



Il futuro low carbon e circolare dell'acciaio

The low carbon and circular future of steel

Carlo Carraro
Professore ordinario di Economia Ambientale e Rettore Emerito dell'Università Ca' Foscari Venezia. Vice Presidente dell'IPCC-WG III. Ph.D. - Princeton University, USA.

Carlo Carraro
President Emeritus and Professor of Environmental Economics, Ca' Foscari University of Venice. Ph.D Princeton University. Vice Chair, IPCC WG III.

Carlo Carraro è Rettore Emerito e professore di Economia Ambientale all'Università Ca' Foscari di Venezia di cui è stato il Rettore dal 2009 al 2014. E' stato anche il Presidente dell'European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE) e Direttore Scientifico della Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM). E' ora Vice-Presidente e membro del Bureau dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC WG III), l'organizzazione delle Nazioni Unite che si occupa di cambiamenti climatici, insignita nel 2007 del premio Nobel. È anche il Presidente della Commissione su Cambiamenti Climatici, Infrastrutture e Mobilità Sostenibili costituito presso il relativo Ministero (MIMS), oltre che membro dell'High Level Advisory Group della DG ECFIN e del Comitato Strategico del Centro EuroMediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC). Presiede inoltre l'Executive Board dell'European Institute on Economics and the Environment (EIEE). Ha conseguito il dottorato di ricerca all'Università di Princeton negli Stati Uniti e, prima di arrivare a Ca' Foscari, ha insegnato all'Università di Parigi I e in quella di Udine. Nel 2016 è divenuto Fellow Onorario dell'Association of Environmental and Resource Economists (AERE) e membro del World Economic Forum (WEF) Expert Network. Nel 2013 è stato insignito dal Presidente della Repubblica Italiana del titolo di Grande Ufficiale Ordine al Merito della Repubblica Italiana. Nel 2020 è stato eletto membro dell'Accademia Europaea.

Carlo Carraro is Rector Emeritus and Professor of Environmental Economics at the Ca' Foscari University of Venice of which he was the Rector from 2009 to 2014. He was also the President of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE) and Scientific Director of the Eni Enrico Mattei Foundation (FEEM). He is now Vice-President and member of the Bureau of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC WG III), the United Nations organization that deals with climate change, awarded in 2007 the Nobel Prize. He is also the President of the Commission on Climate Change, Infrastructure and Sustainable Mobility established at the relevant Ministry (MIMS), as well as a member of the High-Level Advisory Group of DG ECFIN and of the Strategic Committee of the EuroMediterranean Center on Climate Change (CMCC). He also chairs the Executive Board of the European Institute on Economics and the Environment (EIEE). He received his PhD from Princeton University in the United States and, before arriving at Ca' Foscari, he taught at the Universities of Paris I and Udine. In 2016 he became an Honorary Fellow of the Association of Environmental and Resource Economists (AERE) and a member of the World Economic Forum (WEF) Expert Network. In 2013 he was awarded the title of Grand Official Order of Merit of the Italian Republic by the President of the Italian Republic. In 2020 he was elected member of the Academia Europaea.

La necessità di un progressivo avvicinamento ad una economia circolare è ormai riconosciuta in tutti i settori economici ed in tutte le analisi che tengano in considerazione la sostenibilità nel tempo della crescita economica. Un'economia circolare presuppone infatti che i prodotti mantengano il loro valore aggiunto il più a lungo possibile, minimizzando l'immissione di nuovi rifiuti. Alla fine del ciclo di vita di un prodotto, inoltre, le risorse intrinseche non vanno perdute, ma sono reimmesse nel sistema economico per creare nuovo valore. E' quindi una **forma di efficienza produttiva**, non solo di tutela dell'ambiente.

Tra i materiali che hanno le caratteristiche per essere parte di una ideale economia circolare, l'acciaio è sicuramente tra i più importanti. L'acciaio è riciclabile quasi al 100% ed è in effetti il materiale più riciclato al mondo. Gli elementi in acciaio provenienti da prodotti dismessi (macchinari, veicoli, costruzioni, ecc.) sono raccolti e selezionati grazie alle loro proprietà magnetiche. L'acciaio prodotto da materiale di riciclo non presenta alcun degrado nelle proprietà meccaniche, risultando così indistinguibile dal materiale "nuovo".

L'acciaio non viene mai consumato, ma continuamente trasformato attraverso i processi di riciclo.

Per questo motivo **l'acciaio è oggi di gran lunga il materiale più riciclato al mondo**. Terminata la vita utile dell'opera in cui è inserito un elemento in acciaio, infatti, esso può essere ricondotto in acciaieria per assumere altra funzione. Il 99% del materiale derivante dal riciclo dell'acciaio è un materiale di prima scelta. Il restante 1% viene recuperato come inerte per uso stradale.

Nell'Unione Europea, circa il 40% della produzione siderurgica è stata realizzata grazie al recupero e riciclo di materiale ferroso, che viene rifuso per dare vita a nuovi prodotti in acciaio. In Italia, primo produttore europeo di acciaio a forno elettrico, tale percentuale è significativamente più elevata e supera il 75%.

Ma le buone notizie per l'Italia non si fermano qui. Nel corso del 2019, **l'Italia ha già superato gli obiettivi fissati per il 2030** in merito al riciclo degli imballaggi in acciaio. La raccolta del 2019 ha destinato al recupero l'82% dell'acciaio immesso nel mercato, superando così, con dieci anni di anticipo, l'ambiziosa soglia minima dell'80% imposta dalla direttiva Europea sull'economia circolare. La percentuale di acciaio raccolto nel 2019, con le sue 480.921 tonnellate, è cresciuta del 4,7% rispetto a quanto rilevato nel 2018. Di questa quantità, sono 399.006 le tonnellate di acciaio (l'82% appunto) avviate al riciclo (tra barattoli, bombolette, tappi, scatolette e altri imballaggi).

Nonostante l'acciaio sia un metallo potenzialmente riciclabile all'infinito senza che le sue proprietà possano subire delle alterazioni, non tutto il materiale raccolto è quindi idoneo al riciclo. Perché l'acciaio possa essere riciclato, infatti, è necessario ripulirlo quanto più possibile dalle impurità prima di gettarlo tra i rifiuti differenziati. Questo spiega perché la percentuale di riciclo non sia ancora vicina al cento per cento.

L'acciaio riciclato è una materia prima molto richiesta e i settori che se ne avvantaggiano sono diversi: l'industria delle biciclette, degli elettrodomestici, il settore *automotive*, ferroviario e navale, l'edile e quello



Nowadays, all economic sectors and economic growth sustainability studies recognise the need to approach a circular economy. A circular economy assumes that products retain their added value for as long as possible, minimizing new waste. Furthermore, at the end of a product's life cycle, the intrinsic properties are not lost but are reintroduced into the economic system to create new value. It is, therefore, a form of **production efficiency**, not only of environmental protection.

Among the materials that have the characteristics to be part of an ideal circular economy, steel is undoubtedly one of the most important. It is almost 100% recyclable and is, in fact, the most recycled material in the world. Steel elements from discarded products (machinery, vehicles, buildings, etc.) are collected and selected thanks to their magnetic properties. Steel produced from recycled material does not lose its mechanical properties, making it indistinguishable from the "new" material.

Steel is never consumed, but continuously transformed through recycling processes.

For this reason, steel is now by far **the most recycled material in the world**. Once an item made of steel ends its life cycle, you can return it to the foundry to produce a new object with another function. 99% of the material resulting from the recycling of steel is a first-choice material. The remaining 1% is inert and included in road use. The European Union recycles about 40% of steel production thanks to the recovery and recycling of ferrous material, which gives life to new steel products. In Italy, the leading European producer of electric furnace steel, this percentage is significantly higher and exceeds 75%.

But the good news for Italy doesn't stop there. In 2019, **Italy already exceeded the targets set for 2030** regarding the recycling of steel packaging. The 2019 waste collection allotted 82% of the steel placed on the market for recovery, thus exceeding, ten years in advance, the ambitious minimum threshold of 80% imposed by the European directive on the circular economy. The percentage of steel collected in 2019, with its 480,921 tons, grew by 4.7% compared to what was recorded in 2018. Of this quantity, 399,006 tons of steel (82%) were sent for recycling (including jars, spray, caps, containers, and other packaging).

Although steel is a potentially infinitely recyclable metal without altering its properties, not all the collected material is suitable for recycling. For steel to be recycled, it is necessary to remove, as much as possible, impurities before throwing them into the differentiated waste. This fact explains why the recycling rate is still not close to one hundred percent.

Recycled steel is a coveted raw material, and the sectors that benefit from it are numerous: the bicycle industry, household appliances, the automotive, railway, and naval sectors, construction, and food with packaging. Thus, **steel recycling** is a highly strategic supply chain with positive implications on several levels. On the one hand, it contributes to making the steel sector more sustainable, reducing its impact on the concentration of greenhouse gases in the atmosphere. On the other, it also brings economic advantages. It should be remembered that the mining industry, from which metals such as aluminium and steel are derived, is one of the most polluting on the planet and is responsible for the emission of extremely harmful dust. Suffice it to say that the approximately 400 thousand tons of recycled steel packaging in 2019 resulted in the savings of 1.4 TWh of energy produced, 268 thousand tons of raw material used, and **lower emissions of 415 thousand tons of CO2 into the atmosphere**.

Therefore, the crucial issue for steel is to achieve a production capacity with low quantities of CO2 emissions, increasing the energy efficiency of production plants and powering the plants with renewable energy or hydrogen. This issue is decisive on a global scale. Today, **steel production generates about 8% of global CO2 emissions** since 74% of the energy raw materials used worldwide in iron and steel production are coal, coke, and other coal products.

Most of the CO2 emissions generated derive from producing new steel starting from the ore made in blast furnaces loaded with a mixture of ore and "coke" coal, that is, coal pre-treated to reduce iron oxides in the blast furnace, and each ton of steel requires about 0.8 tons of coal. Much less polluting is instead the steel coming from recycled materials, representing nearly a quarter (29%) of the world steel production produced through the



alimentare, proprio con gli imballaggi. Quella del riciclo dell'acciaio è una filiera fortemente strategica, con risvolti positivi su più livelli: da una parte contribuisce a rendere più sostenibile il settore siderurgico, riducendone l'impatto sulla concentrazione di gas serra in atmosfera, dall'altra porta vantaggi anche sul piano economico. Va infatti ricordato che l'industria mineraria, dalla quale derivano metalli come l'alluminio e l'acciaio appunto, è una delle più inquinanti del pianeta ed è la responsabile dell'emissione di polveri nocive altamente dannose per la salute umana. Basti pensare che il frutto delle circa 400 mila tonnellate di imballaggi d'acciaio riciclati nel 2019 è stato un risparmio di 1,4 TWh di energia prodotta, di 268 mila tonnellate di materia prima utilizzata e **minori emissioni di 415 mila tonnellate di CO₂ in atmosfera.**

Il tema cruciale per l'acciaio è quindi quello di raggiungere una capacità di produzione a basse quantità di emissione di CO₂, aumentando l'efficacia energetica degli impianti di produzione e/o alimentando gli impianti con energie rinnovabili o idrogeno. Il tema è decisivo su scala globale. **La produzione dell'acciaio genera oggi circa l'8% delle emissioni globali di CO₂,** poiché il 74% delle materie prime energetiche utilizzate nel mondo nei processi di produzione del ferro e dell'acciaio sono carbone, coke e altri prodotti del carbone.

La maggior parte delle emissioni di CO₂ generate deriva dal processo di produzione di nuovo acciaio a partire dal minerale che viene realizzato in altoforni caricati con una miscela di minerale e di carbone "coke", ovvero un carbone pre-trattato per generare nell'altoforno l'ambiente per ridurre gli ossidi di ferro. Ogni tonnellata di acciaio richiede circa 0,8 tonnellate di carbone. Molto meno inquinante è invece l'acciaio proveniente da materiali di riciclo, che rappresenta circa un quarto (29%) della produzione mondiale di acciaio e che viene prodotto tramite il forno elettrico ad arco (EAF), utilizzando principalmente rottami di acciaio con elettricità prodotta da combustibili fossili.

La strada per la decarbonizzazione dell'industria dell'acciaio sembra oggi orientarsi verso la **sostituzione del carbone con l'idrogeno** in un nuovo processo appena portato in scala significativa in Svezia da una joint venture chiamata HYBRIT (da Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology). Questo nuovo processo avrebbe costi superiori al processo tradizionale, ma probabilmente - a regime - più bassi rispetto ad un processo tradizionale decarbonizzato con cattura e sequestro del carbonio (Carbon Capture and Storage - CCS).

La strada per la decarbonizzazione dell'industria dell'acciaio sembra oggi orientarsi verso la sostituzione del carbone con l'idrogeno.

Interessanti anche altre **innovazioni basate sulle rinnovabili.** Ad esempio Nucor, nel Missouri, sta realizzando il primo impianto siderurgico statunitense ad energia eolica. L'impianto da 250 milioni di dollari, che dovrebbe aprire entro la fine dell'anno, è una partnership tra l'azienda siderurgica Nucor e l'utilità locale Evergy, che alimenterà l'impianto dopo un accordo di acquisto di energia da 75 megawatt. La localizzazione nel Missouri sfrutta la grande quantità di vento che caratterizza l'area. L'impianto di Nucor impiegherà circa 250 persone e utilizzerà l'energia prodotta da Evergy, anche grazie ad un nuovo parco eolico, per alimentare forni elettrici ad arco che fonderanno l'acciaio di scarto e lo trasformeranno in nuovo acciaio riciclato.

Un altro caso interessante è quello di Xcel Energy, che ha raggiunto un accordo alla fine di settembre con Lightsource BP, il più grande sviluppatore solare d'Europa, per sviluppare un impianto solare da 240MW da 250 milioni di dollari a Pueblo, Colorado, per alimentare l'impianto di produzione dell'acciaio della EVRAZ Rocky Mountain Steel. Xcel, che è stata tra le utility statunitensi più ambiziose per i suoi obiettivi di energia rinnovabile, aveva deciso di chiudere due centrali a carbone nell'area, il che minacciava la redditività dell'acciaieria che necessita di elettricità a basso costo. Con questa soluzione EVRAZ, che produce acciaio per rotaie e tubi, può rimanere a produrre nell'area dove opera fin dal 1800.

Per accelerare il processo di decarbonizzazione della produzione di acciaio, il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti ha assegnato al programma Advanced Power and Energy dell'Università di California a Irvine 5,7 milioni di dollari per sviluppare nuovi processi per la produzione di acciaio senza emissioni di gas serra. In collaborazione con il Politecnico di Milano e il Laboratorio Energia Ambiente di Piacenza, le società statunitensi FuelCell Energy and Hatch e Southern California Gas utilizzeranno celle di elettrolisi a ossido solido come modo per decarbonizzare completamente la produzione di acciaio.

electric arc furnace (EAF), mainly using steel scrap with electricity produced from fossil fuels.

The road to the decarbonization of the steel industry now seems to be heading towards **replacing coal with hydrogen** in a new process that has just been brought to a significant scale in Sweden by a joint venture called HYBRIT (from Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology). This new process has higher costs than the traditional process, but probably - at full capacity - costs are lower than a conventional decarbonized process with carbon capture and sequestration (Carbon Capture and Storage - CCS).

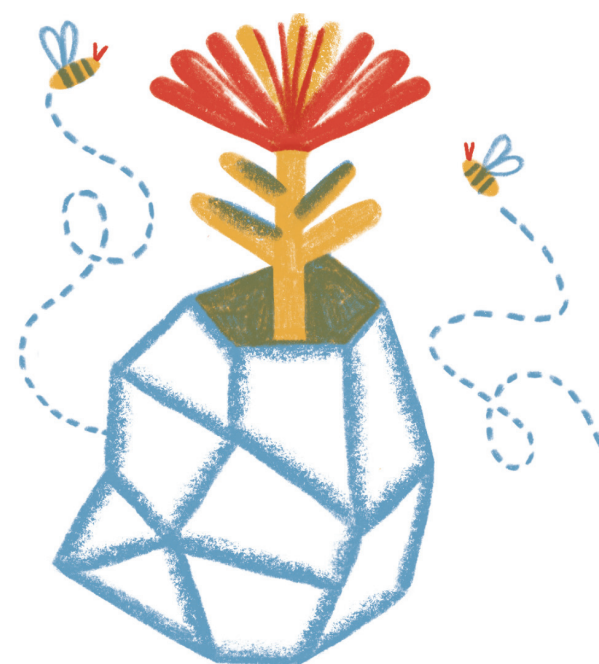
Today the road to decarbonise the steel industry seems to be heading towards replacing coal with hydrogen.

Other **innovations based on renewables** are also interesting. For example, Nucor, in Missouri, is building the first American wind-powered steel plant. The \$250-million plant, expected to open later this year, is a partnership between steel company Nucor and a local utility named Evergy, which will power the plant after a 75-megawatt power purchase agreement. Missouri was chosen because of the large amount of wind that characterises the area. The Nucor plant will employ about 250 people and consume the energy produced by Evergy, thanks to a new wind farm, to power electric arc furnaces that will melt the waste steel and transform it into new recycled steel.

Another interesting case is Xcel Energy. Xcel, which was among the most ambitious American utilities for its renewable energy goals, had decided to close two coal-fired power plants in the area, which threatened the viability of the steel plant that needs cheap electricity. In late September, they reached an agreement with Lightsource BP, Europe's largest solar developer, to develop a \$250-million, 240MW solar plant in Pueblo (Colorado) and power the EVRAZ Rocky Mountain Steel plant. Thanks to this new solar plant, EVRAZ, which produces steel for rails and pipes, can continue its production in the area where it has been operating since the 1800s.

To accelerate the process of decarbonizing steelmaking, the U.S. Department of Energy awarded \$ 5.7 million to the Advanced Power and Energy Program of the University of California, in order to develop new strategies for producing steel without greenhouse gas emissions. American companies such as FuelCell Energy, Hatch, and Southern California Gas will use solid oxide electrolysis cells to completely decarbonize steel production thanks to their collaboration with Milan Politecnico and Piacenza's Laboratorio Energia Ambiente.

The project will seek to demonstrate that renewable hydrogen, produced via high-temperature electrolysis using cells powered by wind and solar resources, can



Il progetto cercherà di dimostrare che l'idrogeno rinnovabile, prodotto tramite l'elettrolisi ad alta temperatura utilizzando celle alimentate da risorse eoliche e solari, può essere integrato con successo nei processi di produzione dell'acciaio. Ai ricercatori è stato chiesto di sviluppare la base tecnologica e di costruire un'unità prototipo su piccola scala per studiare la fattibilità del futuro ampliamento e commercializzazione.

L'obiettivo di tutte queste iniziative è portare le emissioni complessive derivanti dalla produzione di ferro e acciaio da circa 37 Gt oggi (l'8% del totale come detto prima) **a 10.4 Gt nel 2050 (3% del totale)** secondo le stime dell'IRENA, l'agenzia Internazionale per le Energie Rinnovabili. Un obiettivo ambizioso ma raggiungibile, grazie soprattutto al crollo dei costi di produzione di energia con le rinnovabili e agli sforzi di innovazione dei produttori di acciaio.

C'è un'altra, meno nota, connessione interessante tra acciaio e rinnovabili, che vale la pena menzionare. **L'acciaio è una componente essenziale nella transizione verso un mondo a zero emissioni di gas serra.** Secondo l'Agenzia Internazionale per l'Energia, la capacità di energia rinnovabile è destinata ad espandersi del 50% tra il 2019 e il 2024. Questo aumento di 1.200 GW equivale all'attuale capacità energetica totale degli Stati Uniti. Il solare dovrebbe rappresentare quasi il 60% della crescita prevista e l'eolico onshore il 25%. L'acciaio giocherà un ruolo importante in tutte le energie rinnovabili, comprese e soprattutto solare ed eolica. Ogni nuovo MW di energia solare richiede da 35 a 45 tonnellate di acciaio e ogni nuovo MW di energia eolica richiede da 120 a 180 tonnellate di acciaio. Ecco quindi che il mondo dell'acciaio ha bisogno delle rinnovabili per produrre in modo sostenibile, ma il mondo delle rinnovabili ha bisogno dell'acciaio per espandersi nella maniera necessaria alla decarbonizzazione di tutti i settori produttivi.

Un'ultima considerazione credo sia importante. Il cammino verso la riduzione delle emissioni nella produzione dell'acciaio porta sicuramente rilevanti benefici ambientali. Ma porta anche importanti benefici economici. Una recente indagine di Cerved dimostra che:

- Le aziende che prestano più attenzione agli aspetti della sostenibilità sono anche quelle meno rischiose dal punto di vista creditizio.
- La probabilità di default di quelle con performance ESG (Environmental, Social and Governance) più elevate è pari a 1,3%, mentre quelle con uno score basso ESG è pari a 2,8%.

In modo analogo, una indagine sulle imprese del Nord Est, condotta da Fondazione Nord Est in collaborazione con BNL BNP Paribas, dimostra che le aziende che hanno più lavorato a favore della sostenibilità sono anche quelle col più elevato rapporto EBITDA/fatturato.

Ne consegue che **una strategia di sviluppo aziendale attenta alla sostenibilità (circularità, efficienza nell'uso delle risorse, minori emissioni di gas serra e altri inquinanti) migliora sia la redditività che la solidità patrimoniale delle imprese.** È una conclusione importante che dovrebbe spingere ad adottare strategie di miglior efficienza energetica, di maggior circolarità della produzione, di minori emissioni inquinanti, non solo per lasciare ai nostri figli e nipoti un pianeta migliore, ma anche perché in questo modo le aziende divengono più attrattive per gli investitori, più sicure e quindi meno costose per i finanziatori, più redditizie per chi le possiede, più durature e stabili per tutti coloro che ci lavorano.

be successfully integrated into steelmaking processes. Researchers were asked to develop the technology base and build a small-scale prototype unit to study future expansion and commercialization feasibility.

These initiatives should reduce overall emissions from iron and steel production from about 37 Gt (8% of the above-mentioned total) **to 10.4 Gt (3% of the total) by 2050**, according to the International Renewable Energy Agency (IRENA). An ambitious but achievable goal, thanks above all to the collapse of energy production costs with renewables and the innovation efforts of steel producers.

There is another exciting connection between steel and renewables, which is less known but worth mentioning. **Steel is an essential component in the transition to a world with zero greenhouse gas emissions.** According to the International Energy Agency, renewable energy capacity is expected to grow by 50% between 2019 and 2024. This 1,200 GW increase is equivalent to the current total US energy capacity. Solar power is expected to account for nearly 60% of projected growth and onshore wind 25%. Steel will play an essential role in all renewable energies, including and above all, solar and wind power. Each new MW of solar energy requires 35 to 45 tons of steel, and each MW of wind energy requires 120 to 180 tons of steel. Therefore, the world of steel needs renewables to produce sustainably, but the world of renewables needs steel to expand in the way necessary to decarbonize all production sectors.

I think one last consideration is crucial. The path towards reducing emissions in steel production certainly brings significant environmental benefits. But it also carries substantial economic benefits. For example, a recent Cerved survey shows that:

- The companies that pay more attention to aspects of sustainability are also the least risky from a credit point of view.
- The probability of default of those with the highest ESG (Environmental, Social, and Governance) performance is 1.3%, while those with a low ESG score is 2.8%.

Similarly, a survey on companies in the North East area of Italy, conducted by the North East Foundation in collaboration with BNL BNP Paribas, shows that the companies that have worked mainly in favour of sustainability also have the highest ratio between EBITDA and turnover.

It follows that **a corporate development strategy attentive to sustainability (circularity, efficiency in the use of resources, lower emissions of greenhouse gases and other pollutants) improves both the profitability and the capital strength of companies.**

It is an important conclusion that should push us to adopt better energy efficiency, a greater circularity of production, and lower polluting emissions. As a result, we would leave our children and grandchildren a better planet, and companies would become more attractive for investors, safer, and therefore less expensive for lenders, more profitable for those who own them, more durable and stable for all those who work there.

Probabilità di default media rispetto al livello di performance ESG di un campione di aziende italiane (%)
Average default probability according to the ESG performance score, on a sample of Italian companies (%)

