



Piattaforma Enti Locali di TTS Italia

Giornata di formazione

"ITS e Smart Mobility"

9 Luglio 2015

Mobilità Urbana e Logistica Strategie e Progetti del CNR ITAE

Ing. Giuseppe Napoli



Consiglio Nazionale delle Ricerche

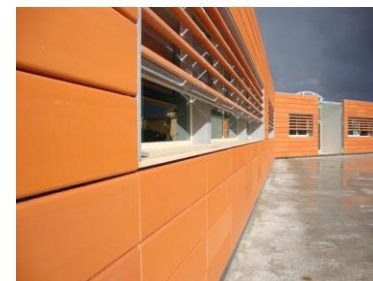
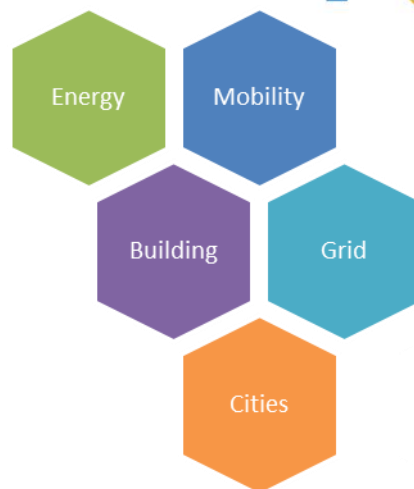
Il CNR ITAE

L'ITAE afferisce al Dipartimento Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e il Trasporto (DIITET) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Nell'ambito del Dipartimento, compito strategico dell'ITAE è sviluppare e promuovere tecnologie, processi energetici e sistemi innovativi a basso impatto ambientale, mediante l'uso di sorgenti energetiche di natura fossile e/o rinnovabile.

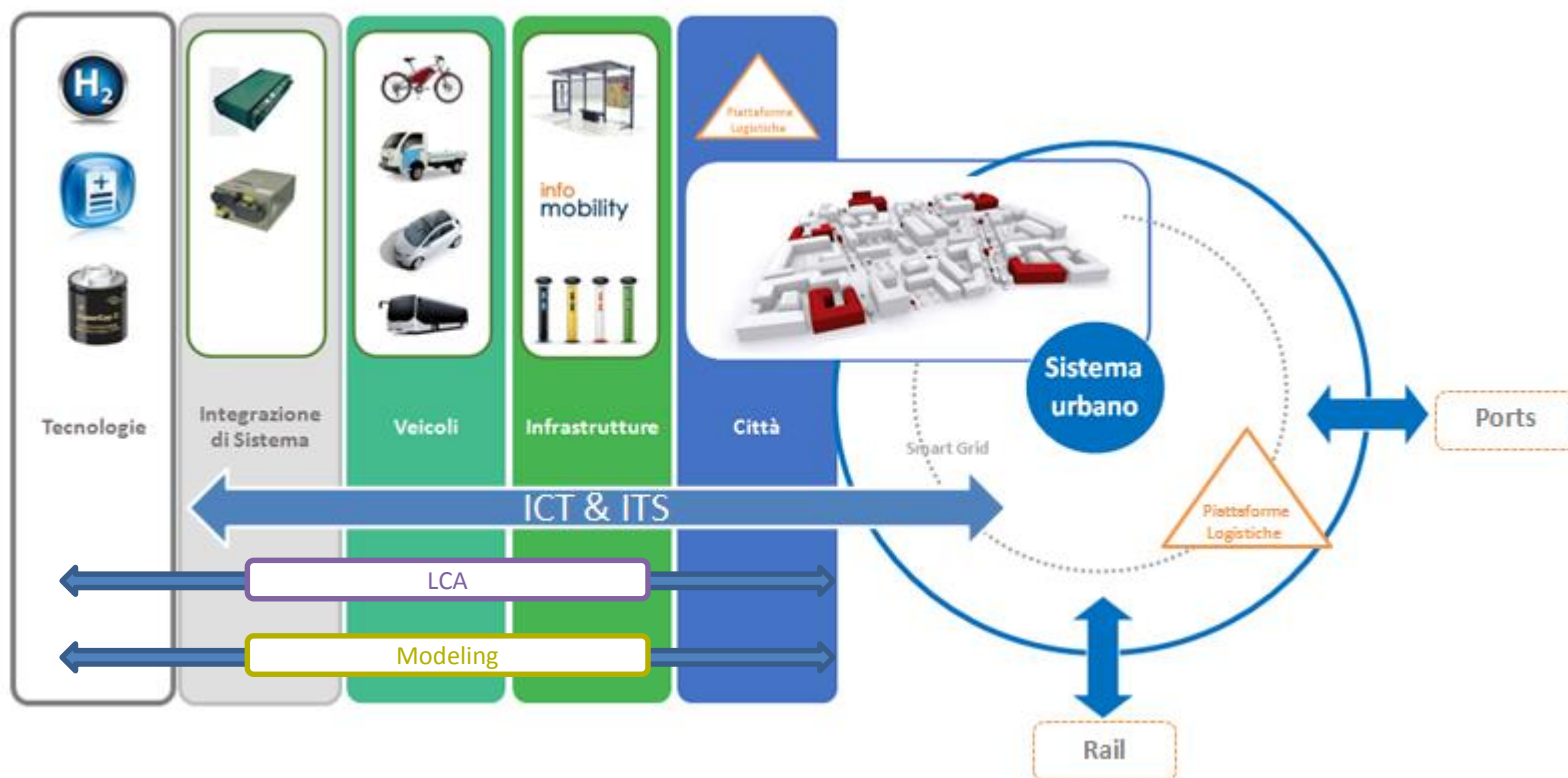
Le progettualità del gruppo **SYS**

Responsabile:
Dott. Vincenzo Antonucci

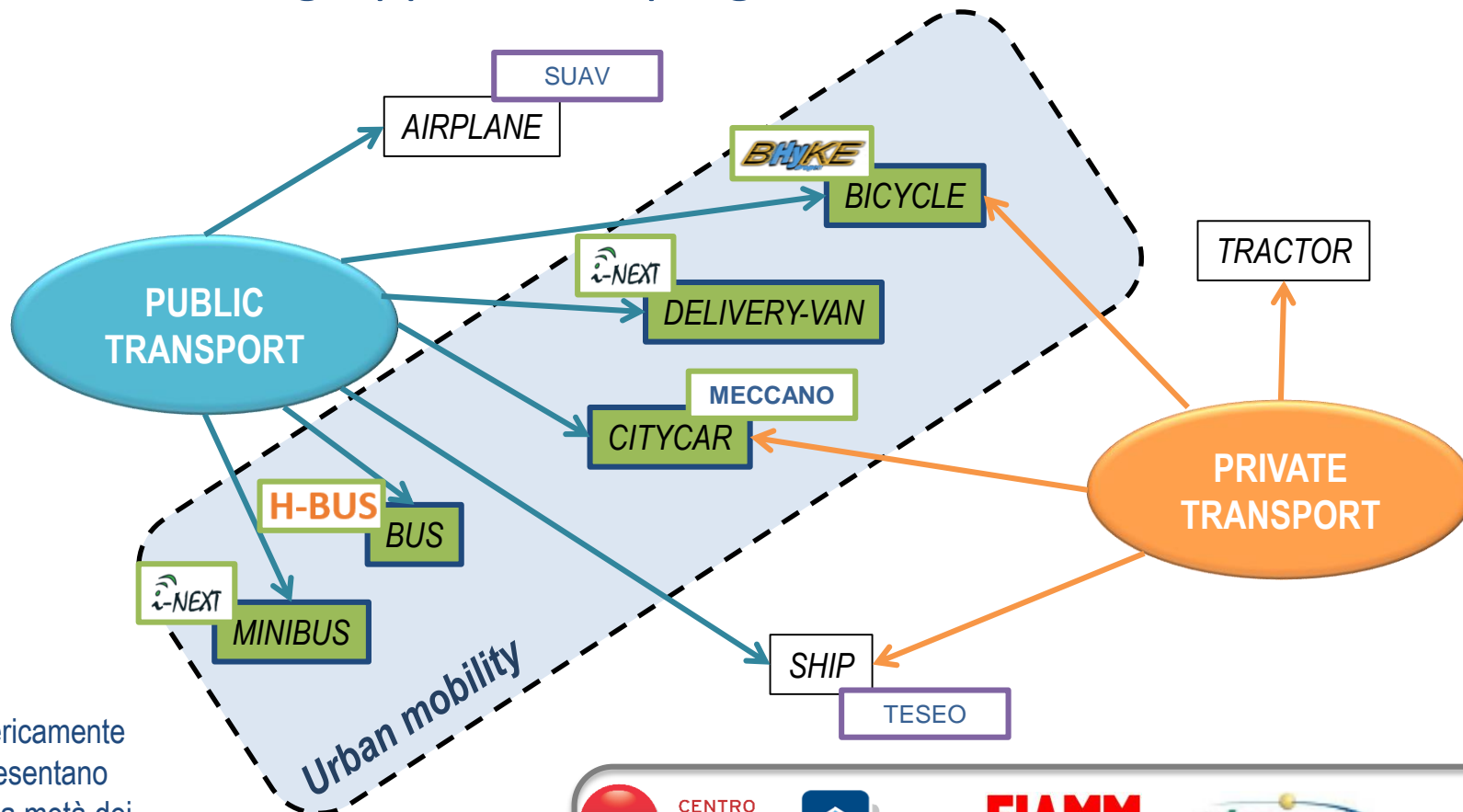


Il CNR ITAE – Il gruppo SYS

Nell'area della **smart mobility** le attività sono indirizzate allo sviluppo di powertrain di nuova concezione basati sull'impiego di sistemi elettrochimici avanzati (Batterie, sistemi Fuel Cells, Supercap), sull'implementazione di soluzioni tecnologiche utili ad estendere l'autonomia dei mezzi e ridurre i tempi di ricarica e nello sviluppo di tecnologie in grado di implementare soluzioni per l'ultimo miglio e sostenere processi di logistica avanzata.



Il CNR ITAE – Il gruppo SYS – I progetti sulla mobilità sostenibile

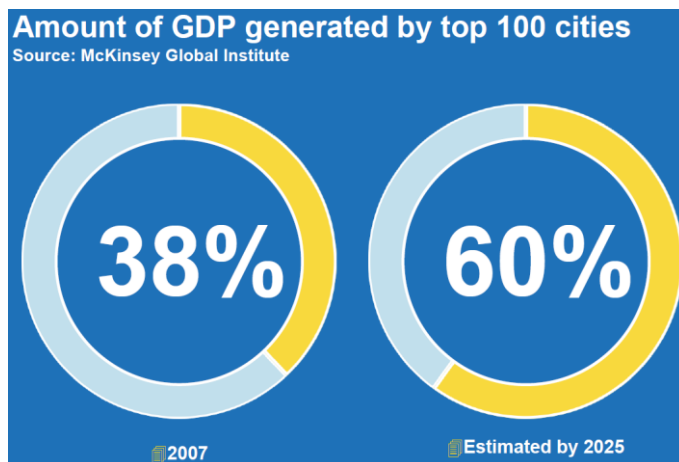
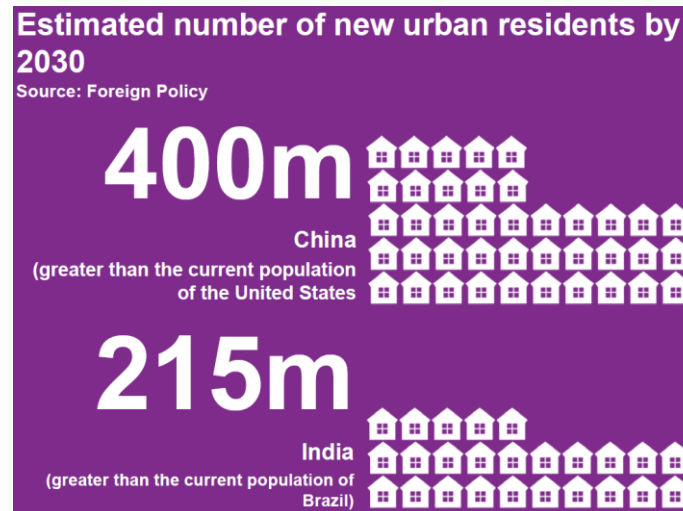
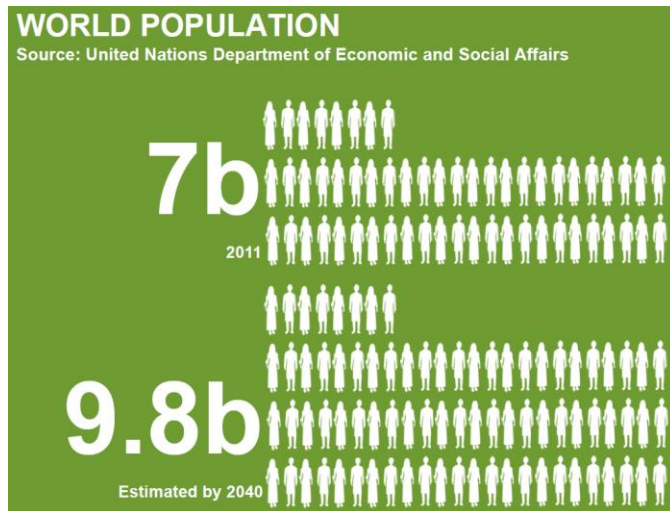


Numericamente rappresentano circa la metà dei progetti attivi del gruppo.



Le motivazioni per il cambiamento

- Continuo e costante incremento della popolazione nei **centri urbani**



1.2 Billion Vehicles On World's Roads Now, 2 Billion By 2035: Report

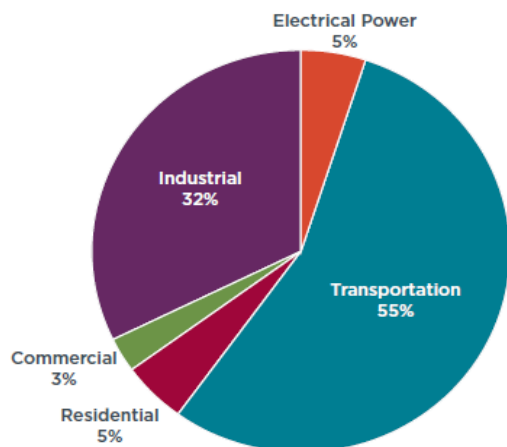
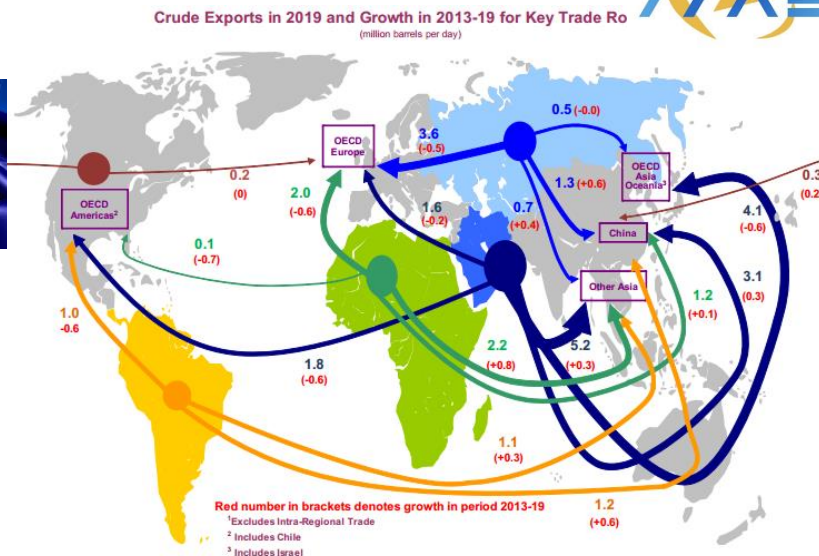


Le motivazioni per il cambiamento

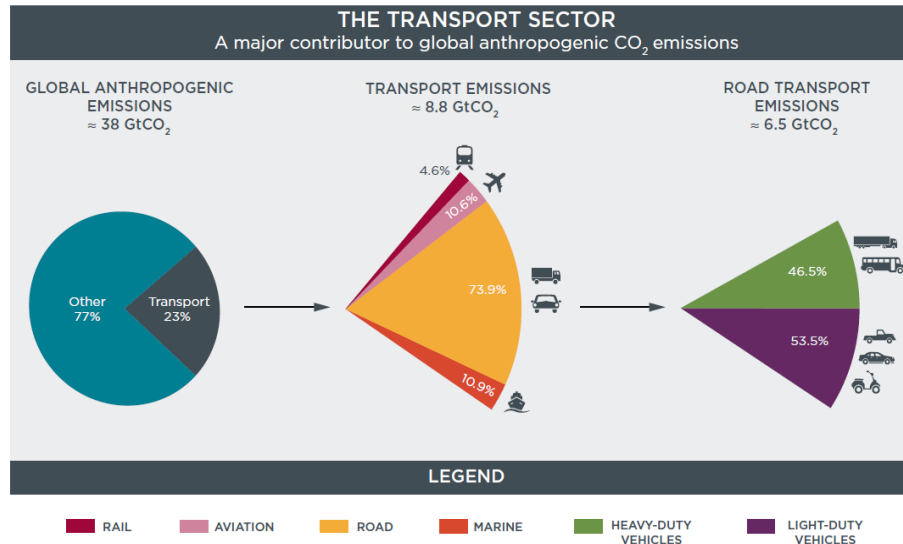
- Crescita della **domanda di connessione** > necessità di offrire una **dimensione globale**
- Riduzione della disponibilità del **petrolio** > insicurezza delle fonti di approvvigionamento
- Obiettivi sulla **riduzione delle emissioni** di gas serra



210 b€



Utilizzo percentuale dei combustibili derivati dal petrolio



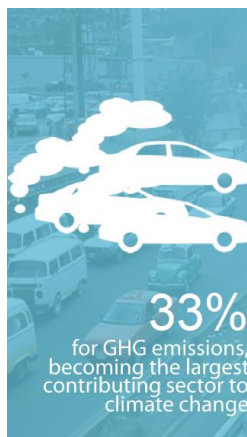
Le motivazioni per il cambiamento

Negative impacts on global economy



Entro il 2050 i costi dovuti alla congestione aumenteranno del 50%, si accentuerà il divario di accessibilità tra regioni centrali e periferiche e continueranno ad aumentare i costi sociali dovuti agli incidenti e all'inquinamento.

If not action is taken on transport, in 15 years...



Gli strumenti per il cambiamento

Adozione di politiche adeguate ad un sistema dei trasporti competitivo e sostenibile

L'industria dei trasporti rappresenta un segmento importante dell'economia: nell'Unione europea impiega direttamente circa dieci milioni di persone e contribuisce al PIL per il 5% circa.

Definizione di scenari strategici coerenti

- **Sviluppo di sistemi di propulsione sostenibili** (e delle relative infrastrutture)
- **Co/Inter-modalità** (ottimizzazione dell'efficacia delle catene logistiche intermodali)
- **ICT > ITS** (Utilizzo più efficiente dei trasporti e delle infrastrutture grazie all'uso dell'ICT e di migliori sistemi di gestione del traffico)



Valore attuale di copertura di sistemi ITS: 5-10 %

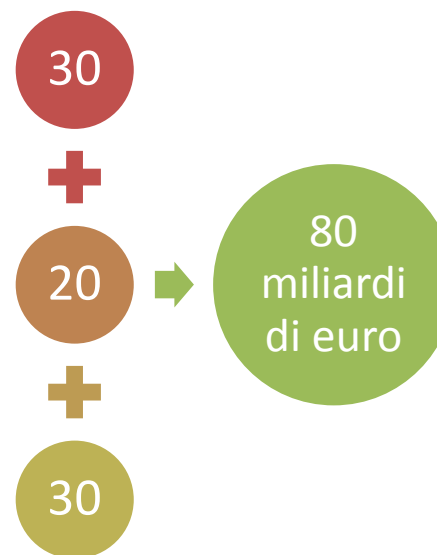
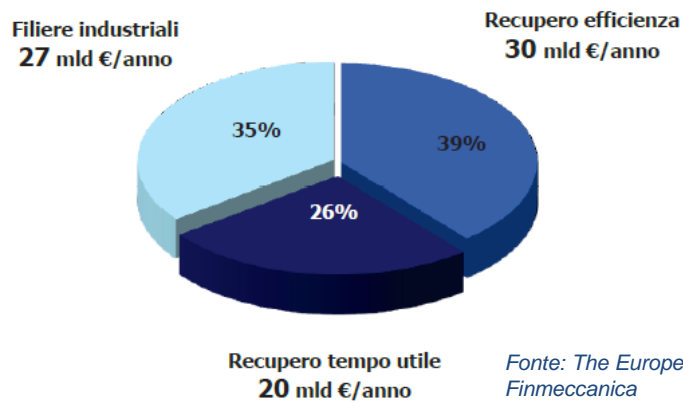
Fonte: Fondazione Energy Lab

Gli strumenti per il cambiamento

Introduzione modelli di smart mobility



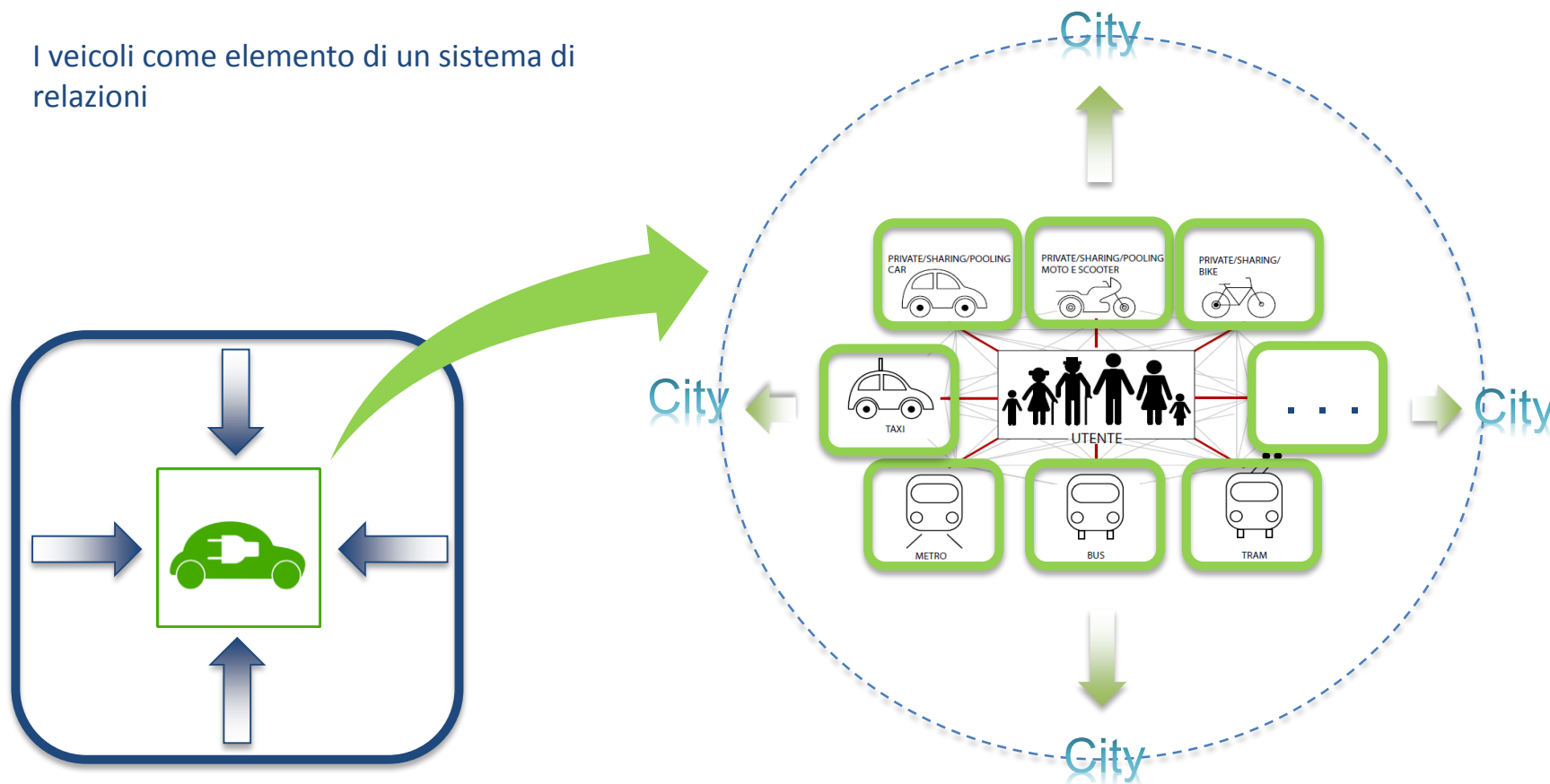
- Recupero di diseconomie ed inefficienze
- Recupero del tempo utile
- Sviluppo di filiere industriali



Fonte: The European House-Ambrosetti per Finmeccanica

Dal concetto di auto elettrica a quello di mobilità sostenibile

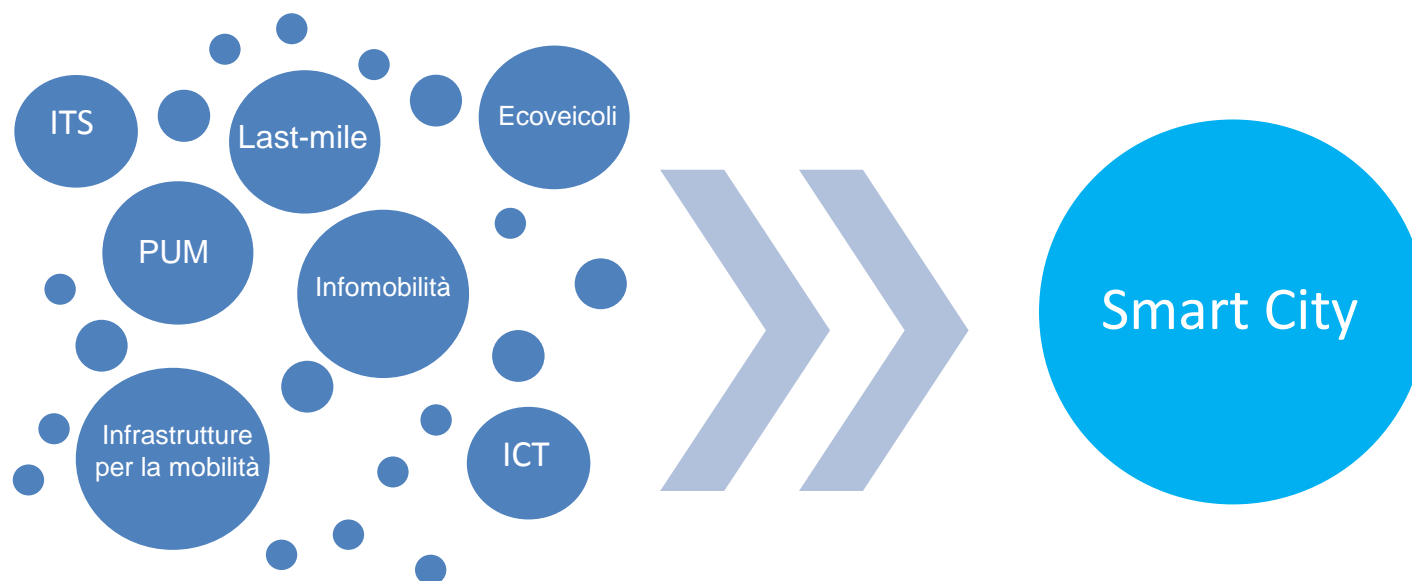
I veicoli come elemento di un sistema di relazioni



L'inefficienza energetica di un sistema di trasporto è un problema meno rilevante dell'inefficienza dello stile di vita di una comunità

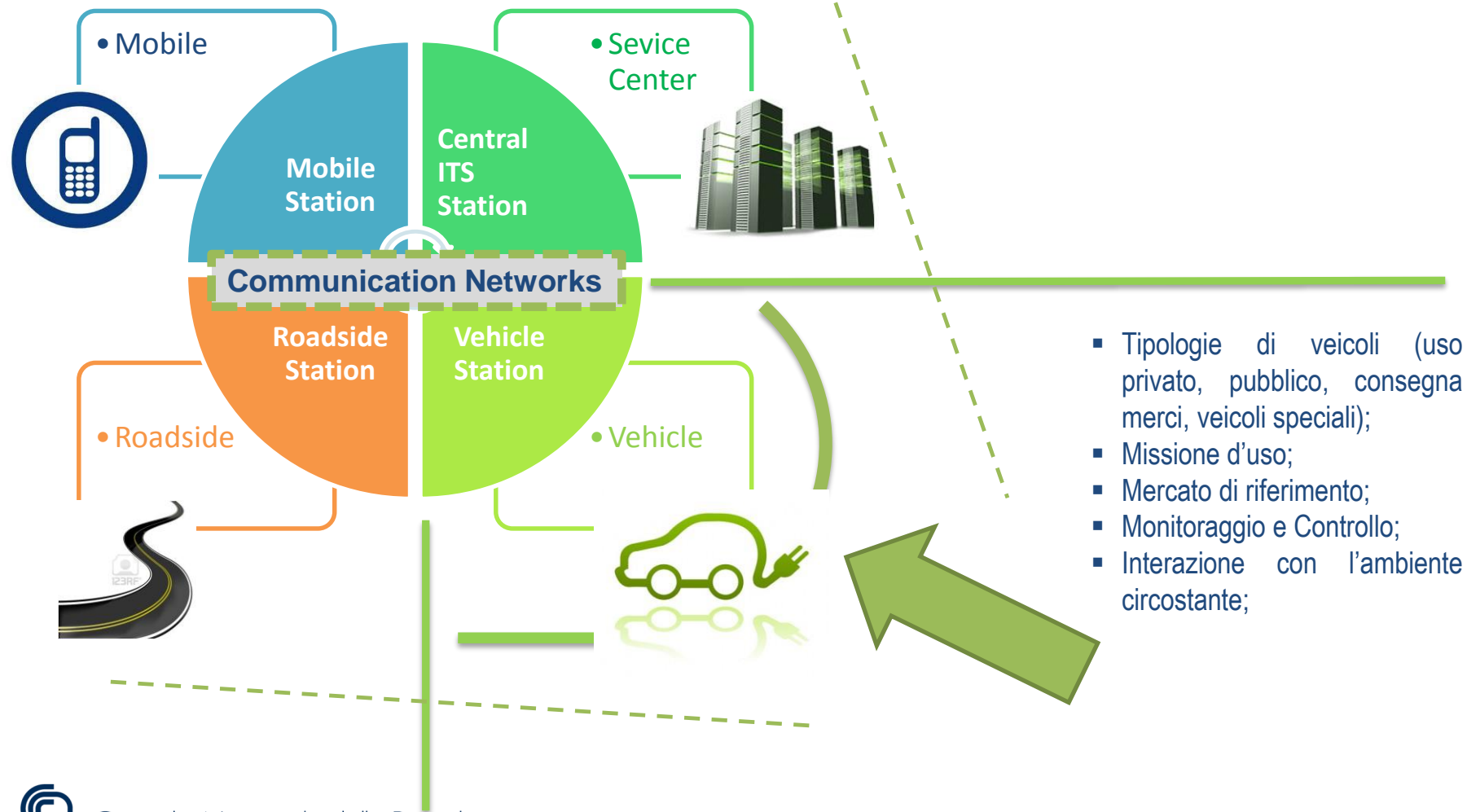
La Smart Mobility: fattore abilitante per lo sviluppo della Smart City

Il trasporto ha un ruolo centrale rispetto alle dimensioni di accesso, connettività, inclusione sociale e civile e competitività di un sistema urbano



Una mobilità più efficace e “intelligente” è un fattore abilitante per realizzare i nuovi modelli urbani di smart city

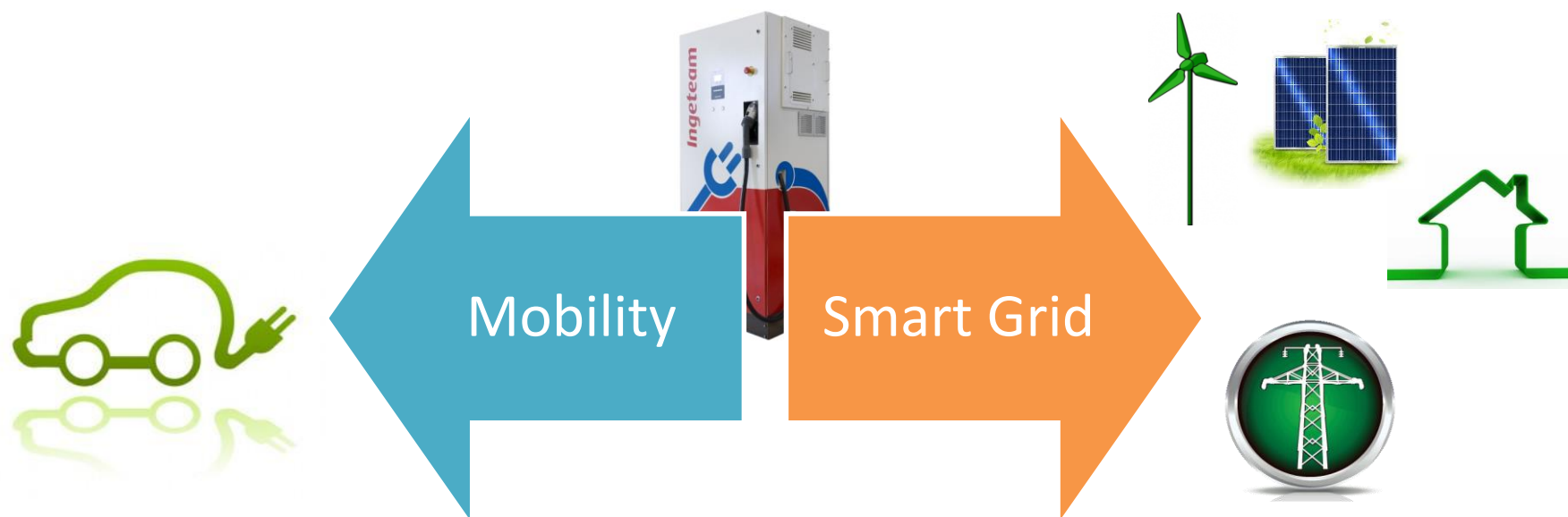
Le fasi di sviluppo di un prototipo. Dalle tecnologie di propulsione al contesto operativo



- Tipologie di veicoli (uso privato, pubblico, consegna merci, veicoli speciali);
- Missione d'uso;
- Mercato di riferimento;
- Monitoraggio e Controllo;
- Interazione con l'ambiente circostante;

Interazione energetica tra Veicoli e Smart Grid

- Replacement dei sistemi di storage impiegati nei veicoli per applicazioni stazionarie
- Ricarica da rinnovabili negli edifici o nelle colonnine pubbliche
- Scambio di energia tra rete e veicolo parcheggiato
- Impiego dello storage automotive per attenuare le fluttuazioni di rete (V2G)



Due «key technologies»



Idrogeno



Sistemi di accumulo avanzato

Due «key technologies»



Idrogeno

- Allo stato elementare esiste sotto forma di molecola biatomica
- E' l'elemento più leggero ed abbondante dell'universo
- E' presente nell'acqua ed in tutti i composti organici viventi
- Forma composti con la maggior parte degli elementi
- E' un vettore energetico (assente sulla terra in forma molecolare – deve essere prodotto a partire da fonti energetiche primarie)



Sistemi di accumulo avanzato

Due «key technologies»



Idrogeno



- Alcaline (AFC)
- Ossidi Solidi (SOFC)
- Carbonati Fusi (MCFC)
- Metanolo Diretto (DMFC)
- Acido Solforico (PAFC)

Fuel Cell



Sistemi di accumulo avanzato

Due «key technologies»

- Elettrolita Polimerico (PEM)

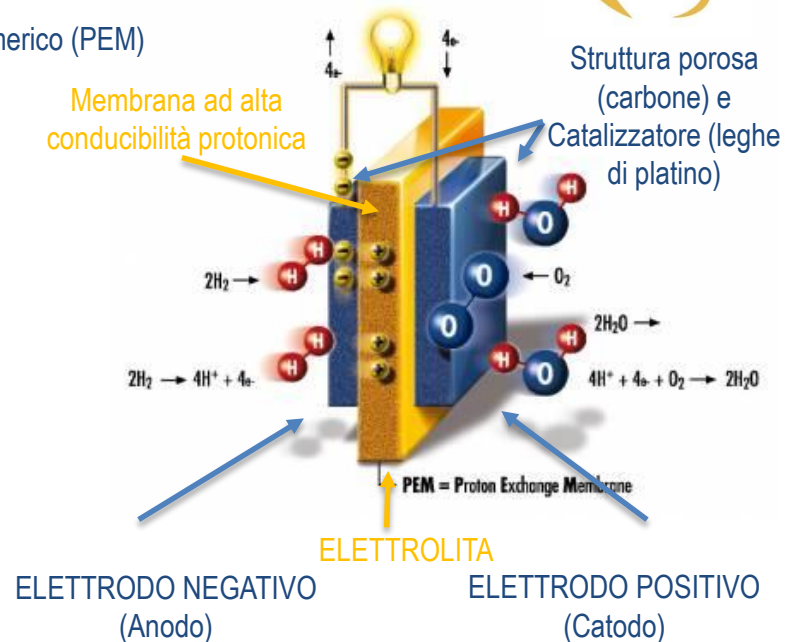


Idrogeno

Fuel Cell



Sistemi di accumulo avanzato



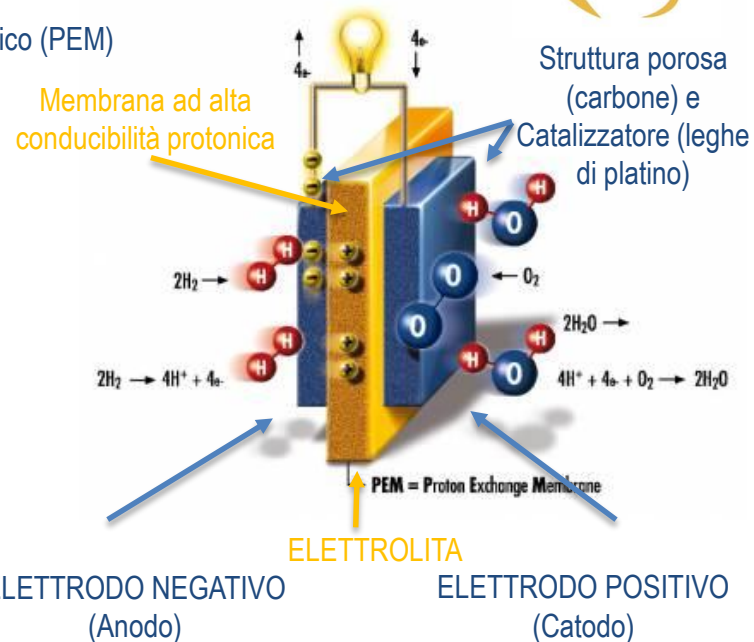
Due «key technologies»



Idrogeno

- Elettrolita Polimerico (PEM)

Fuel Cell



Sistemi di accumulo avanzato

Litio..

...Nickel Cobalto Alluminio

...Manganese

...Ferro fosfato

...Titanato

...Polimeri

NaNiCl

- Densità di energia
- Densità di potenza
- Numero di cicli (tempo di vita)
- C-Rate (tempo di ricarica)

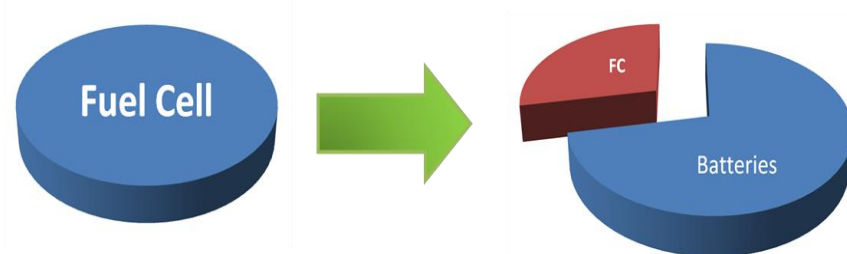
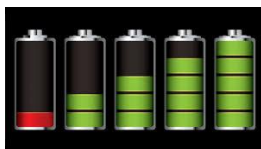
L'approccio «Range extender» per la smart mobility

Electric vehicles (based on batteries) have 2 great limits:

a. Small range due to the batteries' capacity



b. Too long recharge time (6-8 hours) that means a long inactivity period



Fuel Cell technology can be applied in order to overcome these limit.

RANGE EXTENDER CONFIGURATION (FC as on-board batteries charge)

Early Market applications:

FLEETS (city-bus, car sharing and car pooling services).

In these applications the batteries' limits are more evident with respect to private vehicles

L'approccio «Range extender» per la smart mobility

By using a small FC, aimed to the range increasing and not to the propulsion, there are different advantages:



- a. Lower costs for FC system
- b. Lower hydrogen to store in the on board tanks and less weight
- c. Increasing of range (in terms of km or hours) with respect to the same electric vehicle
- d. Lower recharge time because batteries are not totally discharged at the end of the journey
- e. Competitive product in terms of costs for an easy introduction into the automotive market



Le linee guida per la ricerca ed i contributi alla programmazione



Le attività sperimentali sulla mobilità urbana

Micro/Mild Hybrid  + 

EV



FCEV



FCHEV

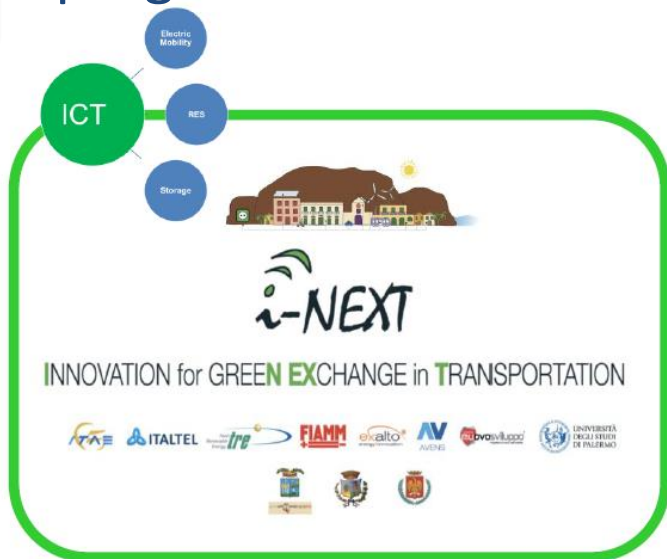


+



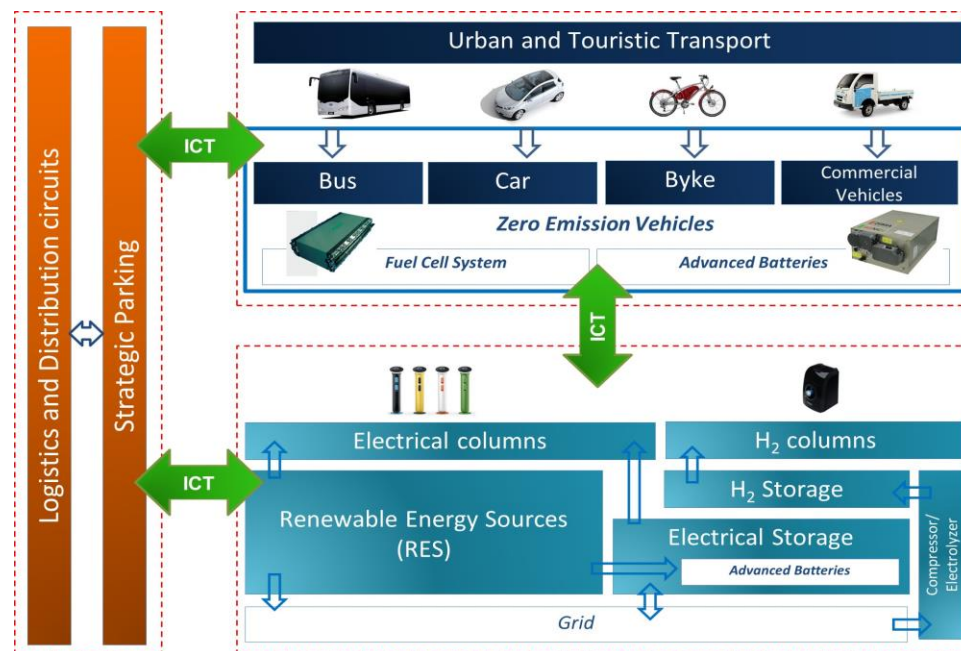
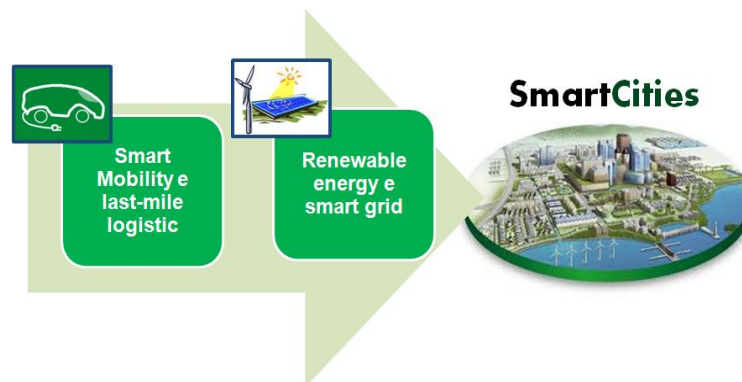
ZERO
EMISSIONS

Il progetto i-Next

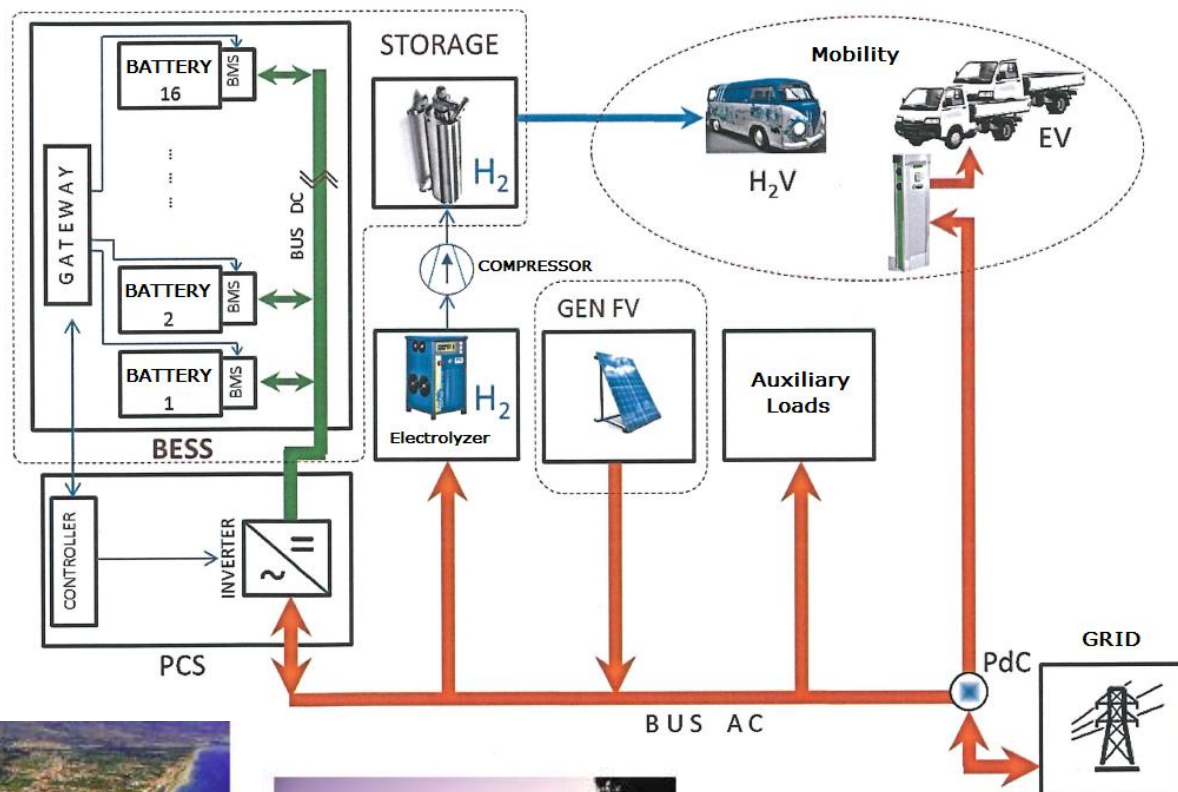


Il progetto intende sostenere l'innovazione nel settore dei trasporti e nel settore della domanda energetica degli edifici.

Le azioni del **Cluster Mobilità** intendono sostenere l'innovazione nel settore dei trasporti promuovendo spostamenti più ecologici, meglio organizzati e più semplici tramite un sistema integrato Mobilità elettrica / Fonti Energetiche Rinnovabili ed agendo, contemporaneamente, sulla logistica e sul miglioramento dei circuiti di distribuzione.

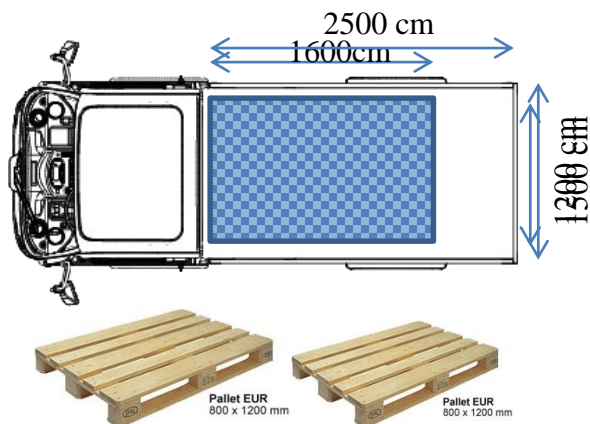
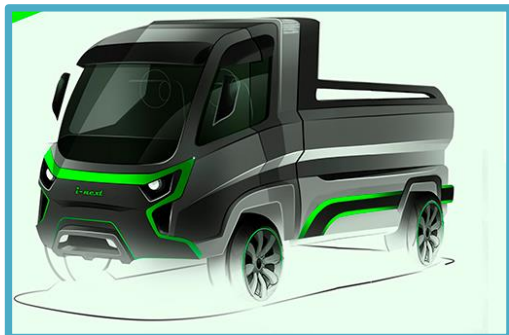


Il progetto i-Next



EV – Il progetto i-Next

Electric Urban Delivery Van



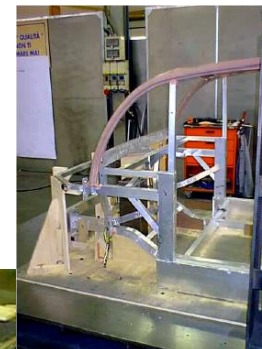
Modularità dei sistemi (chassis, cabina sistema di trazione) permette una elevata versatilità del mezzo nelle diverse applicazioni

Elevata **capacità di carico**

Separazione tra la parte inferiore (telaio meccanizzato, freni e sospensioni) e la parte superiore (body)

Utilizzo di estrusi in alluminio

Sistemi di ricarica di Modo 3 e DC Modo 4 (IEC 61851-1), Prese di ricarica di tipo 3c (IEC 61851-2) e Combo 2 (SAE J1772)

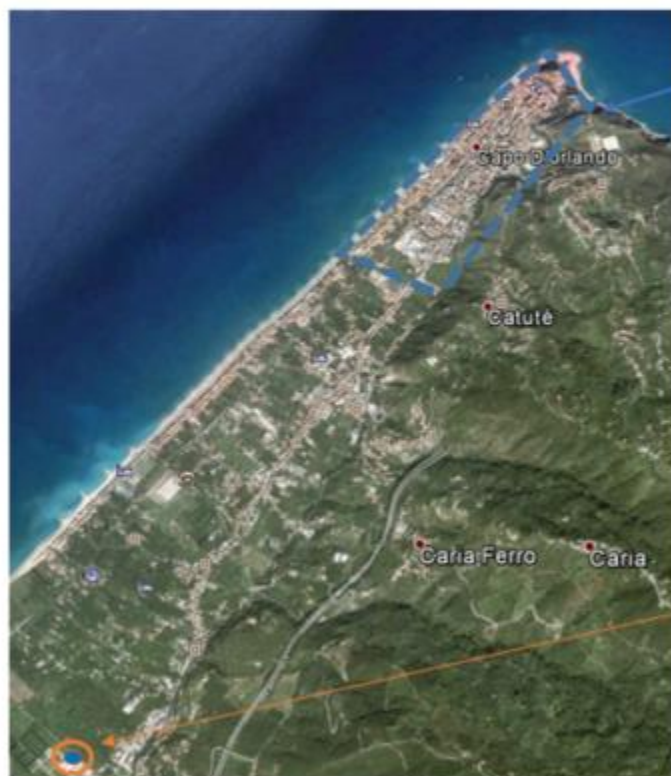


Electric Urban Delivery Van

Design	New concept
Load Capacity	> 800 Kg. Payload: 2 euro pallets
Engine Power	Nominal: 45 kW Peak: 70 kW
BESS Power	Nominal: 70 kW Peak: 140 kW
BESS Energy	30 kWh
Max. range	> 120 Km

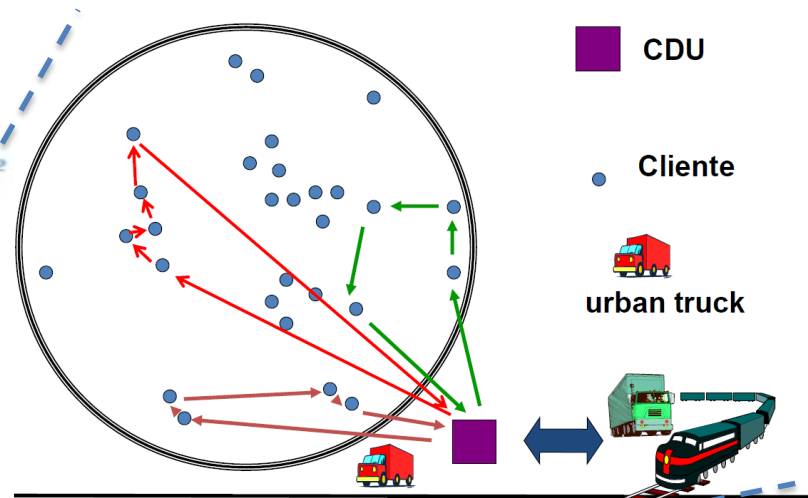
EV – Il progetto i-Next

City Logistics

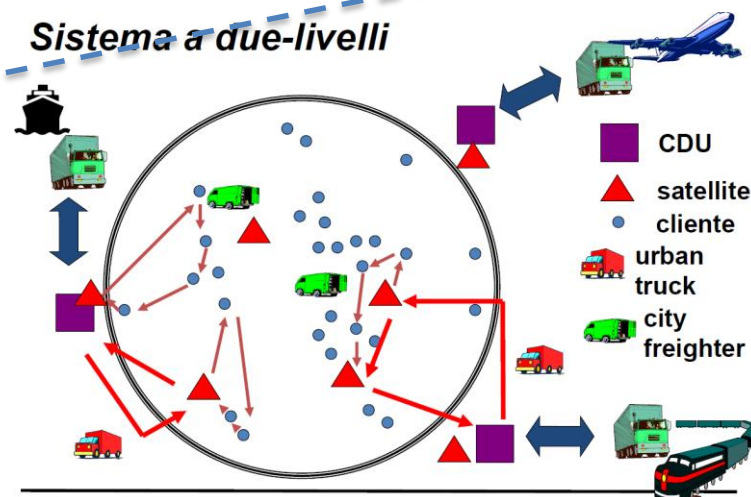


Centro Storico
Commerciale

Localizzazione Infrastrutture
e CDU



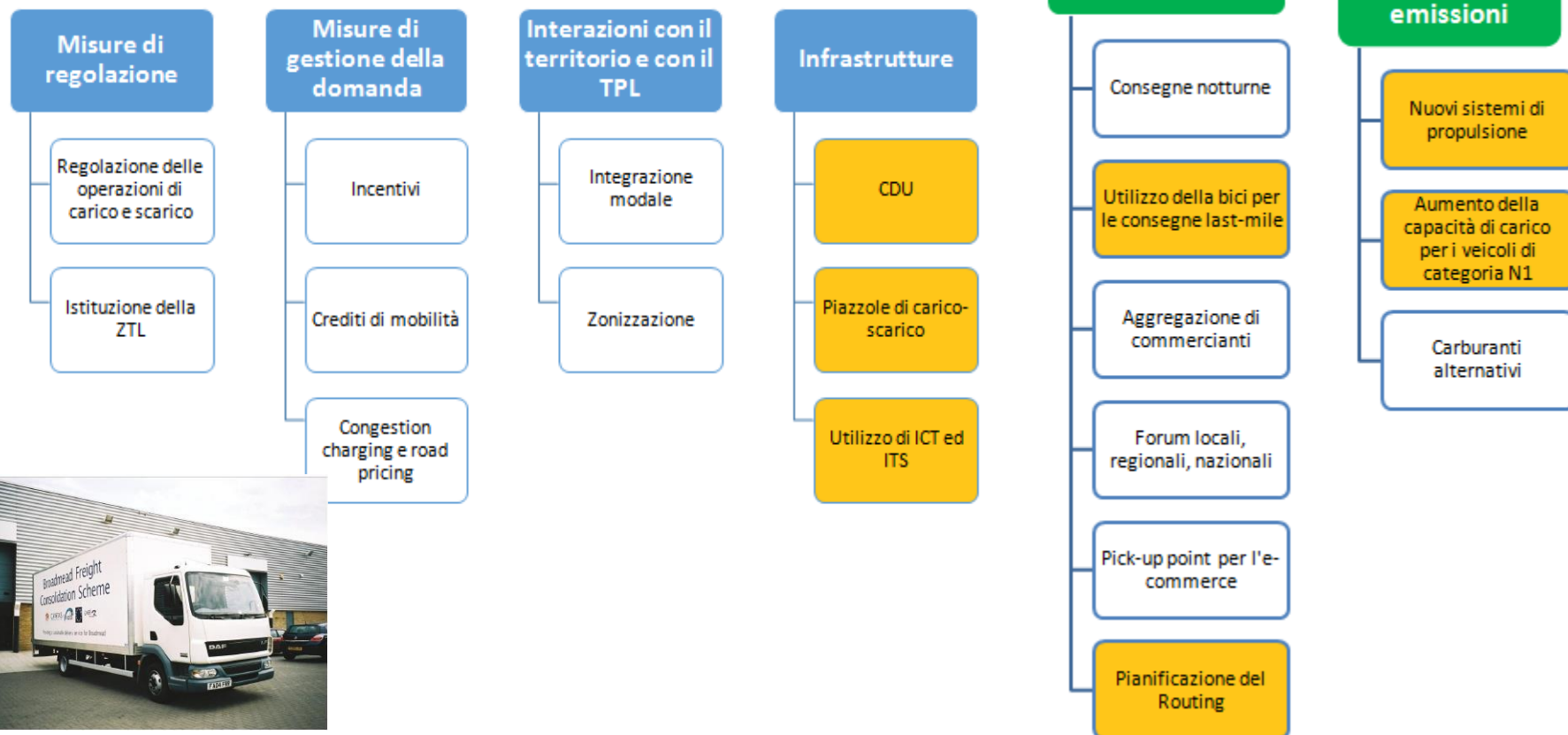
Sistema a due-livelli



EV – Il progetto i-Next

City Logistics

Le best practices a livello europeo permettono una classificazione in macrocategorie degli Interventi attuabili nell'elaborazione di un Piano di logistica urbana:



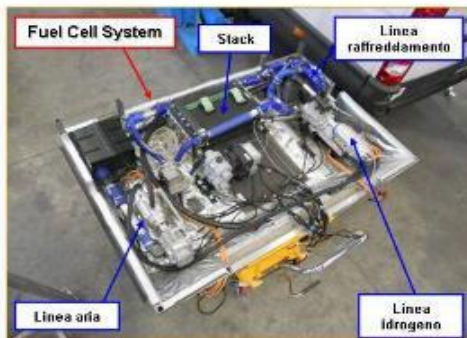
FCHEV – Il progetto i-Next

Fuel Cell Hybrid Electric Minibus



Il sistema di accumulo dell'energia (pacco batterie) consente al minibus di percorrere una distanza di circa 100 km in modalità BEV (solo pacco batterie senza il contributo della potenza erogabile dalla Fuel Cell).

Tale soluzione presenta il vantaggio di ottimizzare i cicli rigenerativi riducendo i consumi e massimizzando l'autonomia totale del veicolo.



Fuel Cell Hybrid Electric Minibus

Seating Capacity	16 + 1
Engine Power	Nominal: 40 kW Peak: 80 kW
Battery Power	Nominal: 30 kW Peak: 120 kW
Battery Energy	65 kWh
Fuel Cell System Power	20 kW
H ₂ Storage	300 l, 350 bar
Range	HEV: > 220 Km (80% DOD) EV: > 90 Km (80% DOD)
Consumption (average)	0,6 kWh/Km

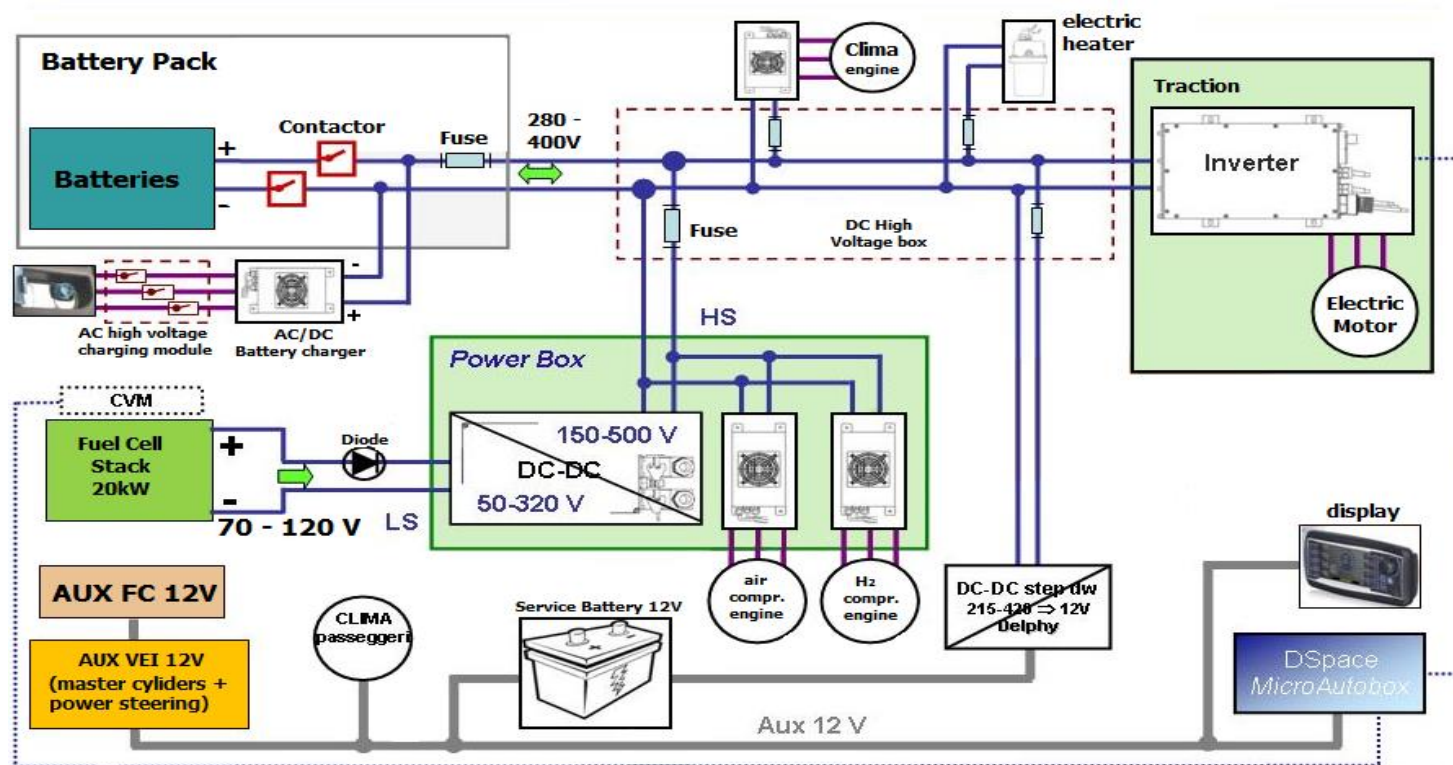
FCHEV – Il progetto i-Next

Fuel Cell Hybrid Electric Minibus

L'architettura elettrica è costituita da tre linee principali:

- linea ad alta tensione 280-400 Vdc;
- linea a media tensione 70-120 Vdc;
- linea a bassa tensione 12 Vdc.

Minibus CNR-ITAE



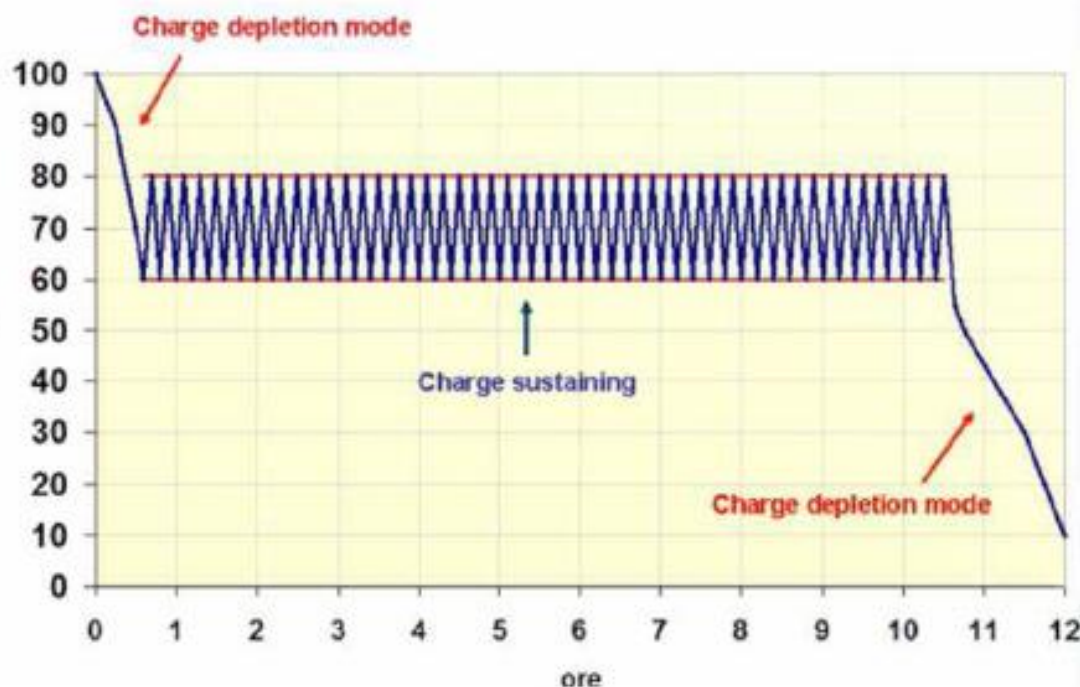
FCHEV – Il progetto i-Next

Fuel Cell Hybrid Electric Minibus

Particolare importanza riveste la gestione dello stato carica (SOC - “State of Charge”) della batteria; per massimizzare il rendimento di conversione dell’energia rinnovabile in energia meccanica e ottemperare alla richiesta di mantenimento della funzionalità con batteria è prevista la ricarica elettrica (notturna) della batteria:

ad inizio missione si ha una fase di “charge depleting” per portarsi al livello di massima rigenerazione in frenata;

quindi strategia di “charge sustaining” in cui tutta l’energia del veicolo è fornita dalla Fuel Cell.



FCHEV – Il progetto i-Next



FCHEV – Il progetto i-Next

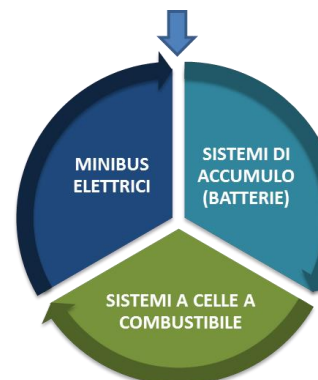


FCHEV – Il progetto H-Bus



H-BUS

REALIZZAZIONE E DIMOSTRAZIONE DI UN "POWERTRAIN"
ELETTRICO IBRIDO BATTERIE-CELLE A COMBUSTIBILE INTEGRATO
CON SISTEMA DI ACCUMULO ED ALIMENTAZIONE IDROGENO PER
BUS URBANI AD EMISSIONE ZERO



ZEBRA



FIAMM
SONICK



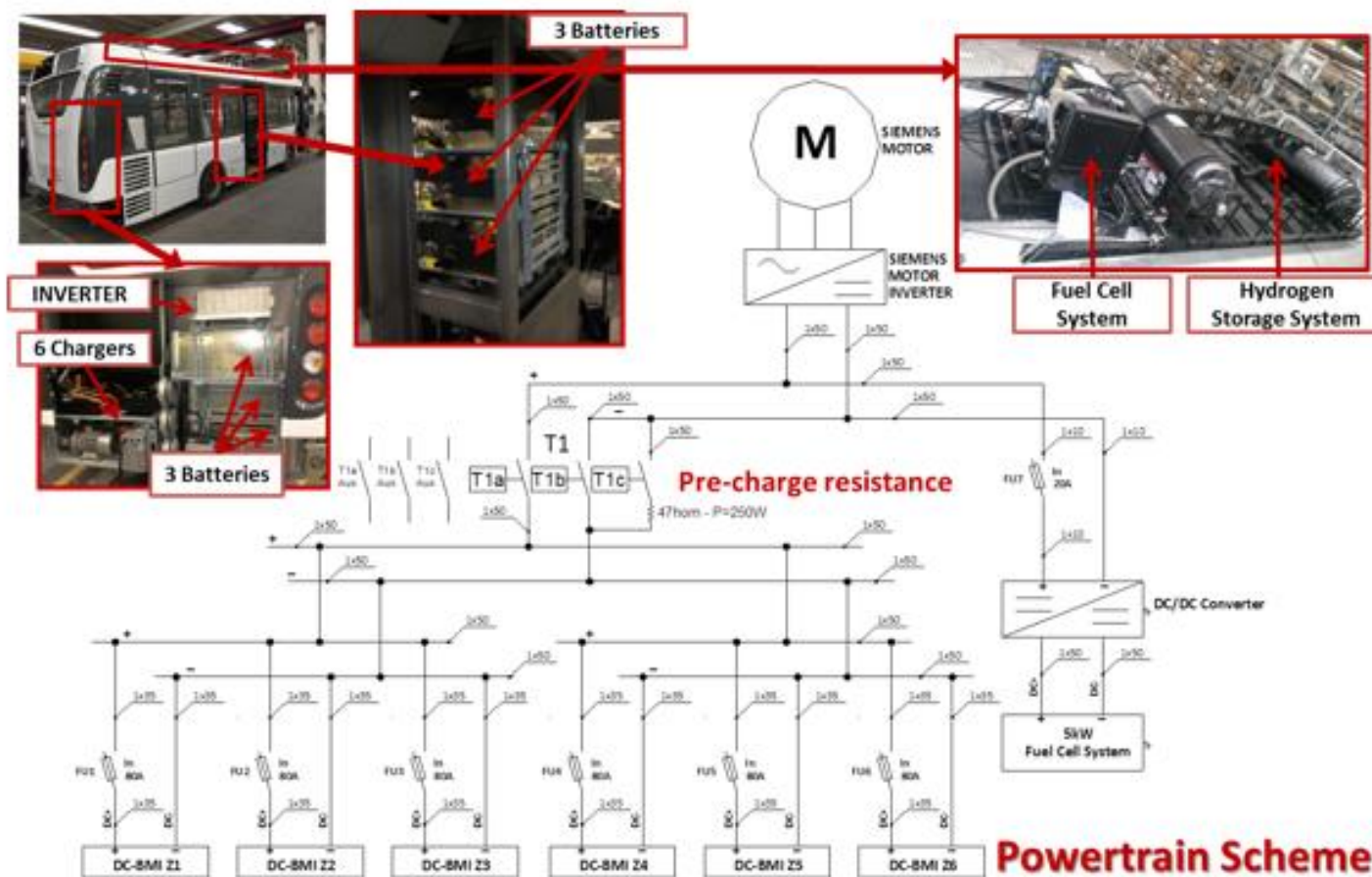
Fuel Cell Hybrid HBUS

Seating Capacity	44 + 1
Engine Power	Nominal: 80 kW Peak: 150 kW
Battery Power	180 kW
Battery Energy	127 kWh
Fuel Cell System Power	5 kW
H ₂ Storage	300 l, 350 bar
Max. range	HEV: > 170 Km (80% DOD) EV: > 120 Km (80% DOD)
Consumption	0,9 kWh/Km

Object: development of a hybrid power train (batteries and fuel cells) for a city-bus able to increase the range at least of 30% with respect to the electric (total batteries) power train

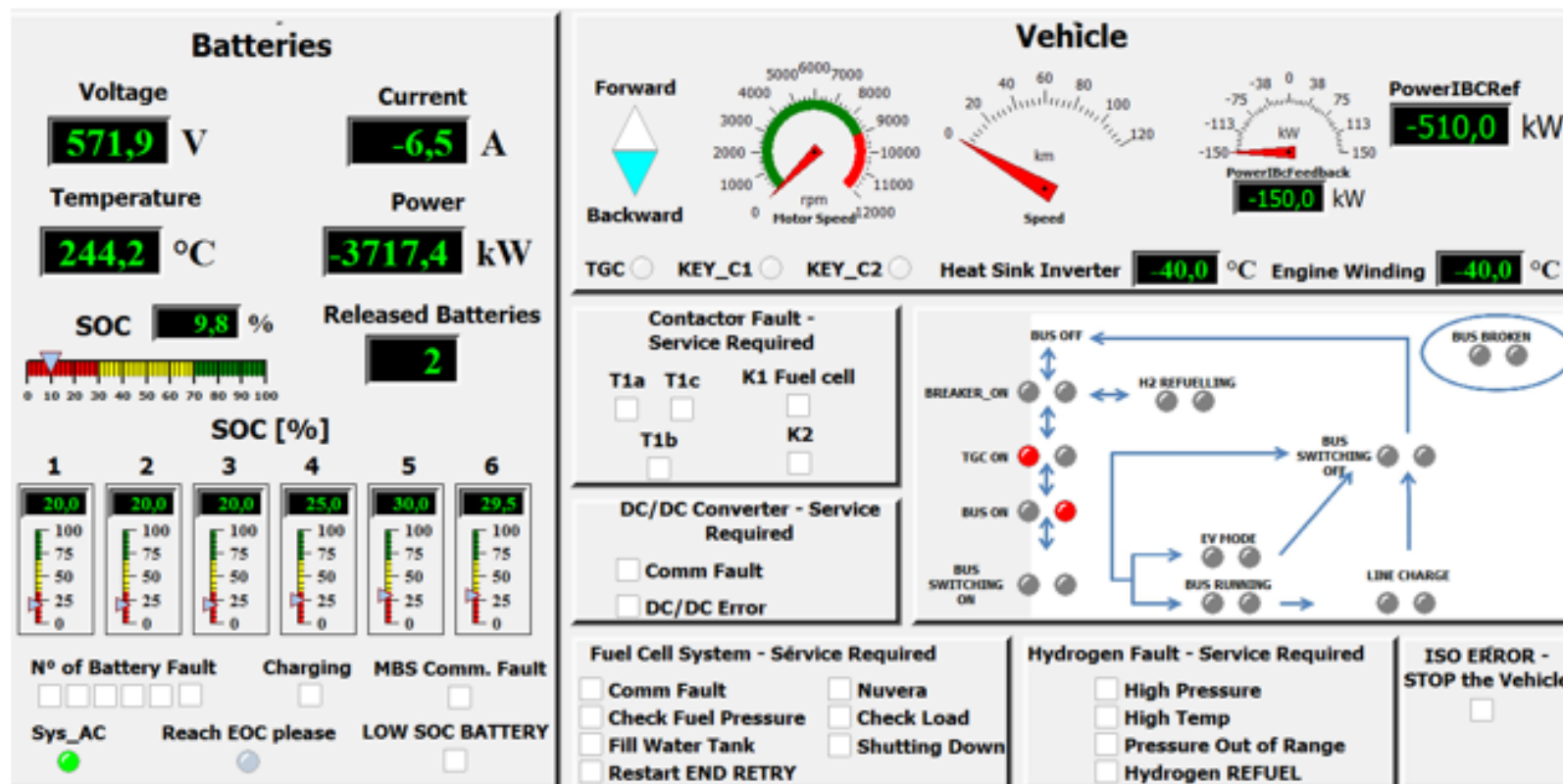
FCHEV – Il progetto H-Bus

PROGETTAZIONE ELETTRICA POWERTRAIN



FCHEV – Il progetto H-Bus

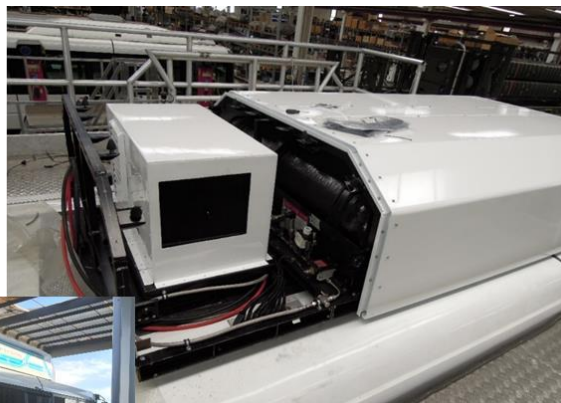
Il software **di monitoraggio e diagnostica** consente di controllare tutti i parametri di funzionamento monitorare i valori degli stati correnti sull'autobus.



FCHEV – Il progetto H-Bus



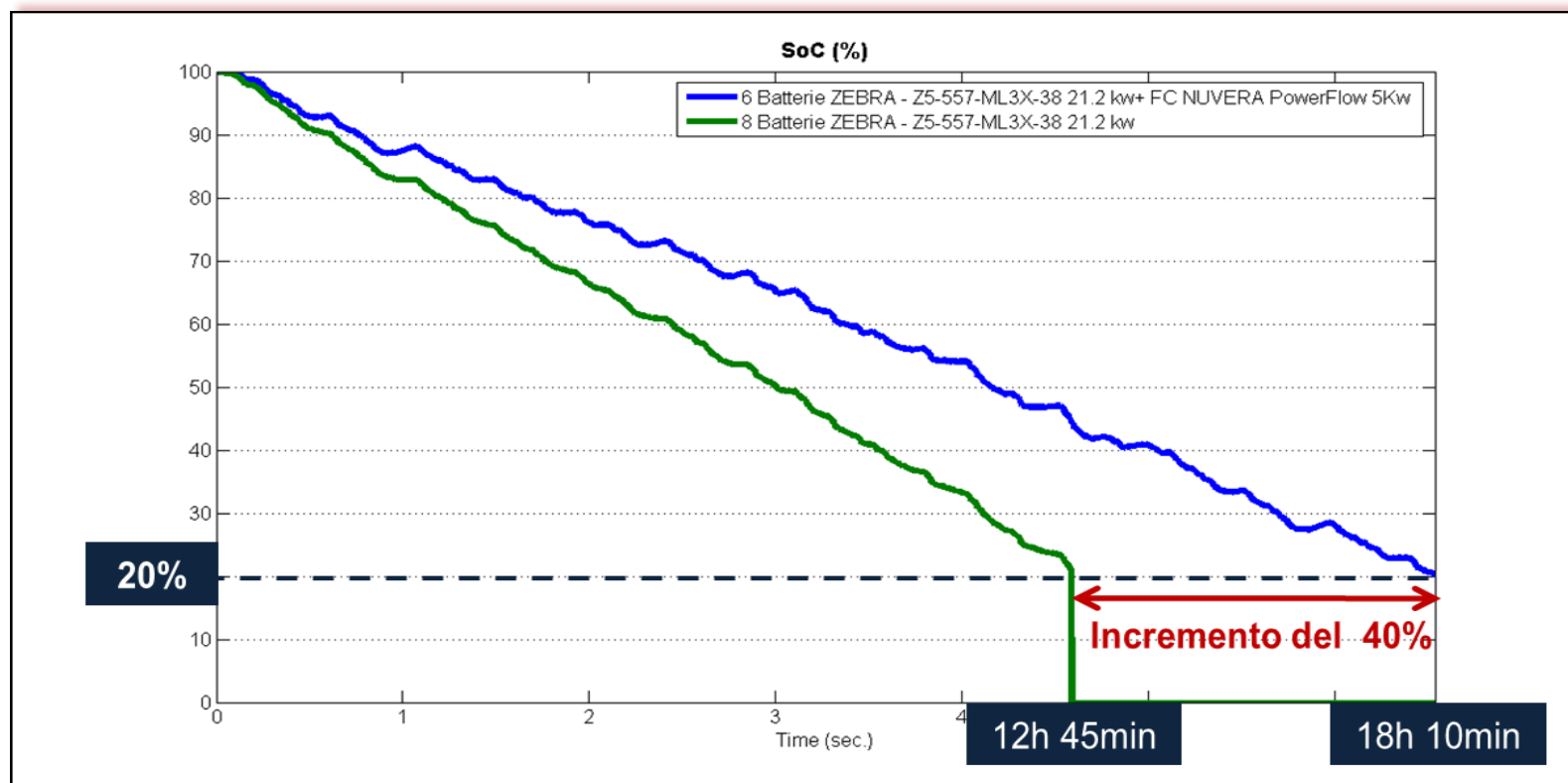
FCHEV – Il progetto H-Bus



Fuel Cell Hybrid HBUS

Seating Capacity	44 + 1
Engine Power	Nominal: 80 kW Peak: 150 kW
Battery Power	180 kW
Battery Energy	127 kWh
Fuel Cell System Power	5 kW
H ₂ Storage	300 l, 350 bar
Max. range	HEV: > 170 Km (80% DOD) EV: > 120 Km (80% DOD)
Consumption	0,9 kWh/Km

I progetti – H-Bus



Configurazione Power Train	SoC Finale (%)	H ₂ (lt)	Ore
EV: 8 ZEBRA® Batteries	20	-	12h 45min.
HEV: 6 ZEBRA® Batteries + 5 kW FCS	20	45438	18h 10min.

FCEV – Il progetto BHyKe



BHyKE

REALIZZAZIONE DI UNA BICICLETTA A PEDALATA ASSISTITA
ALIMENTATA AD H₂



Introduzione di un prodotto basato sulla tecnologia cella a combustibile in grado di fornire un servizio innovativo di bike sharing.

Realizzazione delle infrastrutture necessarie quali la stazione di rifornimento ad idrogeno integrata con impianti di generazione di energia da fonti rinnovabili (solare fotovoltaico ed eolico).

Idruri metallici:

Quando gli atomi sono legati ad altri elementi chimici (metalli leghe) si possono impacchettare in maniera più efficiente rispetto all'idrogeno liquido



BHyke

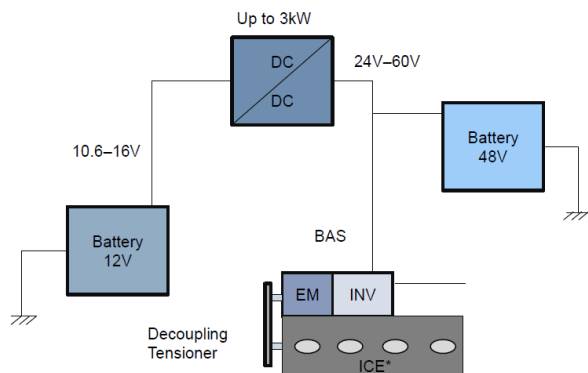
Max. Power output	250 W
Max. torque	15 Nm@66 rpm
Motor Voltage range	24 V regulated DC
Hydrogen storage	Solid state (Idruri metallic)
Hydrogen capacity	900 Sl@12 bar
Max. range	150 km
Total weight	26 Kg

Micro/Mild Hybrid

I sistemi di accumulo saranno appositamente realizzati per l'impiego all'interno di architetture dual voltage in applicazioni Micro e Mild Hybrid avanzate con l'obiettivo di contribuire al soddisfacimento dei target sulle emissioni inquinanti imposti dalla Commissione Europea per i ligh-duty vehicles

Key Takeaway: The major advantages of a 48V architecture are on the powertrain side, with advanced start-stop and boosting.

Automotive On-board Power-net Industry: Proposed Architecture for 48V Dual-voltage Power-net, Europe, 2015



Key Benefits of 48V Supply

- Advanced start-stop system with extended functionality
- Cold-start advantage
- Electric boosting
- Sailing/coasting operation
- Energy recuperation
- High generator efficiency
- Fuel-economy benefits
- Change-of-mind readiness
- Retention of existing 12V architecture and components
- Enhanced performance characteristics

*Key: ICE-- Internal Combustion Engine
Source: Frost & Sullivan

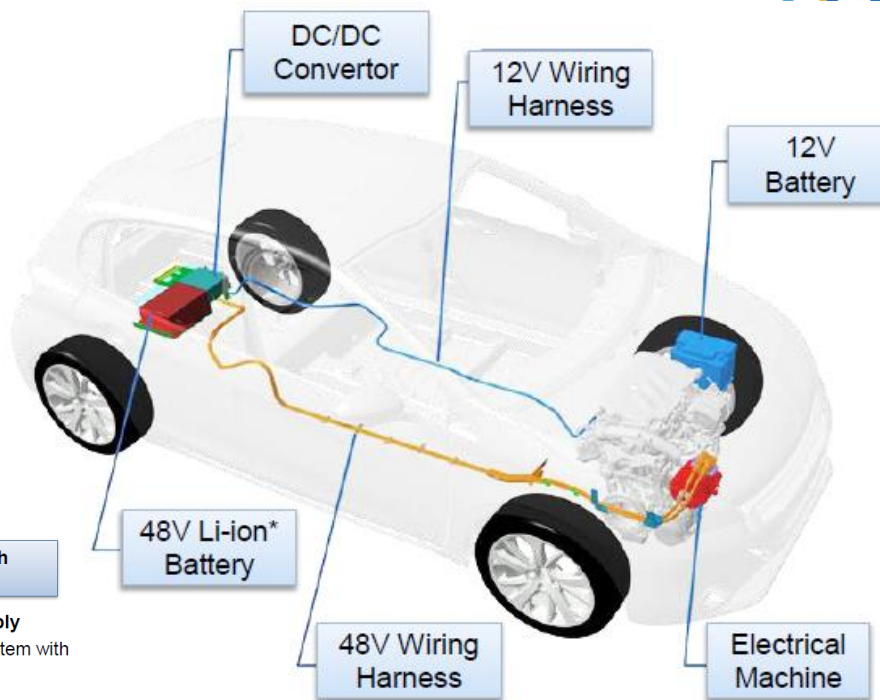
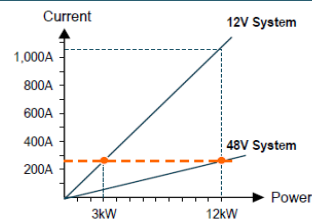


Image source: PSA Peugeot Citroen

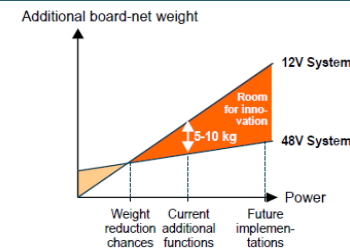
12V vs. 48V systems – Power supply and weight implication

Power supply – illustrative



Extending the battery voltage level to 48V the system provides a four times higher power level

Weight implication – illustrative



Additional cable requirements limit 12V system enhancements – 48V system beneficial

**National Council of Research (CNR)
Institute of Advanced Technologies for Energy
“Nicola Giordano” (ITAE)**

**Salita S. Lucia sopra Contesse n. 5
98126 Messina, ITALY.**

Dr. Giuseppe Napoli
giuseppe.napoli@itae.cnr.it
+39.090.624.284

www.itae.cnr.it