



**tenova**<sup>®</sup>



## Verso la decarbonizzazione al 2050: una nuova sfida per l'industria siderurgica

Enrico Malfa

Tenova Metals - Direttore R&S

Chairman WG Planet di European Steel Technology Platform

---

5 luglio 2018

Campus Bovisa, Politecnico di Milano -

ANIMP Sezione Energia - ATI Lombardia

*Dalla SEN alla de-carbonizzazione con l'obiettivo della crescita*

# Techint Group

## OUR GROUP

At December 31, 2017



SIX MAIN COMPANIES WITH OPERATIONS WORLDWIDE

US \$18,5 billion  
Annual Revenues

55,400  
Permanent Employees

70,900  
Total Employees

5  
Continents

**Tenaris**

Tenaris

28%

**Ternium**

Ternium

50%

**Tecpetrol**

Tecpetrol

4%

**TECHINT**  
Engineering & Construction

Techint

**HUMANITAS**  
RESEARCH HOSPITAL

Humanitas

**tenova**

Tenova

Other

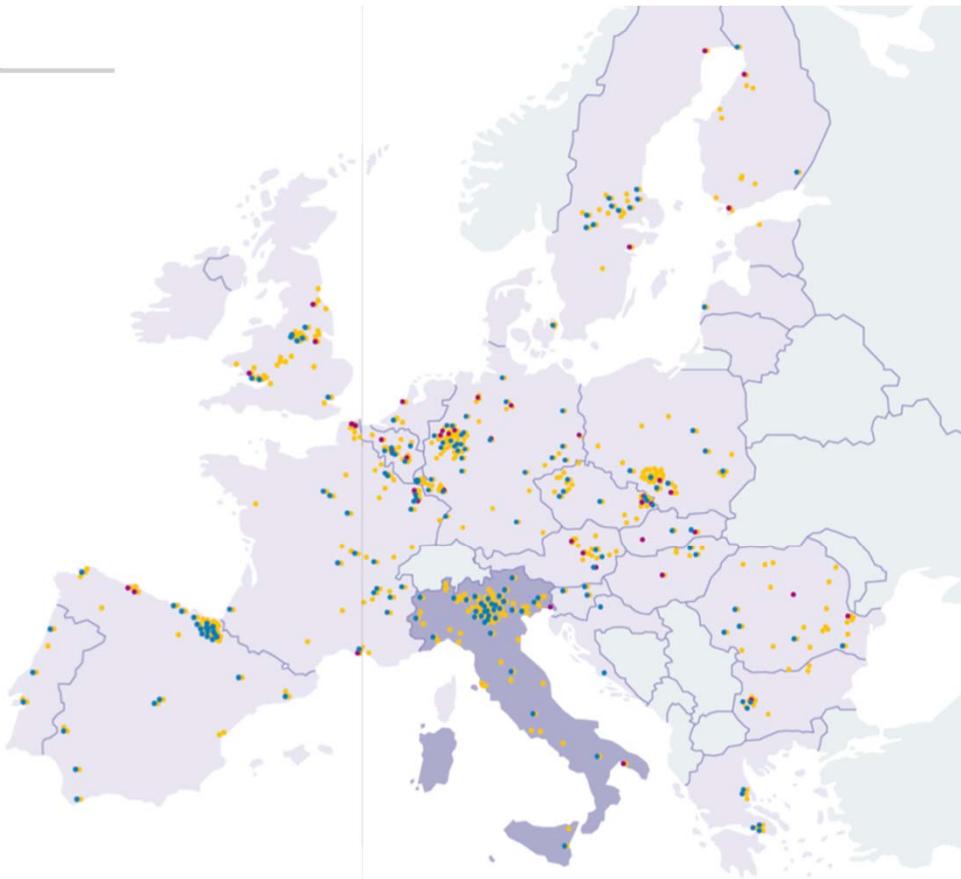
5%

2%



# L'INDUSTRIA SIDERURGICA IN EU

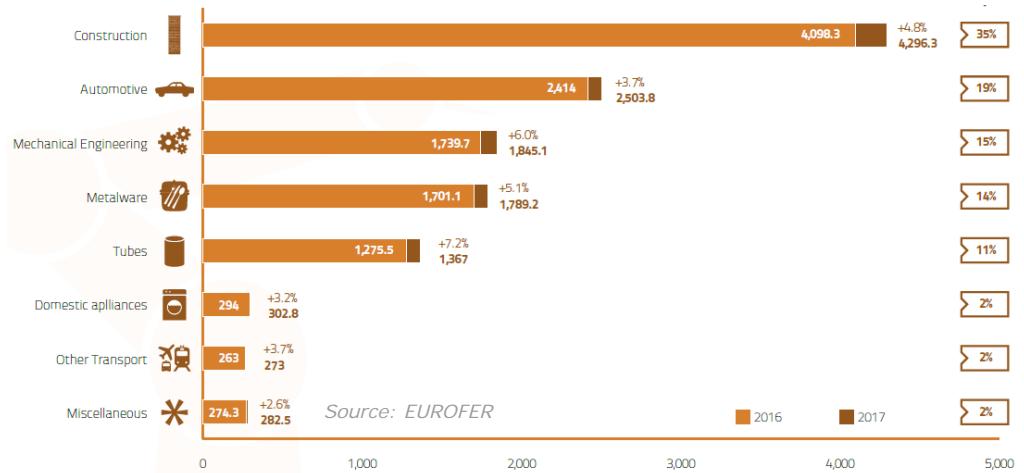
tenova



- Stabilimenti di produzione acciaio a ciclo integrale
- Stabilimenti di produzione acciaio a forno elettrico
- Principali stabilimenti di trasformazione dell'acciaio

Source: A. Eggert, "Valorisation of carbon emissions for a sustainable, competitive European industry" -Brussels, 26 October 2016

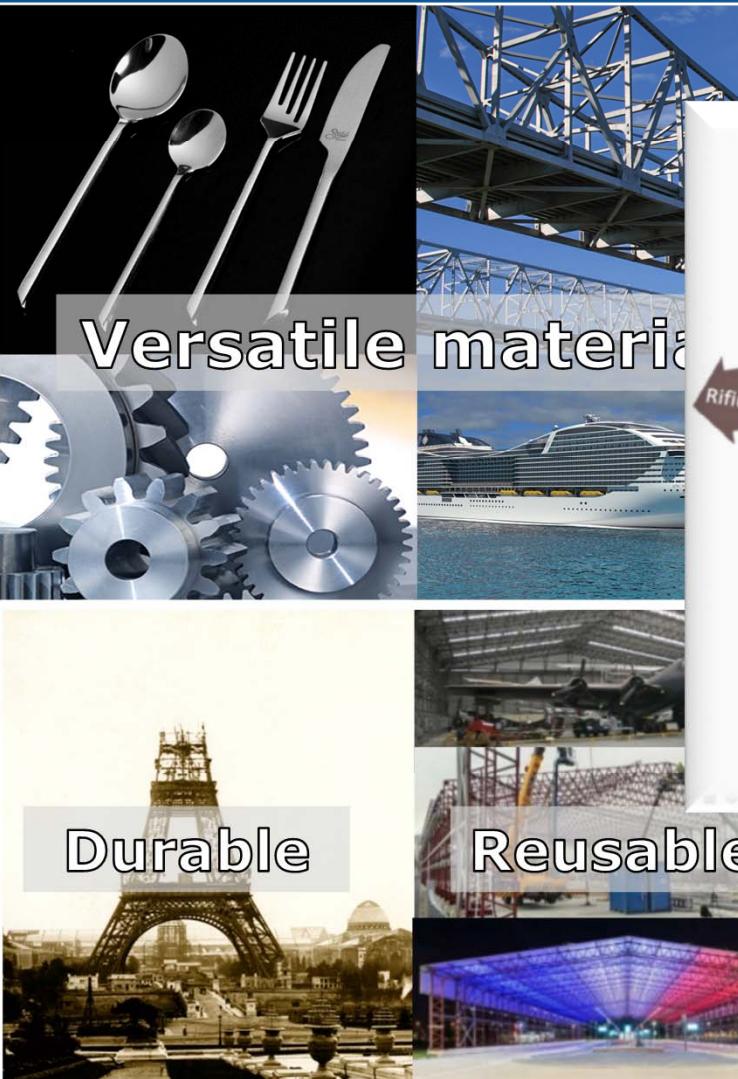
- ↑ 500 siti produttivi
- ↑ 168,9 Mt in 2017
- ↑ 166 bln€ turnover / 1.3% del PIL
- ↑ 320,000 lavoratori diretti / 1,5 Milioni indiretti / 677,000 indotti



- ↓ 28% calo della domanda in EU (2007-14)
- ↓ 20% calo forza lavoro dal 2007
- ↓ prezzi energetici relativamente elevati
- ↓ pratiche commerciali sleali da paesi non UE

# Steel made in Europe:

the backbone of sustainability



# Steel in EU circular economy:

the by-product, a “wealth of glows”



Valuable secondary raw

Scale (Iron Oxide)



Chemicals,  
Magnets,  
Ferrites...

Sludges



Lubricants

Dusts



Zinc, Lead,  
Ceramics...



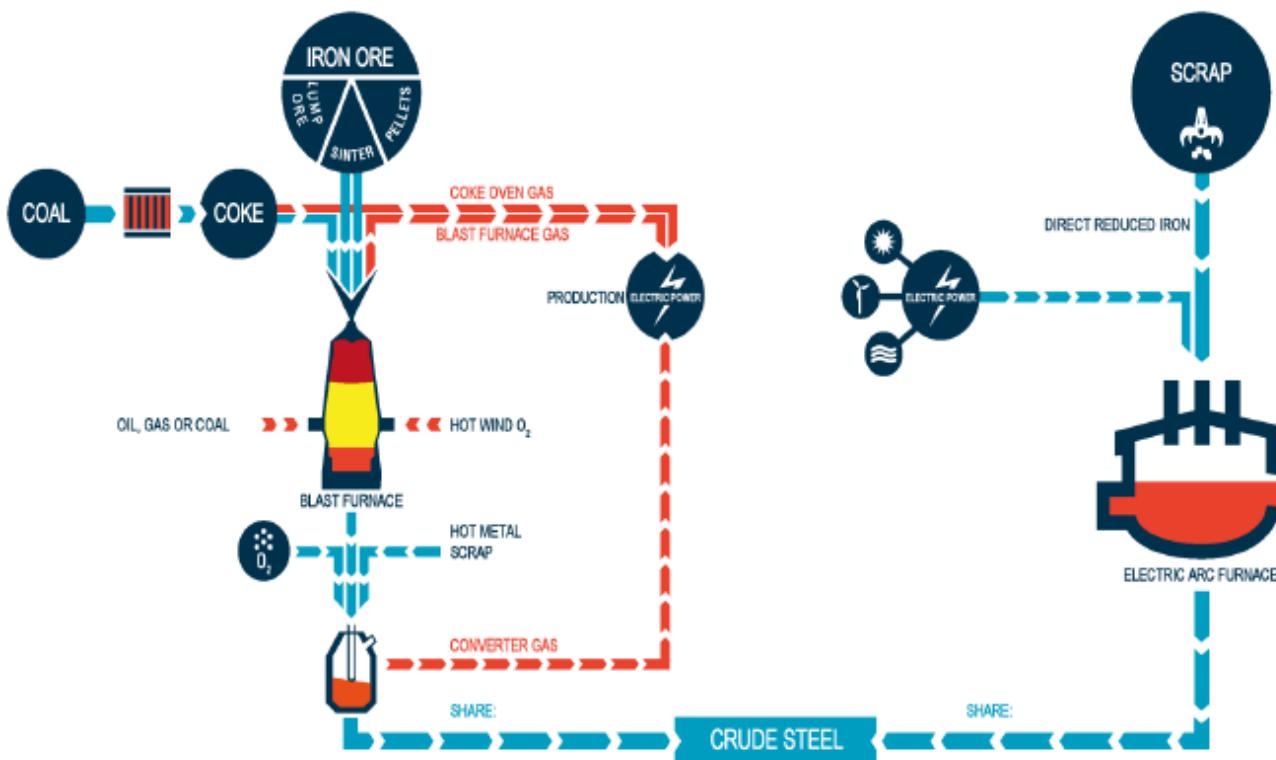
**Need to clarify rules on by-products to facilitate industrial symbiosis and help create a level-playing field across the EU**

Source: ESTEP-EUROFER WORKSHOP LEGISLATIVE CONSTRAINTS AND FUTURE THREATS FOR BY-PRODUCTS AND WASTE Circular Economy Workshop Business 10 November, 2016

# PROCESSI SIDERURGICI

DUE PRINCIPALI VIE IN EU : ALTOFORNO (BF/BOF) E FORNO ELETTRICO (EAF)

tenova<sup>®</sup>

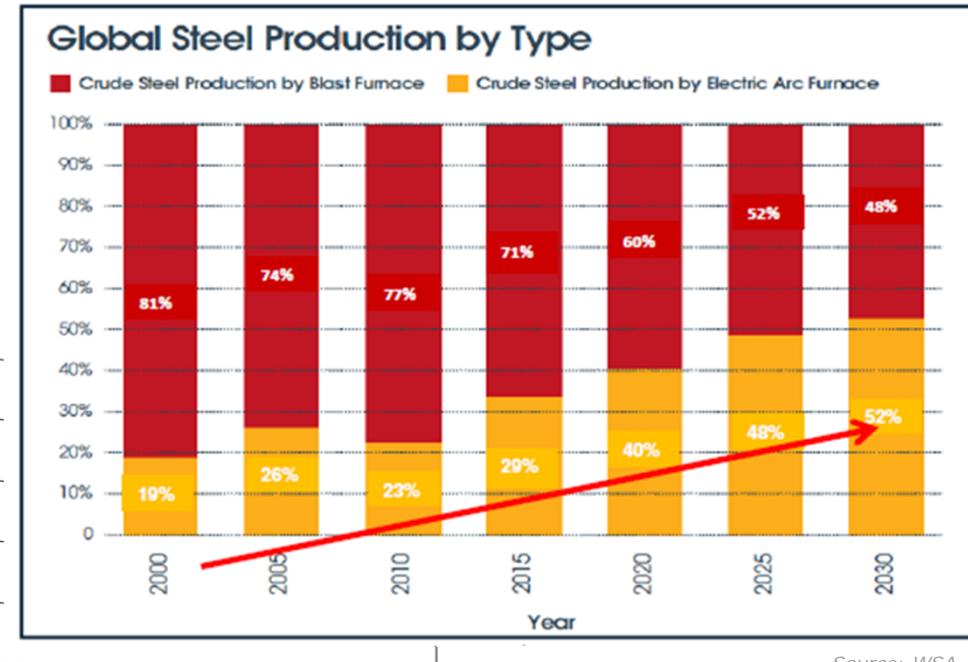
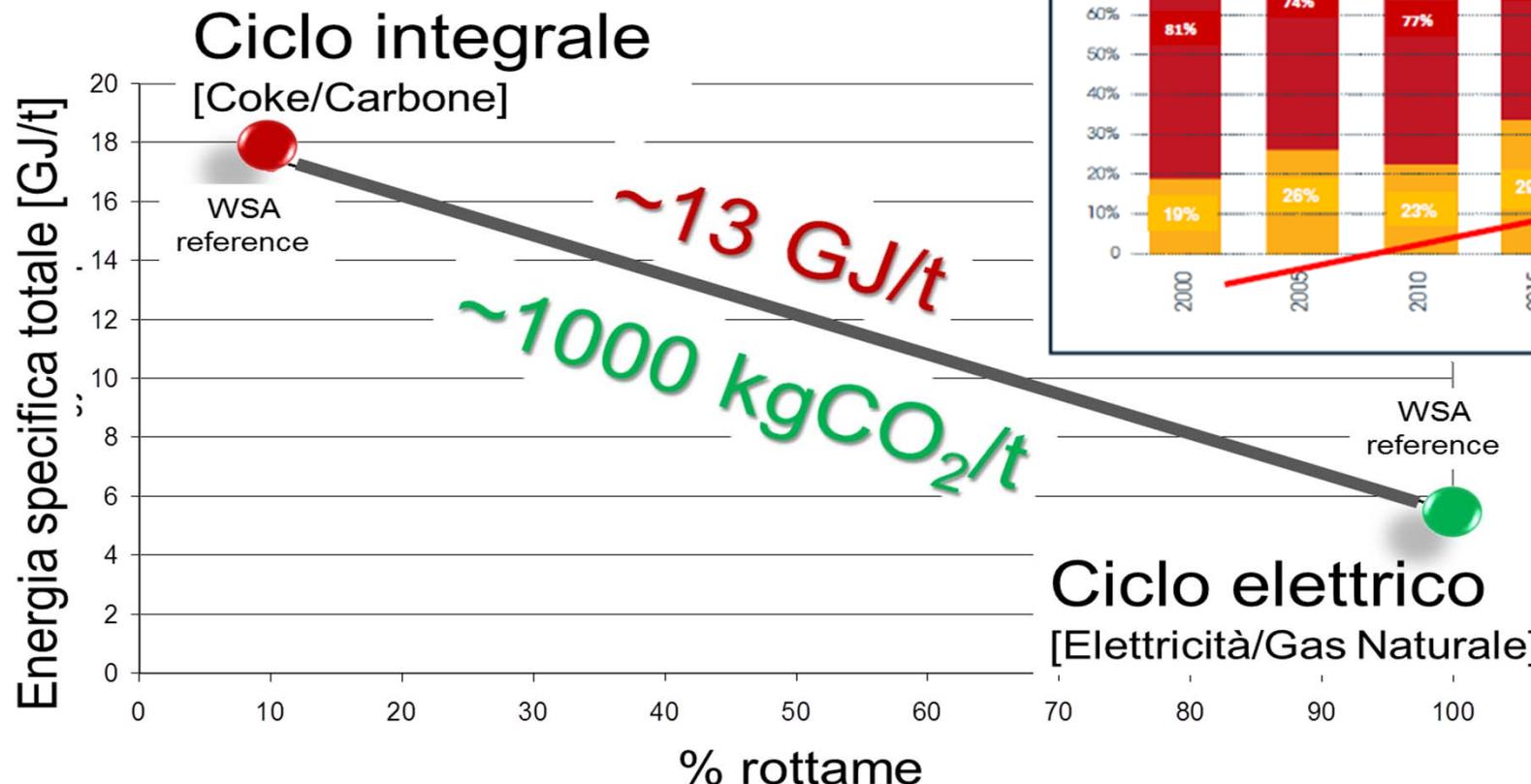


- La via BF/BOF è basata su minerali di ferro e carbone, come agente riducente (ciclo integrale), con aggiunta di limitata quantità rottami di acciaio
- La via EAF si basa su energia elettrica (ciclo elettrico) e chimica, NG/Coal, per la fusione dei rottami di acciaio

# PROCESSI SIDERURGICI

## LE DUE STRADE SONO COMPLEMENTARI

tenova



# RIDUZIONE EMISSIONI CO<sub>2</sub> RISPETTO 1990

COSA HA FATTO LA SIDERURGIA IN EU?

tenova

EU27 STEEL CO<sub>2</sub> EMISSIONS FOR THE BASELINE YEARS 1990 AND 2010

Source: BCG-VDEh

Mt CO<sub>2</sub>

300

200

100

0

Total emissions  
1990

BF-BOF production -30 Mt  
▪ 1990: 131 Mt CS  
▪ 2010: 101 Mt CS

59

BF-BOF efficiency gain -80 kg  
CO<sub>2</sub>/t CS  
▪ 1990: 1,968 kg CO<sub>2</sub>/t CS  
▪ 2010: 1,888 kg CO<sub>2</sub>/t CS

8

CAMBIO TECNOLOGIA

CS = Crude steel

EAF production +16 Mt  
▪ 1990: 55 Mt CS  
▪ 2010: 71 Mt CS

11

EAF efficiency gain -212 kg CO<sub>2</sub>/t CS  
▪ 1990: 667 kg CO<sub>2</sub>/t CS  
▪ 2010: 455 kg CO<sub>2</sub>/t CS  
▪ Effect of better indirect emissions  
(electricity) only minor (~10%)

15

EFFICIENZA ENERGETICA

- 25%

223

Total emissions  
2010

BF-BOF route  
volume effect

BF-BOF route  
efficiency gain

EAF route  
volume effect

EAF route  
efficiency gain

OHF route  
effect

Source: A. Eggert, "Valorisation of carbon  
emissions for a sustainable, competitive European  
industry" -Brussels, 26 October 2016

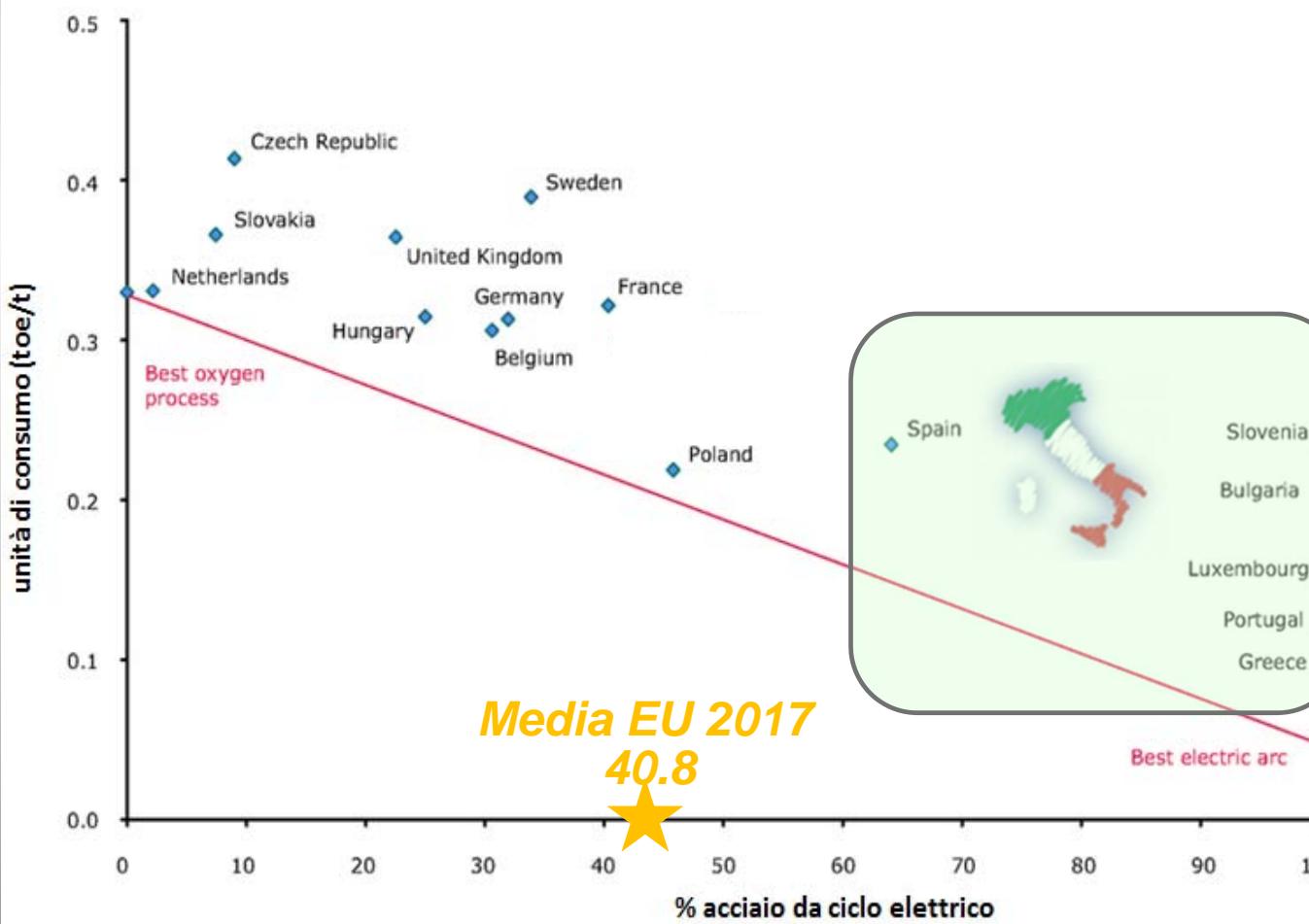
I produttori in EU stanno raggiungendo il limite termodinamico degli attuali processi

THIS DOCUMENT CONTAINS PROPRIETARY INFORMATION OF TENOVA HYL AND DANIELI & C. SPA. NOT DISCLOSABLE, NOT REPRODUCIBLE. ALL RIGHTS RESERVED.

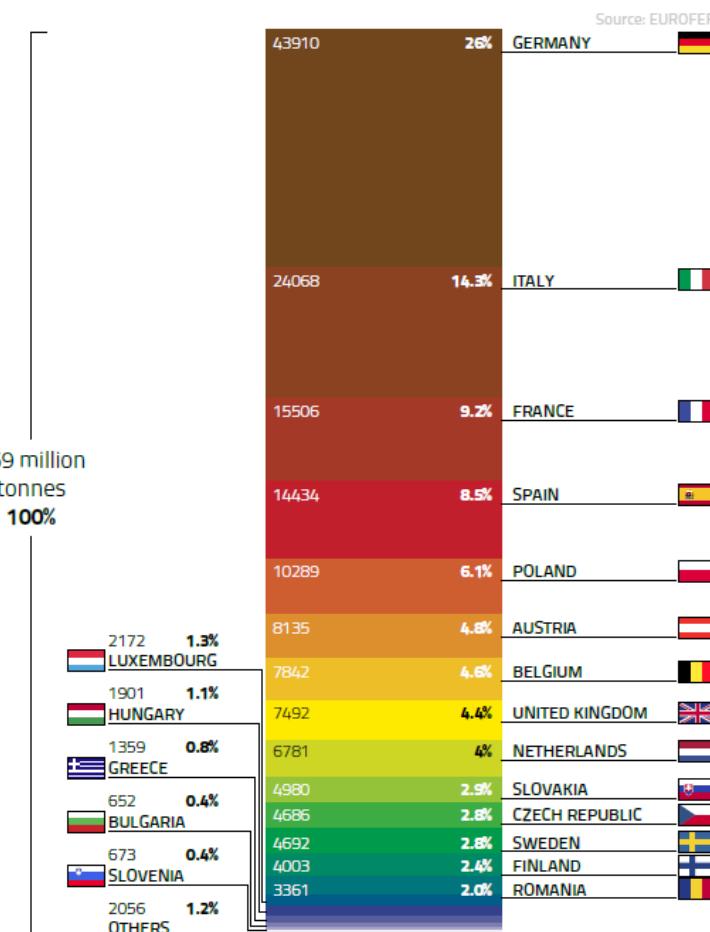
# L'ATTUALE SCENARIO IN EUROPA

## COMPROMESSO «GEOGRAFICO»

**tenova**



Produzione 2017 acciaio

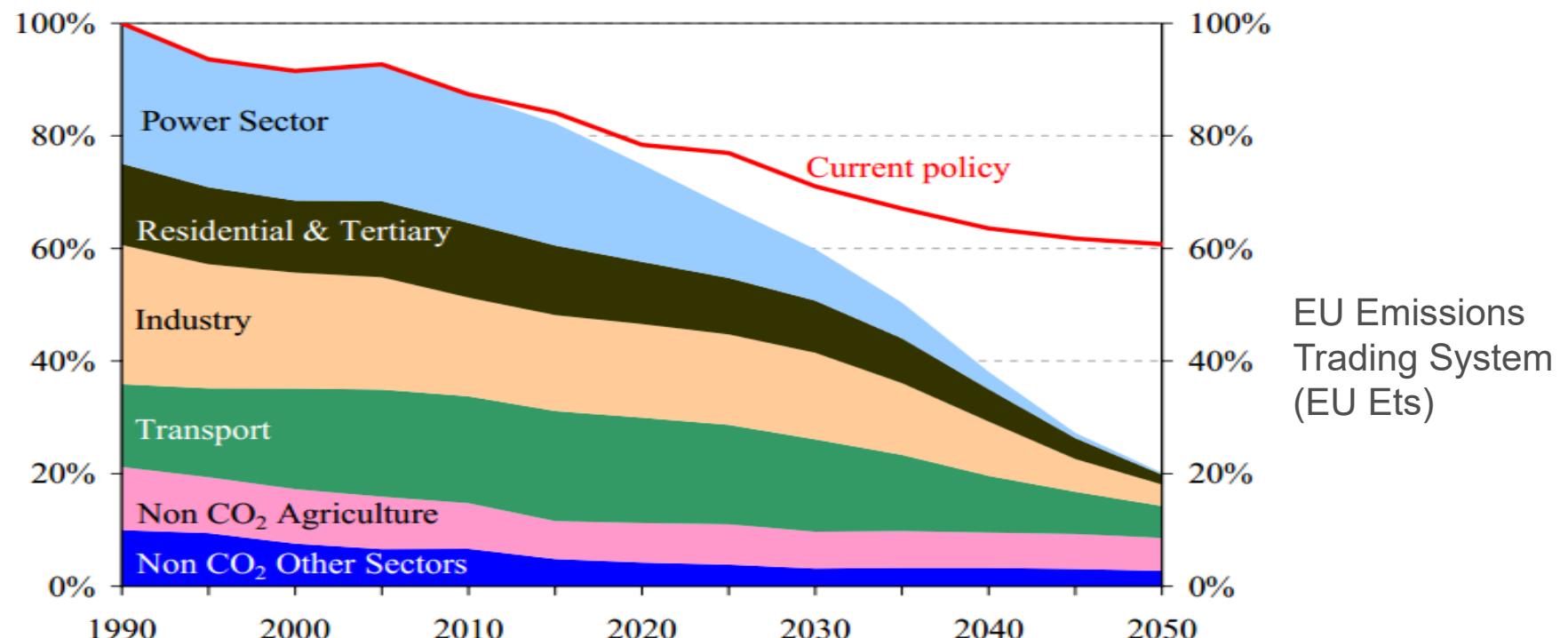


# LA NUOVA SFIDA

## TARGET DELLA EU PER RIDUZIONE GHG

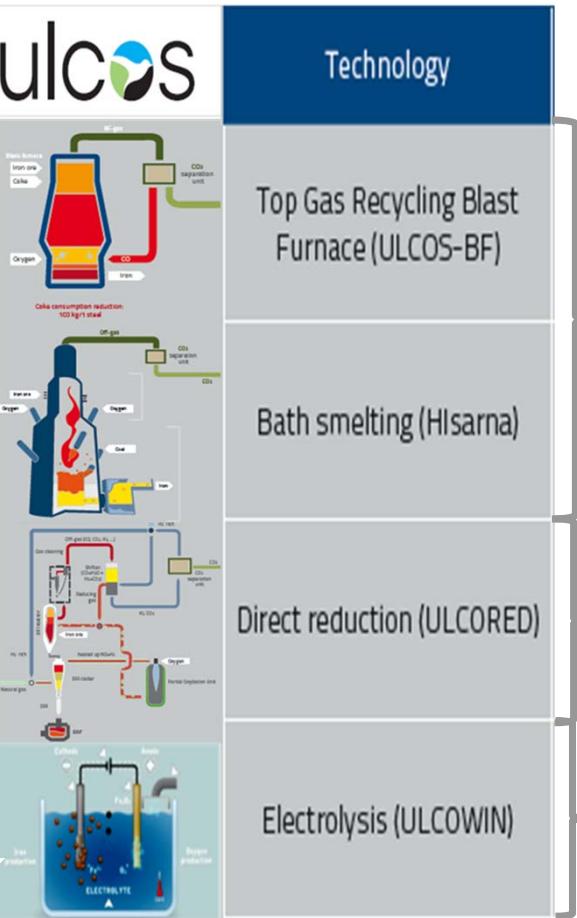
tenova

- ✓ **2020:** -20% rispetto al livello di emissioni GHG del 1990
- **2030:** -40% rispetto al livello di emissione GHG del 1990
- **2050:** impegno a riduzione 80/95% rispetto ai livelli di GHG del 1990



# COME SI E' PREPARATA LA SIDERURGIA IN EU? tenova<sup>®</sup>

DAL 2002 IMPEGNATA NELLO SVILUPPO NUOVE TECNOLOGIE



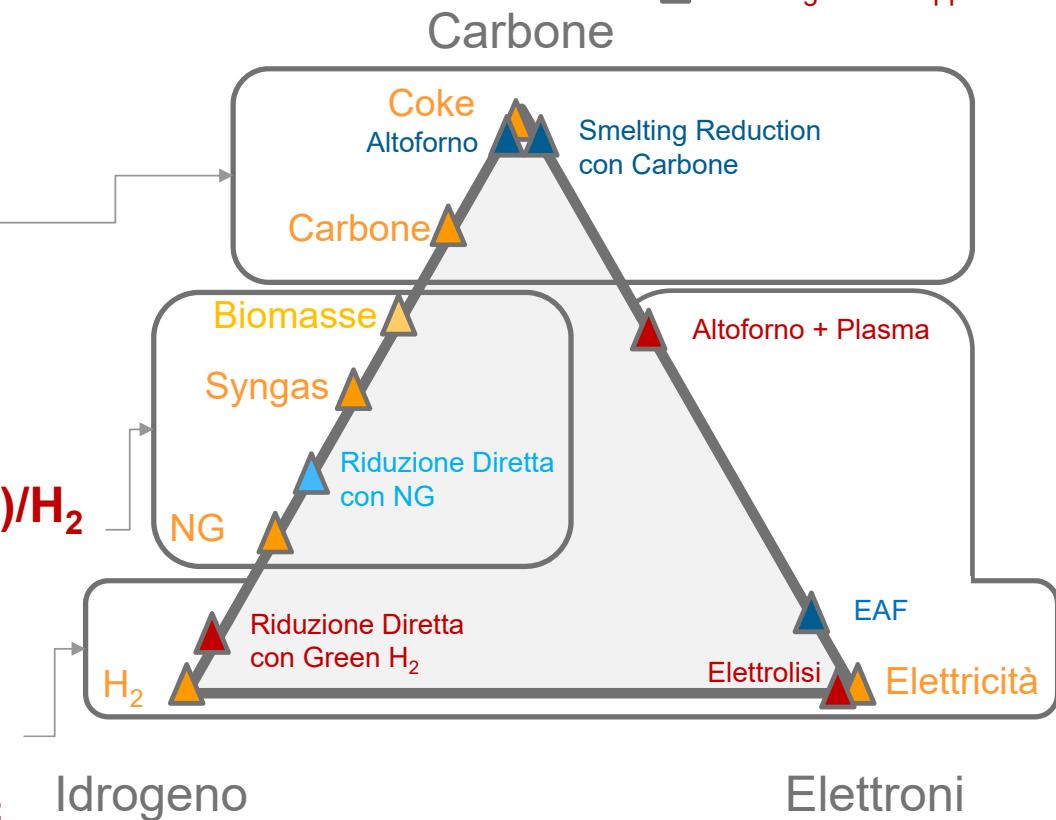
Decarbonizzazione

**COAL + CCS/CCU**

**NG/Syngas (da bio)/H<sub>2</sub> + CC embedded**

**ENERGIA ELETTRICA Rinnovabile/ Green H<sub>2</sub>**

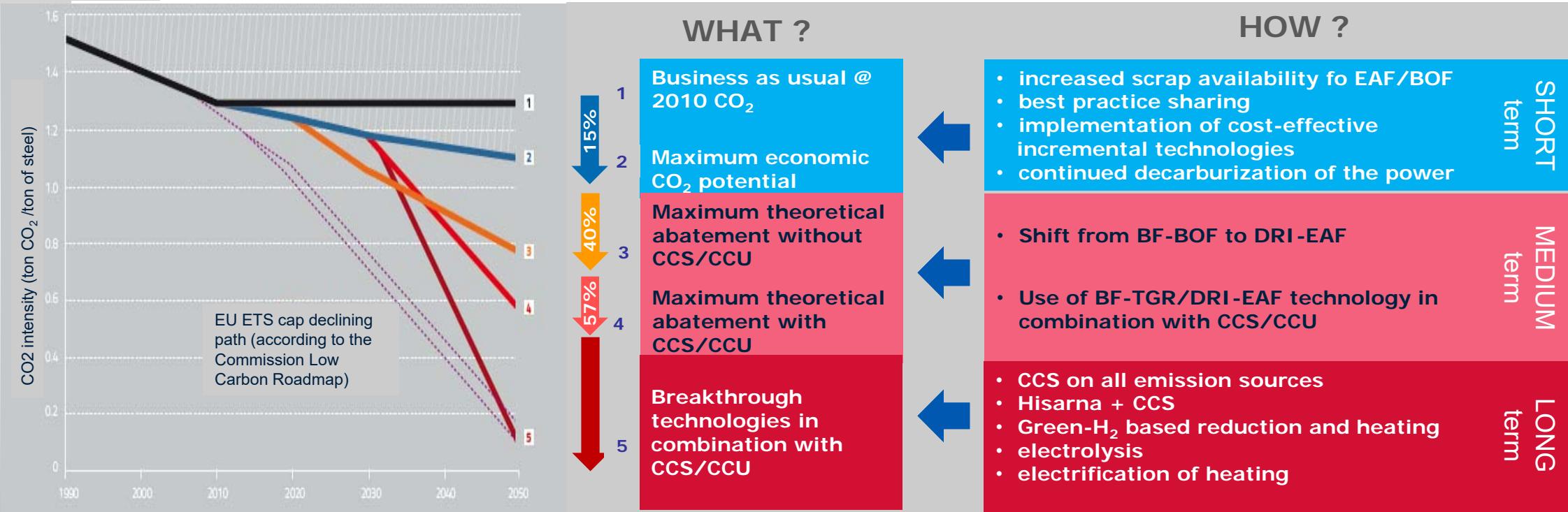
- ▲ Fonti energetiche
- ▲ Tecnologie in uso in EU
- ▲ Tecnologie disponibili
- ▲ Tecnologie in sviluppo



# LOW CARBON STEEL INDUSTRY IN EU

## SCENARIO BCG-VDEH & EUROFER

**tenova**



- Oggi l'industria dell'acciaio a basse emissioni di carbonio non è solo R&S e sfida tecnologica: la trasformazione deve essere tecnicamente ed economicamente fattibile!
- L'implementazione di tecnologie innovative richiede nuove infrastrutture e servizi energetici

# DECARBONIZZAZIONE

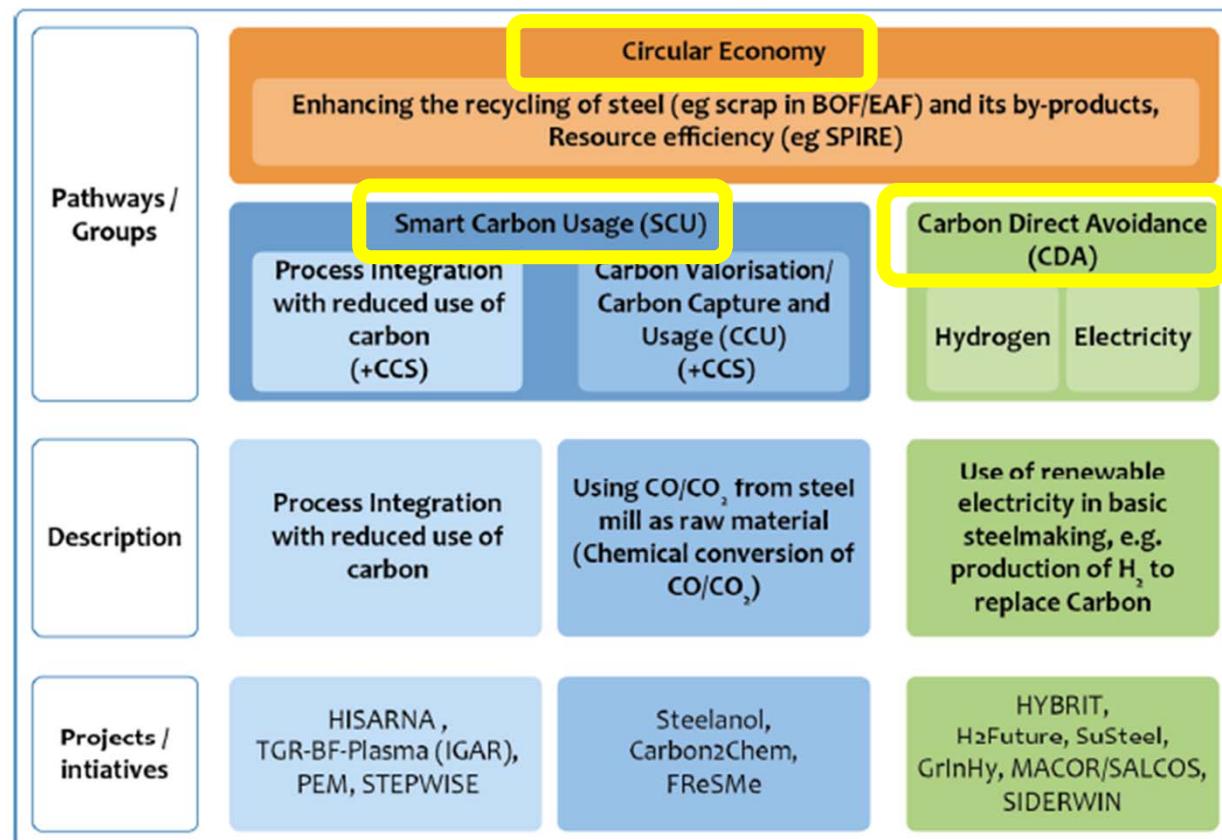
## ESTEP/EUROFER MASTERPLAN 2017

tenova



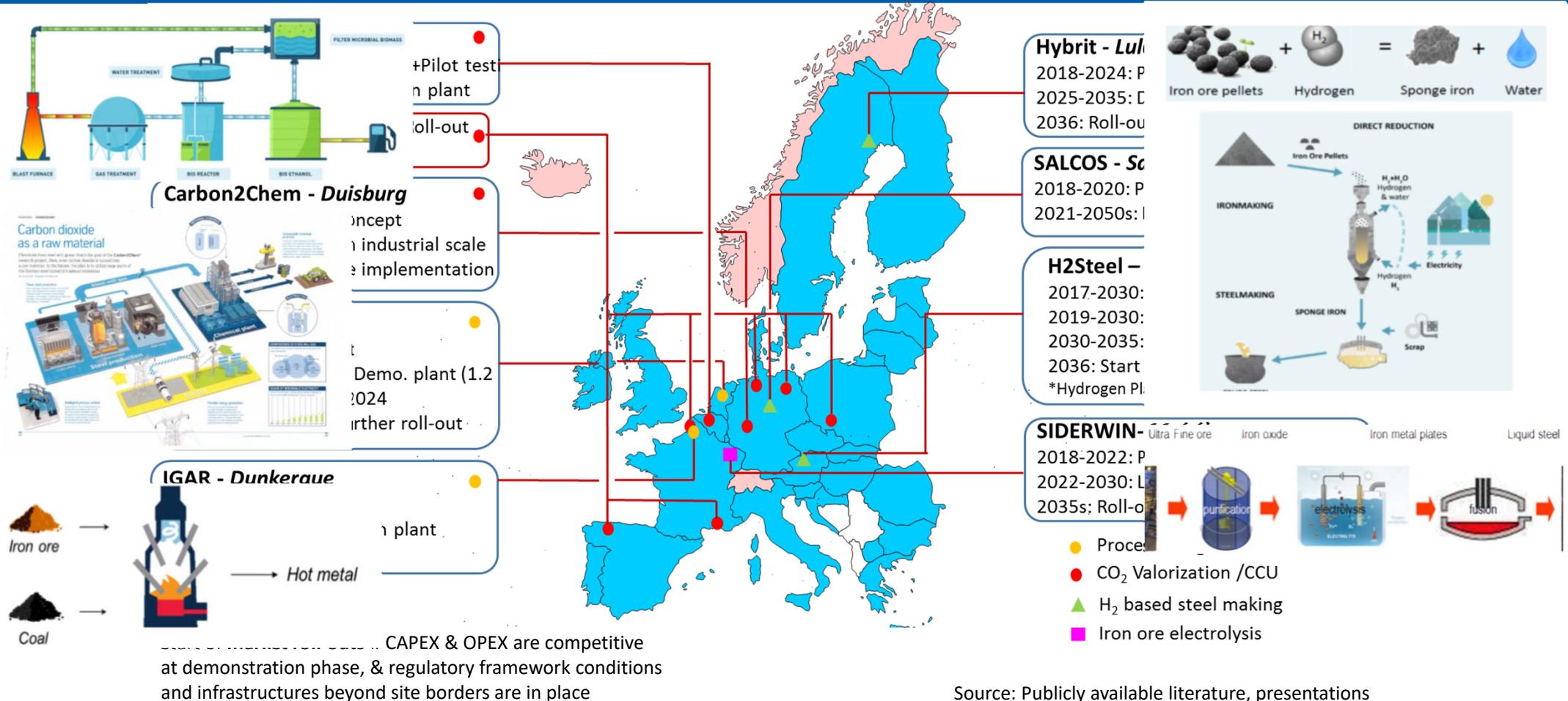
Abbiamo diverse opzioni  
tecnologiche ma  
cosa ha senso fare e perchè ?

## ESTEP/EUROFER MASTERPLAN 2017



Source: ESTEP Masterplan 2017

# MAPPING KEY INNOVATIVE CARBON NEUTRAL PROJECTS OF THE EU STEEL INDUSTRY



Source: Publicly available literature, presentations

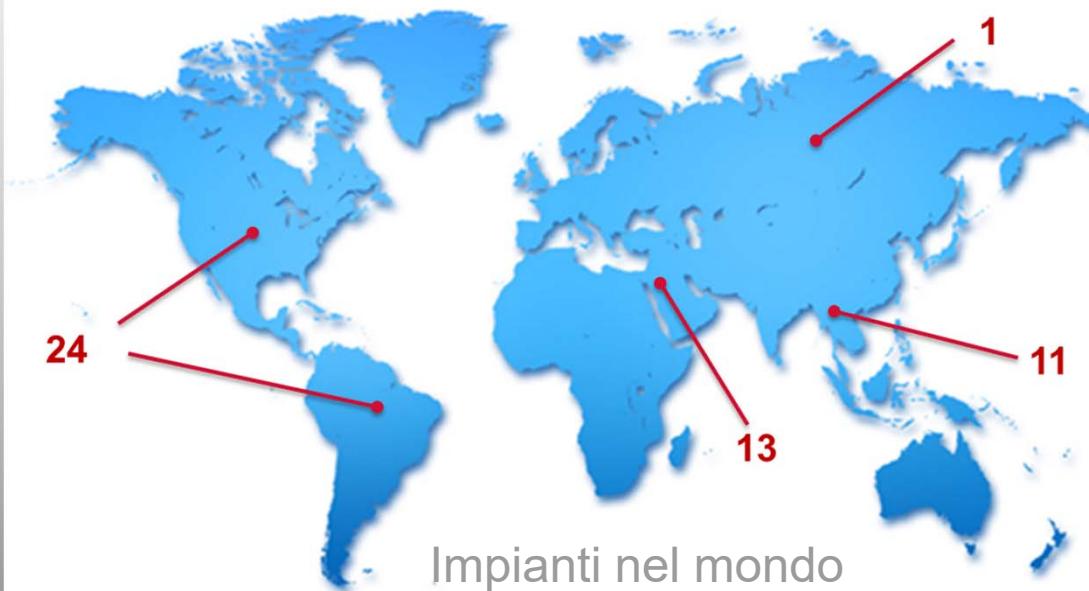
# L'ESPERIENZA DI TENOVA

## ENERGIRON PROCESS

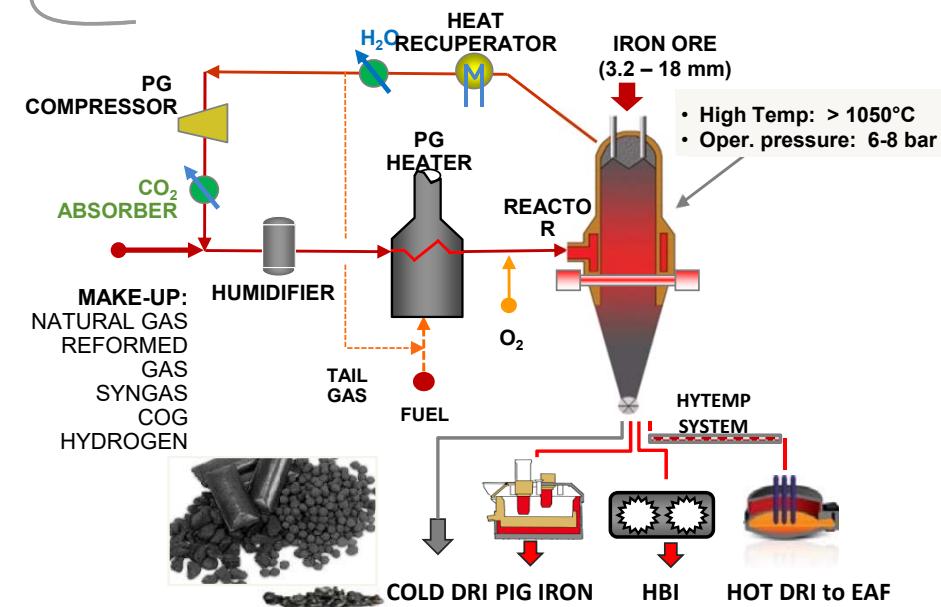
tenova

### DECARBONIZZAZIONE GRADUALE

L'impianto di riduzione diretta utilizza il **gas come agente riducente** e ha il potenziale per l'introduzione graduale dell' «H<sub>2</sub> verde» generato utilizzando le fonti rinnovabili



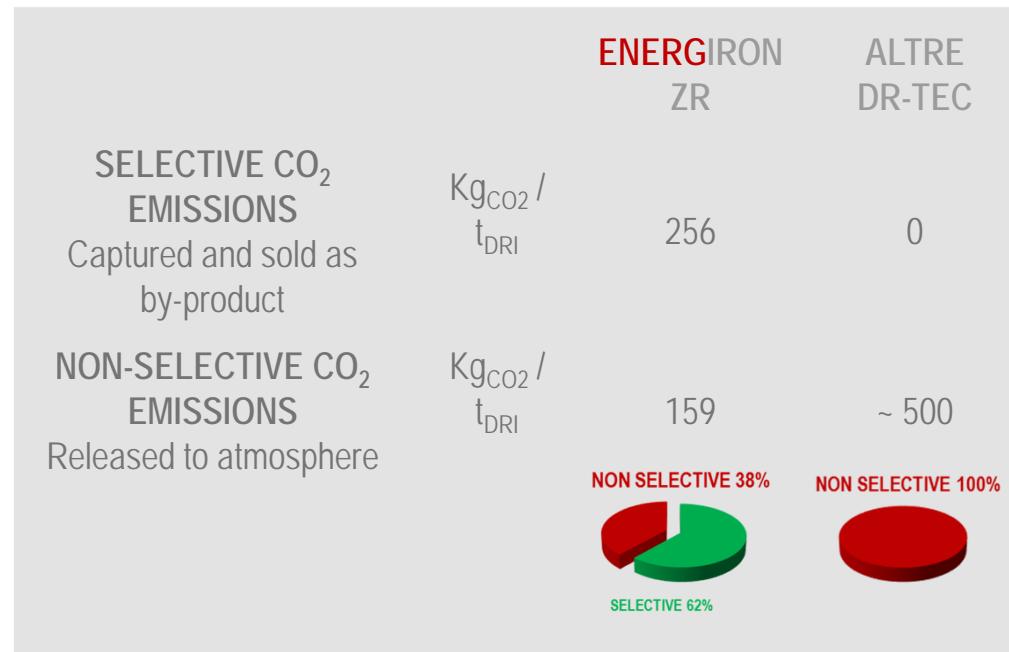
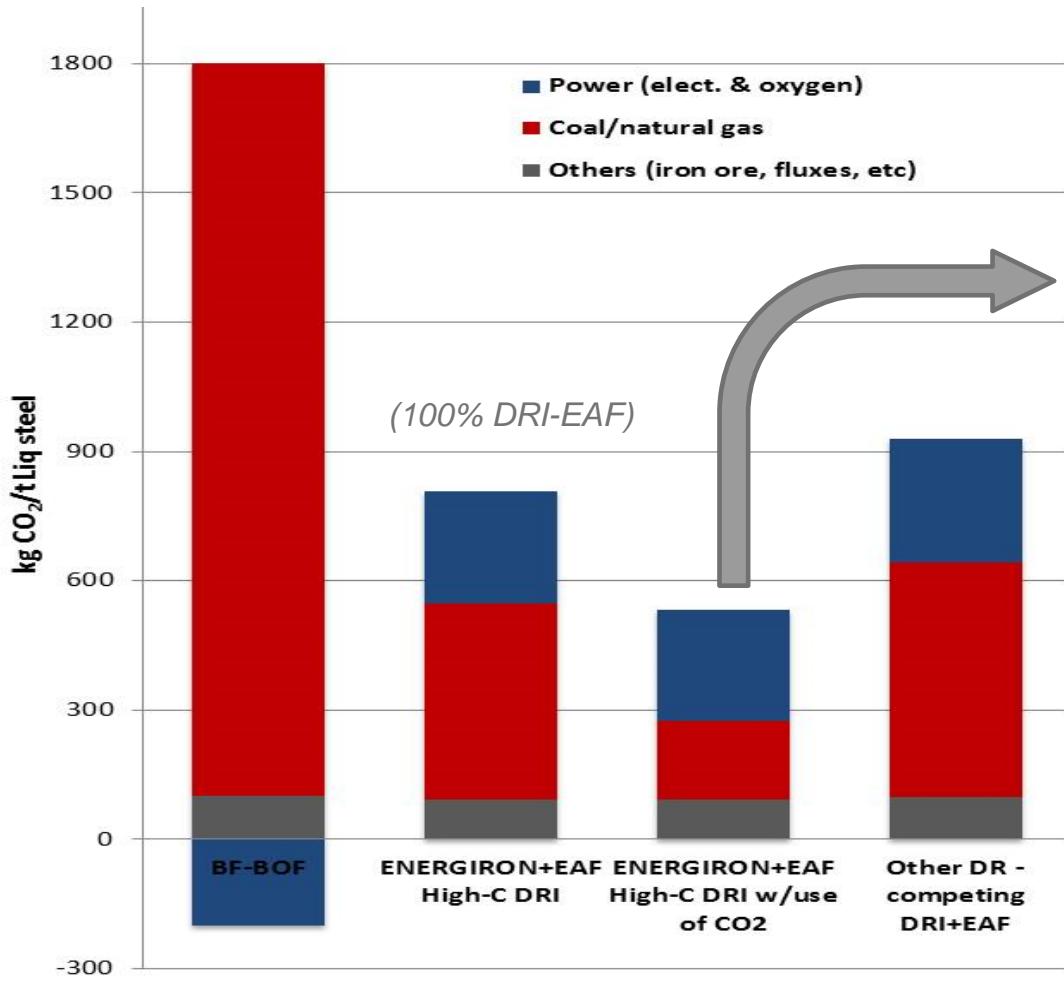
Il processo **ENERGIRON** intrinsecamente include un sistema di assorbimento della CO<sub>2</sub>



# ENERGIRON PROCESS

## CO<sub>2</sub> EMISSIONS

**tenova**



### NOTE:

All figures related to carbon/CO<sub>2</sub> for balances, include:

- iron ore mining/pelletizing, transport
- power & oxygen generation / consumption
- all other consumables (fluxes, etc.)
- Assumed location for 0,5 kg CO<sub>2</sub>/kWh

# CARBON CAPTURING UTILISATION

## ESEMPI NEL SETTORE SIDERURGICO NEL MONDO

**tenova**

### OGGI

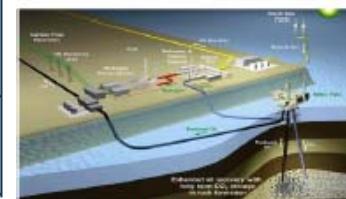
HYL/ENERGIRON DR Plant	Off-taking Company	Use
Ternium; Monterrey, Mexico	Praxair	Food and beverages industries
Ternium; Puebla, Mexico	Infra	Beverages industries
PTKS; Indonesia	Janator	Food industry
PSSB; Malaysia	Air Liquid/MOQ	Food industry
JSW Salav; India	Air Liquid	Dry ice
Emirates Steel; UAE <sup>(1)</sup>	Masdar/ADNOC	Enhanced Oil Recovery (EOR)
Nucor; USA <sup>(2)</sup>	Denbury Resources Inc.	Nearby piping network; EOR



Food & Beverage



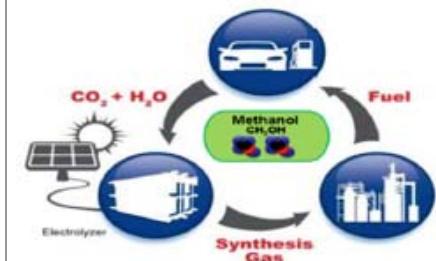
Dry Ice



EOR



Construction Aggregates



Methanol Production

Note (1): On-going project.

Note (2): To be executed

# USO DELL'IDROGENO

## TEST DI LUNGA DURATA

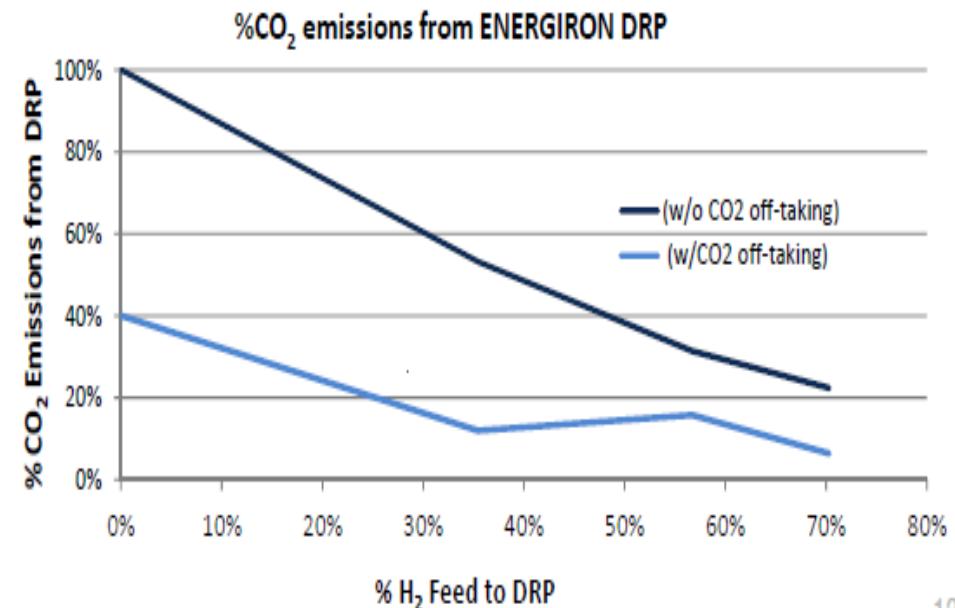
tenova

Parameter related to H <sub>2</sub>	ENERGIRON	Other DR technology
H <sub>2</sub> O/C ratio in Reformer	2.0 – 2.5	1.5
H <sub>2</sub> /CO ratio in reducing gas	4 - 5	1.7
%H <sub>2</sub> to reactor (% vol.)	~70%	~55%

- Additionally, in the 1990's, Tenova HYL carried out extensive tests at pilot plant with up to **90% H<sub>2</sub>**, to define:
  - ✓ Process parameters
  - ✓ DRI quality
  - ✓ Optimization of operating pressure, L/D ratio, etc. for the proper use, gas distribution and design of the scheme for H<sub>2</sub> utilization.

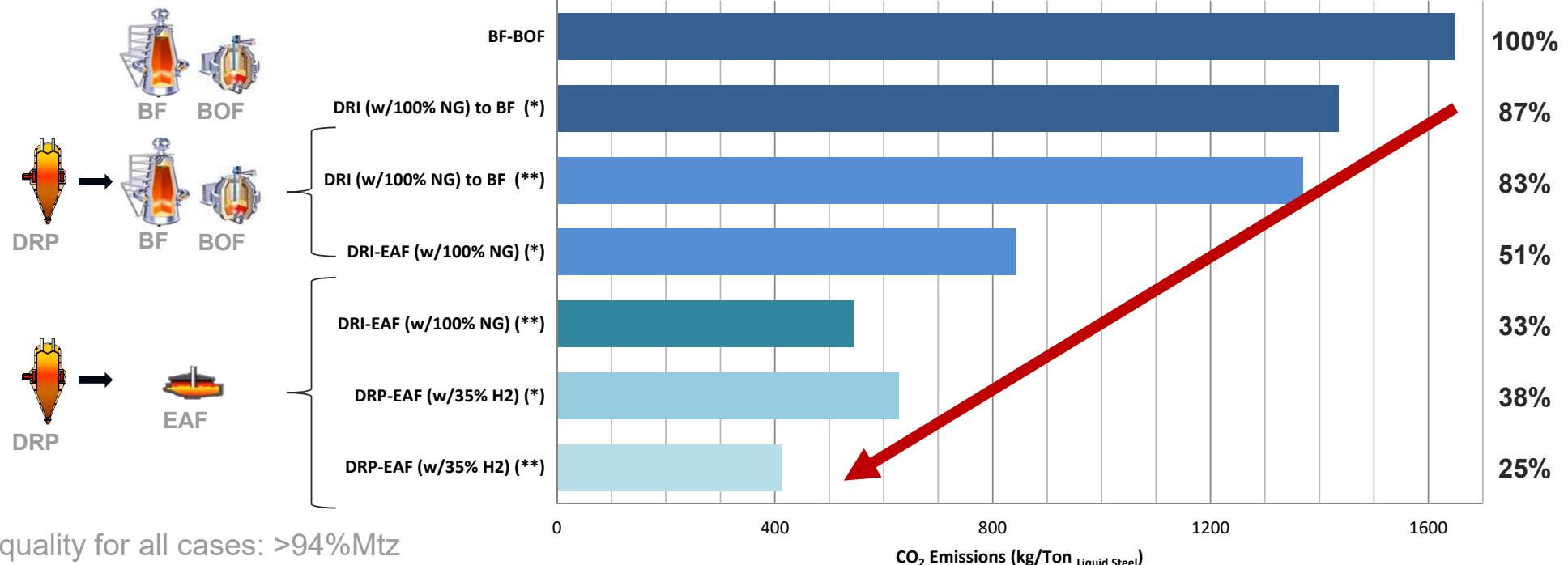


L'impatto maggiore nella riduzione di CO<sub>2</sub> consiste nel sostituire il 100% di carbone con 100% di NG.  
Un altro 60% di riduzione si ottiene sostituendo il 50% di NG con il 50% di H<sub>2</sub>.



# RIDUZIONE CO<sub>2</sub> NELLO STEELMAKING BASATE SU TECNOLOGIA ENERGIRON ZR

tenova



## Notes:

(\*) Without CO<sub>2</sub> off-taking / commercialization

(\*\*) With CO<sub>2</sub> off-taking / commercialization

H<sub>2</sub>% as energy input

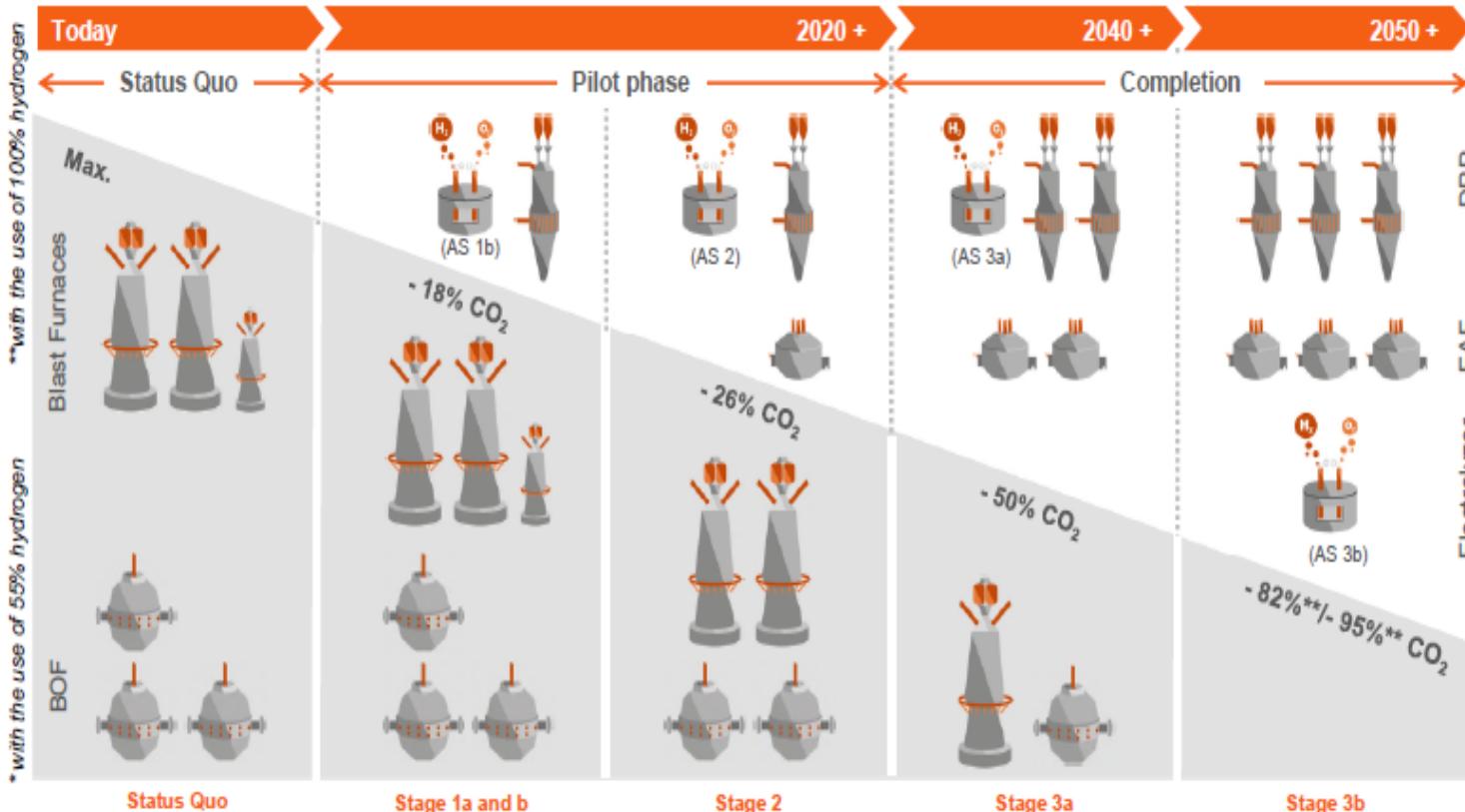
# DECARBONIZZAZIONE GRADUALE

## SALCOS – PROJECT STAGES

tenova

**SALCOS** – SALzgitter Low CO<sub>2</sub> Steelmaking

**Summary: Transformation of Integrated Steelmaking to DRP/EAF Based Steelmaking in Three Stages**



Equivalent to CO<sub>2</sub> emissions by

**4.650.000**

Cars



**~ 10,5%**

all vehicles in  
Germany



Equivalent to CO<sub>2</sub> absorbed by

**500.000.000**

Trees

**~ 6,6 times**

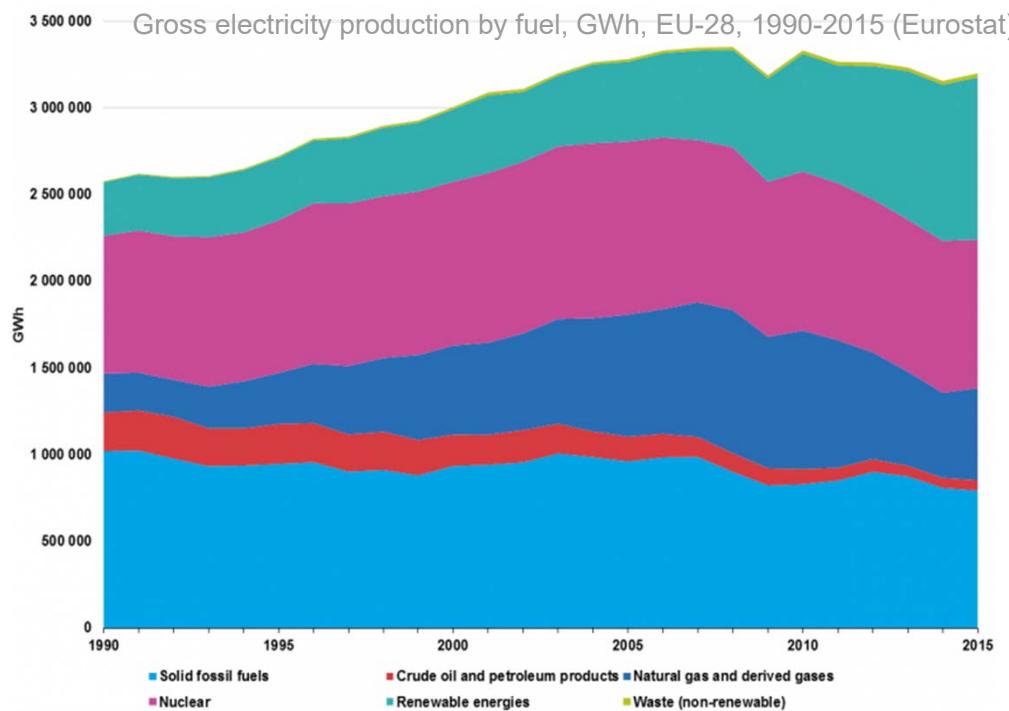
Berlin city  
area



# INVESTIMENTI A MEDIO/LUNGO TERMINE

## NECESSITÀ DI INFRASTRUTTURE

tenova



**EU-28 gross electricity production 2015: 3 234 TWh**

EU-28 final electricity consumption 2015: 2 741 TWh

**EU steel electricity consumption (today): ~ 75 TWh**

If 100% hydrogen/electricity/CCUS based: ~ 400-500 TWh\*

\*with today's efficiency  
of electrolyzers for H<sub>2</sub> production



## Come sarà il mercato dell'energia nel 2030/40 ?

- Quantità di elettricità disponibile ?
- Quota di fonti rinnovabili ?
- Infrastrutture ?
- Prezzi competitivi a livello EU per l'industria ?
- Quale sarà la giusta cornice legale per proteggere l'industria EU dalla rilocalizzazione delle emissioni di carbonio?

# LA VIA DELLA DE-CARBONIZZAZIONE

## ALTO POTENZIALE - ALTO RISCHIO - ALTO RITORNO



- **Esiste un enorme potenziale di riduzione di CO<sub>2</sub> dal settore siderurgico ...**
  - ✓ 50-95% oltre le riduzioni già raggiunte
  - ✓ alcune tecnologie sono "pronte per l'uso" (*Riduzione Diretta*)
  - ✓ per altre la sfida è nell'upscaling industriale (*Top GasRecycling BF, smelting reduction - Hisarna, elettrolisi*)
- **... ma questi progetti sono rischiosi ...**
  - ✓ ad elevata intensità di capitale
  - ✓ necessitano di:
    - condizioni di mercato stabili, favorevoli e competitive
    - fiducia sull'impegno ed il successo di altri settori (ad esempio il settore energetico per energie rinnovabili ed idrogeno)
    - politica energetica a livello EU chiara e condivisa
- **... anche se determinanti per raggiungere gli obiettivi di riduzione CO<sub>2</sub> posti dalla EU per il 2050**



**Enrico Malfa**  
Metals  
R&D Director

Tenova S.p.A.  
Via Gerenzano, 58  
21053 Castellanza, VA - Italy  
T +39 0331 444874  
M +39 335 6682234  
[enrico.malfa@tenova.com](mailto:enrico.malfa@tenova.com)  
[www.tenova.com](http://www.tenova.com)

[www.tenova.com](http://www.tenova.com)

TECHINT GROUP

