

# ITS: integrazione della Mobilità Elettrica nelle *Smart Cities*

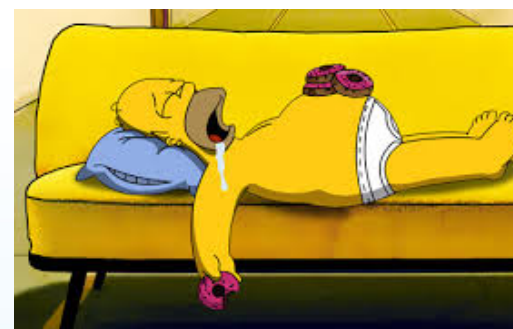
**prof. Vincenzo Galdi**

[vgaldi@unisa.it](mailto:vgaldi@unisa.it)

**Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Università degli Studi di Salerno**

# Outline

- Contesto di riferimento
- Mobilità Elettrica
- Smart? – Gli ITS per la mobilità elettrica
  - Integrazione nelle Smart Grid della Smart Mobility per le Smart Cities
- Caso Studio



# Short bio

Nato a Salerno nel 1967, sposato con Rosaria

Ingegnere elettronico, dottore di ricerca in ingegneria elettrica

Professore associato di Sistemi Elettrici per l'Energia



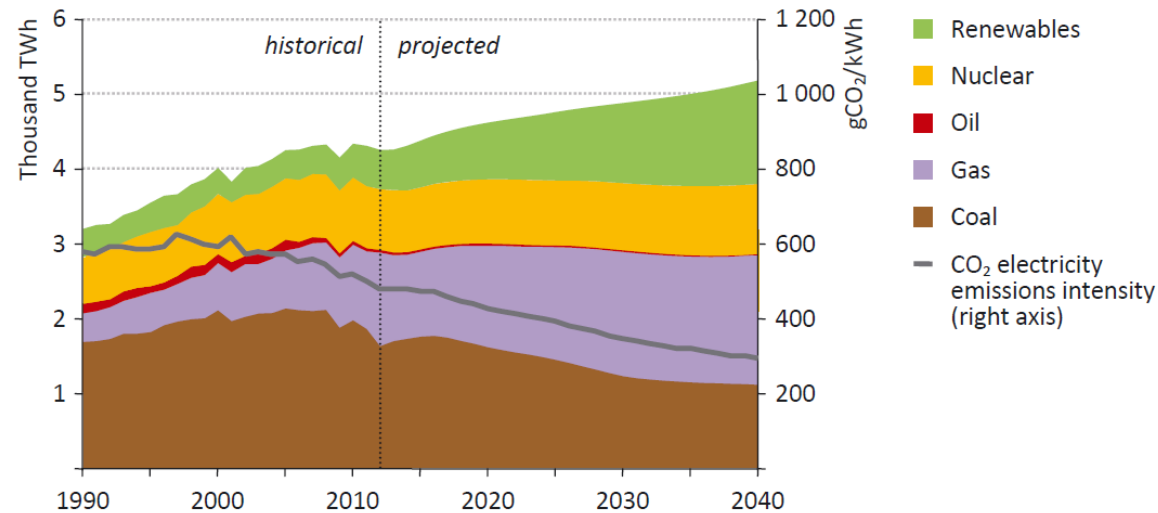
Delegato del Rettore di UniSA  
alla Mobilità

Direttore Vicario del DIIn

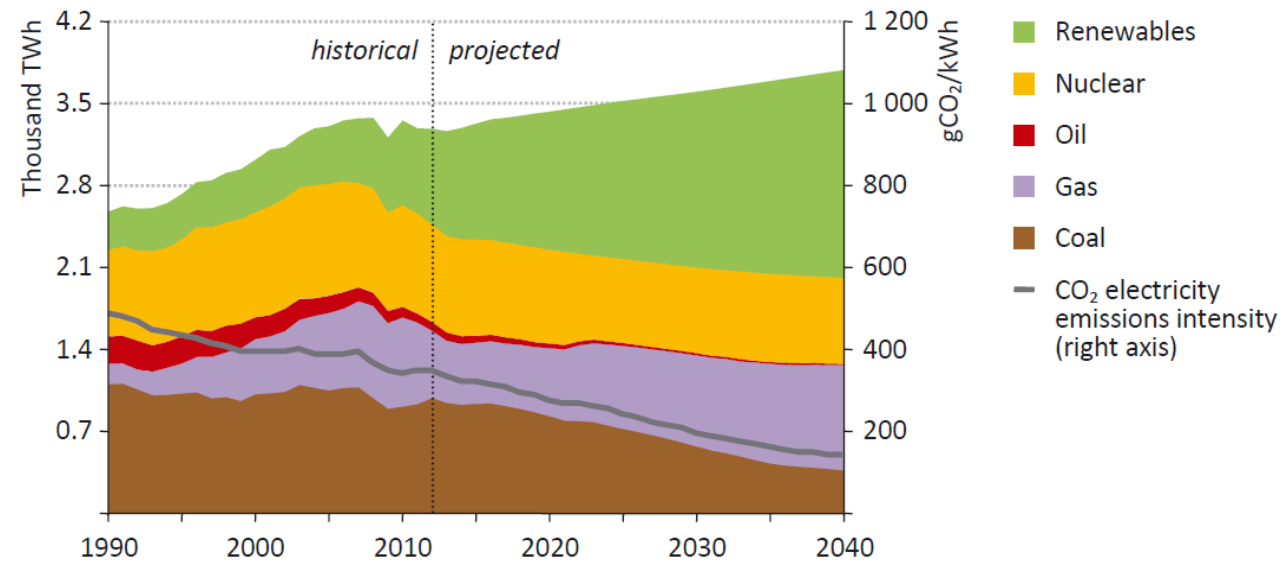
Presidente del Consorzio  
TRAIN – TRAsporto  
Innovativo

Membro del CTS di TEST  
SCaRL (Spin-off del Centro  
Regionale di Competenza  
Trasporti) con delega agli ITS

# Domanda di Energia



*United States electricity generation by source and CO<sub>2</sub> intensity (Source: IEA – WEO2014)*

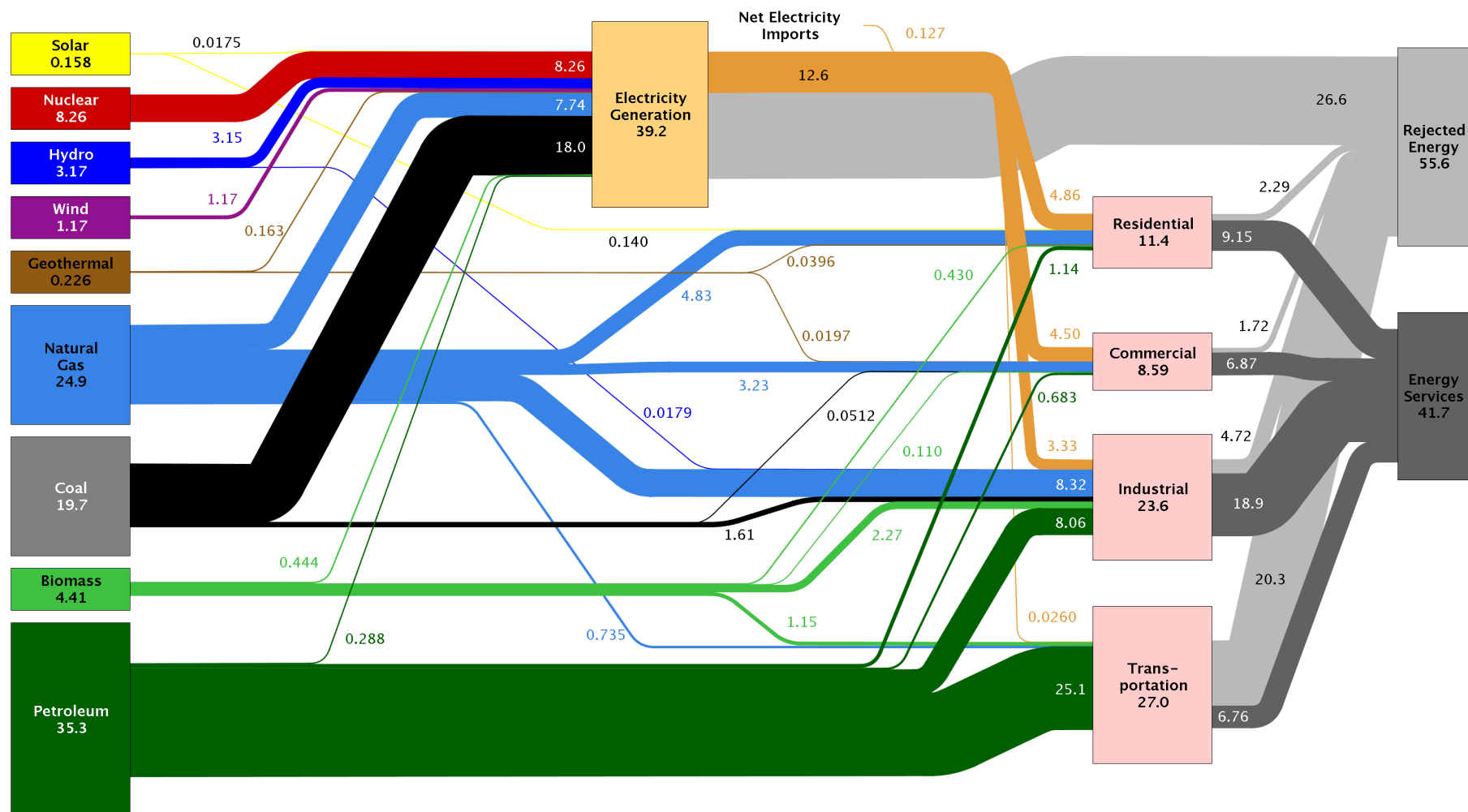


*European Union electricity generation by source and CO<sub>2</sub> intensity (Source: IEA – WEO2014)*



# Consumi di energia x settore

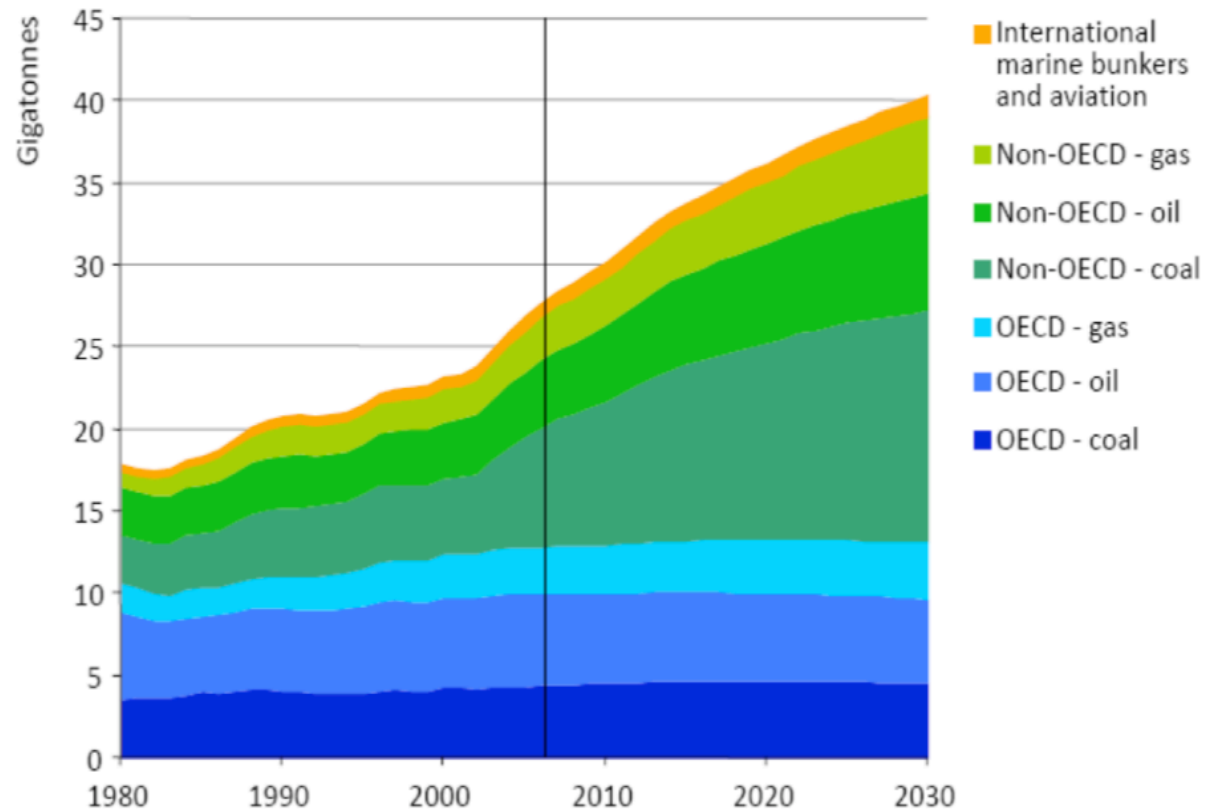
Estimated U.S. Energy Use in 2011: ~97.3 Quads



Dati DoE-EIA 2011 elaborati LLNL

# Il fabbisogno mondiale energia

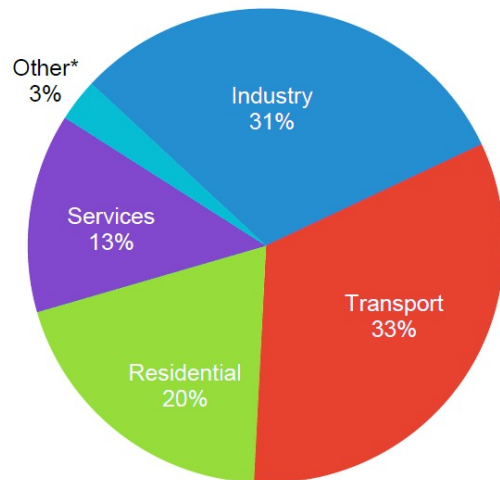
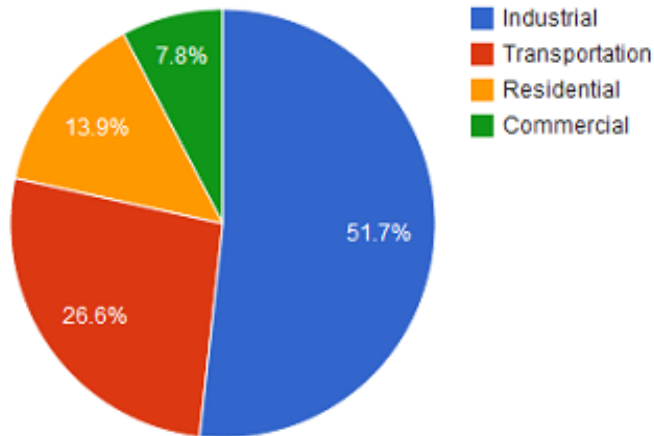
L'AIE evidenzia come nei prossimi 20 anni l'impatto sulle emissioni dovute alle richieste di energia dai paesi di area non OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development – a noi nota come OCSE) sia destinato a triplicare raggiungendo e superando il contributo dei 33 paesi dell'OECD



Fonte: OECD

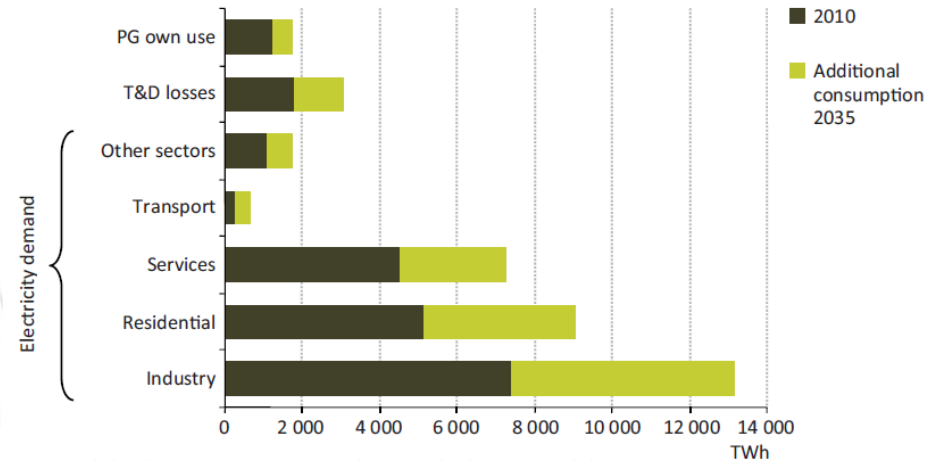
# Consumo di energia per settore

World Energy Consumption by Sector, 2012 (EIA Data)

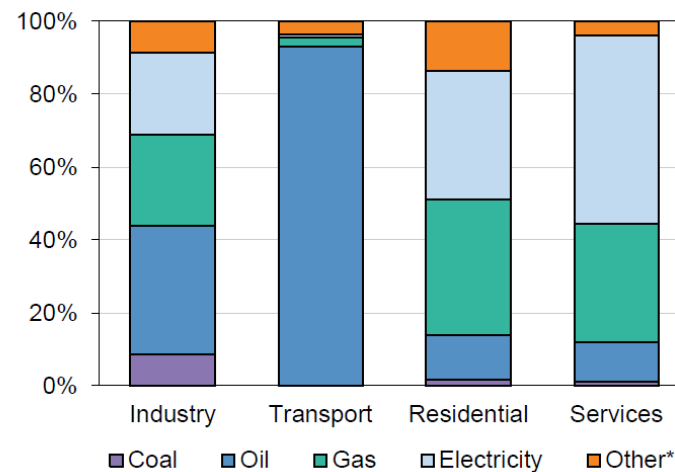


\*Other includes agriculture, forestry, fishing and non-specified.

OECD Total Final Consumption by Sector 2013



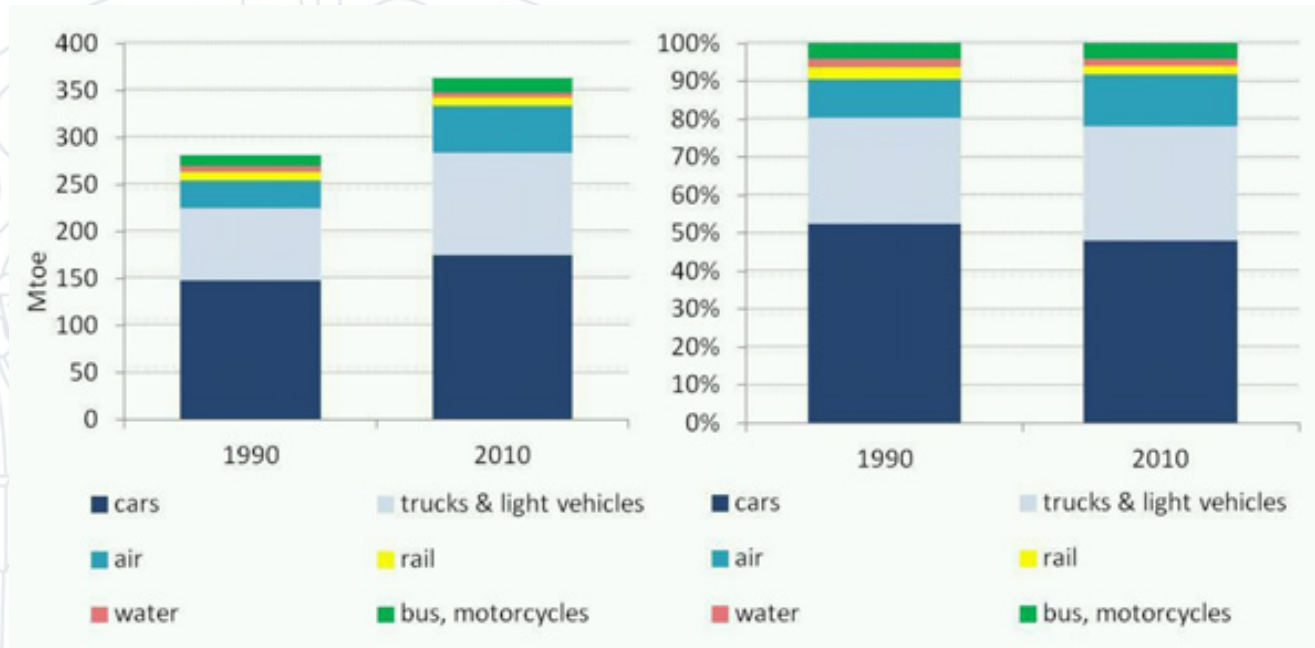
World electricity supply and demand by sector



\*Other includes biofuels and waste, direct use of geothermal/solar thermal and heat.

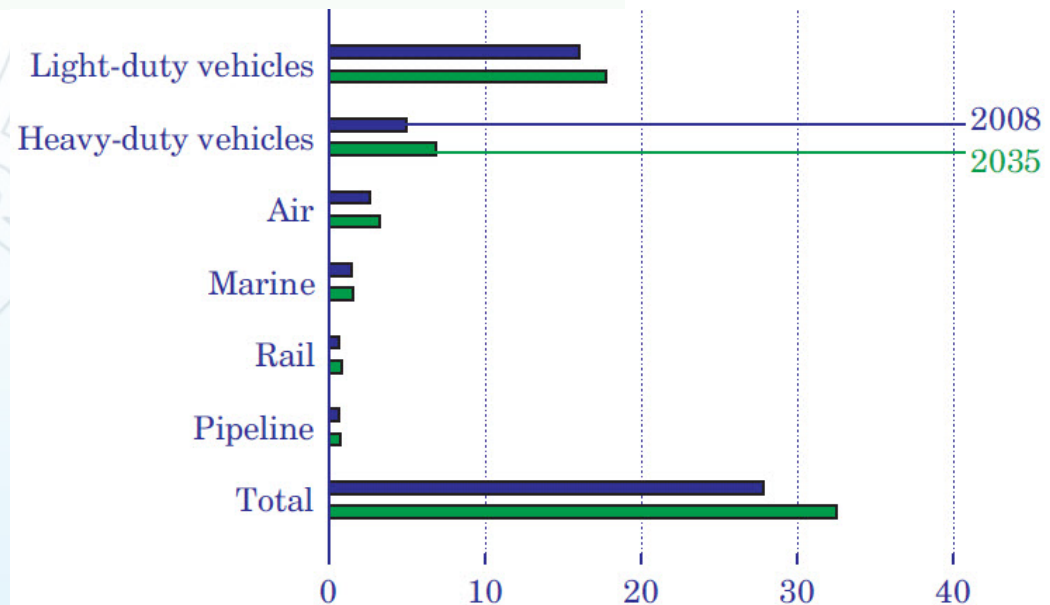
Total Final Consumption by sector: shares by energy source (2013)

# Domanda di Energia Settore Trasporti



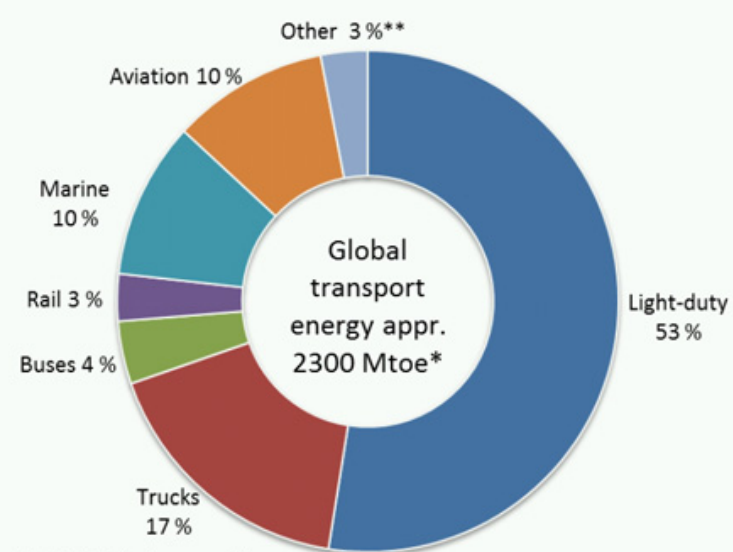
*Energy consumption of transport by mode in the EU*

*Energy consumption for transportation by mode (quadrillion Btu)  
(Source: EIA - Annual Energy Outlook)*



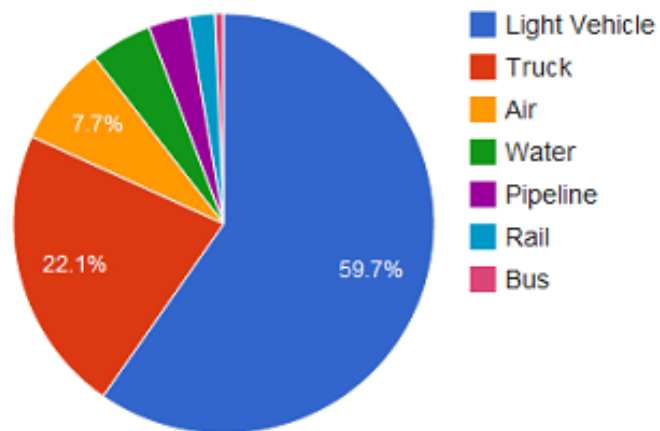


# Domanda di Energia nei Trasporti

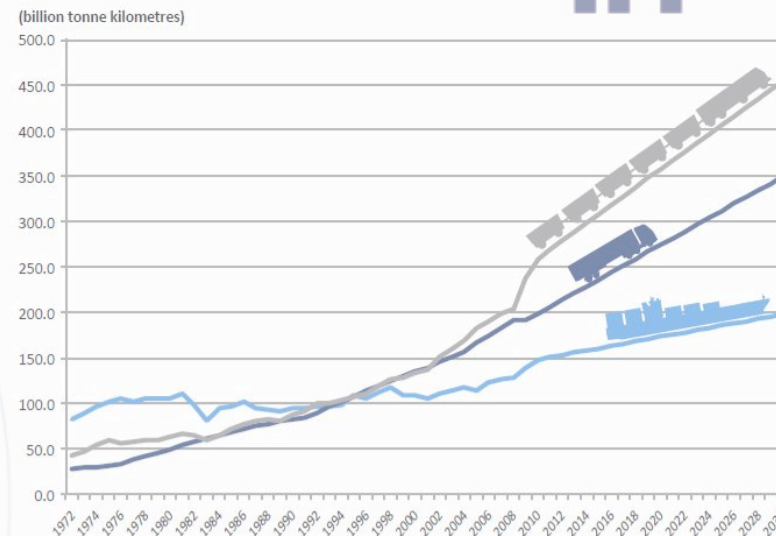


\* 2009 \*\* Includes two and three wheelers.  
Data from World Economic Forum 2011 and IEA WEO 2011. Figure by IEA-AMF (A-S 2012).

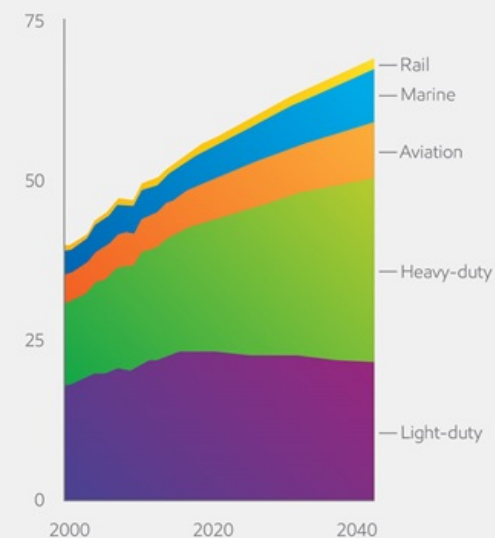
**2009 U.S. Transportation Energy Use by Mode (EIA data)**



**Freight task by transport mode, 1972 – 2030**



**Transportation fuel demand by sector**  
MBDOE



# Dove si concentrerà la domanda?



Nel 1900 nessuna città aveva 10 milioni o più abitanti

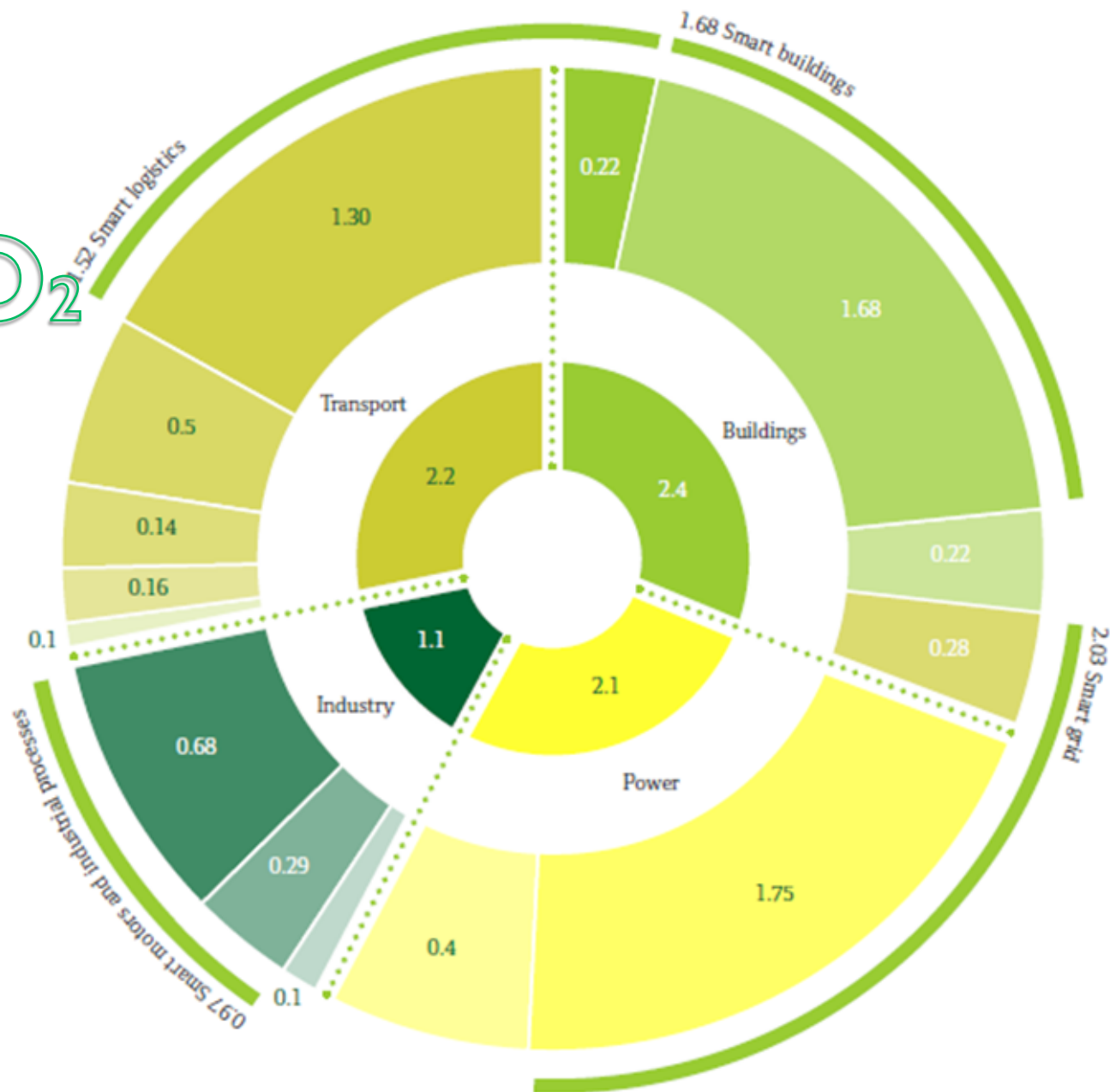
Nel 1950, solo Londra e New York superano questa soglia

Entro il 2020 30 mega-città del mondo avranno più di 10 milioni di abitanti

Nel 2050 diventeranno quasi 60

# 7.8 GtCO<sub>2</sub>

- Industry
  - Smart motors
  - Industrial process automation
  - Dematerialisation\* (reduce production of DVDs, paper)
- Transport
  - Smart logistics
  - Private transport optimisation
  - Dematerialisation (e-commerce, videoconferencing, teleworking)
  - Efficient vehicles (plug-ins and smart cars)
  - Traffic flow monitoring, planning and simulation
- Buildings
  - Smart logistics†
  - Smart buildings
  - Dematerialisation (teleworking)
  - Smart grid‡
- Power
  - Smart grid
  - Efficient generation of power, combined heat and power (CHP)



# La soluzione?

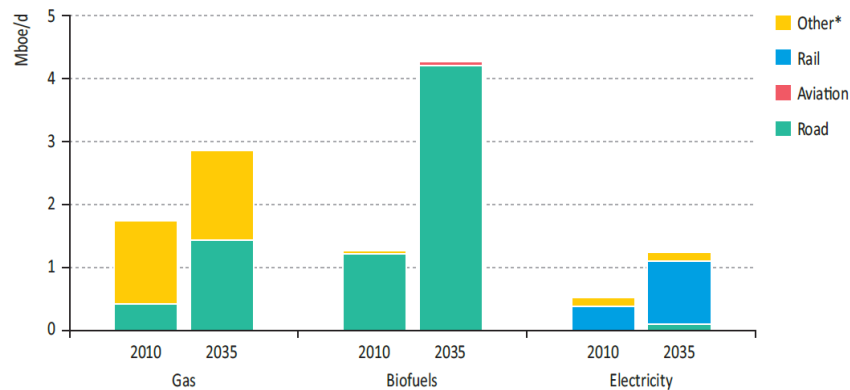
- ✓ Fornire un sistema di mobilità integrata
- ✓ Potenziare il trasporto collettivo
- ✓ Fornire servizi all'utenza in modo da lasciare immutata o incrementare la percezione di libertà di movimento
- ✓ Incrementare l'efficienza energetica dei veicoli
- ✓ Utilizzare vettori energetici con un impatto locale sulle emissioni meno rilevante



**MOBILITÀ ELETTRICA**

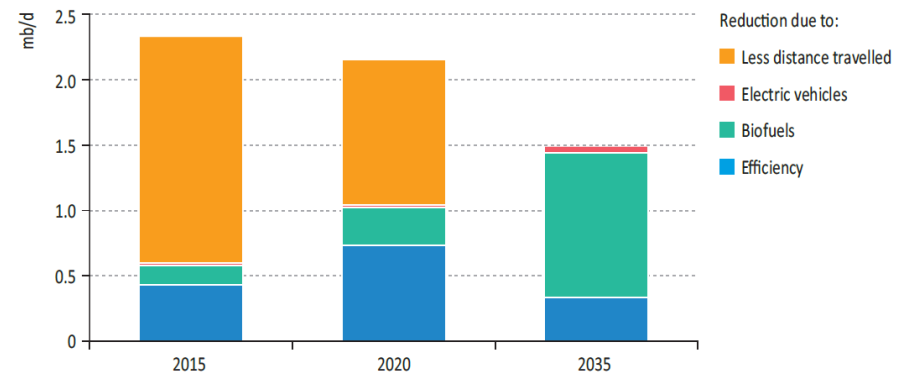


# Domanda di Energia nei Trasporti

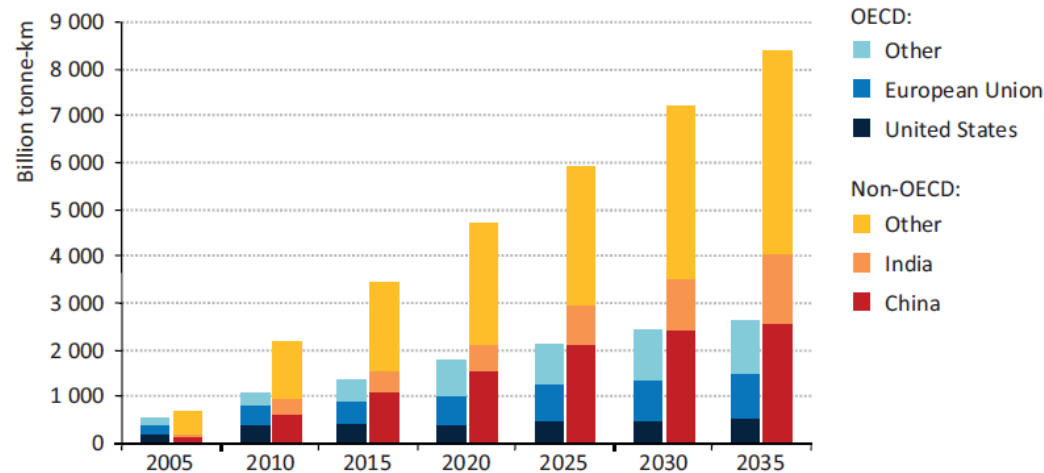


\*Other includes navigation, pipeline and non-specified transport.

*World non-oil-based fuel use by transport mode*  
(Source IEA: WEO2011)

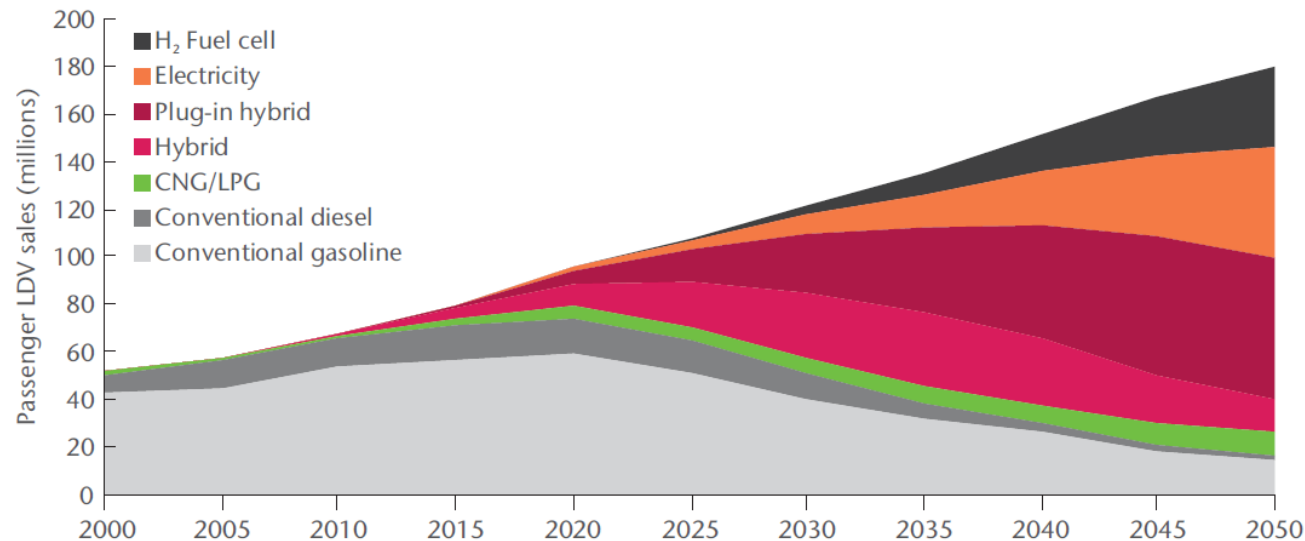


*Reduction in global oil demand in the transport sector by source in the Deferred Investment (Source: IEA-WEO2011)*



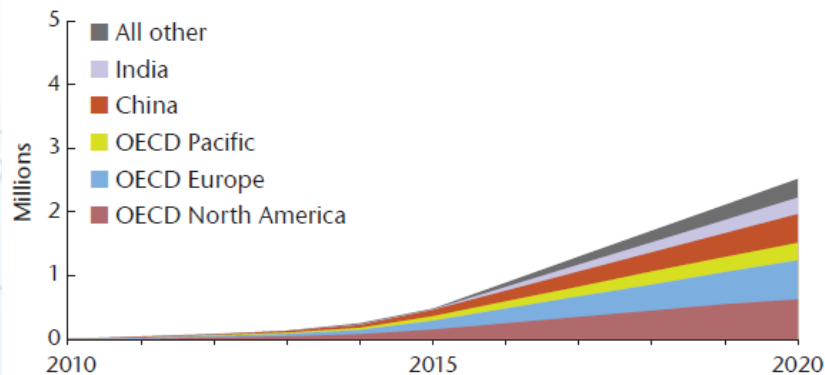
*Incremental road freight growth by region (Source IEA: WEO2012)*

# Penetrazione attesa EV & HEV

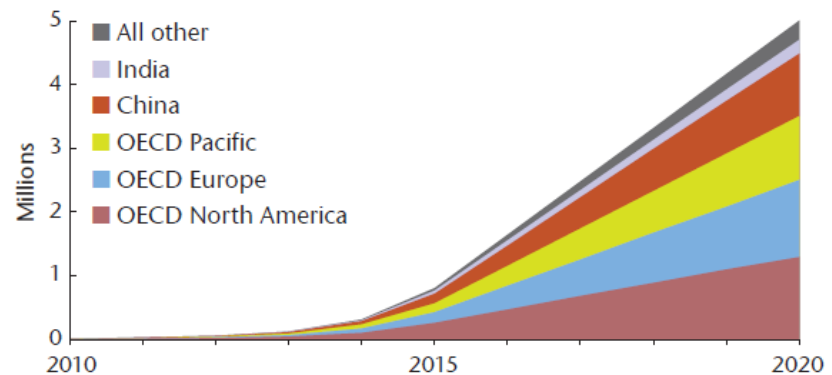


Annual light-duty vehicle sales by technology type – (Source: IEA Technology Roadmap 2011)

## EV Sales

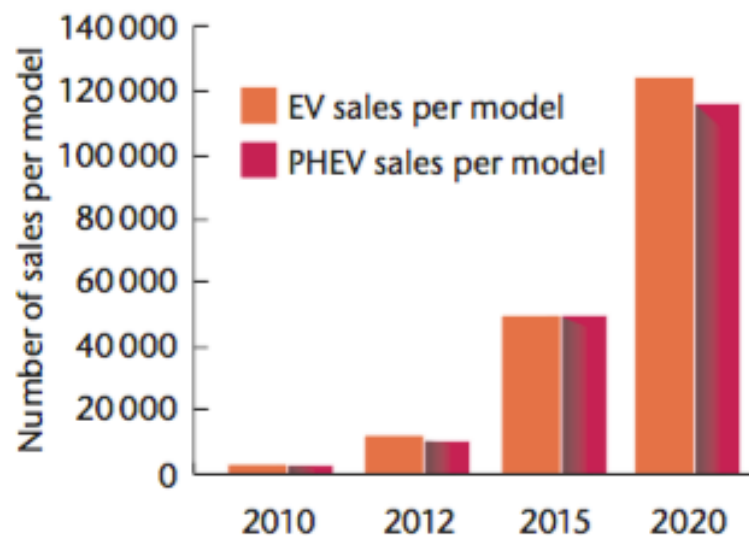
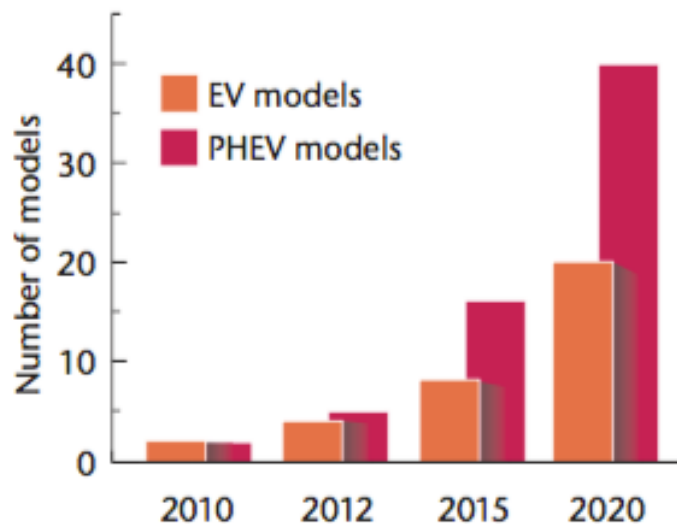


## PHEV Sales

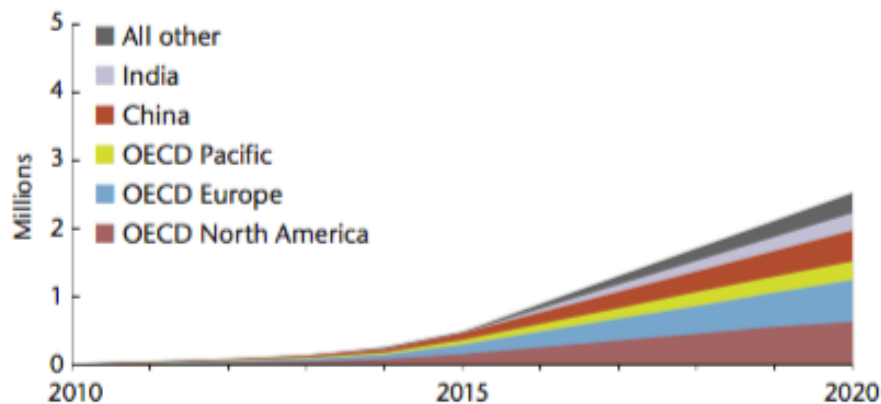


Annual light-duty vehicle sales by technology type – (Source: IEA Technology Roadmap 2011)

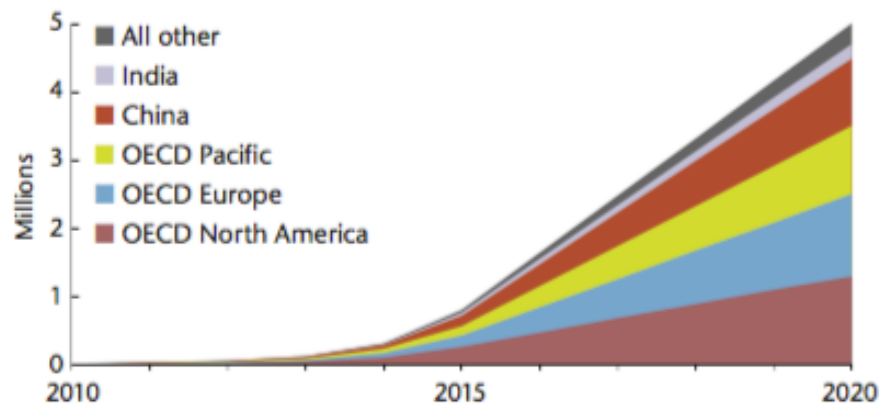
# Penetrazione attesa EV & PHEV



EV Sales



PHEV Sales



# Nuova soluzione = Nuovi problemi

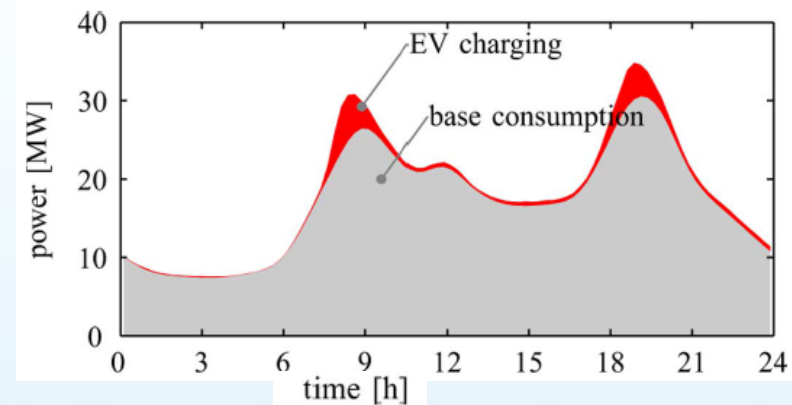
Occorre investire in **nuove infrastrutture**

L'integrazione della mobilità elettrica nelle città  
modifica sensibilmente la **domanda di  
energia elettrica**

Per rispondere alla richiesta di energia occorre  
sviluppare un **piano di investimenti** che può  
essere anche rilevante

Occorre avere un **quadro  
normativo chiaro** e stabile che  
supporti gli investimenti

Occorre fornire **servizi** agli utenti





# Infrastrutture

L'UE ha pubblicato la Direttiva 2009/33/CEI6 per la promozione di veicoli puliti a basso consumo energetico e la Direttiva 2014/94/UE sulla realizzazione di infrastrutture per i combustibili alternativi

Il MIT a partire dal 2013 ha redatto il PNire - Piano Nazionale Infrastrutture di Ricarica Elettrica -, coinvolgendo i maggiori DNO, ENEA e il CEI e avviato azioni di sostegno finanziario agli investimenti in infrastrutture di ricarica

Di particolare rilievo è l'introduzione di procedure di gestione del servizio di ricarica basate sulle peculiarità e sulle potenzialità delle infrastrutture

## Infrastrutture (2)

Il PNire affronta i seguenti aspetti:

- ✧ l'assegnazione dei costi di ricarica al cliente
- ✧ possibilità di realizzare un sistema di tariffe differenziate
- ✧ la possibilità di regolamentazione dei tempi e dei modi di ricarica, coniugando le esigenze dei clienti con l'ottimizzazione delle disponibilità della rete elettrica
- ✧ l'introduzione di agevolazioni in favore di titolari e gestori degli impianti di distribuzione del carburante per l'ammodernamento degli impianti mediante la realizzazione di infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici
- ✧ la promozione della ricerca tecnologica per la realizzazione di reti infrastrutturali per la ricarica dei veicoli elettrici

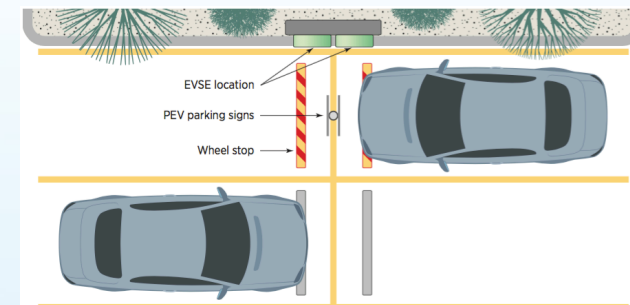
# Infrastrutture (3)

Il PNire prevede una roadmap al 2020 con tre milestones:

- ✧ Obiettivo 2016 - 90.000 punti di ricarica pubblici
- ✧ Obiettivo 2018 - 110.000 punti di ricarica pubblici
- ✧ Obiettivo 2020 - 130.000 punti di ricarica pubblici



Il DoE USA, oltre a un significativo piano di incentivi alle aziende, agli Stati e alla ricerca, ha pubblicato una serie di guide per la realizzazione di infrastrutture di ricarica per EV e PHEV e per la loro gestione, oltre a un portale per accedere agli incentivi statali o federali (<http://www.afdc.energy.gov>, <http://fueleconomy.gov/>)



# Smart mobility in Smart Cities

Ma cosa occorre fare per essere efficaci?

Bisogna essere Smart (oggi è un MUST!)

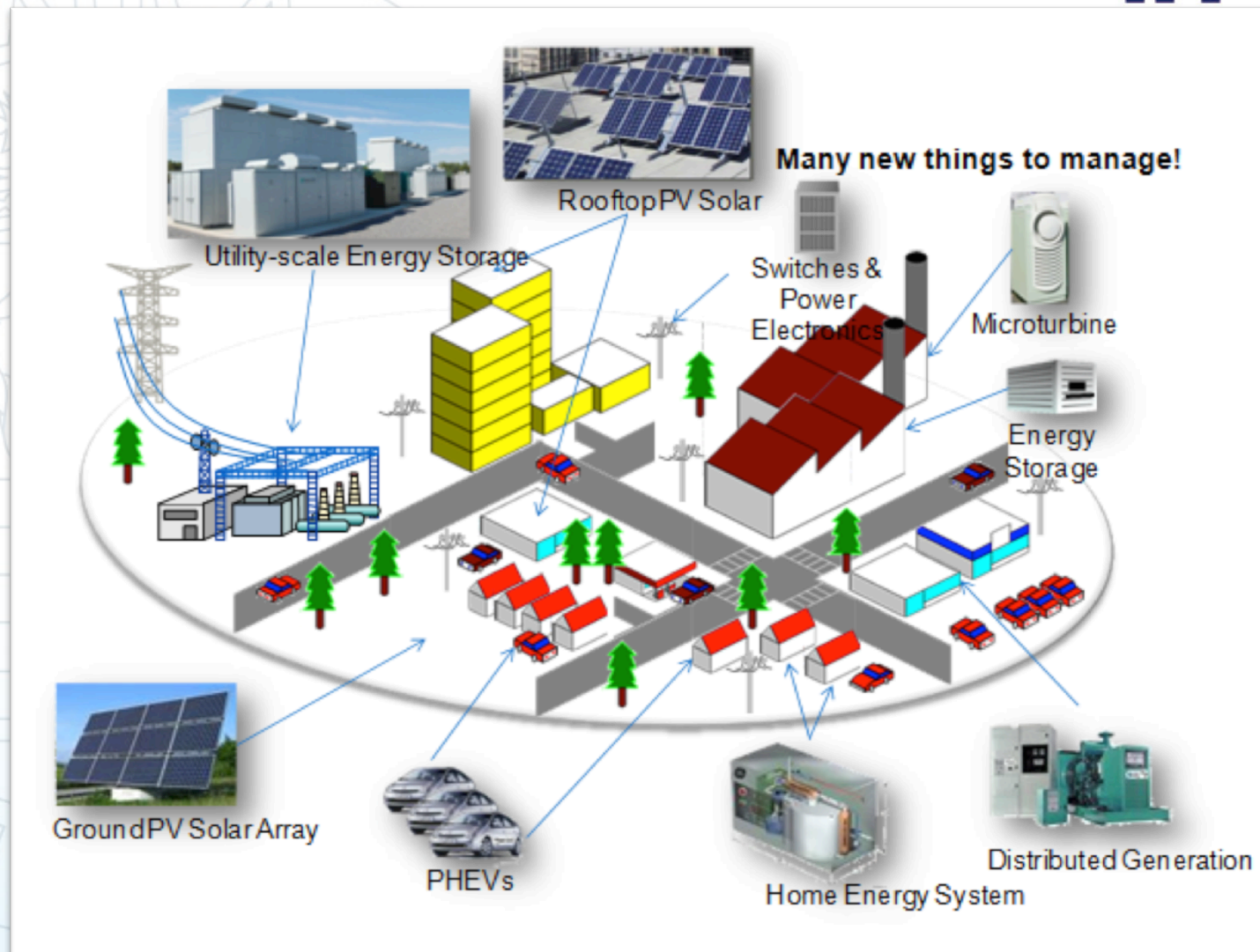
Ma cosa significa essere Smart?



Smart è sinonimo di intelligente, intelligenza che deriva da poter disporre non solo del servizio primario ma anche di informazioni fornite da una molteplicità di fonti che consentono di aggiungere servizi a “valore aggiunto”



# ICT per integrare le reti





# ICT per integrare le reti

## *Integrazione dei centri di ricarica: un caso studio*

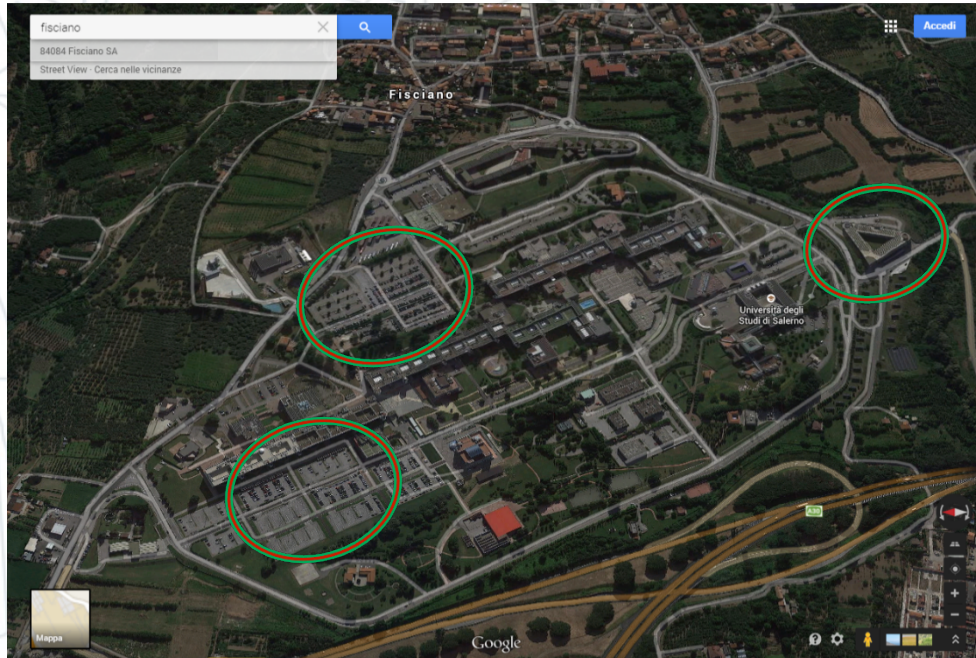
UniSA è particolarmente attiva nel settore della mobilità elettrica, con progetti di ricerca europei e nazionali

In collaborazione con centri di ricerca nazionali ed europei ha programmato ed avviato un piano di intervento nel settore che prevede anche il coinvolgimento di amministrazioni locali e la realizzazione di dimostratori

Una linea di azione è legata al dimensionamento elettrico delle stazioni di ricarica in parcheggi pubblici



# La metodologia: i dati



**CO**OPERATIVE **S**YSTEMS FOR  
SUSTAINABLE **MO**BILITY AND  
ENERGY EFFICIENCY

Il modello realizzato è basato su un database di più di 200.000 eventi di parcheggio per anno acquisiti su un periodo di osservazione di oltre 12 mesi

Si tratta dei parcheggi studenti del Campus di Fisciano di UniSA

# La metodologia: la domanda

Per determinare la richiesta di energia si è acquisito dal database della segreteria la provenienza degli studenti

Si è assunto:

- Utilizzo di veicolo elettrico che parte carico da casa
- Determinazione del percorso (urbano, extraurbano e autostradale)
- Calcolo del SoC all'arrivo a UniSA

$$SoC_a = SoC_d - \frac{(c_U \cdot d_U) + (c_E \cdot d_E) + (c_H \cdot d_H)}{C_{Batt}}$$



# La metodologia

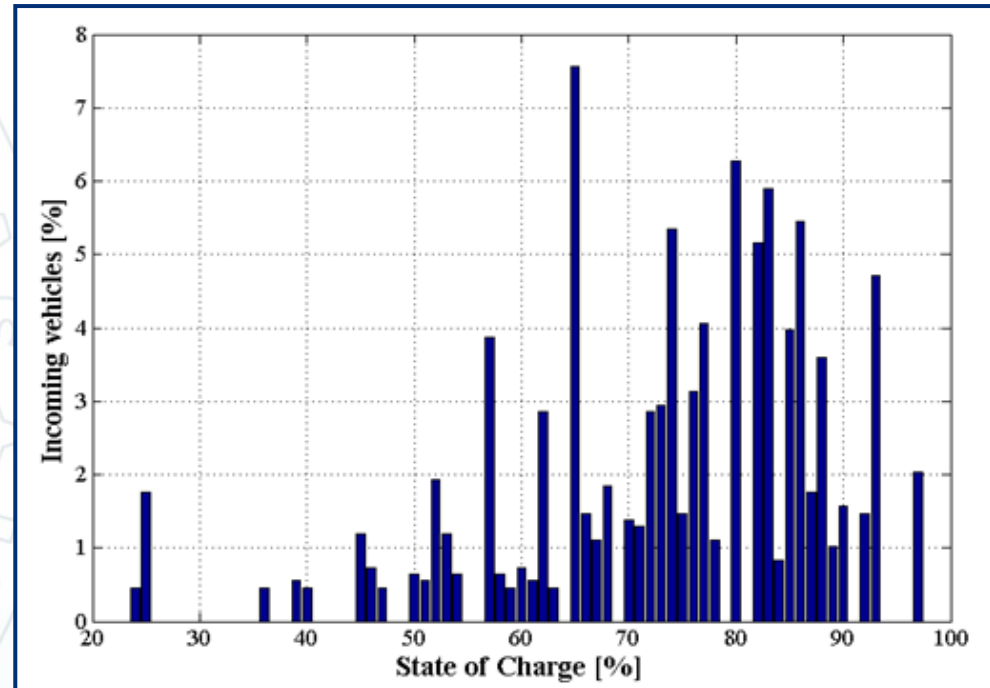


Source: [www.nissan.it](http://www.nissan.it)

Route Type	Value [kWh/km]
URBAN	0.160
E X T R A URBAN	0.126
HIGHWAY	0.185
MIXED	0.169

Battery capacity: 24 kWh

## 50 CLUSTER

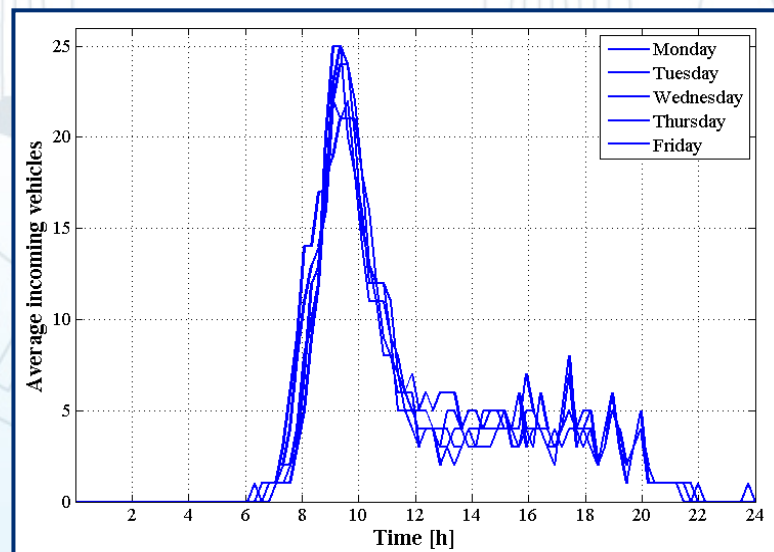


Mediamente, il SoC residuo all'arrivo al Campus per gli EVs è del 70%

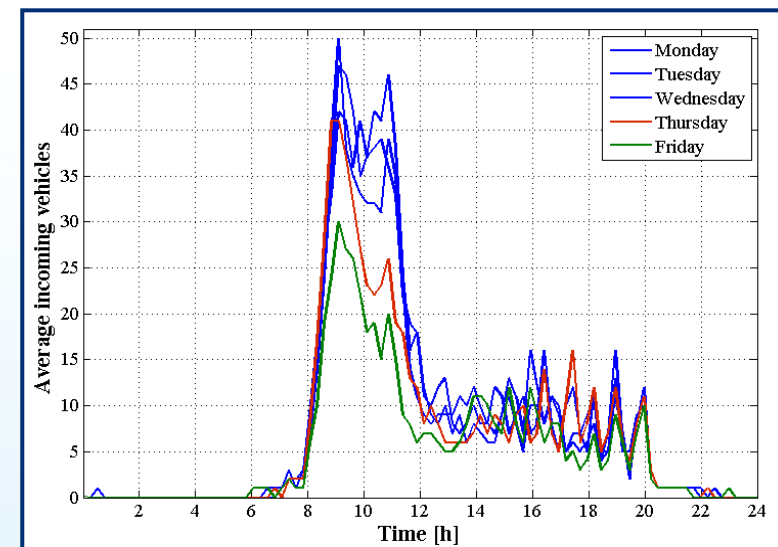
# La metodologia

Utilizzando le telecamere installate all'ingresso dei parcheggi, con un sw di analisi delle targhe si è costruito un database con i tempi di permanenza

I dati sono stati clusterizzati per rendere più agevole ed efficace l'analisi. Il numero di cluster ottimo è stato determinato ricorrendo a tecniche di analisi multidimensionale



Periodo di esami







Periodo di corso



# Metodologia

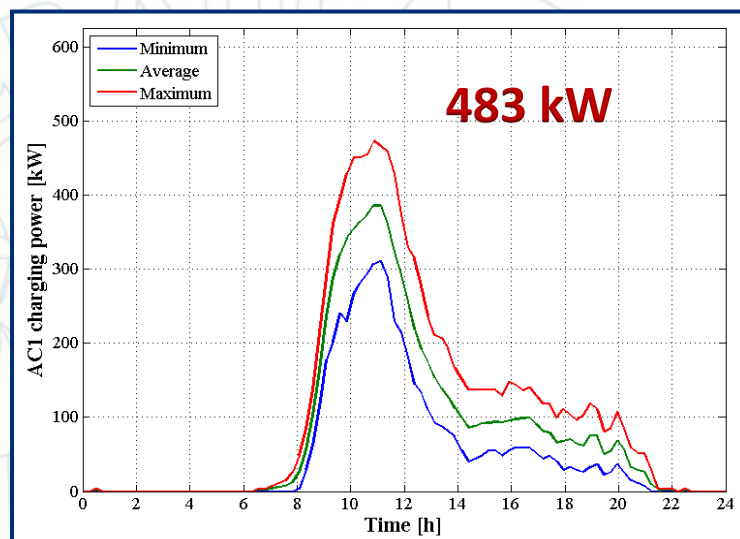
Sono stati considerate 2 modalità di ricarica (mode 1 e mode 2) e due strategie: una FIFO e una con gestione “pacchettizzata” dell’energia

- mode 1 (230 V, 3.7 kW) for domestic use charging (AC1)
- mode 2 (230 V, 7.4 kW) for public use charging (AC2)

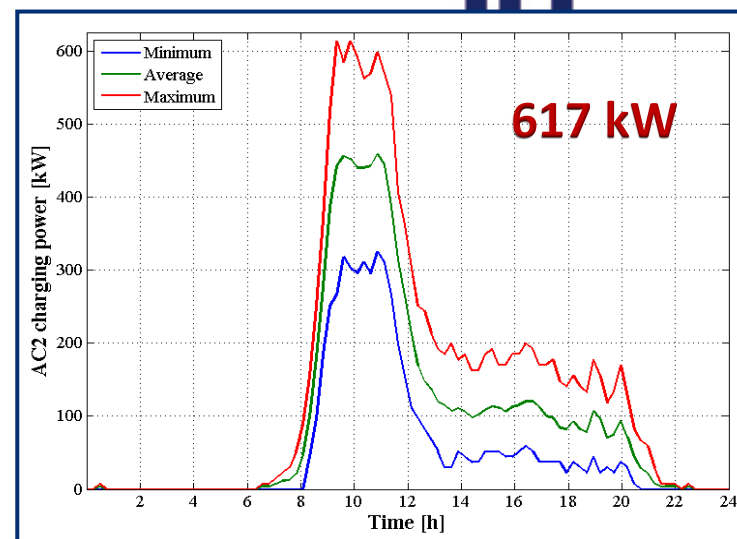
Connettori per la ricarica montati sul veicolo	Corrente Alternata (Modo 2 e Modo 3)		Corrente Continua (Modo 4)	
	TIPO 1	TIPO 2	COMBO 2	CHAdMO
	<input checked="" type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input checked="" type="checkbox"/> 
Potenza massima accettata dal caricabatteria interno	MONOFASE 230V		TRIFASE 400V	
	<input checked="" type="checkbox"/> 16A 3.7kW	<input checked="" type="checkbox"/> 32A 7.4kW	<input type="checkbox"/> 16A 11kW	<input type="checkbox"/> 32A 22kW

Source: [www.nissan.it](http://www.nissan.it)

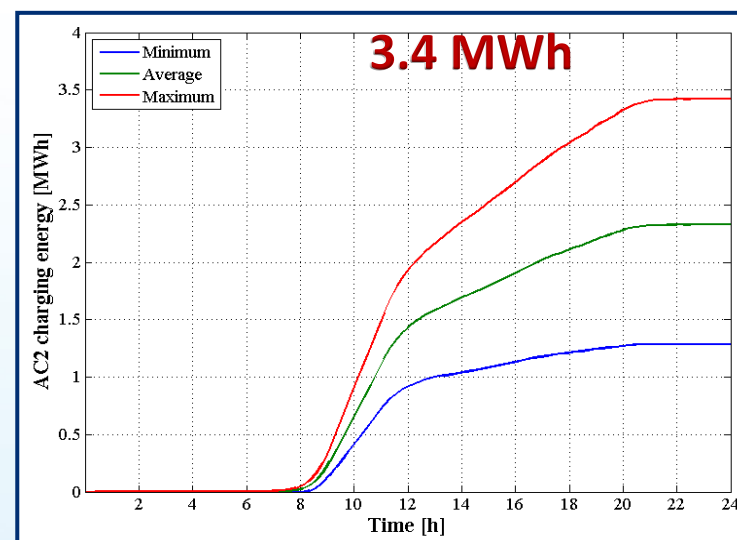
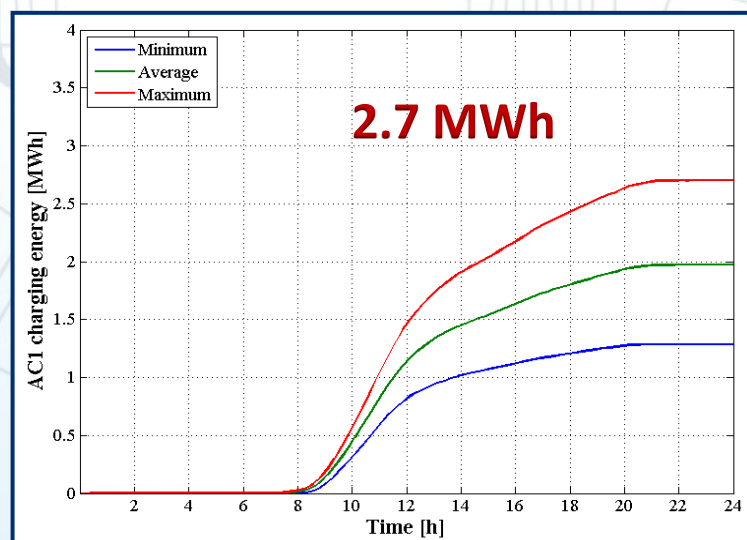
# Caso studio: domanda di EE



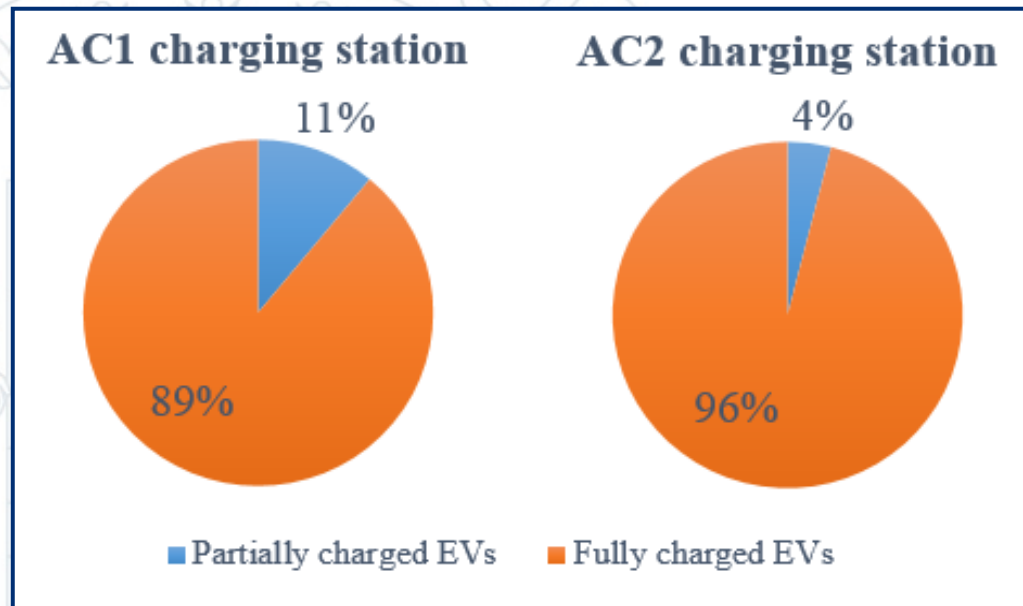
Mode 1



Mode 2



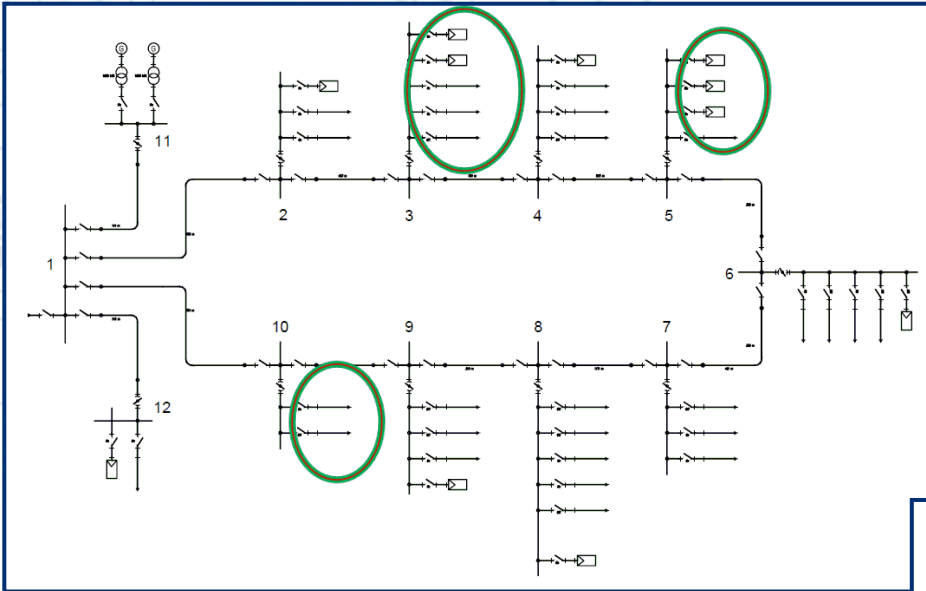
# Caso studio: veicoli serviti



Le stazioni di ricarica AC2 garantiscono un incremento del 7% di veicoli caricati completamente, che ammontano al 96% del totale

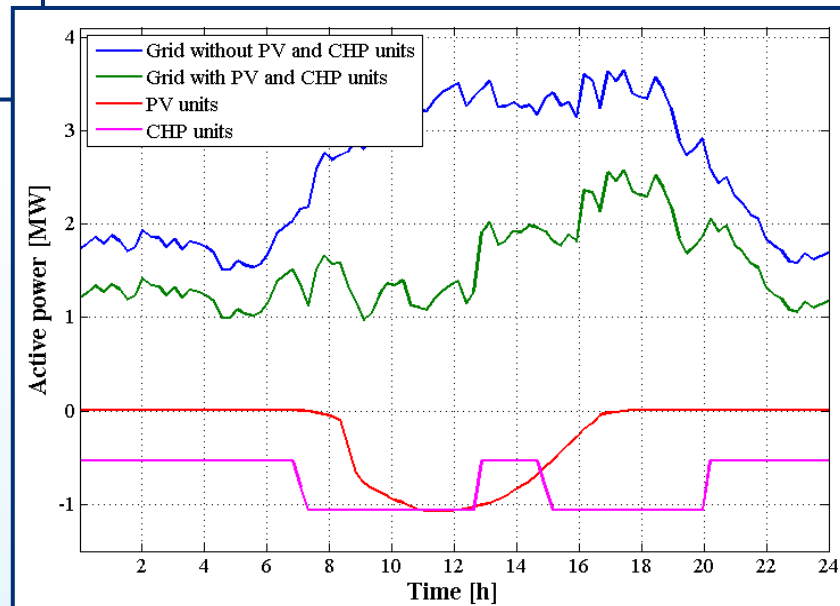
Di contro, ci si aspetta un incremento della domanda di energia assorbita nel periodo di picco di utilizzo del parcheggio tra le 8:00 e le 12:00

# Caso studio: la rete

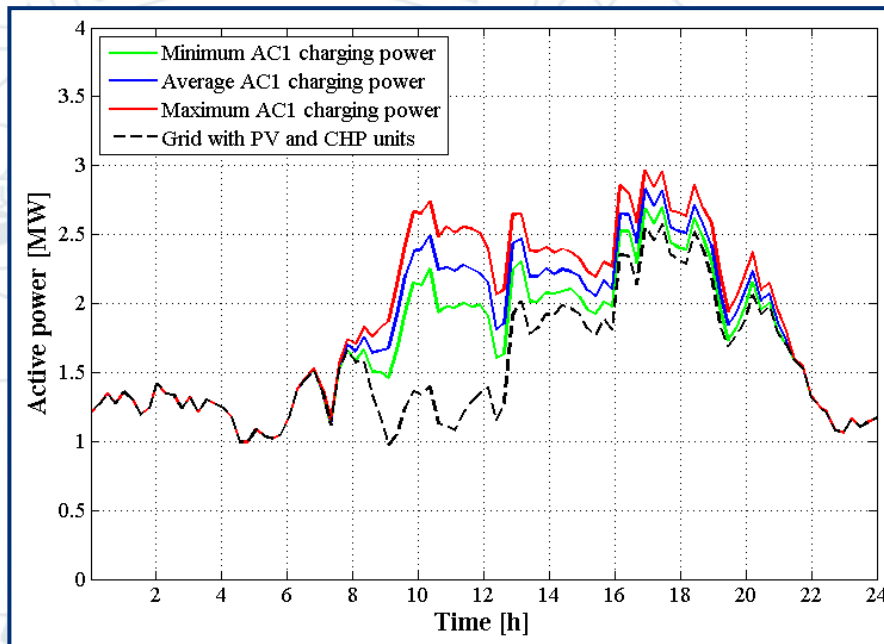


La rete a 20 kV ha 12 cabine MT/bt ed è esercita sia ad anello chiuso che aperto

La domanda da EV è stata rapportata alle caratteristiche della rete di distribuzione che prevede, tra l'altro, due cogeneratori e un impianto FV per un totale di 2 MWp

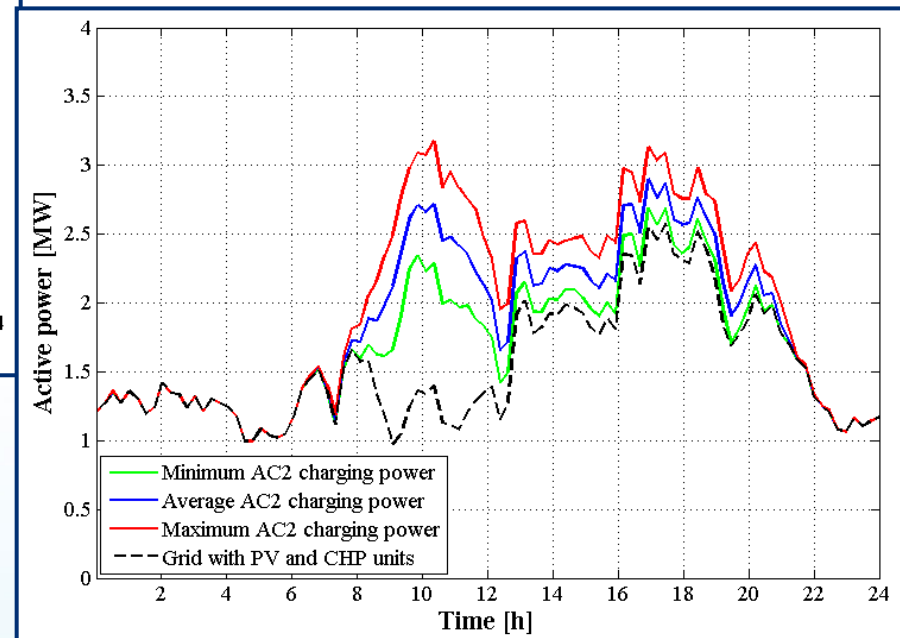


# Caso studio: impatto sulla rete



Aumento della domanda  
alle 10:15 a.m.

**1.42 MW -> 3.17 MW**



Aumento della domanda  
10:15 a.m.

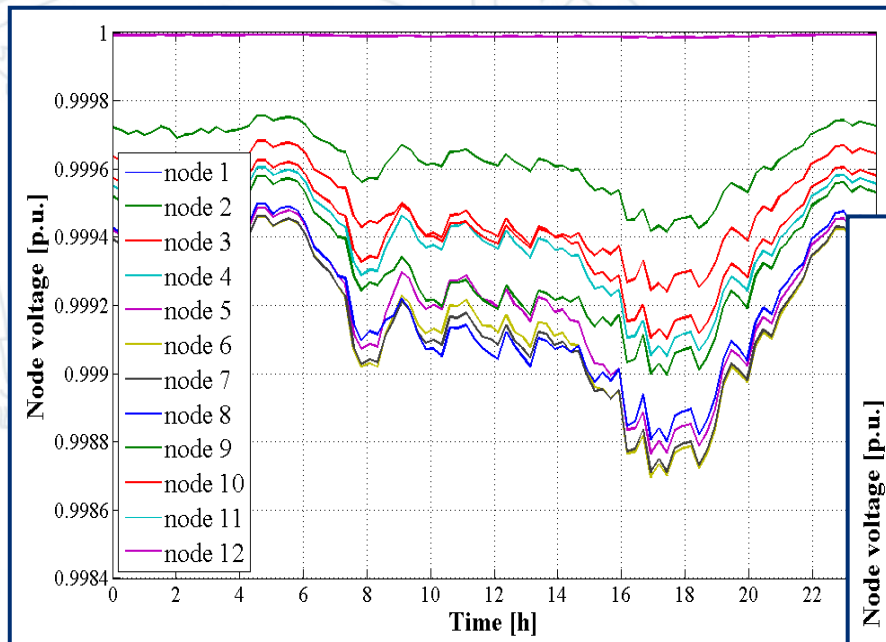
**1.42 MW -> 2.88 MW**



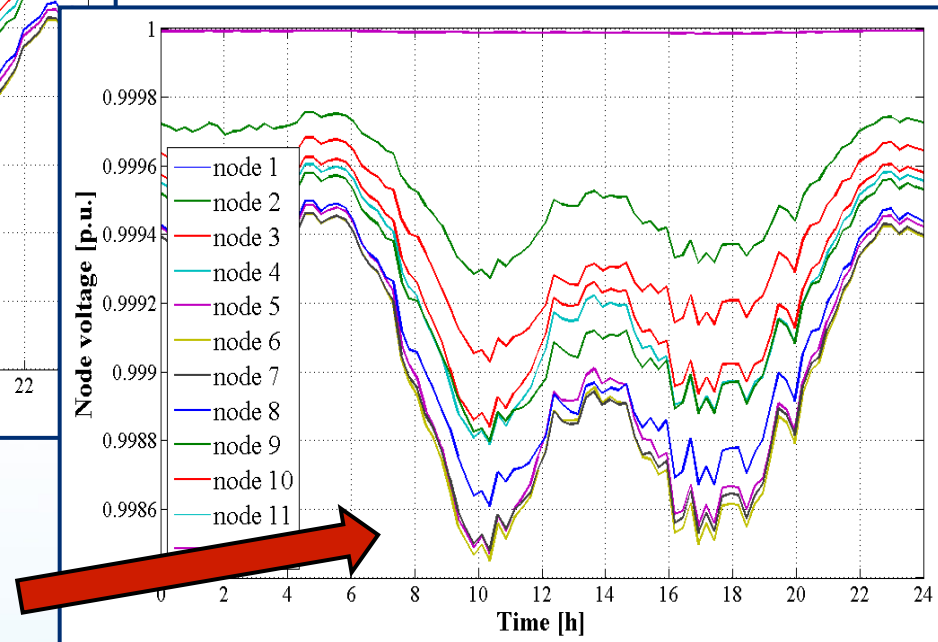
# Caso studio: impatto sulla tensione

## MV CABLES

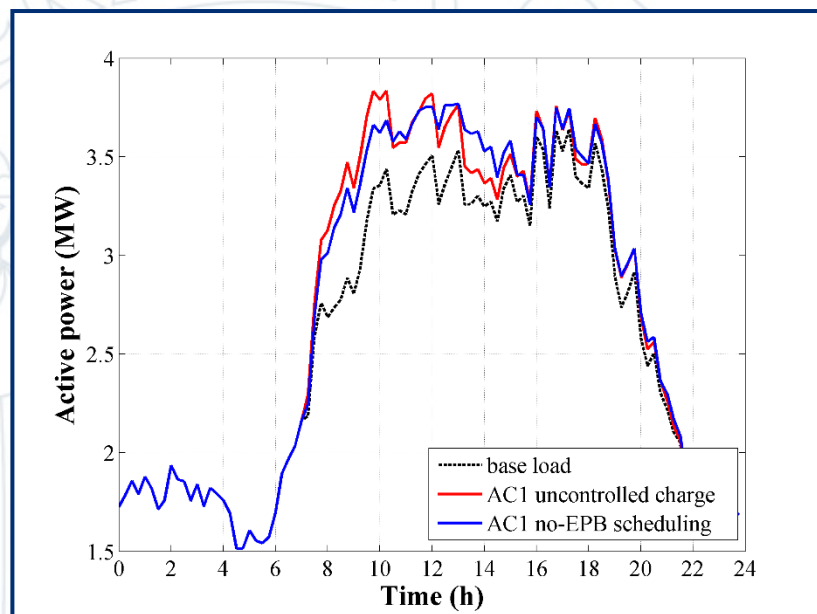
- cross section (triplex 120 mm<sup>2</sup>)
- current rating (350 A)
- length (< 1 km)



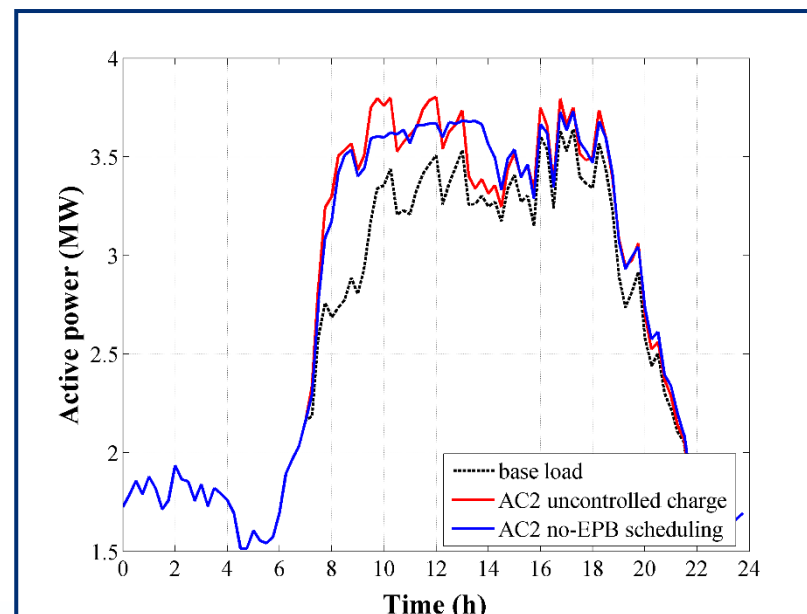
**increase in voltage drop  
between  
8:00 a.m. and 12:00 a.m.**



# Caso studio: tipologia di stazioni



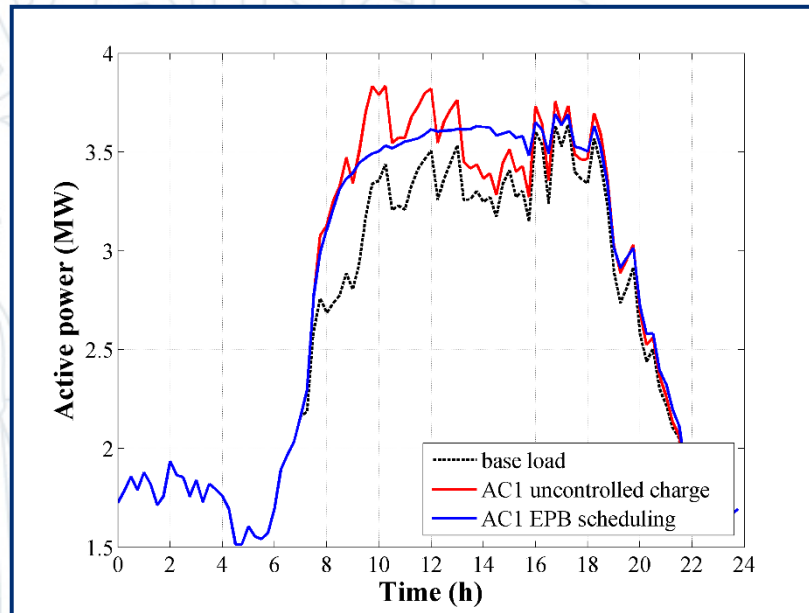
**AC1 CHARGING MODE**



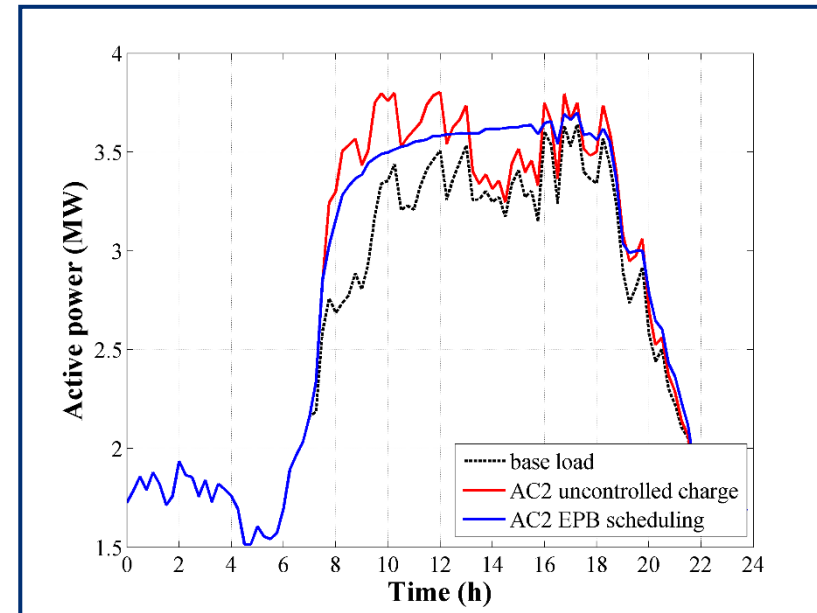
**AC2 CHARGING MODE**

L'utilizzo di procedure smart porta a una riduzione di **184 kW** e di **217 kW at 9:45 a.m.** a seconda della tipologia di stazione di ricarica utilizzata (AC1 o AC2 rispettivamente)

# Caso studio: strategie di ricarica



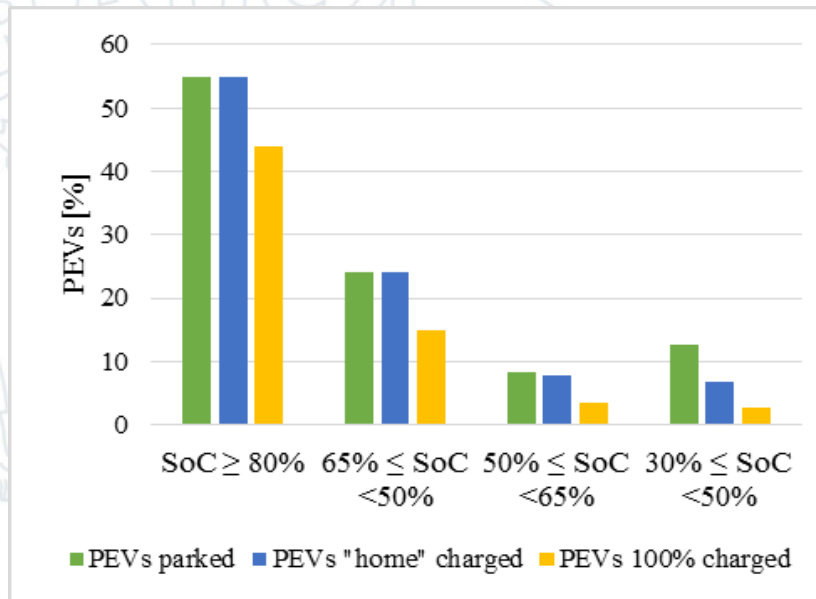
**AC1 CHARGING MODE**



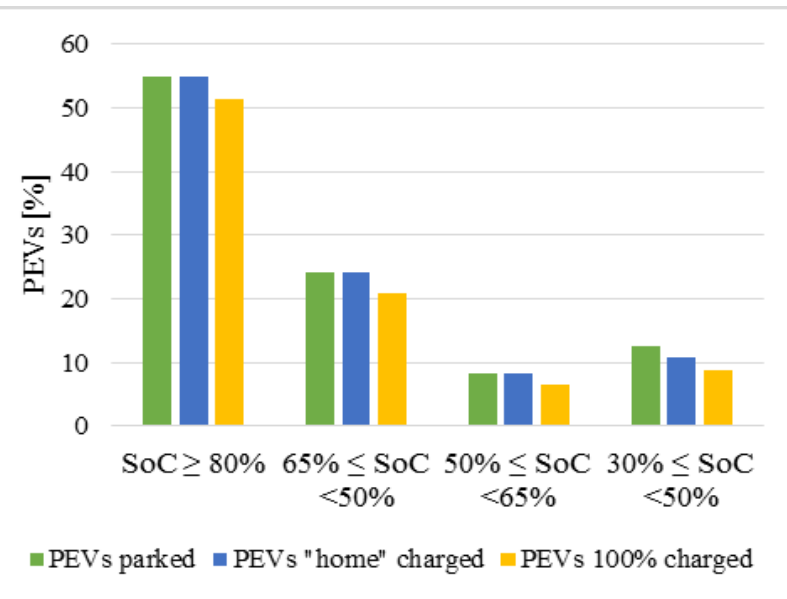
**AC2 CHARGING MODE**

L'introduzione di una strategia a pacchetti di carica porta a una riduzione di **392 kW** e **383 kW** alle **9:45** a seconda della tipologia di stazione di ricarica utilizzata (AC1 o AC2)

# Caso studio: risultati



**AC2 NO-EPB SCHEDULING CHARGE**



**AC2 EPB SCHEDULING CHARGE**

Tutti gli utenti serviti utilizzando ricariche AC2, sono in grado – senza estendere il tempo di permanenza nel parcheggio – di ritornare a casa. Con la strategia a pacchetti, oltre a un impatto minore sulla rete, si assicura anche una energia fornita e venduta maggiore (il 90% escono dal parcheggio con un livello di SOC pari al 100%)

## ... e gli ITS?

Nello scenario descritto gli ITS assumono un ruolo centrale

Dai servizi di **prenotazione**, a quelli di **pagamento elettronico**, dalla comunicazione V2I relativo allo stato di carica del OBESS (on board energy storage system) al calcolo preventivo del SOC atteso all'arrivo allo stallo, anche in ragione delle condizioni di traffico

... Un mondo in mano ai nostri giovani e alle nostre aziende



# Grazie per l'Attenzione

**ITS: integrazione della Mobilità Elettrica  
nelle *Smart Cities***

**prof. Vincenzo Galdi**

[vgaldi@unisa.it](mailto:vgaldi@unisa.it)

**Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Università degli Studi di Salerno**

# Mobilità Elettrica

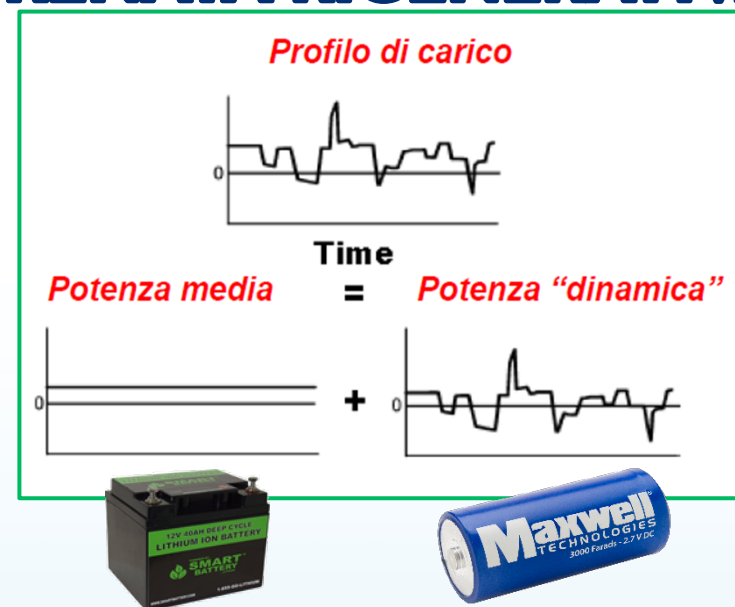
## IL SISTEMA DI ACCUMULO DELL'ENERGIA DI UN EV

✓ **PRESTAZIONI DINAMICHE**

✓ **AUTONOMIA**

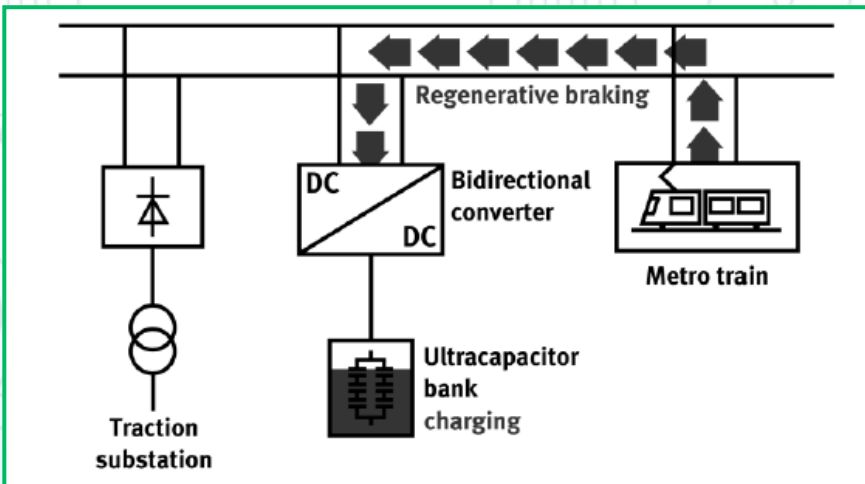
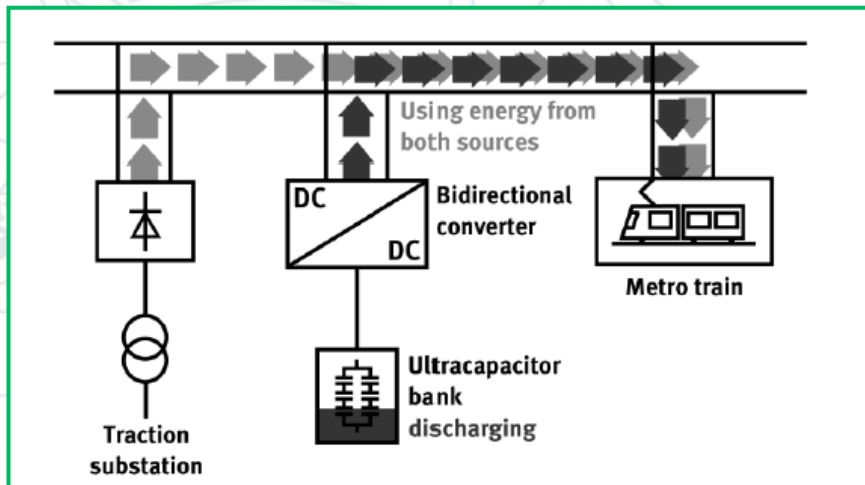


## FRENATA RIGENERATIVA



# Mobilità Elettrica

## SISTEMI DI TRASPORTO FERROVIARIO



- ✓ **DIMENSIONAMENTO**
- ✓ **POSIZIONAMENTO**

