AUTOMOTIVE:

POLITICHE A SOSTEGNO DI UN SETTORE IN CAMBIAMENTO

Museo di Storia Naturale del Mediterraneo - Livorno

1 dicembre 2021

COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

Realtà e prospettive dell'idrogeno e della sua filiera

MOVET

UNIVERSITÀ DI PISA

IRPET Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana

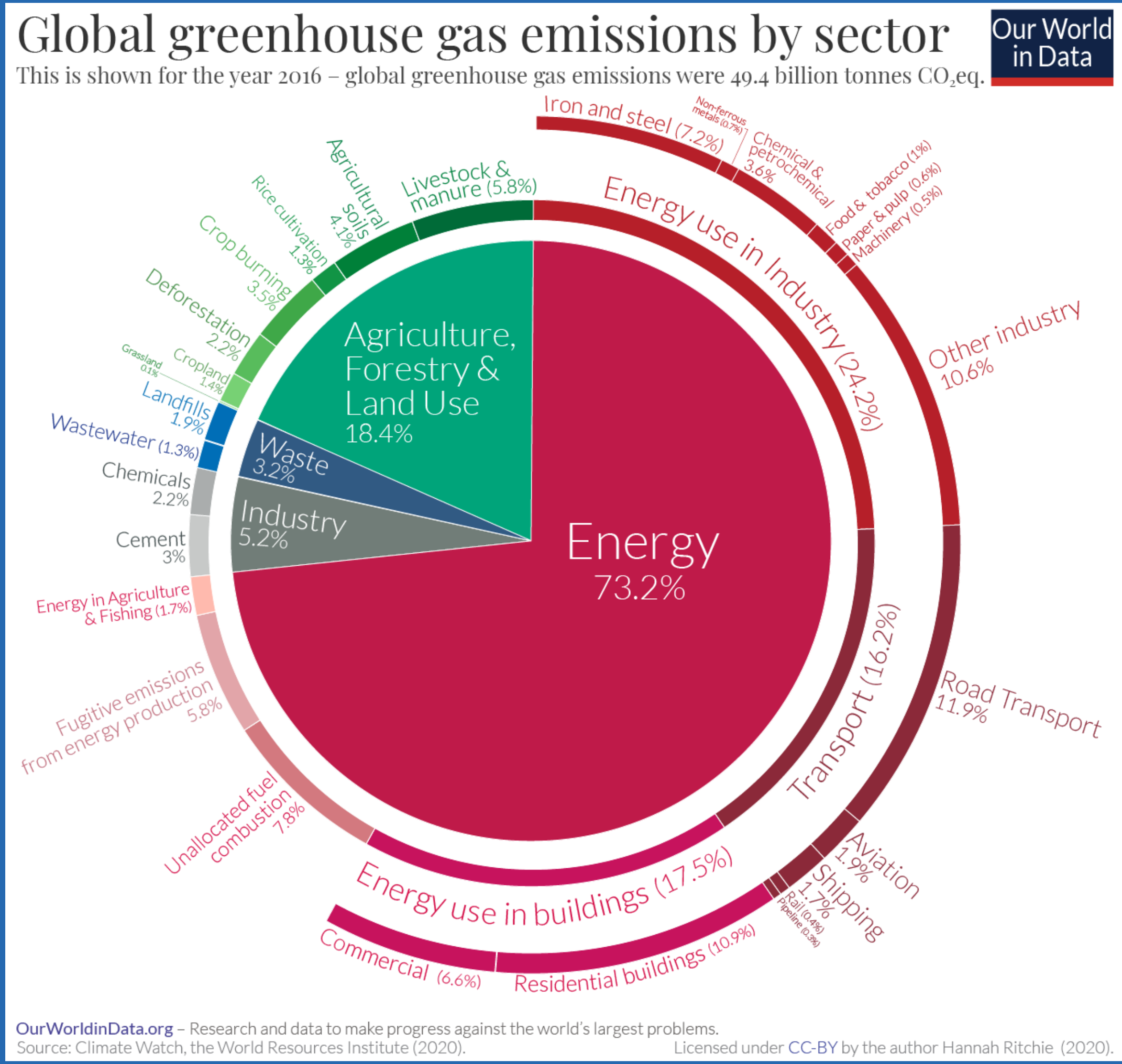
Prof. Lorenzo Ferrari

DESTeC - Università di Pisa

lorenzo.ferrari@unipi.it

MOVET

Decarbonizzazione



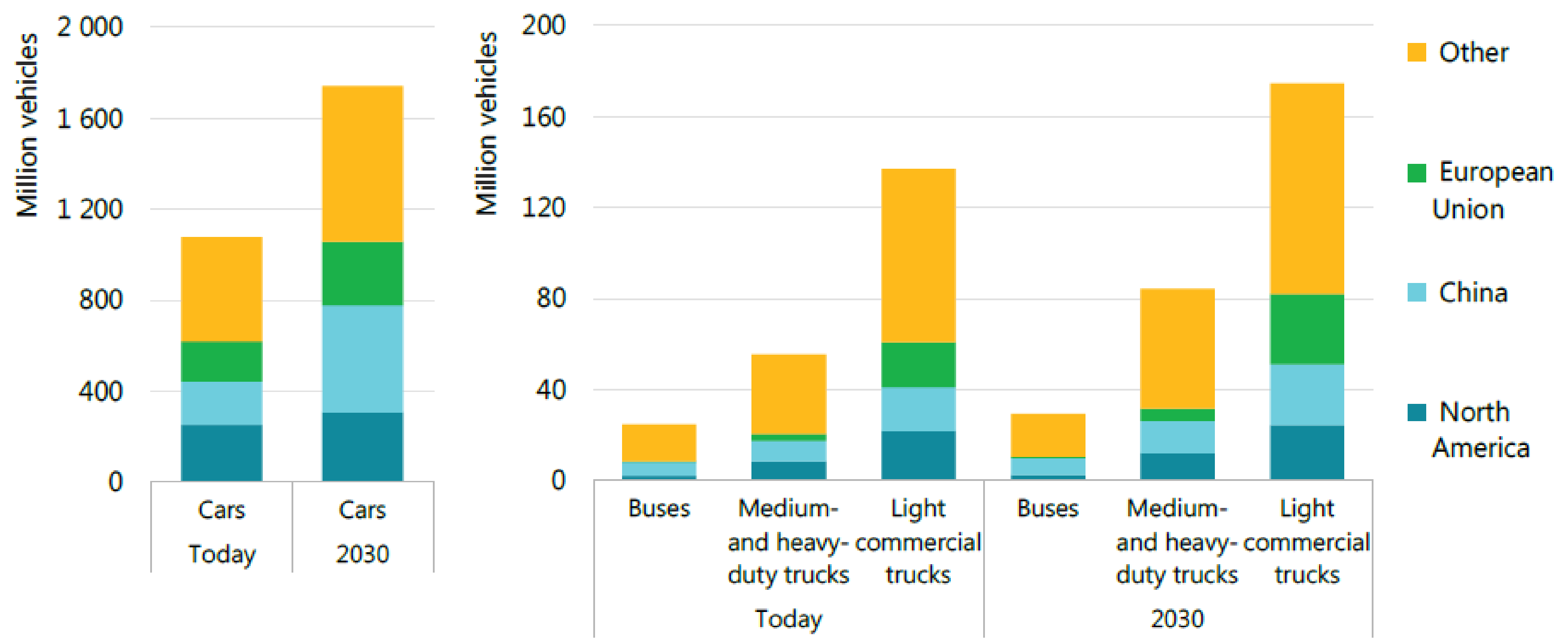
COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

IRPET

MOVET

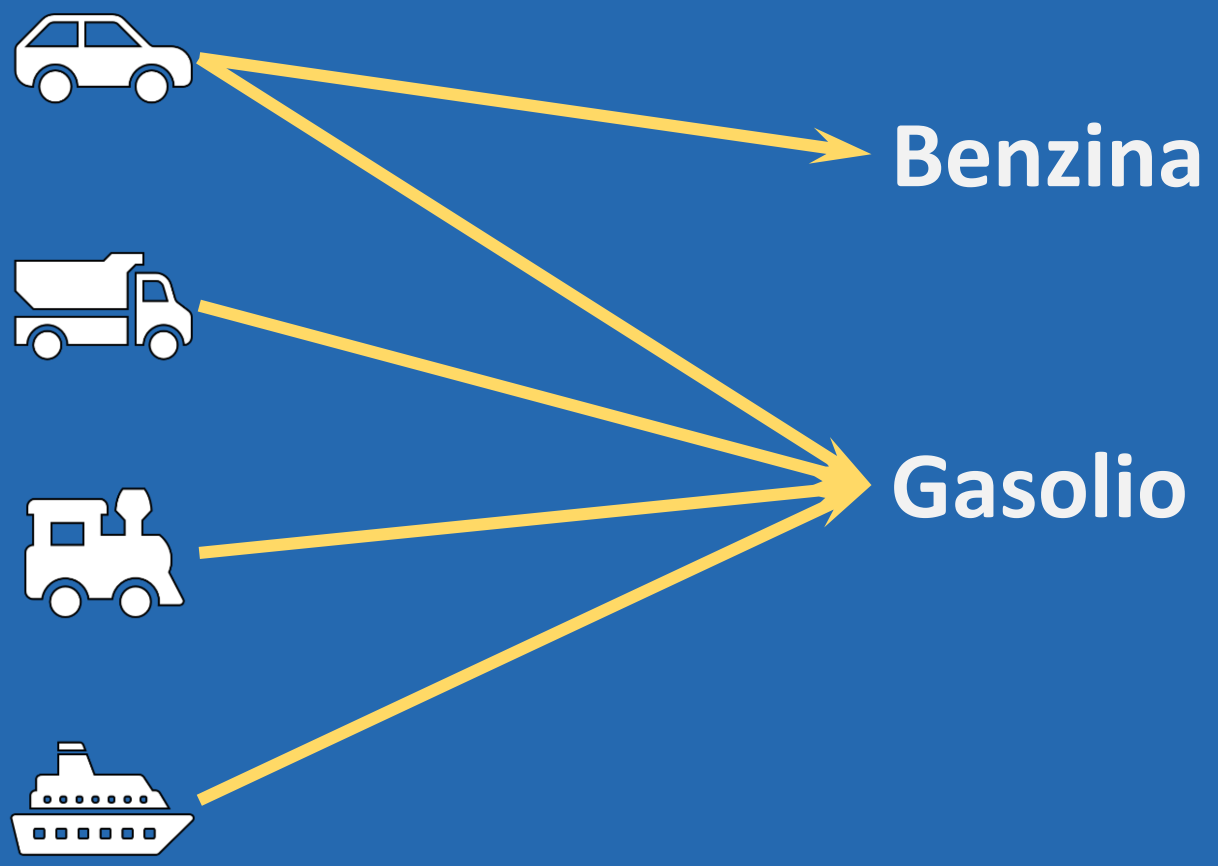
Ruolo della mobilità



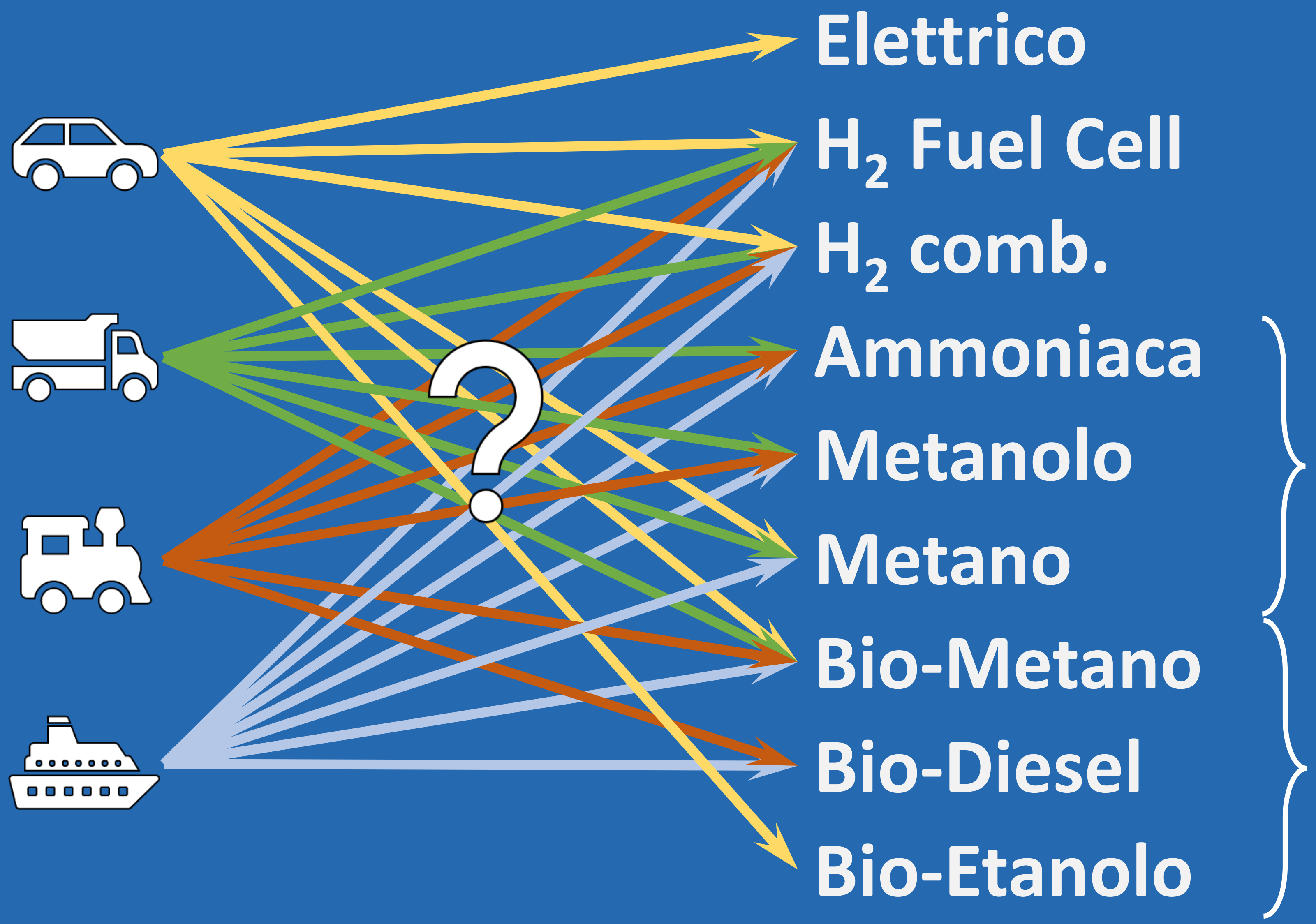
Source: IEA 2019.

- Flotta attuale e previsione al 2030 considerando i trend attuali
- Le autovetture rappresentano la principale voce di consumo ed emissione
- Importante ruolo dei paesi in via di sviluppo

In passato



In un futuro più o meno prossimo



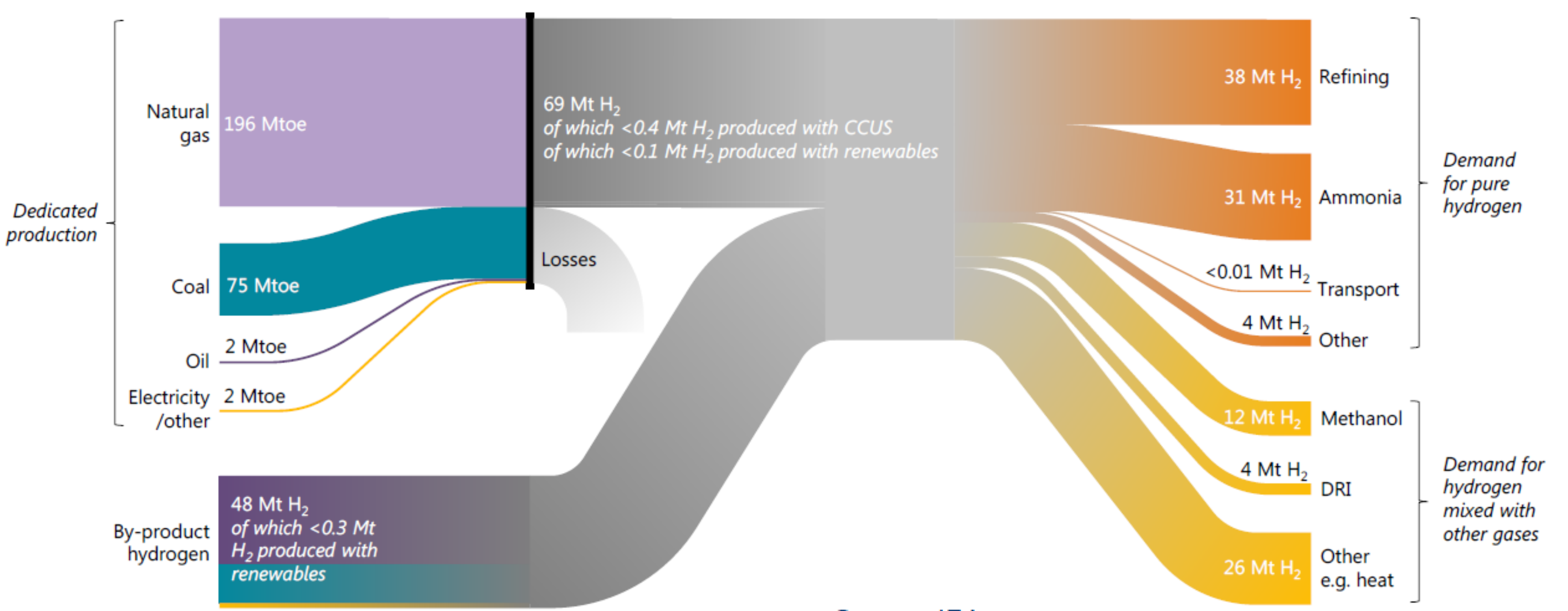
COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

IRPET

MOVET

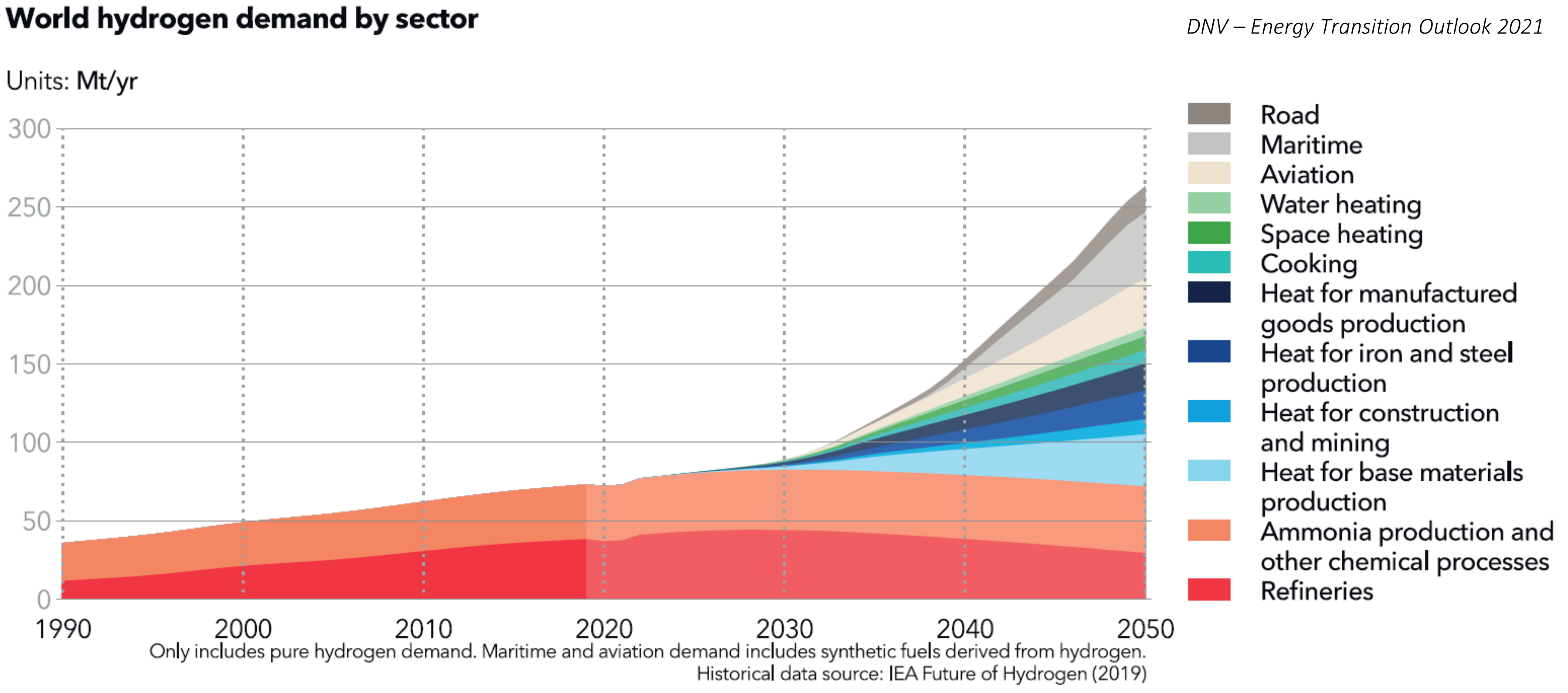
Idrogeno oggi



Source: IEA 2019.

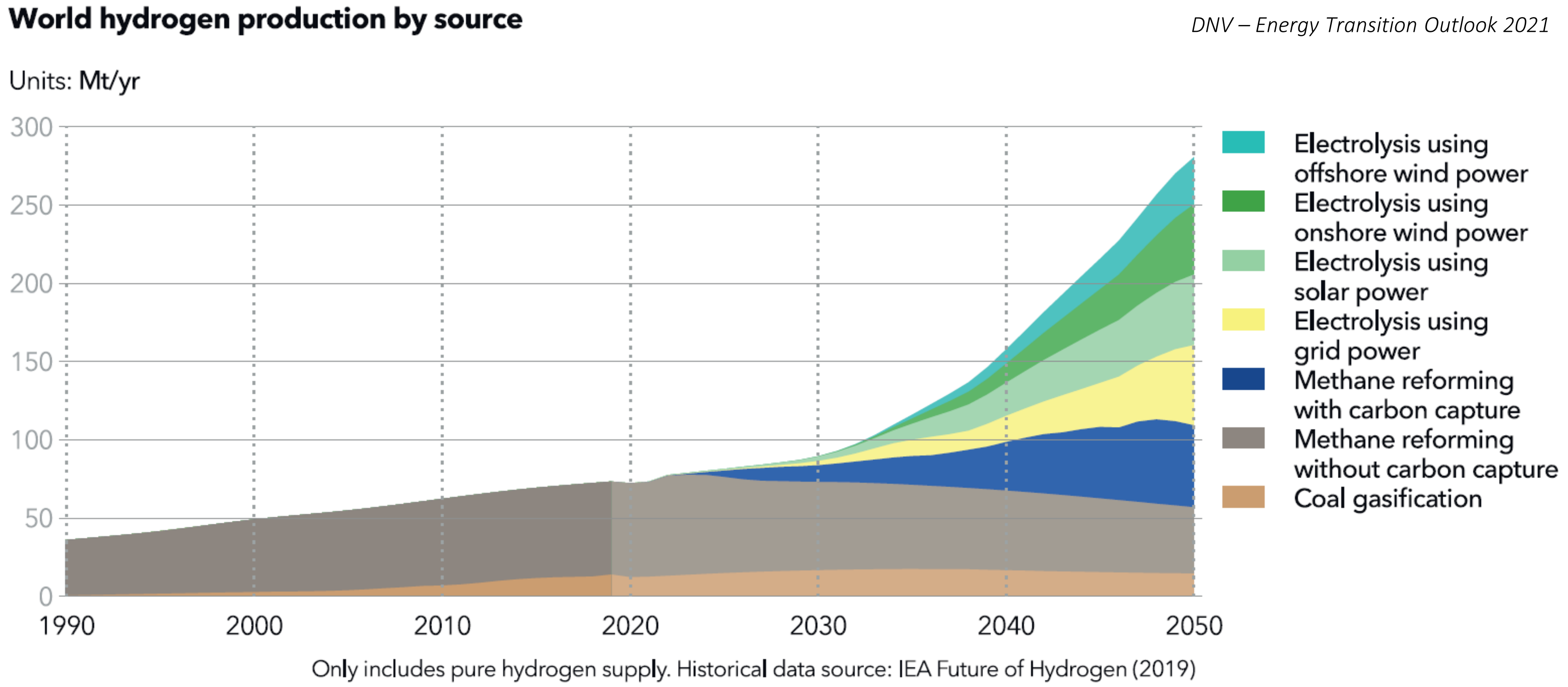
- Utilizzo di circa 70 Mt di idrogeno puro ed 45 Mt mescolato con altri gas
- Prodotto dal gas naturale in strutture dedicate in prossimità degli utilizzatori
- Meno del 0.7% dell’idrogeno prodotto da RES o con CCUS
- Emissioni pari a circa 900 Mt CO_2eq (2.5% del totale)

Idrogeno domani



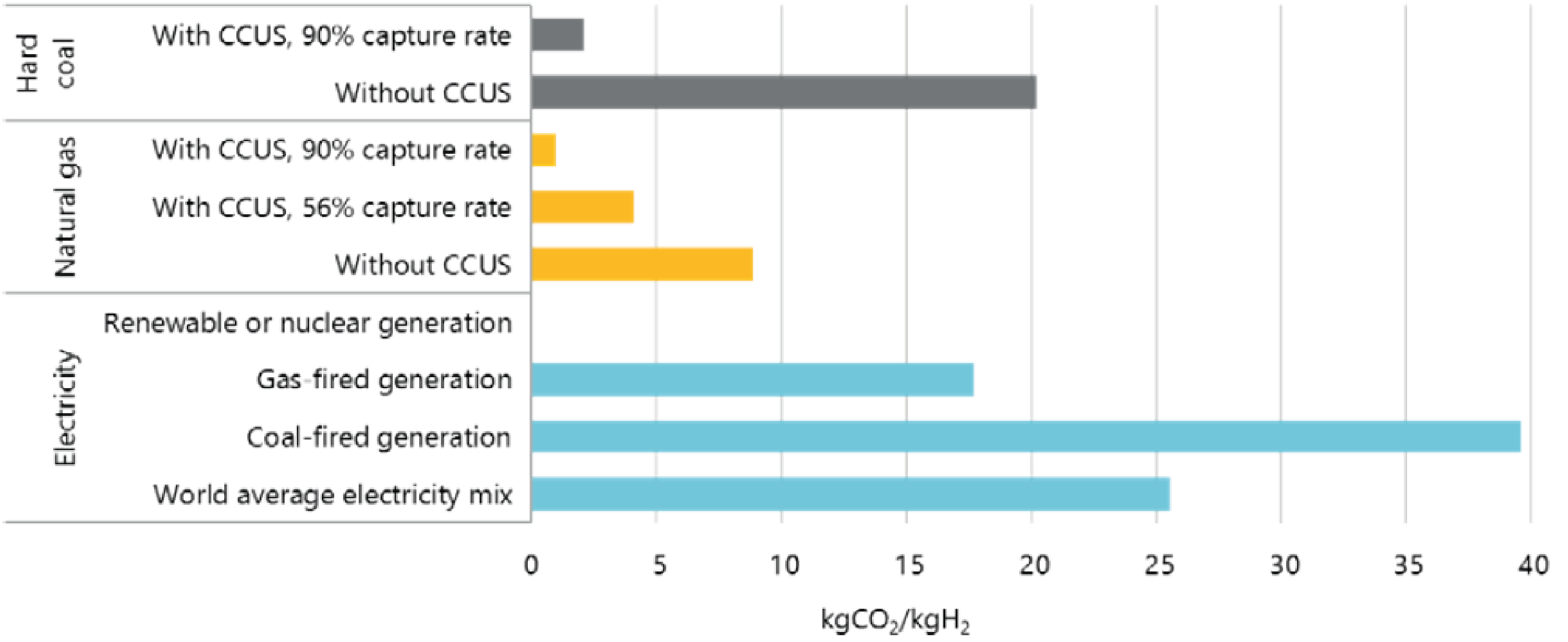
- Previsione al 2050 di un fabbisogno di circa 250 Mt di H_2 puro (+250%)
- Il fabbisogno necessario per arrivare ad un target di zero emissioni nette al 2050 sarebbe di 550 Mt
- Utilizzo diffuso dell'idrogeno in molti settori (sotto varie forme)

Idrogeno domani



- Iniziale produzione da fonti fossili con progressiva introduzione del CCUS
- Successivo incremento di produzione basato sull'utilizzo di fonti rinnovabili e progressiva diminuzione delle fonti tradizionali
- Utilizzo dell'energia elettrica della rete

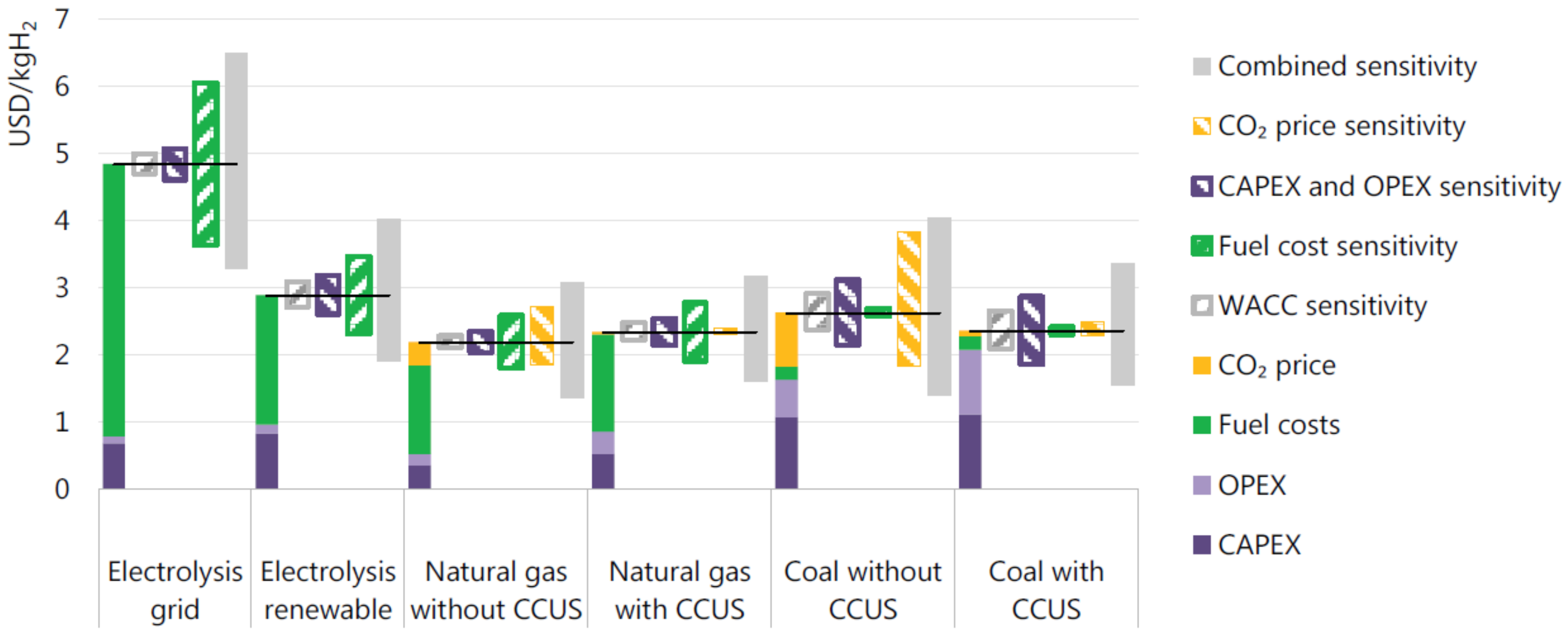
Impatto dell'idrogeno



Notes: Capture rate of 56% for natural gas with CCUS refers to capturing only the feedstock-related CO_2, whereas for 90% capture rate CCUS is also applied to the fuel-related CO_2 emissions; CO_2 intensities of electricity taking into account only direct CO_2 emissions at the electricity generation plant: world average 2017 = 491 gCO_2/kWh, gas-fired power generation = 336 gCO_2/kWh, coal-fired power generation = 760 gCO_2/kWh. The CO_2 intensities for hydrogen also do not include CO_2 emissions linked to the transmission and distribution of hydrogen to the end users, e.g. from grid electricity used for hydrogen compression. More information on the underlying assumptions is available at www.iea.org/hydrogen2019.

Source: IEA 2019.

Costo di produzione dell'idrogeno (2030)



Notes: WACC = weighted average cost of capital. Assumptions refer to Europe in 2030. Renewable electricity price = USD 40/MWh at 4 000 full load hours at best locations; sensitivity analysis based on +/-30% variation in CAPEX, OPEX and fuel costs; +/-3% change in default WACC of 8% and a variation in default CO_2 price of USD 40/tCO_2 to USD 0/tCO_2 and USD 100/tCO_2. More information on the underlying assumptions is available at www.iea.org/hydrogen2019.

Source: IEA 2019.

COMUNE DI LIVORNO

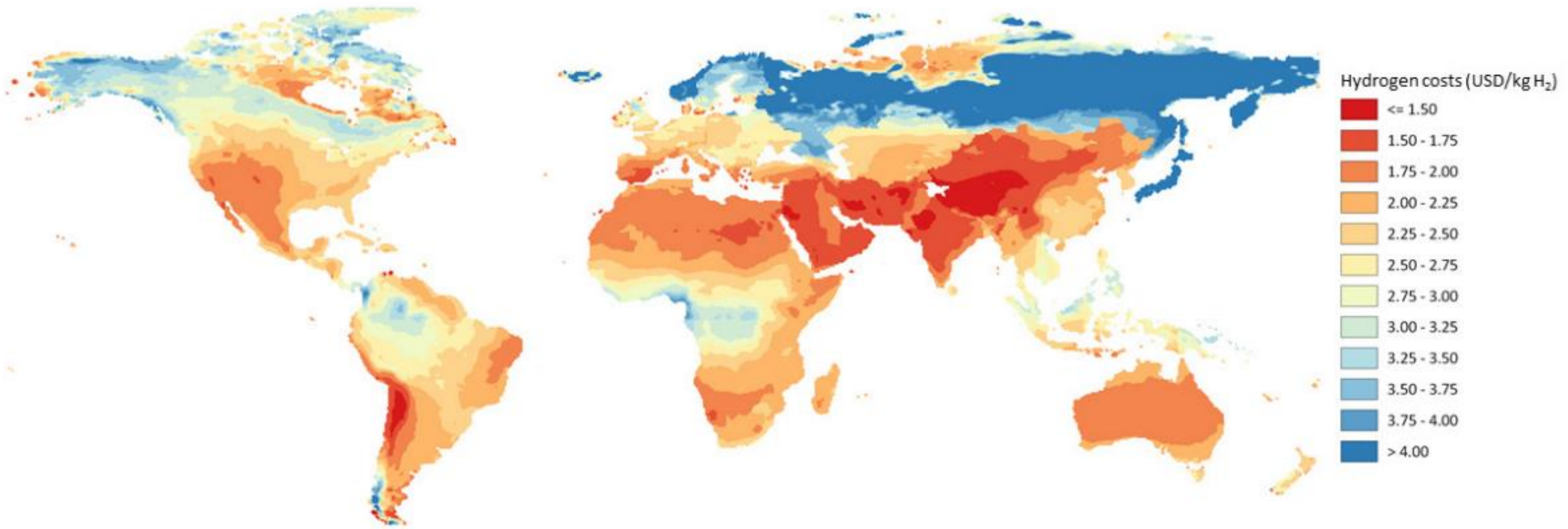
PATTO PER LA FORMAZIONE

IRPET

MOVET

Idrogeno da rinnovabili

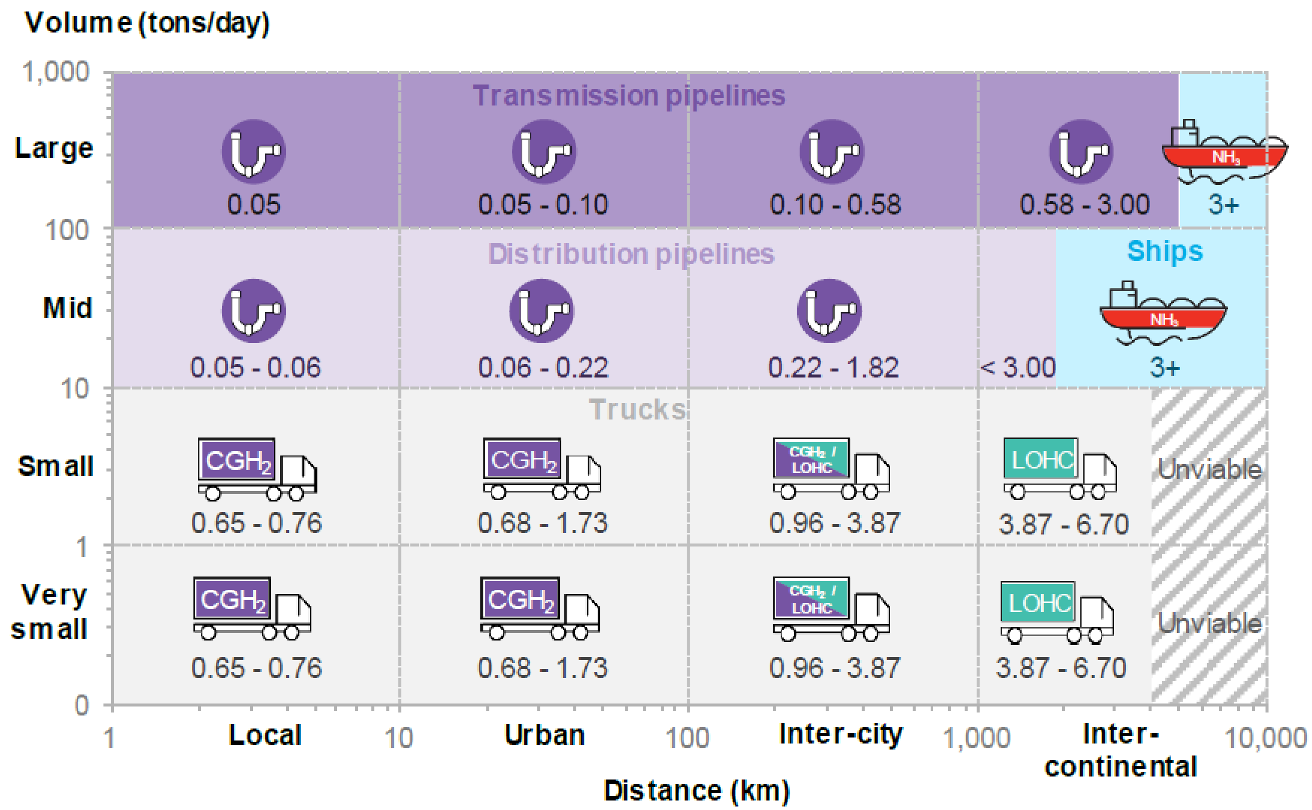
Hydrogen production cost from hybrid solar PV and wind systems in 2030



Notes: This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area. For each location, production were derived by optimising the mix of solar PV, onshore wind and electrolyser capacities, resulting in the lowest costs and including the option to curtail electricity generation.
Sources: Based on hourly wind data from Copernicus Climate Change Service and hourly solar data from Renewables.ninja.

- La produzione di idrogeno da rinnovabili è potenzialmente competittiva con quella da fonti fossili con CCUS in molte aree, ma sono richiesti investimenti molto elevate in rinnovabili per generare sufficienti surplus

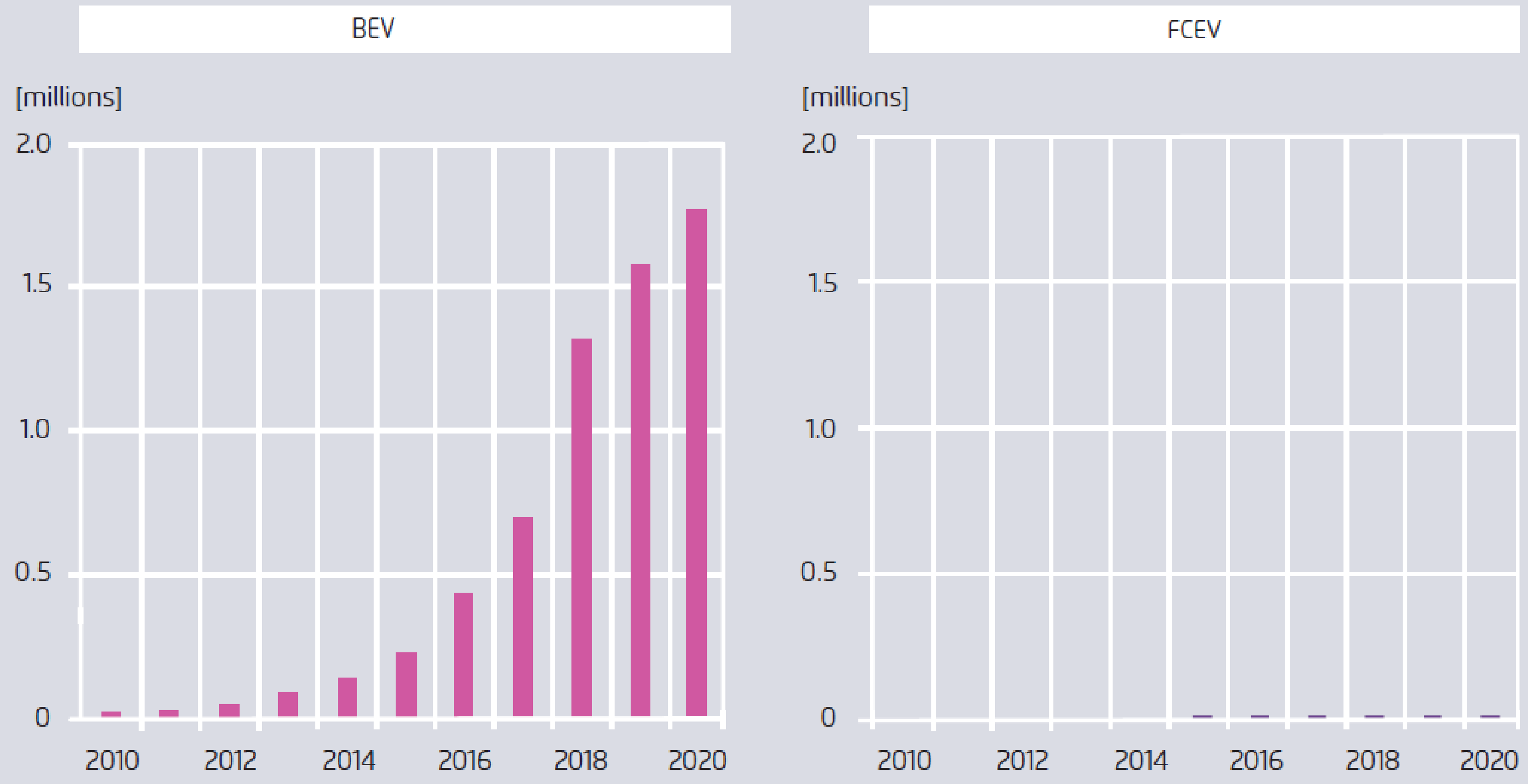
Distribuzione ($/kg, 2019)



Legend: Compressed H_2 Liquid H_2 Ammonia Liquid Organic Hydrogen Carriers

Source: BloombergNEF. Note: figures include the cost of movement, compression and associated storage (20% assumed for pipelines in a salt cavern). Ammonia assumed unsuitable at small scale due to its toxicity. While LOHC is cheaper than LH_2 for long distance trucking, it is less likely to be used than the more commercially developed LH_2.

Automotive



BloombergNEF (2021b)

Prospettive per uno scenario NZE

Green molecules needed?	Industry	Transport	Power sector	Buildings
No-regret	· Reaction agents (DRI steel) · Feedstock (ammonia, chemicals)	· Long-haul aviation · Maritime shipping	· Renewable energy back-up depending on wind and solar share and seasonal demand structure	· Heating grids (residual heat load *)
Controversial	· High-temperature heat	· Trucks and buses ** · Short-haul aviation and shipping · Trains ***	· Absolute size of need given other flexibility and storage options	
Bad idea	· Low-temperature heat	· Cars · Light-duty vehicles		· Building-level heating

* After using renewable energy, ambient and waste heat as much as possible. Especially relevant for large existing district heating systems with high flow temperatures. Note that according to the UNFCCC Common Reporting Format, district heating is classified as being part of the power sector.

** Series production currently more advanced on electric than on hydrogen for heavy duty vehicles and buses. Hydrogen heavy duty to be deployed at this point in time only in locations with synergies (ports, industry clusters).

*** Depending on distance, frequency and energy supply options

Agora Energiewende (2021)

COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

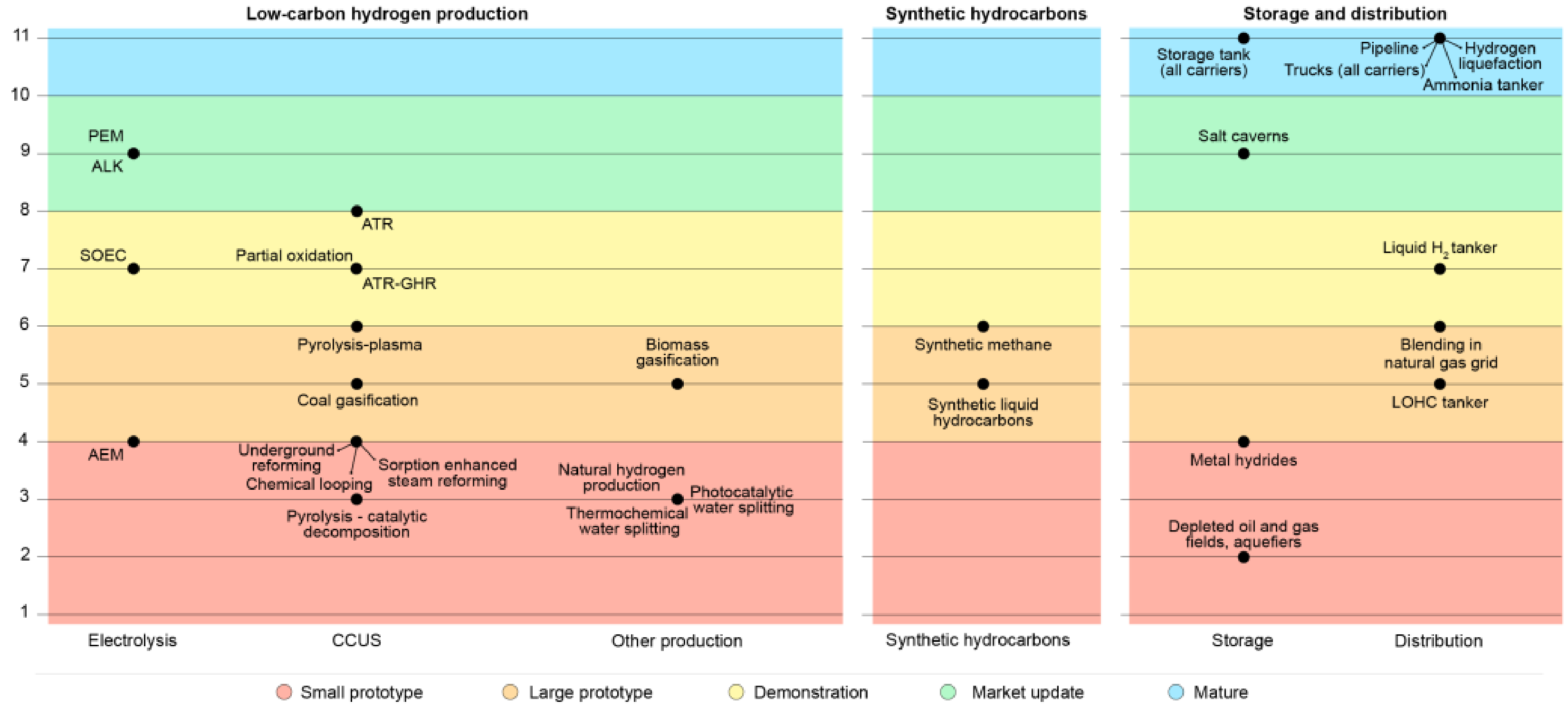
IRPET

MOVET

Stato delle tecnologie

Several hydrogen technologies not yet commercially available

Technology readiness levels of key hydrogen production, storage and distribution technologies



Notes: AEM = anion exchange membrane. ALK = alkaline. ATR = autothermal reformer. CCUS = carbon capture, utilisation and storage. GHR = gas-heated reformer. LOHC = liquid organic hydrogen carrier. PEM = polymer electrolyte membrane. SOEC = solid oxide electrolyser cell. Biomass refers to both biomass and waste. For technologies in the CCUS category, the technology readiness level (TRL) refers to the overall concept of coupling these technologies with CCUS. TRL classification based on Clean Energy Innovation (2020), p. 67.
Source: IEA (2020), ETP Clean Energy Technology Guide.

COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

IRPET

MOVET

Cambio di paradigma

- Idrogeno oggi
  - Produzione locale di quantità limitate (assenza di una rete distributiva)
  - Limitate tecnologie di produzione ben consolidate
  - Utilizzo in processi specifici in cui è insostituibile
  - Impatti ambientali significativi

- Idrogeno domani
  - Produzione di grandi volumi con molteplici settori e forme di utilizzo
  - Molteplici tecnologie di produzione
  - Potenziali impatti ambientali della produzione
  - Disponibilità delle risorse (green) non uniforme
  - Necessità di una rete di distribuzione

Conclusioni

- L'idrogeno ha molti vantaggi:
  - Utilizzabile per decarbonizzare molti ambiti energetici
  - Molteplici soluzioni per la produzione e stoccaggio
  - Potenziale opportunità per favorire una maggiore penetrazione delle RES

- Apre la strada a molte sfide (opportunità di sviluppo):
  - Creazione di una rete di distribuzione adeguata
  - Creazione di un mercato/massa critica
  - Creazione di una filiera per la componentistica
  - Consolidamento delle tecnologie produttive su nuove scale
  - Sviluppo delle energie rinnovabili e loro penetrazione
  - Definizione di un quadro normativo che agevoli la transizione
  - Sostegno degli investitori nelle fasi inziali

COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

IRPET Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana

MOVET

AUTOMOTIVE:
POLITICHE A SOSTEGNO DI UN SETTORE IN CAMBIAMENTO
Museo di Storia Naturale del Mediterraneo - Livorno
1 dicembre 2021

COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

Realtà e prospettive dell'idrogeno e della sua filiera

IRPET Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana

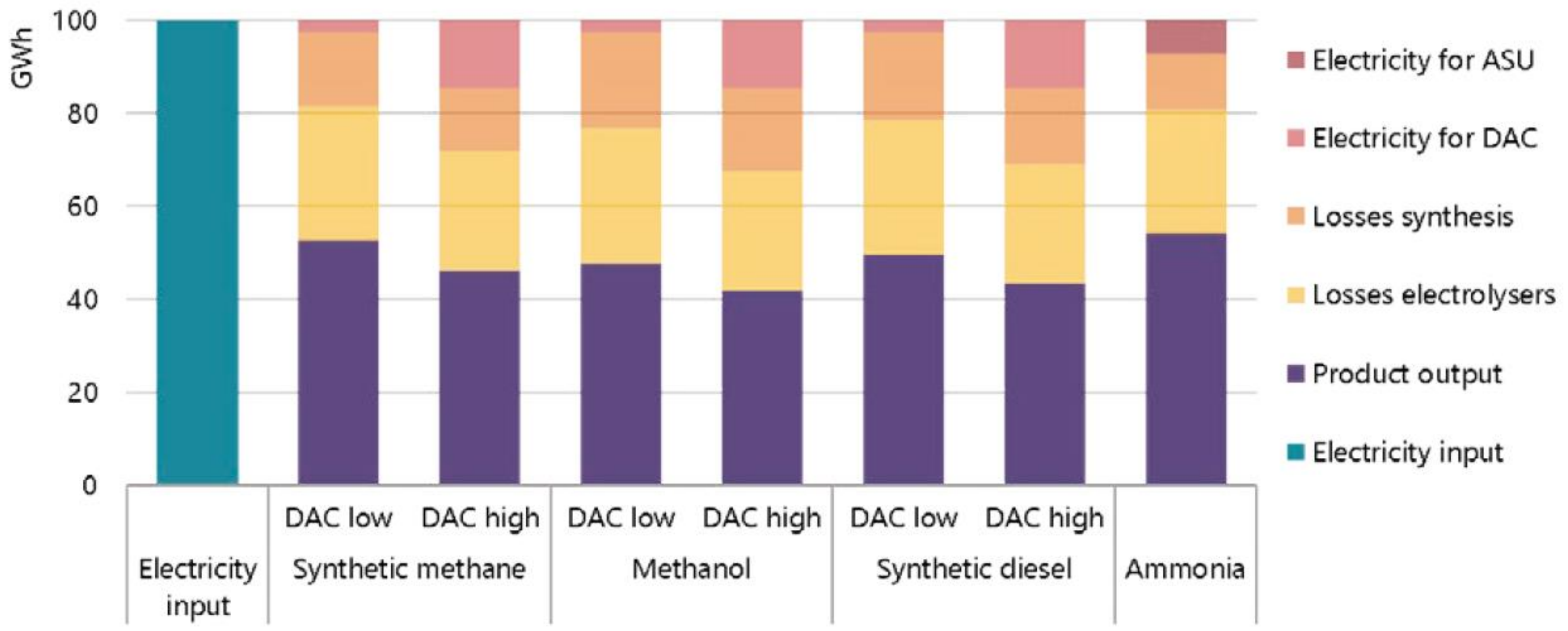
MOVET

MOVET

IN SUPREMÆ DIGNITATIS 1343 UNIVERSITÀ DI PISA

Prof. Lorenzo Ferrari
DESTeC - Università di Pisa
lorenzo.ferrari@unipi.it

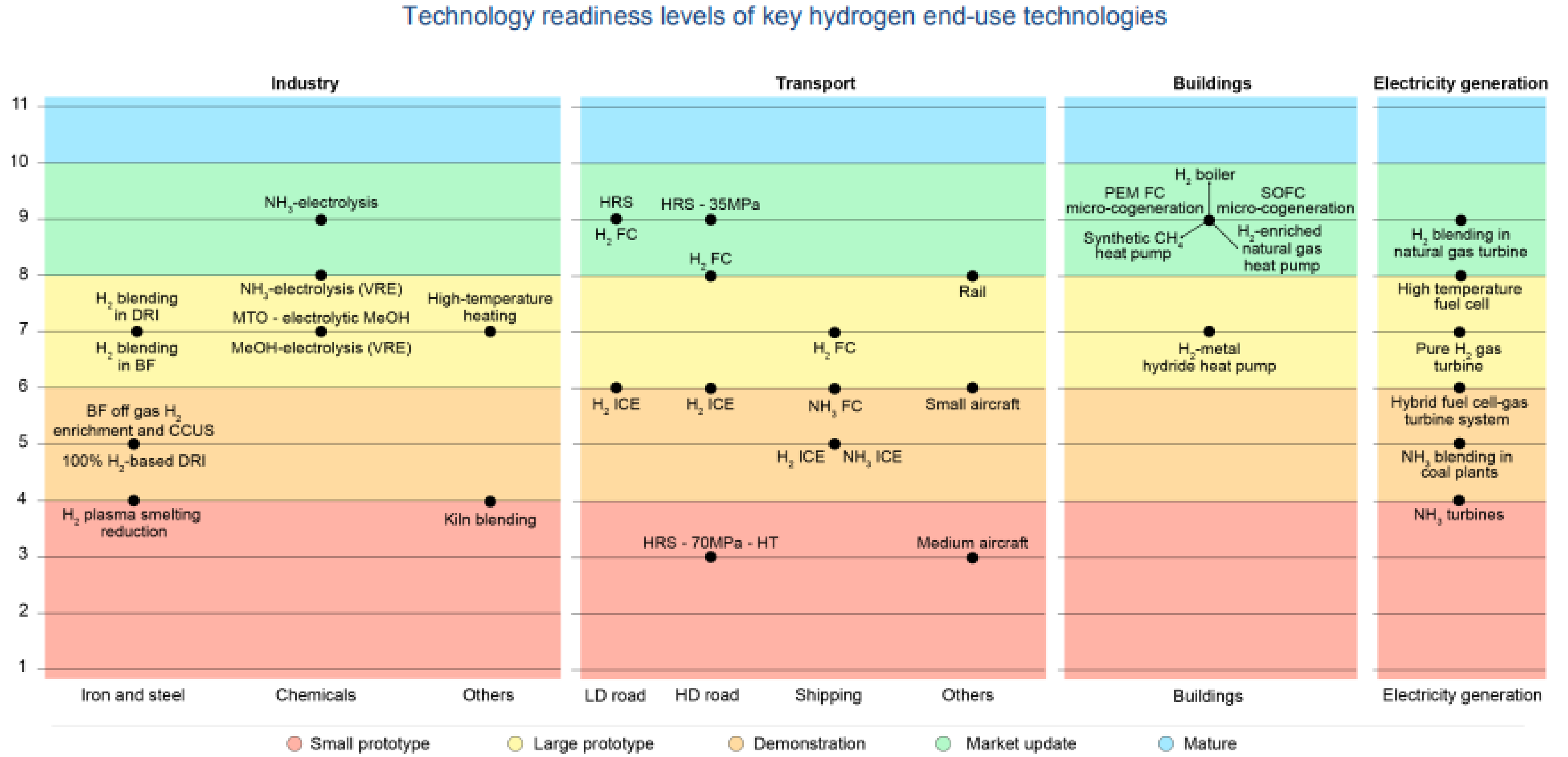
Produzione di altri combustibili da H_2



Notes: ASU = air separation unit (for nitrogen production); DAC = direct air capture; GWh = gigawatt hour. The energy contents of the outputs (methane, methanol, diesel and ammonia) are based on their LHVs. For methane, methanol and diesel, DAC has been assumed here as the source of CO_2 feedstocks, with electricity needs of 250 kWh per tCO_2 for low-temperature DAC (DAC low) and 1 750 kWh per tCO_2 for high-temperature DAC (DAC high). Low-temperature DAC also requires heat of 1 535 kWh per tCO_2, which could be covered in large part by the shown synthesis heat losses.

Source: IEA 2019.

Stato delle tecnologie



Notes: BF = blast furnace. DRI = direct iron reduction. FC = fuel cell. HRS = hydrogen refuelling station. HD = heavy-duty. HT = high throughput. ICE = internal combustion engine. LD = light-duty. MeOH = methanol. MTO = methanol to olefins. PEM FC = polymer electrolyte membrane fuel cell. SOFC = solid oxide fuel cell. VRE = variable renewable electricity. Co-generation refers to the combined production of heat and power. Technology readiness levels based on Clean Energy Innovation (2020), p. 67.

Source: IEA (2020), ETP Clean Energy Technology Guide.

COMUNE DI LIVORNO

PATTO PER LA FORMAZIONE

IRPET

MOVET