukovich, Monica Clemente**

Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Trieste  
Gruppo di Ricerca Operativa, **ORTS**

# SOMMARIO



1. IL PROGETTO ECC
2. IL PROBLEMA IN ESAME
3. LE OPERAZIONI DI RICARICA
4. LE RETI INTELLIGENTI
  - i. V1G
  - ii. V2G
5. CONCLUSIONI

# IL PROGETTO



**Electric Car Club**  
per la Regione  
Friuli Venezia Giulia

## OBIETTIVO:

*promuovere l'utilizzo congiunto dei veicoli  
elettrici (o ibridi)  
per il trasporto di persone*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE  
*Dipartimento di Ingegneria e Architettura*



**TEOREMA**  
— GROUP —



**Bassa Friulana**



PROVINCIA  
di **TRIESTE**

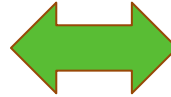
# IL PROBLEMA



## fattori **SOCIALI**



- resistenza al cambiamento
- diffidenza



## fattori **TECNOLOGICI**



- tecnologia non ancora matura
- infrastrutture non sufficienti



OSTACOLI PRINCIPALI:

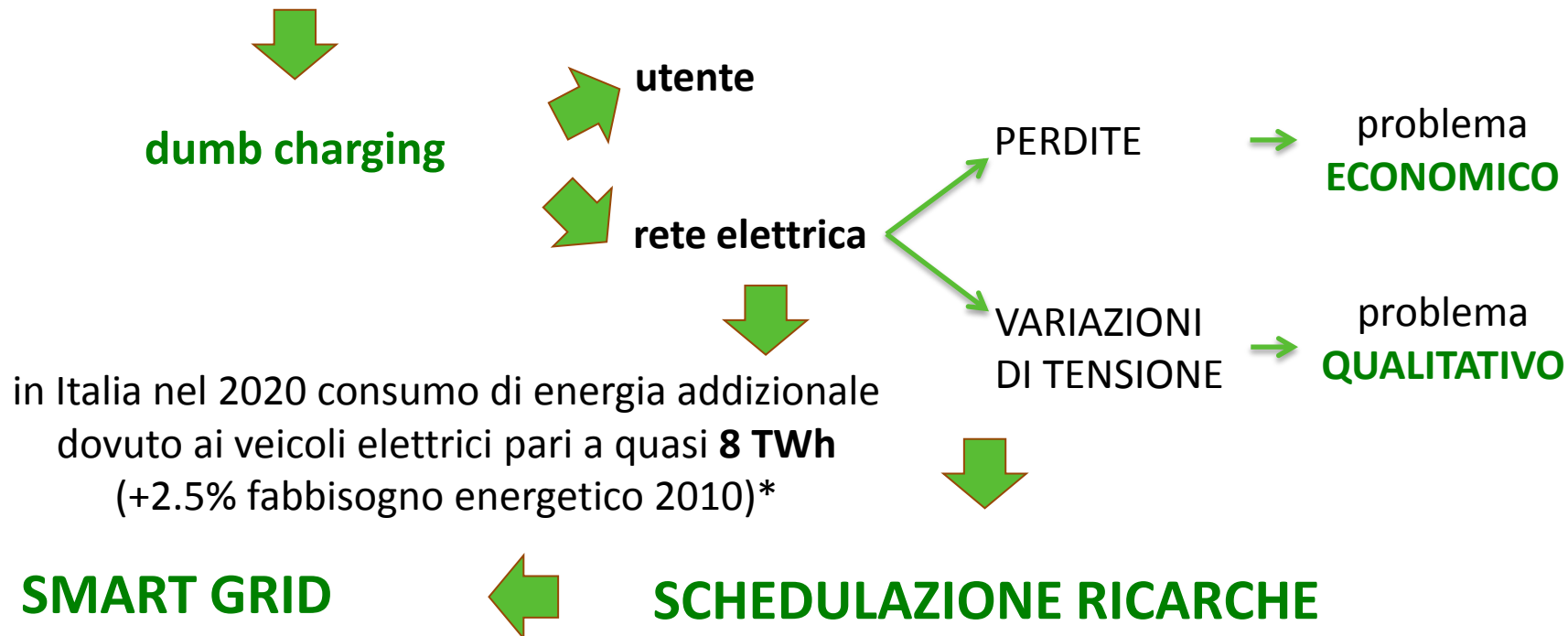
**ELEVATO COSTO INIZIALE**

**«ANSIA DA PERCORRENZA»**

# LE OPERAZIONI DI RICARICA



1. infrastrutture di ricarica
2. gestione operazioni di ricarica



\*Smart Grid Executive Report: Applicazioni, tecnologie e prospettive di sviluppo delle Smart Grid in Italia, Energy Strategy Group, Politecnico di Milano (2012)

# LE RETI INTELLIGENTI



## SMART GRID



*«sistema elettrico integrato ove le azioni di tutti gli utenti connessi alla rete sono fra loro COORDINATE al fine di permettere una fruizione efficiente, sostenibile e sicura dell'energia elettrica\*»*



GENERAZIONE



TRASPORTO



DISTRIBUZIONE

*\*Smart Grid Executive Report: Applicazioni, tecnologie e prospettive di sviluppo delle Smart Grid in Italia, Energy Strategy Group, Politecnico di Milano (2012)*

# LE RETI INTELLIGENTI



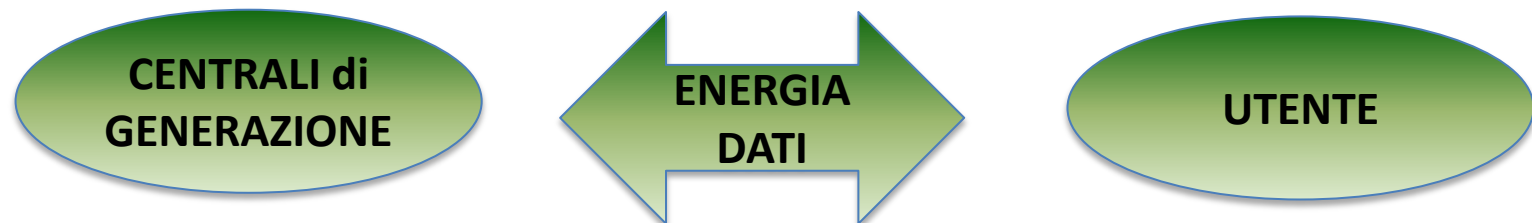
paradigma classico:

**FLUSSO UNIDIREZIONALE**



paradigma *smart*:

**FLUSSO BIDIREZIONALE**



# LE RETI INTELLIGENTI



## STRUMENTI «INTELLIGENTI»

### HARDWARE

sensori, attuatori, *smart inverters*, *smart meters*, *smart home devices*, sistemi di storage, infrastrutture di comunicazione, ...

### SOFTWARE

sistemi informativi (*Demand Response Management System*), sistemi di gestione e processamento dei dati, standard di comunicazione, sistemi di *cyber security*, *Home Management Systems*, ...



# LE RETI INTELLIGENTI



## BENEFICI

- miglioramento EFFICIENZA generale del sistema
- ottimizzazione FORNITURA di energia
- maggiore ROBUSTEZZA ai guasti in rete
- integrazione *Distributed Energy Resources* (DERs)
- miglioramento LIVELLO DI SERVIZIO per l'utente finale ed OTTIMIZZAZIONE COSTI



## VEICOLI ELETTRICI

### 1. SMART CHARGING (V1G)

flusso **UNIDIREZIONALE** di ENERGIA  
flusso **BIDIREZIONALE** di INFORMAZIONI

### 2. VEHICLE-TO-GRID (V2G)

flusso **BIDIREZIONALE** di ENERGIA  
flusso **BIDIREZIONALE** di INFORMAZIONI

# LE RETI INTELLIGENTI



## V1G

COMUNICAZIONE tra VEICOLI e RETE in *real time*



1. schedulazione processi di ricarica in base allo **STATO ATTUALE DELLA RETE**



DISTRIBUZIONE DEL CARICO



TEMPORALE  
«valley filling»

SPAZIALE



## V1G

COMUNICAZIONE tra VEICOLI e RETE in *real time*



2. schedulazione processi di ricarica in base alle **ESIGENZE DELL'UTENTE**



- minimizzazione TEMPO DI ATTESA
- minimizzazione COSTI DI RICARICA

...



## V2G

### ***V2G ENABLED VEHICLE\*:***

- connessione alla rete elettrica
- connessione di controllo necessaria per la comunicazione con il gestore della rete
- sistemi di controllo e metering a bordo del veicolo

\*Kempton W, Tomic J.,2005, *Vehicle-to-Grid Power Fundamentals: Calculating Capacity and Net Revenue*, Journal of Power Sources, No.144, pp. 268-279

# LE RETI INTELLIGENTI



**V2G**



**SERVIZI ANCILLARI**



- **regolazione di frequenza (riserva primaria e riserva secondaria)**
- **regolazione di tensione**
- **immissione di potenza extra durante i picchi di domanda**
- **immagazzinamento energia durante i periodi di bassa domanda**
- **...**



**RAPIDITÀ DI RISPOSTA dei veicoli elettrici**



## V2G

veicoli elettrici come  
**MEZZO PER MIGLIORARE L'INTEGRAZIONE DELLE  
RISORSE RINNOVABILI**



ogni singolo veicolo elettrico può immettere in rete **basse potenze**  
(decina di kW)

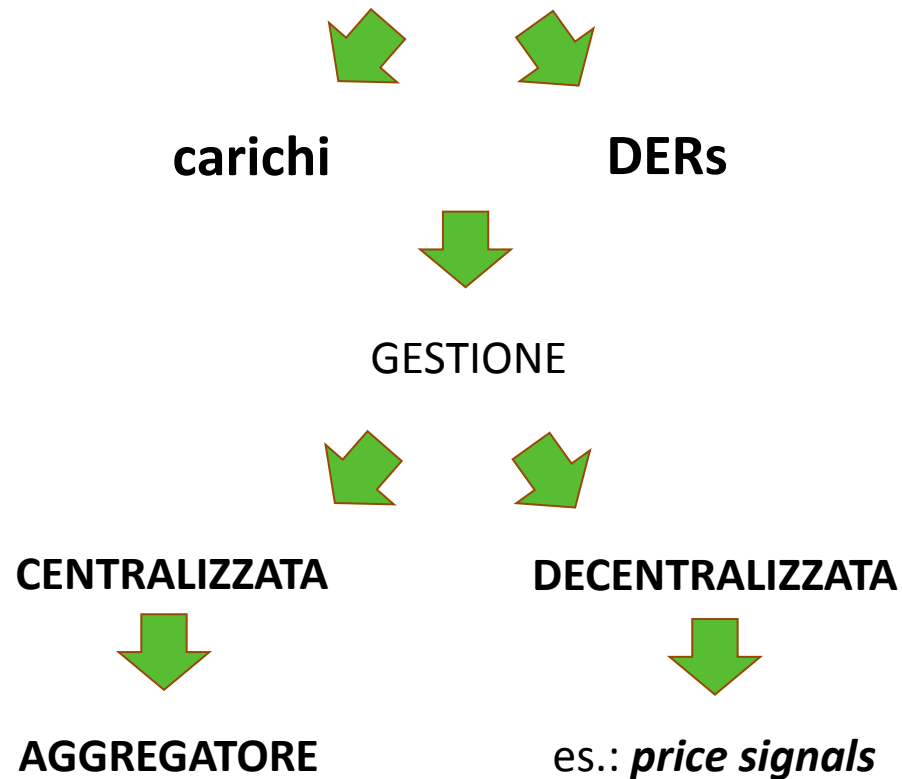


necessità di individuare **COALIZIONI DI VEICOLI** per la  
partecipazione al mercato dell'energia

# LE RETI INTELLIGENTI



## veicoli elettrici



# LE RETI INTELLIGENTI



gruppo **ORTS**



SISTEMA PER LA GESTIONE DELLE RICARICHE DI UNA  
FLOTTA DI VEICOLI ELETTRICI



ESIGENZE **UTENTE**

ESIGENZE **RETE**



**MODELLI DI OTTIMIZZAZIONE  
DA APPLICARE IN REAL TIME**



# LE RETI INTELLIGENTI



gruppo ORTS

2 problemi di assegnazione interdipendenti



**ASSEGNAZIONE VEICOLO-STAZIONE DI RICARICA**

carico sulla  
rete

prezzo  
energia

OBIETTIVO:  
**MINIMIZZAZIONE  
PERDITE IN  
RETE**

**ASSEGNAZIONE STAZIONE DI RICARICA-GENERATORE**  
(determinazione topologia rete)

# CONCLUSIONI



- per favorire la diffusione dei veicoli elettrici sono necessari **interventi infrastrutturali** importanti
- un passaggio fondamentale è rappresentato dall'adozione del paradigma di **rete intelligente**
- le reti intelligenti permettono di sfruttare i veicoli elettrici anche come **risorse energetiche distribuite**
- sia le operazioni di ricarica che quelle di immissione di energia in rete richiedono una **gestione** strategica **in tempo reale** in modo da minimizzare l'impatto sulla rete ed ottimizzare l'efficienza complessiva del sistema



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**