

18 **FOCUS**  
Fonti energetiche e  
decarbonizzazione

24 **FOCUS**  
Considerazioni sulla  
transizione energetica

108 **QUADRO INTERNAZIONALE**  
Strategies for deep  
decarbonization

# Energia ambiente e innovazione

ENEA magazine

N. 2/2018  
enea.it

# Decarbonizzazione

## Interview

Mauro Petriccione,  
*Director-General for Climate Action,*  
*European Commission*



## Editoriale



di Gaetano Borrelli

In un tipo di rivista come quella ENEA, il significato del titolo attribuito a ogni numero non è da spiegare perché, in generale, i lettori sanno esattamente di cosa si parla. Tuttavia, il tema della decarbonizzazione rientra in una categoria che presenta alcune particolarità di cui credo sia necessario dare qualche chiarimento anche linguistico, a cominciare dall'uso del termine in una sola parola senza trattino.

Le parole, infatti, precedute dal prefisso *de* attribuiscono, in generale, alla parola cui sono legati, una valenza negativa che arriva ad assumere spesso un valore “privativo” o “sottrattivo”. Gli esempi sono innumerevoli: *deteinare*, *decaffeinare*, *derattizzare*, per citarne alcuni. Oltre a questo tipo di valore del prefisso *de*, come ci spiega l'Enciclopedia Treccani, occorre aggiungere una ulteriore sfumatura, ovvero un cosiddetto valore reversativo. In questo caso, sempre secondo l'Enciclopedia Treccani, “il prefisso *de-* con valore reversativo è quello usato in più del 70% dei casi fra i verbi suffissati in *-izzare* (*destabilizzare*, *desemantizzare* ecc.)”.

Per chiudere questa breve disquisizione è necessaria un'ultima notazione. Le parole con prefisso *de* con valore sottrattivo/privativo sono le più frequenti tra i neologismi. Il dizionario dei Neologismi quotidiani di Valeria Della Valle e Giovanni Adamo (Firenze, Leo Olschki, 2003), ne conta ben 29 di parole generate con questo prefisso. È quindi chiaro che l'aggiunta di questo prefisso sarà sempre più comune e comprensibile nel futuro.

Le cose sono leggermente più complicate quando ci troviamo di fronte a termini che esprimono valori di carattere tecnico scientifico. In accordo con le definizioni date in precedenza, la decarbonizzazione esprime un valore di per sé negativo e al contempo la parola carbonizzazione esprimerebbe un valore di per sé positivo. Per altri temi ciò è vero. Infatti, si dice spesso che noi stiamo vivendo un processo di deindustrializzazione in cui si perdono i vantaggi di carattere economico e sociale di quella che è stata l'industrializzazione del Paese. La domanda è se possiamo associare queste caratteristiche alla carbonizzazione del Paese che comunque ha portato con sé, oltre agli effetti negativi per quanto riguarda l'ambiente, gli effetti positivi in termini di formazione

del reddito e di PIL. Dal lato degli effetti negativi, quindi, si può pensare che la decarbonizzazione provochi un abbassamento del reddito e una discesa del PIL, anche perché ancora oggi gran parte del progresso si basa sul binomio sviluppo/inquinamento come già negli anni '70 in cui durante la Conferenza di Stoccolma il rappresentante brasiliano si limitò a dire ai Paesi occidentali semplicemente "We want your pollution".

La discussione allora, di cui questo numero della Rivista si fa carico, verte principalmente su questo: la valutazione sociale, economica e ambientale di una operazione, la decarbonizzazione, che deve essere fatta in tempi stabiliti e non secondo accordi più o meno lasciati alla discrezione di chi governa.

Questo perché, come ci dice la Treccani, "se si considerano le fonti commerciali, si constata che l'offerta (di energia - n.d.r.) continua a essere dominata dai tre combustibili fossili: carbone, petrolio e gas naturale, che rappresentano ancora oggi più circa l'80% dei consumi totali, contro il 99% nel 1900. Ciò sta a significare che nucleare e fonti rinnovabili (in particolare per la produzione elettrica) fanno fatica a inserire il loro cuneo nel dominio delle fonti fossili. Tuttavia, per ragioni sia di limitatezza fisica che ambientale, la progressiva sostituzione delle fonti fossili (ovvero la decarbonizzazione - n.d.r.) rappresenta una sfida centrale nel settore energetico in questo secolo e in quelli futuri".

La definizione a questo punto diventa chiara anche per i non addetti ai lavori: basta cambiare la parola "decarbonizzazione" con "progressiva sostituzione delle fonti fossili" e subito il tema diventa, per così dire, popolare. Se questo basta, o potrebbe bastare, al pubblico laico, non basta certo a un pubblico più esperto che presumibilmente compone il target della Rivista. Proviamo allora a fornire una definizione più esperta: "La decarbonizzazione di un sistema energetico è il processo di progressiva riduzione del contenuto di carbonio nell'energia consumata dal sistema. Più in generale, per decarbonizzazione si intende la progressiva transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Nell'analisi trimestrale ENEA (<http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/analisi-trimestrale-del-sistema-energetico-italiano>) il processo di decarbonizzazione del sistema energetico italiano è valutato confrontandone la coerenza sia con gli obiettivi di penetrazione delle fonti energetiche rinnovabili sia con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, ai due orizzonti temporali del 2020 e del 2030. La tabella di marcia stabilita dall'Unione Europea (UE) prevede che entro il 2050 l'UE tagli le sue emissioni dell'80% rispetto ai livelli del 1990".

Possiamo dire che qui va decisamente meglio anche perché viene introdotto un concetto che fa chiarezza: la differenza tra carbone e carbonio. La differenza lessicale tra i due termini è sottile. Si tratta, infatti, di due vocali finali. In inglese, ad esempio, il carbone è Coal e il carbonio è Carbon, ed è più semplice capire che si tratta di due cose separate. La decarbonizzazione, quindi, al



contrario di quanto spesso si è sentito dire, non è l'eliminazione del carbone dal processo di produzione dell'energia elettrica, ma la riduzione di quelle fonti, come si diceva prima, che trovano la loro ragione di essere all'interno della categoria energie fossili non rinnovabili.

La questione a questo punto diventa da tecnica, ovvero come sostituisco le fonti fossili, a politica, ovvero quali sono gli effetti di questa sostituzione. A questo livello avviene lo spostamento del problema con la creazione di una distonia tra la necessità di dover fare e la difficoltà di dover fare. Sorgono una serie di questioni non secondarie come ad esempio l'atteggiamento di operatori delle fonti fossili, in particolare petrolio e gas ma anche in parte carbone. Potrebbero secondo alcuni, aumentare i costi dell'energia, mentre secondo altri gli stessi costi potrebbero diminuire. Vi potrebbero, secondo alcuni, esserci pericoli di blackout, e secondo altri questo pericolo diminuirebbe.

Queste posizioni sono tutte lecite, come è lecito in un Paese democratico come il nostro, difendere i propri interessi. Il ruolo della politica a questo punto diventa determinante e il primo passo è quello di far capire agli stessi politici di cosa stiamo parlando.

Far capire implica un ulteriore livello di complessità perché alcune parole includono categorie, come direbbe Aristotele, mentre altre indicano oggetti. La decarbonizzazione è una categoria e come tale va inserita in un qualche contesto, mentre, ad esempio, la parola computer è di per sé autoreggente. La categoria a cui dobbiamo fare riferimento è il sistema energetico. La definizione di sistema energetico è già di per sé un oggetto molto complicato perché una buona spiegazione dovrebbe comprendere molti elementi, come ad esempio, il tipo di energia, la produzione, l'approvvigionamento, il trasporto, l'inquinamento e altro.

La prima cosa da fare, dunque, è proporre una definizione esaustiva e sintetica comprensibile a chi ha un interesse sul tema. Per questo motivo mi dilungo su questo argomento. Molto in breve, ma non troppo per non danneggiare la comprensione, posso dire che l'espressione sistema energetico indica ciò che produce, trasforma, trasporta e distribuisce energia su un territorio. Il sistema in oggetto è in realtà composto da una pluralità di sistemi complessi, tutti connessi al territorio, che esprimono quel sistema energetico.

Un sistema energetico è logicamente inquadrabile come un bilancio, rappresentante un circuito di domanda e offerta di energia. Fondamentalmente, un sistema energetico mette a disposizione energia (producendola, importandola, usando delle scorte e trasformandola) da un lato e la consuma dall'altro. Ciò è strettamente connesso a ogni decisore politico in quanto qualsiasi società è legata ad un territorio e consuma energia. Oltre a tutto ciò bisogna considerare che un territorio può, in realtà, essere sede di impianti di produzione e trasformazione di energia ed ospitare sul suo suolo anche un segmento del sistema primario di offerta. Quest'ultimo è tuttavia gestito e normato a livello nazionale e internazionale.

La definizione di sistema energetico è quindi piuttosto ostica da circoscrivere in modo sintetico per la vastità e la complessità intrinseca della materia. È però possibile, ed essenziale, diffondere la consapevolezza del peso che ogni membro della collettività (in modo particolare i decision maker) possiede nel determinarne il funzionamento ottimale. Si pensi, ad esempio, ai consumi di energia delle famiglie: la diffusione della consapevolezza in ogni cittadino del costo dell'energia sia economico che ambientale, potrebbe correggere la domanda in modo virtuoso migliorando la dinamica del sistema nella sua interezza. Una riduzione ragionata dei consumi di energia domestica, ad esempio, nella prospettiva contabile di un bilancio energetico/ambientale, può tradursi in una riduzione delle importazioni per determinati tipi di fonte (esempio: riduzione della domanda di elettricità = riduzione delle importazioni di gas) e delle emissioni atmosferiche di gas serra (per la riduzione di lavoro di centrali termoelettriche). Ovviamente il ragionamento precedente rappresenta una pura schematizzazione approssimata della meccanica di funzionamento di un sistema energetico, ma serve a fornire l'idea di quanto sia indispensabile che ogni cittadino sia perlomeno informato e possibilmente coinvolto (ruolo attivo dell'utente finale) da chi esercita il potere politico nella determinazione di scelte ambientalmente sostenibili, come la decarbonizzazione, accompagnate a una sostenibilità economica e sociale.

Per tutti questi motivi in un prossimo futuro sembra necessario aprire un confronto tra le varie parti sociali su questo argomento. Questo numero della Rivista costituisce un tentativo di aprire questo dibattito con l'indicazione chiara che dovrà essere la politica, accompagnata dagli esperti, a dover fare il resto.

Veniamo ora ai contenuti della Rivista. Lo sforzo, modesto, della Rivista si è concretizzato a mio avviso, nel coinvolgimento del maggior numero possibile di istituzioni. Il numero comincia con una intervista, curata da Giorgio Graditi, al Direttore Generale di Climate Action della Commissione Europea. Tra le istituzioni abbiamo il coinvolgimento, oltre naturalmente dell'ENEA, di Università, del Ministero dell'Ambiente, nella persona del Direttore Generale, e di Ispra oltre a organizzazioni che molto possono dire sull'argomento come Eni, Enel,

GSE, RSE, AIDEN, Nomisma, FEEM, Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie, IEA.

Devo dire che per i colleghi Giorgio Graditi, Sergio La Motta, Michele Marrocco e Giovanni Puglisi, è stato oltremodo impegnativo “rincorrere” Autori di così grande spessore e di questo sforzo li ringrazio, aggiungendo a questi ringraziamenti quelli dovuti a chi poi cura materialmente la realizzazione editoriale e web della Rivista (Giuliano Ghisu, Marina Fortuna, Paola Carabotta e Antonella Andreini in primis).

Ultimo, ma non per importanza, vorrei segnalare la rubrica Punto e Contropunto, alla quale hanno dato il loro contributo Giovanni Battista Zorzoli e Alberto Clò, accettando di confrontarsi sulla base dei loro ultimi lavori sull'argomento.

Come sempre si dice auspicherei, insieme ai curatori del numero, che questo sforzo rappresentasse l'inizio di un confronto. Non dipende solo da noi, ma il nostro impegno e quello dell'Agenzia ENEA, credo che ci sarà.



N. 2/2018

## Direttore Responsabile

Gaetano Borrelli

## Comitato di direzione

Gian Piero Celata, Tullio Fanelli, Roberto Moneta, Roberto Morabito, Aldo Pizzuto

## Comitato tecnico-scientifico

Paola Batistoni, Ilaria Bertini, Paola Carrabba, Paolo Di Lazzaro, Andrea Fidanza, Giorgio Graditi, Aurelio La Barbera, Sergio La Motta, Michele Marrocco, Laura Maria Padovani, Giovanni Puglisi, Roberta Roberto

## Coordinamento editoriale

Giuliano Ghisu

## Revisione editoriale

Marina Fortuna

## Collaboratori

Luciano De Martino, Paola Del Nero, Maria Grazia Oteri

## Revisione lingua inglese

Carla Costigliola

## Progetto grafico

Paola Carabotta

## Edizione web

Antonella Andreini, Marina Fortuna, Serena Lucibello, Concetta Manto

## Promozione e comunicazione

Paola Giaquinto

## Impaginazione

Tiburtini Srl  
Via delle Case Rosse, 23 - 00131 Roma

## Stampa

Laboratorio Tecnografico  
Centro Ricerche ENEA Frascati  
Numero chiuso nel mese di giugno 2018

## Registrazione

Tribunale Civile di Roma  
Numero 148 del 19 aprile 2010 del registro Stampa



# 12

## I numeri della decarbonizzazione

01 Editoriale

## INTERVIEW

08 with Mauro Petriccione, Director-General for Climate Action, European Commission

## FOCUS

- 12 La decarbonizzazione in Italia fra driver tecnico-economici e (mutevoli) indirizzi di policy
- 18 Il contributo delle diverse fonti energetiche alla decarbonizzazione in Italia
- 24 Considerazioni sulla transizione italiana verso un modello energetico eco-sostenibile
- 30 La riqualificazione delle centrali Enel: l'esempio del Progetto Futur-e
- 36 Accettazione sociale della realizzazione di grosse infrastrutture per la decarbonizzazione
- 42 Decarbonizzazione dei trasporti e qualità dell'aria
- 48 Cambiamento climatico e migrazioni
- 52 Decarbonizzazione del sistema energetico in Europa e in Italia: il contributo dell'energia dal mare
- 58 Nuove regole nel Sistema Europeo di Scambio di quote di emissione di CO<sub>2</sub>
- 64 Sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico nella elettromobilità e negli impieghi stazionari



# Sommario



**48** Cambiamento climatico e migrazioni



**126** Giovanni Battista Zorzoli (Prof. ingegneria energetica) e Alberto Clò (Prof. economia applicata)



**150** Decarbonizzazione e mobilità condivisa

- 70 Bioenergia, cattura e stoccaggio della CO<sub>2</sub>, un connubio possibile?
- 76 Le coltri vegetali nel settore residenziale
- 82 L'impatto delle misure di efficienza energetica nel processo di decarbonizzazione del Paese

## QUADRO INTERNAZIONALE

- 86 La transizione dell'Unione Europea verso un nuovo modello energetico eco-sostenibile tra scelte politiche, regolazione e dinamiche di mercato
- 98 La decarbonizzazione dei Paesi in Via di Sviluppo: il trasferimento tecnologico
- 104 Tracking Clean Energy Progress – Informing the Energy Transitions
- 108 Strategies for deep decarbonization of processing industries
- 114 La nuova politica spaziale europea: la missione operativa CO<sub>2</sub>
- 120 The role of women in the decarbonization path

## PUNTO & CONTROPUNTO

- 126 Giovanni Battista Zorzoli (Prof. ingegneria energetica) e Alberto Clò (Prof. economia applicata)

## SPAZIO APERTO

- 132 Un esempio di cooperazione internazionale: la NATO
- 138 Quadro attuale delle problematiche europee sulle materie prime critiche e azioni in corso
- 144 Monitoraggio dei prezzi del GPL nel settore residenziale: le differenze a livello locale

## COSA SUCCEDDE IN CITTÀ

- 150 Decarbonizzazione e mobilità condivisa



with **Mauro Petriccione**, *Director-General, Directorate General for Climate Action, European Commission*

**The EU is aiming to reduce greenhouse gas emissions by at least 40% by 2030 compared to 1990. What key policies and actions will have to be implemented by the Member States in order to reach this goal? And how can the EU ensure a successful transition to a low-carbon economy that is also cost-effective?**

The EU's target to reduce greenhouse gas (GHG) emissions by at least 40% by 2030 was agreed by EU leaders in 2014. It is also the basis of our contribution to the global Paris Agreement on climate change of 2015. According to analysis carried out by the European Commission when preparing the EU's 2030 climate and energy framework, the emission target is both cost-efficient and in line with a fair contribution of the EU towards the Paris Agreement objective of limiting the global temperature rise to well below 2 °C.

In order to meet the emissions target and the other key 2030 targets on renewables and energy efficiency, the EU put together a comprehensive package of policies and measures, covering all sectors of the economy. A central tool is our Emissions Trading System (EU ETS), in place since 2005, which ensures cost-effective emission reductions from large power stations, industrial plants and aviation within Europe. Yet climate action is a shared responsibility between the EU and its Member States. For sectors outside the EU ETS sectors, including transport, buildings, agriculture and waste, all Member States have an individual emissions reduction target for 2030, under an "Effort Sharing Regulation" (ESR) adopted in May 2018. Together, these targets will result in an EU-wide emissions reduction of 30% by 2030, compared to 2005.

As with targets in place for 2020, those for 2030 are based on each Member State's relative GDP per capita to ensure fairness: higher income Member States have, higher targets. Italy's goal is to reduce emissions by 33% by 2030 compared to 2005. The ESR allows Member States to decide what policies to implement to achieve their target – and provides several flexibilities so that they can do so in the most cost-efficient way.

A key flexibility concerns land use, land use change and forestry (LULUCF), which will be formally integrated into the EU climate framework from 2021. As this sector generates emissions but also removes CO<sub>2</sub> from the atmosphere as a carbon sink, Member States must ensure that their LULUCF emissions in 2021-2030 are offset by at least an equivalent removal. Consequently, Member States that remove more than they generate will be able to use a limited amount of these LULUCF "credits" to comply with their national ESR target. For Italy, the maximum amount of these credits is 11.5 million tonnes over the period 2021-2030.

On transport, the EU is putting in place a comprehensive strategy to tackle emissions from the sector, which accounts for nearly a quarter of all EU GHG emissions. Based on a low-emission mobility strategy, the Commission has made a series of proposals to put EU transport firmly on a path to sustainability, including new CO<sub>2</sub> emission standards for cars and vans – which will help stimulate uptake of low-emission and zero-emission vehicles – and, recently, the first ever CO<sub>2</sub> emission standards for heavy-duty vehicles.

EU regulatory action on energy is also key for achieving the 2030 emissions target, alongside those on renewables and energy efficiency. The "Clean Energy

for All Europeans” legislative package, proposed by the Commission in November 2016 and currently being negotiated by the European Parliament and Council, aims to provide strong market pull for clean energy technologies, set the right conditions for investors, empower consumers and make energy markets work better, as well as create jobs and growth. The EU has almost finalised its wide-ranging legislative package for implementing the 2030 climate and energy framework. But we are not stopping here: the 2030 framework is part of our long-term strategy for making the EU a truly low-carbon economy by the middle of this century. In March this year, EU leaders asked the Commission to present a new long-term strategy on reducing greenhouse gas emissions – which will be presented ahead of the COP24 climate change conference in Katowice, Poland in December 2018.

**What key challenges must the EU overcome in order to achieve the low-carbon, clean energy transition? What are the potential economic and societal impacts and how can they be addressed?**

Moving to a low-carbon, sustainable economy will require fundamental shifts in technology, industry, business, finance and, ultimately, society as a whole. This is undoubtedly a significant challenge, but it is also an excellent opportunity for economic transformation, jobs and growth.

The low-carbon transition will stimulate investment and innovation in new technologies and can increase growth in markets for goods and services produced in the EU, for example in the field of energy efficiency. It also offers European businesses and entrepreneurs many opportunities to innovate and remain, or become, highly competitive on global markets.

However, we must ensure the transition is properly managed, firstly by taking into account the differences in energy mixes and socio-economic structures across the EU. This includes anticipating and mitigating societal impacts, particularly in carbon-intensive regions, which must be supported to make the transition.

Moreover, we will not be able to achieve our objectives without largely decarbonising our industrial production structure, something which will require a profound transformation of the sector. The land use and forestry sector, with its dual benefits of removing CO<sub>2</sub> from the atmosphere and providing bioenergy, alongside its anthropogenic emissions, also has an

important role to play and must be managed well.

Along with improving energy efficiency, developing existing and new clean energy sources is of course crucial for achieving deep decarbonisation. While action being taken to meet the EU’s 2020 climate and energy targets is helping to drive renewable energy deployment, there are clearly still barriers to be addressed, as we look to our 2030 objectives and beyond. For example, integrating renewable sources into energy systems still entails many challenges, notably the need to balance the supply and demand of electricity at any time, to ensure grid stability and security of supply. However, I am confident that the development of both technology options for electricity storage (such as batteries, but also hydrogen and synthetic gas) and smart grid applications will be able to keep pace with renewables deployment.

As with all EU regulatory action, the 2030 climate and energy framework began with a rigorous, in-depth assessment of the potential economic, social and environmental impacts and a public consultation process to ensure that the views of all stakeholder groups, citizens and experts have been taken into account.

**How is the EU supporting governments, stakeholders and citizens to embrace ambitious climate action, in view of the economic costs and societal changes? And what is the EU doing to help developing countries make the low-carbon transition while also growing their economy and tackling poverty?**

A large share of EU spending supports the transition to a low-carbon, climate-resilient economy. For 2014-2020, climate action has been “mainstreamed” into the EU budget: mitigation and adaptation actions are integrated into all major spending programmes, including regional spending, energy, agriculture, transport and research and innovation, aimed at spending at least 20% of all EU funds on climate-related objectives.

For 2021-2027, the European Commission has proposed increasing this share to 25% of the whole EU budget, which would see some €320 billion spent on climate action over these seven years. This would ensure that the EU budget is a real driver for sustainability and helps to steer investments away from “business-as-usual” choices and towards actions supporting the low-carbon transformation.

However, it is clear that current levels of investment

are not sufficient to bring about the global economic shift needed to put us on a path towards the long-term objectives of the Paris Agreement. A worldwide effort to connect finance with climate action and sustainable development is therefore required.

To this end, the Commission put forward an ambitious EU action plan for financing sustainable growth in March this year. The sustainable finance action plan aims to ensure that environmental, social and governance factors become a regular part of private investment decisions. Commission proposals include developing a unified EU taxonomy on climate finance and creating EU labels for green financial products. The EU's climate and energy policies include many incentives to guide business and consumers towards climate-friendly choices. For example, an EU regulation is gradually reducing availability of hydrofluorocarbons (HFCs), giving producers and users an incentive to shift from equipment using these powerful greenhouse gases. In some cases, more climate-friendly types of equipment are already the most competitive solution on the market. The "Clean Energy for All Europeans" package, meanwhile, aims to set a regulatory framework that enables economic operators to play an active role in the low-carbon transition, as well as supporting community initiatives on energy self-generation, particularly from renewable sources.

Civil society groups, meanwhile, are supported to contribute to the EU policy-making process on climate and energy through various EU grant and funding mechanisms, including Horizon 2020, the LIFE programme and the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities.

The EU is a strong supporter of climate action in cities, which have a crucial role for achieving the Paris Agreement goals. While cities generate a large share of EU and global emissions, they often also lead the way in climate and energy innovation. The EU is therefore a strong supporter of the Global Covenant of Mayors of Climate and Energy, which already counts over 7,500 cities and towns in nearly 60 countries. EU Covenant cities had, by 2016, already collectively reduced their GHG emissions by 23% compared to 1990.

For many EU citizens, climate action is already part of daily life, such as driving a more CO<sub>2</sub>-efficient car or better insulating the house. Recent statistics show a growing trend towards climate-friendly choices among the EU population: citizens are becoming increasingly important and empowered actors for climate action.

Meanwhile, EU climate action does not stop at our borders. The EU and its Member States are fully

committed to helping developing countries to take climate change mitigation and adaptation measures, especially those most vulnerable to its impacts.

Together, the EU and its Member States are the biggest provider of financial assistance for climate action in developing countries, a total of €20.2 billion in 2016 alone. Climate action is also being increasingly integrated into the EU's broader development strategy, while the EU and its Member States are collectively the world's biggest aid donor, accounting for over half of all official global development assistance.

### **What is the scale of the research and development effort required to develop game-changing low-carbon technologies? How will it be financed? And what key infrastructure changes are needed?**

Developing low-carbon technologies and bringing them to the market is one of the greatest challenges of our time. If we want to preserve our way of life and avoid dangerous climate change, we cannot rely on existing technologies. Moreover, it is precisely through an innovation-driven low-carbon transition that we will be able to create new jobs and sustained economic growth.

The process of getting low-carbon technology to the market is costly. In most cases, the biggest costs come at the demonstration stage. The risks are high, so the private sector is unlikely to finance projects alone. At the same time, the public sector has limited spending power, so the challenge is to create smart incentives to ensure that projects go ahead and that the ground is prepared for large-scale market deployment.

The EU supports low-carbon technology development at each stage of the process: research and innovation, through the Horizon 2020 programme; demonstration, through the NER300 programme, which will be followed by a new Innovation Fund after 2020; and private finance, through instruments such as EU Finance for Innovators (InnovFin) and the European Fund for Strategic Investments (EFSI). For the EU budget in 2021-2027, the Commission has proposed a new EU research and innovation programme, Horizon Europe, of nearly €100 billion, to support areas including the transition to a low-carbon economy.

In terms of infrastructure, we must push ahead in further developing and diversifying our clean technology portfolio, including large-scale energy storage, which is crucial for ensuring the successful operation of energy systems with a large share of renewable sources. Alongside renewables, other candidates such as hydrogen and synthetic fuels could also play an important role, for example in industrial heating or

air transport. Process innovation in industry is also key: we cannot rely only on carbon capture and storage and new processes must be developed to significantly decarbonise our steel, cement and chemical industries.

**The ‘digital revolution’ is transforming society and brings huge opportunities to advance humanity, but emissions from the digital ecosystem could be significant without strategic policy action. How can we ensure that the digital revolution will be environmentally sustainable and a driver of decarbonisation?**

We live in a world in which data and digital content are growing exponentially and in which people can be instantly connected and access an endless amount of information, at the click of a smartphone button. Digital solutions can increase output while reducing both operational costs and use of natural resources, leading to lower environmental impact. This “digital efficiency” has huge potential for helping to address global climate, energy and resource challenges. Studies suggest that an “industrial internet” world in 2030 can be cleaner, smarter and more prosperous, with information and communication technologies (ICT) giving the opportunity to substantially reduce global emissions in many sectors, including energy,

transport, health, buildings, agriculture, education and manufacturing.

As with all game-changing technological innovations that imply deep societal change, the digital revolution brings both huge opportunities and significant challenges. This also applies to the digital revolution’s contribution to mitigating climate change and decarbonising the economy.

For example, without ICT it would be extremely difficult to largely decarbonise our electricity system, a key part of the EU’s long-term climate objectives. Digital solutions have allowed us to start building an EU-wide smart grid capable of successfully integrating the growing share of power from intermittent renewable sources. However, digitalisation can also be very energy-intensive. Take cryptocurrencies: by design, they require huge amount of computing capacities and the quantity of electricity needed to run the current bitcoin economy is over 60 terawatt hours a year – equivalent to the electricity demand of Switzerland.

Therefore, it is extremely important for our future digital economy to be powered by clean energy. Implementation of the EU’s 2030 climate and energy framework, which is both ambitious but realistic and enforceable, will help to ensure that the digital revolution becomes an important driver of decarbonisation.

# La decarbonizzazione in Italia fra driver tecnico-economici e (mutevoli) indirizzi di policy

La traiettoria del sistema energetico italiano, pur pienamente in linea con gli obiettivi di decarbonizzazione al 2020, negli ultimi tre anni si è invece allontanata dagli obiettivi di medio-lungo periodo, per effetto della combinazione di ripresa economica e cambiamenti sia negli esiti dei mercati energetici sia nelle priorità dei decisori. L'analisi dei dati mostra come la transizione italiana resti distante dall'obiettivo di uno sviluppo sinergico ed equilibrato dei diversi aspetti della questione energetica (decarbonizzazione, prezzi, sicurezza degli approvvigionamenti)

DOI 10.12910/EAI2018-028

di **Francesco Gracceva, Alessandro Zini, ENEA**

L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, adottata a settembre 2015 da 193 Paesi, ha fissato 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (*Sustainable Development Goals*), miranti a “porre fine alla povertà, proteggere il pianeta e assicurare pace e prosperità per tutti”. A differenza dei precedenti Millennium Development Goals (MDGs) fissati nel 2000 per l'orizzonte 2015, nell'Agenda 2030 viene riconosciuto all'energia un ruolo centrale. Tra i nuovi obiettivi vi è infatti quello di

garantire l'accesso a “*affordable, reliable, sustainable and modern energy for all*” (SDG 7), declinato in cinque target e sei indicatori. Inoltre, l'uso dell'energia ha un ruolo decisivo anche per il raggiungimento di diversi altri target, inclusi all'interno di altri SDG. Tra i target del SDG7 vi sono in particolare l'aumento della quota di energie rinnovabili nel mix energetico e il raddoppio del tasso di miglioramento dell'efficienza energetica, le due strade per la decarbonizzazione di un sistema economico. In genera-

le, per decarbonizzazione si intende infatti la progressiva transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio, che può essere perseguita sia riducendo i consumi di energia (e le relative emissioni) per unità di prodotto interno lordo, sia con la progressiva riduzione del contenuto di carbonio nell'energia consumata dal sistema energetico. Non a caso la strategia europea per il 2030 include un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra (-40% rispetto ai livelli del 1990), una quota minima





di energia rinnovabile sui consumi finali di energia (27%), un obiettivo di riduzione dei consumi di energia (almeno il 27% dei consumi previsti dallo scenario *business-as-usual* del 2007).

### La traiettoria delle emissioni nell'ultimo decennio

Secondo la stima preliminare ENEA, nel 2017 le emissioni di CO<sub>2</sub> del sistema energetico italiano sono state pari a circa 330 Mt, in leggera diminuzione (-0,5%) rispetto al 2016. Si tratta di un valore inferiore del 17,5% rispetto al dato 2010, contro l'obiettivo del -15% fissato nella Strategia Energetica Nazionale (SEN) del 2013 (per la sola CO<sub>2</sub>). Anche le emissioni di CO<sub>2</sub> dei soli settori non rientranti nell'Emission Trading System (settori civile e trasporti), per i quali è previsto un obiettivo vinco-

lante di riduzione del 13% rispetto al 2005, sono stimate in marginale riduzione rispetto al 2016, su un valore inferiore del 18% rispetto al 2005. Infine, anche le emissioni dei

settori ETS sono stimate in calo nel 2017, con valori in riduzione di quasi il 40% rispetto al 2005 (in questo caso l'obiettivo è fissato a livello continentale).

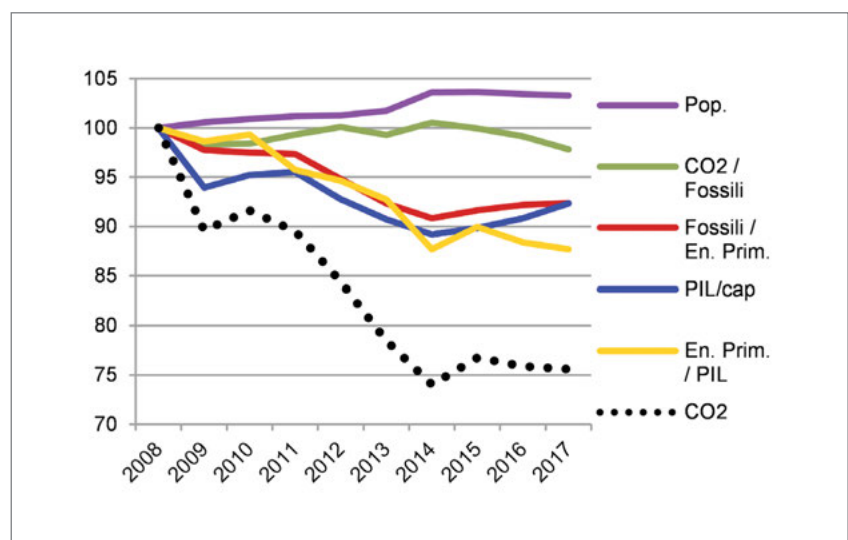


Fig. 1 Emissioni di CO<sub>2</sub> in Italia e suoi driver (2008=100)



Questi dati rendono praticamente certo il raggiungimento degli obiettivi 2020. È però utile riprendere quanto evidenziato nel documento di consultazione della SEN 2017, cioè che il raggiungimento dell'obiettivo 2020 "riflette essenzialmente tre fattori che dalla metà degli anni duemila hanno limitato, anche oltre le attese, le emissioni:

- la flessione del livello della produzione di beni e servizi;
- la prima forte accelerazione della produzione energetica da fonti rinnovabili, innescata anche dall'introduzione degli schemi incentivanti, e il calo dell'olio combustibile;
- progressivo rafforzamento degli strumenti attivi per stimolare gli interventi di efficienza energetica nei diversi settori". Evidentemente non tutti questi fattori possono essere considerati "virtuosi", in particolare la flessione del PIL e della produzione di beni e servizi.

Anche per valutare le prospettive della decarbonizzazione nel medio-lungo periodo, il necessario passo preliminare consiste nella comprensione di quanta parte delle recenti tendenze sia congiunturale e quanta parte sia invece legata a fattori strutturali. A tale scopo, un utile strumento di analisi utile è l'identità di Kaya<sup>1</sup>, che aiuta a misurare l'importanza relativa di alcuni principali macro-fattori nella variazione delle emissioni. La Figura 1 mostra l'evoluzione nel tempo delle cinque variabili dell'identità di Kaya a partire dal 2008, anno di inizio della crisi economica.

Fino al 2014 la forte riduzione delle emissioni è stata guidata da tre componenti: PIL pro-capite, intensità energetica del PIL e quota di fossili

sull'energia primaria (riflesso dei forti investimenti in fonti rinnovabili). Hanno invece spinto in direzione opposta l'intensità carbonica dell'energia fossile (perché la generazione elettrica da carbone si riduceva meno della generazione elettrica da gas naturale) e la popolazione. Il 2014 è l'ultimo anno di forte calo delle emissioni (-6%), grazie al clima particolarmente mite (i gradi giorno riscaldamento sono scesi al valore minimo della serie storica disponibile ...).

Il carattere solo parzialmente "strutturale" delle riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> registrate fino al 2014, anno conclusivo della recessione, è confermato da quanto avvenuto nei tre anni successivi, nei quali la traiettoria di ripide riduzioni si è bruscamente interrotta. A partire dal 2015 la traiettoria del sistema è cambiata, perché hanno cambiato di segno sia l'impulso alla riduzione delle emissioni esercitato dal calo del PIL pro-capite sia quello proveniente dal calo della quota delle fonti fossili sull'energia primaria (per la ripresa del ruolo del gas nella generazione). Se si concentra dunque l'attenzione sugli ultimi quattro anni, nei quali la variazione del PIL è tornata in territorio positivo, la variazione media annua delle emissioni è scesa al -1% medio annuo, mentre tra il 2007 e il 2015 aveva oscillato intorno al -4%. Questo perché i cali dell'intensità energetica dell'economia e dell'intensità carbonica delle fonti fossili (per la sostituzione di carbone con gas nella termoelettrica) non sono stati sufficienti a compensare le spinte provenienti dalla crescita del PIL pro-capite e dall'aumento della quota di energia fossile sull'energia primaria. È vero che negli ultimi anni hanno giocato un ruolo importante

fattori che è lecito considerare "congiunturali", cioè la forte riduzione della produzione idroelettrica e i problemi del parco nucleare francese, ma il drastico cambiamento della traiettoria sembra rendere più problematici gli obiettivi di medio-lungo periodo.

### **Assicurati gli obiettivi 2020 ma la traiettoria del sistema non sembra in linea con gli obiettivi 2030**

Nell'Analisi trimestrale del sistema energetico italiano pubblicata dall'ENEA<sup>2</sup> la traiettoria di decarbonizzazione del sistema energetico italiano è *valutata* mediante un indicatore composito, costruito confrontando la coerenza di tale traiettoria sia con gli obiettivi di penetrazione delle fonti energetiche rinnovabili sia con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, ai due orizzonti temporali del 2020 e del 2030. L'indicatore composito relativo alla decarbonizzazione è uno dei tre indicatori che costituiscono l'indice sintetico della transizione energetica - ISPREM, Indice Sicurezza energetica, PPrezzo Energia e Decarbonizzazione, che ha l'obiettivo di valutare l'evoluzione delle diverse dimensioni del cosiddetto trilemma energetico, aiutando a coglierne complessità e interdipendenze.

Complessivamente, nel 2017 la componente dell'indice ISPREM relativa alla decarbonizzazione risulta in peggioramento del 14% rispetto al 2016, attestandosi su un valore di 0,78, comunque in un'area di criticità ridotta perché tutti gli indicatori relativi all'orizzonte 2020 presentano valori molto elevati, in quanto gli obiettivi in questione sembrano assicurati. È invece meno soddisfacente e in peggioramento la situazione

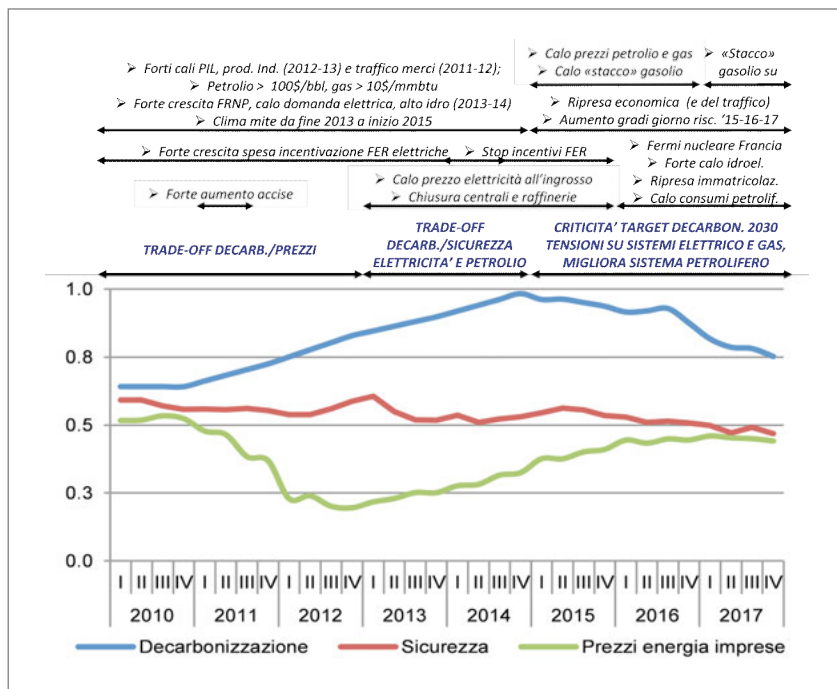


Fig. 2 Evoluzione temporale degli indici sintetici relativi alle tre dimensioni del trilemma energetico (indici variabili tra 0 e 1) ed evoluzione di alcuni driver di rilievo

di *trade-off* fra decarbonizzazione da un lato, accelerata dalla forte crescita dell'incentivazione delle rinnovabili elettriche, aiutata dal generale contesto di crisi economica e alti prezzi del petrolio, e prezzi dell'energia dall'altro, penalizzati dal brusco rialzo delle accise di fine 2011 e dai crescenti incentivi alle rinnovabili. Negli anni successivi questo processo ha prodotto alcuni effetti indesiderati sulla sicurezza del sistema elettrico (brusca crescita della generazione intermittente, crescente eccesso di capacità e crollo della redditività degli impianti a gas) come anche sulla raffinazione, mentre continuavano a migliorare gli indicatori della decarbonizzazione. A partire dal 2013, anche per le valutazioni effettuate nella Strategia Energetica Nazionale elaborata in quell'anno, è dunque iniziata una correzione di rotta nelle politiche, con (tra le altre cose) lo stop alla crescita degli incentivi alle rinnovabili e l'avvio di un processo di razionalizzazione del parco elettrico e delle raffinerie. Sul fronte dei prezzi il calo del prezzo del petrolio si riversava su tutti i prezzi, mentre il

relativa agli obiettivi di lungo periodo (2030). L'indicatore relativo alla proiezione delle emissioni totali si colloca ancora sulla soglia della criticità ridotta, mentre è decisamente più problematico l'obiettivo relativo ai settori non rientranti nell'Emission Trading System (ESD). Quanto alle fonti rinnovabili, una proiezione di sviluppo che tenga conto delle tendenze degli ultimi anni evidenzia come tali tendenze non sono in linea con gli obiettivi.

### L'evoluzione degli indicatori di decarbonizzazione negli ultimi anni

Indicazioni interessanti emergono dall'analisi dell'evoluzione temporale degli indici sintetici relativi alle tre dimensioni del trilemma energetico (indici variabili tra 0 e 1), associando ai vari periodi storici alcuni elementi

che hanno influito in modo rilevante sulla traiettoria seguita dal sistema energetico italiano. Gli anni 2010-2012 sembrano essere stati caratterizzati da una relazione

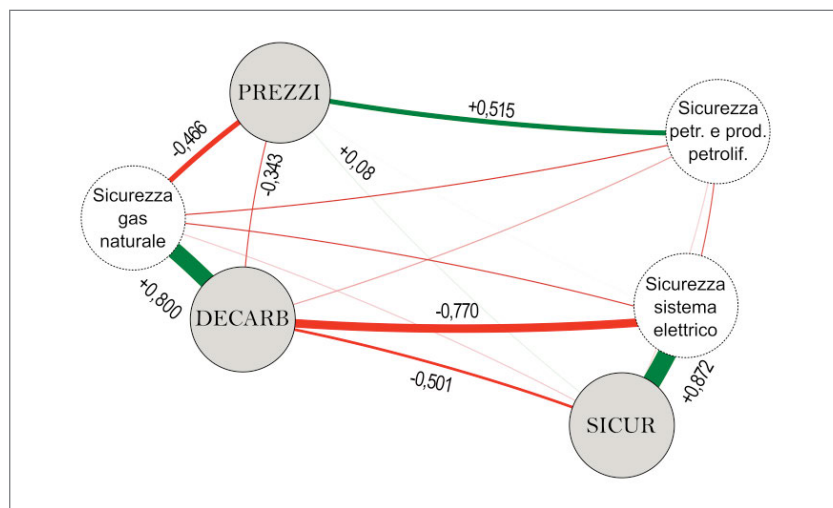


Fig. 3 Coefficienti di correlazione parziale tra le diverse dimensioni dell'ISPREM

crescente ruolo delle fonti rinnovabili nel mercato elettrico contribuiva ad abbassare i prezzi all'ingrosso dell'elettricità.

Negli ultimi tre anni la ripresa del sistema economico e la brusca frenata degli incentivi alle rinnovabili elettriche hanno infine impresso una discontinuità nella transizione energetica italiana, determinando un peggioramento nella dimensione della decarbonizzazione, che ha guidato il peggioramento dell'intero ISPRED. Questa discontinuità ha anche avuto dei riflessi positivi, imponendo una temporanea frenata ad alcune implicazioni problematiche che la decarbonizzazione aveva prodotto sulla sicurezza del sistema elettrico, in particolare negli anni 2013-2014. Nell'ultimo biennio i riflessi positivi della frenata della decarbonizzazione sono però stati compensati dal

fatto che la ripresa della domanda di gas ha fatto di nuovo riemergere alcune fragilità dei sistemi elettrico e gas, sempre più interdipendenti. Mentre il percorso di decarbonizzazione sembra consolidarsi su una traiettoria non in linea con gli obiettivi di lungo periodo. D'altra parte, gli effetti della frenata sugli incentivi sono infine arrivati ai prezzi al dettaglio, con miglioramenti per i prezzi di gas e elettricità, sebbene segnali contrastanti siano cominciati ad arrivare dalle tensioni crescenti sul mercato dei certificati bianchi.

### Sinergie e trade-off tra la decarbonizzazione e le altre dimensioni del trilemma energetico

L'analisi delle correlazioni fra gli indici compositi relativi alle tre dimensioni decarbonizzazione, sicurezza e

prezzi aiuta a indagare in che misura l'evoluzione del sistema energetico italiano negli ultimi anni sia stata caratterizzata dalla presenza di *trade-off*, o al contrario di sinergie, tra le dimensioni del trilemma energetico. L'analisi non ambisce a estrapolare curve di trade-off, sia perché è lecito attendersi che gli effetti di compensazione tra le diverse componenti costituiscano piuttosto delle regolarità empiriche, sia perché i tre indici considerati, che a loro volta sintetizzano un numero ancora più elevato di indicatori, nascondono l'insidia di fenomeni di correlazione spuria. L'evoluzione temporale di questi indici fa emergere però alcuni interessanti andamenti di fondo, sintetizzati dai coefficienti di correlazione parziale (Figura 3). Nella figura le linee in rosso indicano coefficienti di correlazione negativa, indizio di una possibile relazione di *trade-off*, mentre le linee colorate in nero indicano coefficienti positivi, a denotare possibili dinamiche di sinergia. La correlazione tra decarbonizzazione e sicurezza è negativa (-0,5), ed in particolare è elevata quella tra decarbonizzazione e sicurezza del sistema elettrico (-0,77). Anche la correlazione tra decarbonizzazione e prezzi è negativa (-0,34). In sintesi, tra le principali dimensioni energetiche non sembrano sussistere evidenze di relazioni di sinergia, quanto piuttosto di compensazione.

### La decarbonizzazione tra indirizzi di policy e driver tecnologici

I dati relativi alla serie storica degli indicatori inclusi nell'indice ISPRED possono essere sottoposti a un'analisi in componenti principali (ACP), una metodologia di statistica multivariata che tenta di ridurre un numero

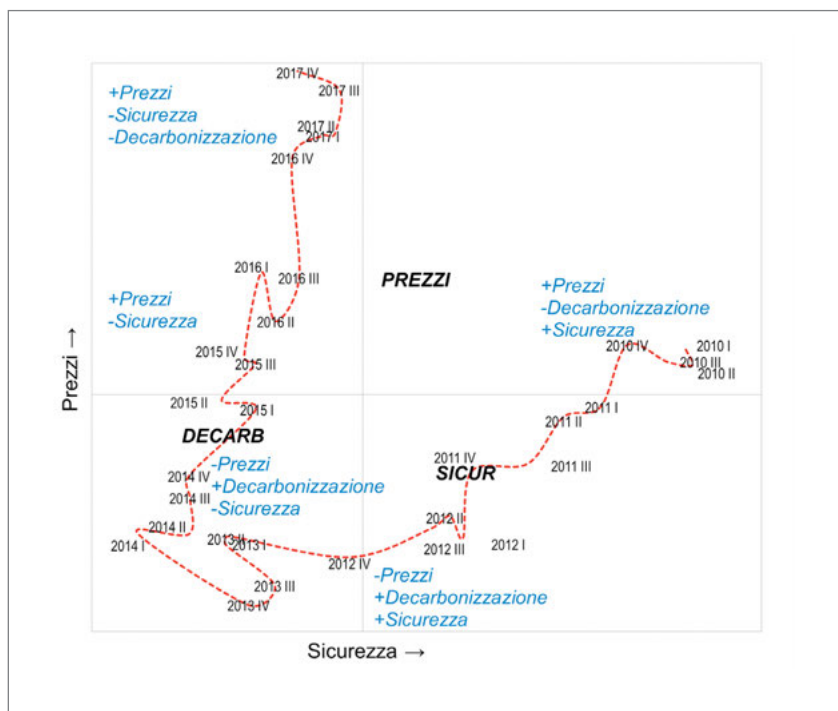


Fig. 4 Analisi in componenti principali. Proiezione degli indici sul piano definito dalle prime due componenti con evidenziazione del trend

elevato di variabili a un numero più ridotto di “variabili latenti”, che possono aiutare a individuare le relazioni esistenti tra le diverse variabili originarie e in tal modo validare empiricamente il costruito teorico alla base del trilemma, ovvero l’articolazione in tre distinte dimensioni della questione energetica. In effetti il primo dato che emerge dalla Figura 4 è che se si uniscono le coordinate sul piano cartesiano relative alle tre dimensioni sicurezza, decarbonizzazione e prezzi, si delinea la figura di un triangolo quasi-equilatero, a conferma del fatto che l’insieme degli indicatori coglie validamente i tre aspetti del trilemma, in quanto questioni sufficientemente separate tra loro ed internamente coerenti. Se si legge il grafico da sinistra verso destra (ciò che corrisponde alla prima componente principale) ci si muove in uno spazio che contrappone la dimensione della sicurezza a quella della decarbonizza-

zione, nel senso che quando aumenta l’una per lo più diminuisce l’altra. Se invece si legge dal basso verso l’alto (la seconda componente principale) la contrapposizione maggiore è tra sicurezza e decarbonizzazione da un lato e prezzi dall’altro. Le due componenti identificano quindi, rispettivamente, versioni di sicurezza e prezzi mediate proprio dal ruolo della decarbonizzazione.

Per comprendere meglio questa evidenza empirica la linea tratteggiata in rosso costituisce un tentativo di proiettare sul piano definito dalle prime due componenti principali il valore osservato nei diversi trimestri. Il dato interessante che sembra emergere da questa traiettoria è la presenza di un trend, molto articolato e variabile. Con una certa approssimazione, questo *trend* può essere interpretato come l’effetto del concorso delle preferenze rivelate dei *policymaker* e delle spinte esogene del mercato e della tecnolo-

gia sulle tre dimensioni del trilemma. Il trend conferma come a partire dal 2011 si sia delineata una tendenza al miglioramento degli obiettivi di decarbonizzazione, a scapito dei prezzi e, a partire dal 2013 anche a scapito della sicurezza. L’ultimo tratto della curva, invece, è in netta risalita verticale, in favore dei prezzi e in progressivo allontanamento sia dalla sicurezza sia dalla decarbonizzazione, a conferma di una discontinuità sia negli esiti dei mercati energetici sia nelle priorità dei decisori, in particolare a partire dal 2015.

In conclusione, anche da questa lettura sembra delinearci una certa distanza tra la traiettoria della transizione italiana e l’obiettivo di uno sviluppo congiunto ed equilibrato dei diversi aspetti della questione energetica.

*Per saperne di più:*  
francesco.gracceva@enea.it

<sup>1</sup> La variazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> è scomposta secondo una variante dell’identità di Kaya, un’espressione matematica che individua i fattori che influenzano l’evoluzione delle emissioni di anidride carbonica derivanti dal consumo di energia:

$$CO_2 = (CO_2 / Energia) \times (Energia / PIL) \times (PIL / POP) \times POP.$$

La formula lega le emissioni annue di CO<sub>2</sub> all’energia consumata, al prodotto interno lordo (PIL), e alla popolazione (POP).

Le prime due componenti rappresentano l’intensità carbonica dell’energia consumata (CO<sub>2</sub>/Energia) e l’intensità energetica dell’economia (Energia/PIL), mentre il livello dell’attività economica è misurato dal reddito pro-capite (PIL/POP). In ogni momento, dunque, il livello delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dai consumi energetici può essere visto come il prodotto delle quattro componenti dell’identità di Kaya. Se si prendono i tassi di variazione, l’identità di Kaya può essere espressa come:

$$[d(\ln C)/dt = d(\ln C/E)/dt + d(\ln E/PIL)/dt + d(\ln PIL/POP)/dt + d(\ln POP)/dt],$$

da cui si vince come, nel corso del tempo, il tasso di variazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> sia uguale alla somma dei tassi di variazione delle quattro componenti di Kaya. In questa analisi viene utilizzata una variante della versione tradizionale dell’identità di Kaya, alla quale si è aggiunta la quota di energia da fonti fossili sul totale del fabbisogno energetico (Fossili/Energia):

$$CO_2 = POP \times PIL/POP \times Energia/PIL \times Fossili/Energia \times CO_2/Fossili.$$

<sup>2</sup> Vedi <http://www.enea.it/it/sequici/pubblicazioni/analisi-trimestrale-del-sistema-energetico-italiano>



# Il contributo delle diverse fonti energetiche alla decarbonizzazione in Italia

L'elaborazione della Strategia Energetica Nazionale e del Piano Nazionale su Clima ed Energia hanno richiesto simulazioni e calcoli di scenario per valutare i possibili impatti sul sistema energetico di politiche e misure dei decisori pubblici. Questo contributo parte dai risultati delle simulazioni di scenario effettuate e analizza le diverse leve (risorse energetiche, approcci di integrazione, strumenti di pianificazione e operativi) disponibili ai diversi livelli di decisione per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione del sistema energetico

*DOI 10.12910/EAI2018-029*

*di Michele de Nigris, Ricerca sul Sistema Energetico - RSE*



I cambiamenti climatici rappresentano una crescente minaccia per il nostro Paese. In assenza di azioni di mitigazione e di misure di resilienza, i cambiamenti climatici rendono l'intera società sempre più esposta e vulnerabile all'aumento della temperatura e agli eventi meteorologici estremi quali ondate di calore, incendi, variazione del regime di precipitazioni, nevicate baginate, superamento dei limiti di pericolosità relativi alla qualità dell'aria, periodi di siccità e innalzamento del livello del mare. Tra i principali indiziati di corresponsabilità per questa criticità troviamo le emissioni di gas serra provenienti dal settore energetico, con particolare riferimento all'anidride carbonica emessa nella combustione di combustibili fossili per la produzione di energia, i trasporti, il riscaldamento degli edifici e molti processi industriali. La penisola italiana, al centro del Mediterraneo, è caratterizzata da una morfologia complessa e da condizioni socio-economiche peculiari: posizionata nella fascia di transizione tra il clima arido nord-africano e quello temperato e piovoso del centro Europa, è soggetta ad amplificazioni delle variazioni naturali della circolazione atmosferica generale ed a una potenziale moltiplicazione degli effetti ed impatti dei cambiamenti climatici graduali e degli eventi estremi ad essi associati. Il nostro Paese è quindi potenzialmente più esposto di altri ai rischi climatici e percepisce l'urgenza dell'azione di riduzione delle emissioni e di mitigazione degli effetti ad esse associati. La situazione specifica della limitata disponibilità di fonti energetiche fossili e l'associato elevato costo dell'energia, hanno favorito l'introduzione di misure di efficienza energetica

e la diffusione delle fonti rinnovabili nel sistema energetico: l'Italia ha, infatti, raggiunto gli obiettivi previsti per il 2020 già nel 2014. Nonostante ciò, i combustibili fossili pesano ancora per il 79% nel mix energetico nazionale.

Vista la complessità del tema della decarbonizzazione del sistema energetico nazionale, posto come obiettivo a tendere per la metà del presente secolo, la presidenza del Consiglio dei Ministri ha istituito nel gennaio 2016 il tavolo tecnico "Decarbonizzazione dell'economia italiana", chiamato a fornire supporto alle istituzioni in vista della elaborazione della Strategia Energetica Nazionale (SEN) e del contributo nazionale al Piano su Clima ed Energia. In questo ambito RSE ha coordinato il Gruppo di Lavoro "Scenari" che ha sviluppato simulazioni e calcoli di scenario al fine di valutare gli impatti di misure e politiche secondo molteplici aspetti e a diversi gradi di dettaglio, rappresentando delle possibili traiettorie di evoluzione del sistema energetico coerenti con vincoli, ipotesi e variabili chiave.

Questo contributo parte dai risultati delle simulazioni di scenario effettuate, ed analizza le diverse leve (risorse energetiche, approcci di integrazione, strumenti di pianificazione ed operazione) disponibili ai diversi livelli di decisione per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione del sistema energetico, alla luce della ricerca e sviluppo in corso in RSE.

### **Gli scenari energetici alla base della Strategia Energetica Nazionale (SEN)**

La Strategia Energetica Nazionale, adottata a fine 2017, definisce i principali obiettivi di medio e lungo periodo per il sistema energetico italia-

no e il percorso tecnologico, politico e di innovazione volto a aumentare la competitività del Paese allineando i prezzi energetici a quelli europei, migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento e delle forniture, decarbonizzare il sistema energetico in linea con gli obiettivi dell'accordo di Parigi COP21 sottoscritto anche dal nostro Paese.

La definizione degli obiettivi e del percorso della SEN si basa su un'accurata analisi di scenario: a partire da input esogeni sull'evoluzione della popolazione, del reddito, dei prezzi energetici e degli stili di vita, uno scenario è in grado di determinare il percorso ottimale (in questo caso, di minimo costo) di fonti e tecnologie che possono soddisfare una domanda prefissata di servizi energetici (riscaldamento/raffrescamento, calore di processo, forza motrice, illuminazione ecc.). L'ottimizzazione è vincolata dalla disponibilità di alcune risorse (potenziali tecnici, capacità delle infrastrutture di importazione, risorse naturali ecc.) i cui limiti vengono specificati ex-ante o anche da obiettivi di *policy*. Tra i diversi scenari analizzati nel corso della definizione della SEN, si discutono di seguito solamente i seguenti:

- lo scenario di Riferimento (BASE), che proietta nel futuro il sistema economico e sociale, la legislazione vigente e l'evoluzione tecnologica, analizzandone gli impatti sul sistema energetico<sup>1</sup>.
- lo scenario SEN, che è disegnato a partire dallo scenario BASE ed esplora un'evoluzione del sistema energetico nazionale in grado di garantire il raggiungimento dei principali obiettivi politici della SEN e più precisamente:
  - 1) riduzione progressiva, nel periodo 2021-2030, dei consu-

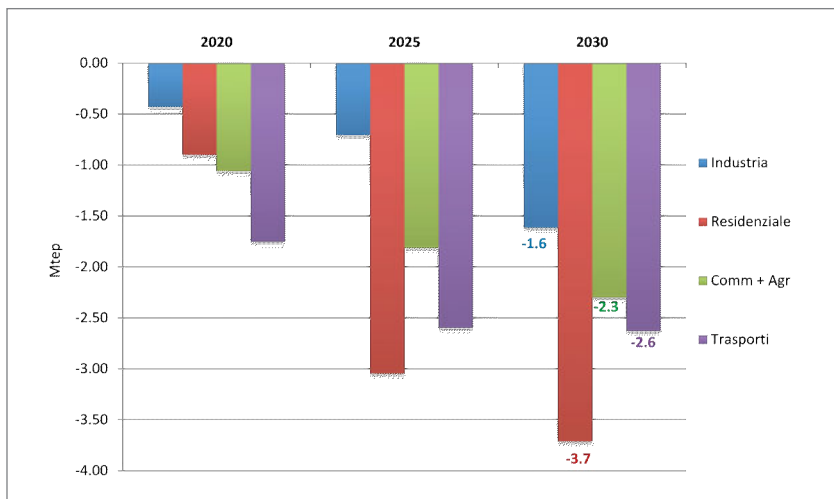


Fig. 1 Variazione dei consumi finali per settore nello scenario SEN rispetto al BASE  
Fonte: elaborazione RSE

mi finali di energia, con un gradiente annuo pari all'1,5% dell'energia mediamente consumata nel periodo 2016-2018. Il conteggio esclude il settore trasporti, in linea con le indicazioni della Direttiva EED (COM(2016)761 final)<sup>2</sup>;

- 2) fonti energetiche rinnovabili pari al 28% dei consumi finali lordi al 2030 con una quota del 55% di rinnovabili nel settore elettrico (calcolato secondo direttiva 2009/28);
- 3) *phase-out* totale del carbone nella generazione elettrica al 2025.

Le variabili esogene utilizzate per la definizione dello scenario BASE e SEN sono quelle definite in *EU Reference 2016 (EUref2016)*<sup>3</sup>. Lo scenario SEN considera altresì, per il settore dei trasporti, alcuni sviluppi infrastrutturali e l'evoluzione della mobilità alternativa come *car sharing*, *car pooling*, la diffusione di *smart working* e l'utilizzo delle biciclette in ambito urbano.

### Il contributo dell'efficienza energetica

L'efficienza energetica costituisce uno dei principali pilastri della SEN 2017; dato che gli obiettivi sono espressi da frazioni che hanno al denominatore i consumi finali lordi, ogni riduzione di questo parametro consente un miglioramento significativo delle prestazioni del sistema. In questo contesto l'efficienza energetica contribuisce a raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni, di integrazione delle rinnovabili, di miglioramento della sicurezza degli approvvigionamenti. Il sistema energetico italiano è caratterizzato da livelli di efficienza energetica più elevati rispetto alla media europea. Obiettivo della SEN è di sostenere la riduzione dei consumi per favorire il raggiungimento del target di efficienza energetica della Commissione Europea<sup>4</sup>. Infatti, la strategia prevede un indicatore di efficienza in energia primaria pari a -31% al 2020 e -42% al 2030. Lo scenario SEN indica una riduzione dei consumi finali rispetto allo scenario BASE, circa 10,2 Mtep

al 2030 e determina il contributo atteso per ogni settore produttivo e il percorso ottimale per il raggiungimento degli obiettivi. Come mostrato in Figura 1, la soluzione ottimizzata dello Scenario SEN individua nel civile il principale attore degli interventi di efficientamento, con una riduzione dei consumi di energia di circa 6 Mtep rispetto allo scenario BASE al 2030. In particolare il settore residenziale contribuisce a 3,7 Mtep di tale contrazione, mentre il terziario riduce le proiezioni dei propri consumi di 2,3 Mtep, grazie agli interventi di riqualificazione edilizia e penetrazione di pompe di calore, oltre ad un forte efficientamento di tutti i dispositivi di uso finale. Un altro contributo rilevante proviene dal settore Trasporti che, grazie alle ipotesi di spostamento della mobilità passeggeri privata verso la mobilità collettiva e/o *smart mobility* e all'efficientamento dei veicoli, riesce a contribuire al gap tra i due scenari al 2030 per circa 2,6 Mtep. Il settore industriale consegue una riduzione dei consumi di circa 1,6 Mtep, ma non per questo è da considerarsi un settore con poche opportunità di intervento nel campo dell'efficienza: già nello scenario BASE il settore contribuisce, infatti, a raggiungere e superare gli obiettivi del settore ETS<sup>5</sup> grazie ad un elevato efficientamento dei processi produttivi: una buona parte del potenziale di risparmio è quindi già considerata nello scenario evoluzione di riferimento.

### Il settore elettrico nella SEN

Il sistema energetico ipotizzato nella SEN è caratterizzato da un forte livello di elettrificazione dei consumi. L'energia elettrica infatti aumenta a oltre il 24% il proprio contributo percentuale sui consumi energetici finali pe-





netrando ogni settore dell'economia. Il maggiore incremento percentuale si osserva nel settore civile (pompe di calore, elettrodomestici) che passa da un livello di elettrificazione del 25% osservato al 2015 al 35% nello scenario SEN. Il settore trasporti (mobilità elettrica) raddoppia, passando dal 2,5% al 2015 al 5%, mentre rimane abbastanza stabile, attorno al 37% il livello di elettrificazione dei consumi industriali.

Il parco di generazione elettrica subisce un'importante trasformazione: come illustrato nella Figura 2, la generazione di elettricità da carbone e petrolio viene progressivamente sostituita da fonti energetiche rinnovabili. A fare da traino per il settore rinnovabile è l'energia prodotta da fonti intermittenti, quali eolico, che in 15 anni (2015 vs. SEN 2030) vede aumentare il contributo energetico di circa 25 TWh ed il fotovoltaico (+50 TWh). Il gas naturale mantiene a regime il proprio contributo, ma con significativi incrementi (+37 TWh) negli anni intermedi (2020-2025).

Tradotto in nuova potenza da installare, anche se il documento non for-

nisce indicazioni riguardo a taglia e localizzazione delle installazioni, si può immaginare, considerando per il fotovoltaico un irraggiamento medio variabile tra le 1100 ore (residenziale) e le 1800 ore (industriale con inseguitore), i 50 TWh aggiuntivi implicano che siano necessari tra i 28

GW e i 45 GW di nuove installazioni. Analogamente, per il settore eolico, adottando un'ipotesi di ventosità media di circa 2800 ore annue, si calcola che siano necessari circa 9GW di nuovi impianti. Nel settore gas si dovrà fare ricorso, soprattutto negli anni intermedi, agli impianti attualmente spenti, a nuove installazioni, a conversioni verso IGBT.

### Disponibilità delle fonti energetiche rinnovabili e territorio

Ma dove installare questi nuovi impianti? La SEN fa riferimento alle aree industriali dismesse per il fotovoltaico, mentre cita in generale le aree agricole non utilizzate per l'eolico. L'individuazione dei siti più idonei deve tenere conto sia della disponibilità della fonte sia di quella delle aree, prima ancora di fare calcoli di redditività, modello di business o capacità della rete. Per aiutare nel complesso lavoro di analisi energetico-territoriale, RSE ha predisposto un

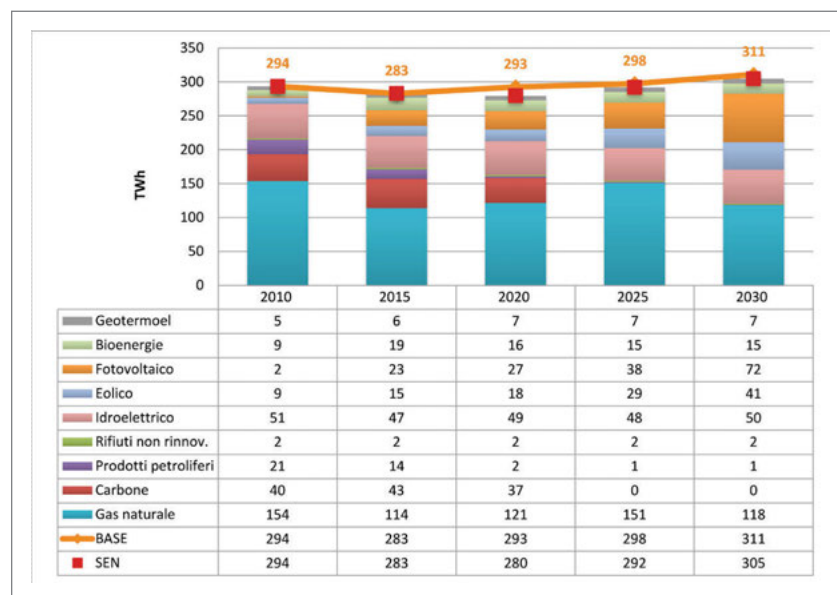


Fig. 2 Evoluzione del mix di generazione elettrica al 2020 e 2030 (TWh) - Scenari BASE e SEN  
Fonte: elaborazione RSE

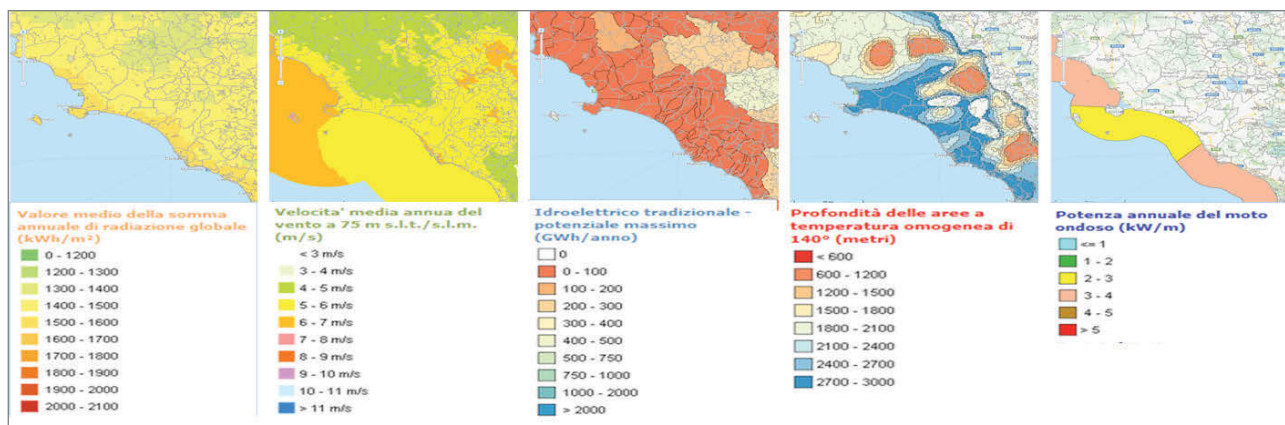


Fig. 3 Disponibilità delle risorse energetiche locali relativa ad una porzione del territorio laziale

atlante integrato su base georeferenziata, che raccoglie in modo sistematico le informazioni necessarie per valutare la disponibilità delle risorse rinnovabili (eolico, fotovoltaico, idroelettrico, geotermico, marino) sul territorio e che permette di effettuare, fino alla base comunale, analisi di scenario sulla disponibilità delle risorse locali per soddisfare i fabbisogni energetici, inizialmente senza considerarne la variabilità e la conseguente necessità di misure flessibilità e accumulo. Lo strumento tiene conto dei profili di consumo energetico locale e dei vincoli territoriali (uso del suolo, vincoli di protezione ambientale ecc.). L'approccio proposto può essere meglio illustrato attraverso un esempio applicato ad un territorio comprendente alcuni Comuni del Lazio settentrionale. In un'ottica di sussidiarietà, si fa riferimento allo sfruttamento di sole risorse locali con impianti di dimensioni ridotte (generazione distribuita) collegati alla rete locale di subtrasmissione e distribuzione. L'atlante delle risorse mostra per il luogo specifico considerato, le potenzialità attraverso i layers raffigurati in Figura 3.

Alla luce delle caratteristiche del territorio (vincoli territoriali, paesaggi-

stici ecc.) e del carico locale considerati nello strumento di calcolo, si possono verificare le condizioni per le quali è possibile differenziare il mix energetico locale. Ipotizzando di utilizzare un parco locale composto da 50% fotovoltaico, 40% eolico, 5% mini-idro, 3% geotermico e 2% marino, lo strumento effettua il bilancio, senza, in questa fase, considerare la variabilità delle fonti e la conseguente necessità di stoccaggio energetico e funzionamento della rete, fornendo indicazioni sui margini residui di risorse, dimensioni impiantistiche,

occupazione di suolo ecc.

Il bilanciamento delle risorse energetiche variabili considerate può essere effettuato attraverso sistemi di accumulo elettrochimico o, più proficuamente, attraverso l'accoppiamento tra diversi vettori energetici (elettricità, gas, calore, raffrescamento, raffreddamento, trasporti ecc.) in un'ottica che travalica il solo settore elettrico. L'energia elettrica, infatti, si caratterizza per la sua grande flessibilità e la possibilità di conversione verso ogni altro vettore attraverso le tecnologie "PtX" (*Power-to-X*: come

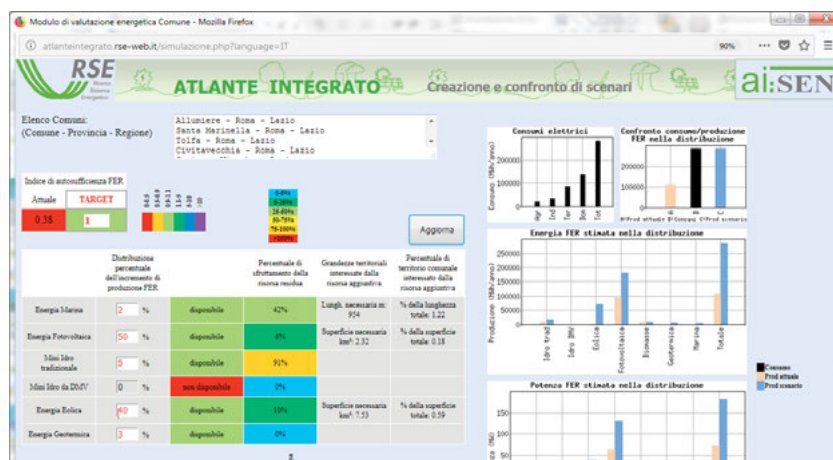


Fig. 4 Bilanciamento energetico integrale (arco annuale senza considerare la variabilità della fonte) di un'area comprendente alcuni Comuni dell'Alto Lazio

ad esempio *Power-to-Gas*, *Power-to-Heat*, *Power-to-Liquids*) e di trasportare grandi quantità di energia su lunghe distanze. Di contro, l'elettricità, contrariamente al calore, ai gas (es. idrogeno o metano), ai liquidi (biocombustibili) o ai solidi (biomasse), non è immagazzinabile direttamente in modo economicamente sostenibile in grandi quantità. Gli sviluppi futuri dell'atlante inte-

grato di RSE affronteranno i sistemi di conversione, gli accumuli e le reti energetiche complementari alla rete elettrica.

### Ringraziamenti

Il lavoro illustrato in questo articolo è stato condotto nel quadro della Ricerca di Sistema, finanziata dall'Accordo di Programma tra RSE ed il

Ministero dello Sviluppo Economico - DG MEREEN, stipulato in conformità con il DM 8 marzo 2006. Un particolare ringraziamento a Julio Alterach, Maria Gaeta, Elisabetta Garofalo, Fabio Lanati e Giuseppe Stella di RSE.

*Per saperne di più:*  
[michele.denigris@rse-web.it](mailto:michele.denigris@rse-web.it)

<sup>1</sup> Lo scenario BASE è diffusamente illustrato nella pubblicazione RSE Colloquia "Decarbonizzazione dell'economia italiana – Scenari di sviluppo del sistema energetico nazionale": <http://www.rse-web.it/colloquia/Decarbonizzazione-dell-rsquoeeconomia-italiana-ndash-Scenari.page>

<sup>2</sup> COM(2016) 761 final: Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-30-energy-efficiency-target>

<sup>3</sup> EU Reference Scenario 2016 - *Energy, Transport and GHG Emissions: trends to 2050*. Report prepared for the European Commission, DG Energy, DG Climate Action and DG Mobility and Transport. July 2016

<sup>4</sup> Gli emendamenti del Parlamento europeo, approvati il 17 gennaio 2018, alla proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (COM(2016)0761 – C8-0498/2016 – 2016/0376(COD)), portano l'obiettivo efficienza al -35%

<sup>5</sup> Emission trading scheme



# Considerazioni sulla transizione italiana verso un modello energetico eco-sostenibile

La transizione è un passaggio dalla vecchia economia basata sui fossili, al nuovo modello eco-sostenibile, molto “verde” e “circolare”. Per l’informazione superficiale dei nostri tempi, la transizione è la risposta al cataclisma del cambiamento climatico. In realtà, sono 40 anni che si cerca di alleggerire la dipendenza dai fossili. Impossibile farne a meno, quantomeno nei tempi indicati da chi vende facili illusioni. L’Italia, uno dei grandi Paesi industrializzati e uno dei Paesi che più dipende da fonti fossili importate, ha assunto un ruolo di guida nella transizione verso la sostenibilità. Occorre però non rinunciare alle ambizioni di verità, per raccontare che la realtà è molto diversa, proprio per rendere possibili quegli ambiziosi obiettivi

*DOI 10.12910/EAI2018-030*

*di Davide Tabarelli, NE Nomisma Energia*



**S**iamo in una trappola. O gli scienziati si sono sbagliati sul cambiamento climatico, e pensarlo appare un'eresia di fronte a quella che sembra una religione dogmatica, oppure andiamo verso catastrofi sicure a causa dell'effetto serra, perché la crescita delle emissioni di CO<sub>2</sub> non si ferma.

### Una trappola globale

La domanda di energia nel mondo sale e questa si scarica sempre sui fossili, gas, petrolio e soprattutto carbone che, insieme, contano ancora per l'80% dei consumi, come 40 anni fa. Nel 2017 le emissioni di CO<sub>2</sub> da energia sono tornate a crescere di un altro 1,4% al nuovo massimo di 32,5 miliardi tonnellate, per effetto dell'accelerazione dei consumi di energia. Ci sono oltre due miliardi di persone che non hanno accesso all'energia come la conosciamo noi, quella moderna che noi ricchi oggi vogliamo abbandonare.

La globalizzazione, che gira grazie al consumo dei fossili, pur generando molti squilibri, in realtà porta un miglioramento delle condizioni di vita di miliardi di persone che altrimenti vivrebbero in condizioni di schiavitù, verso altri uomini, o verso la natura. L'Organizzazione Mondiale della Sanità certifica che ogni anno le morti premature per inquinamento da particolato sottile, più di quattro milioni, non sono nelle ricche città dell'Europa, ma per il 90% nei Paesi poveri dove il combustibile più impiegato è legna, sterco o carbone di legna. I poveri bruciano questi combustibili in ambienti senza areazione e il fumo, il particolato che ne esce, è respirato dalle donne e dai bambini. Per produrlo abbattano alberi e stanno deforestando molte aree dell'Africa. Da qui parte

l'iniziativa di sostenere il semplice uso di gas di petrolio in bombole, il GPL, uno dei prodotti più importanti della raffinazione del petrolio. In Africa, come in India, quasi un miliardo di persone non accede all'elettricità, cosa che per noi europei, dopo un secolo di elettrificazione, non è nemmeno immaginabile. Per fare elettricità in questi Paesi la migliore scelta è fare impianti a ciclo combinato a gas, quando disponibile localmente, come in Africa, altrimenti, come accade in India, l'unica soluzione diventa il carbone.

### Da dove partiamo

Prima di tutto, quello che stiamo facendo è una continuazione di un processo che dura da molto tempo, praticamente da quando l'uomo ha cercato di ottenere di più dalla stessa quantità di risorse della natura. È lecito dirlo in Italia, dove sono le radici della modernità. Si tratta dell'efficienza energetica, della capacità di fare più lavoro con meno. Stiamo migliorando macchine che usano fossili, la cui efficienza energetica, al momento della loro dirompente

comparsa a metà del 1700, in particolare le macchine a vapore di Watt, avevano un'efficienza del 10%, mentre oggi i moderni cicli combinati a gas arrivano al 60% di efficienza.

Se avessimo oggi l'efficienza energetica nell'economia dei primi anni 1970, e tenuto conto della crescita della ricchezza, i nostri consumi sarebbero superiori di un 30%, così come lo sarebbero le nostre emissioni di gas serra. Il miglioramento dell'efficienza è un trend che dura nei secoli e che le politiche possono solo migliorare e incrementare, senza dimenticare mai, come il caso italiano dimostra bene, che lo strumento più efficace è il prezzo. L'Italia è da sempre il Paese più efficiente fra quelli industrializzati grazie ai suoi alti prezzi dell'energia, oltre che per il clima mite e per una più recente modernizzazione che ha consentito di adottare tecnologie più recenti (Figura 1). Dirlo non serve solo per rendere merito a quanto fatto in passato, ma è utile per capire quanto sarà difficile raggiungere altri miglioramenti, diventati, grazie alle politiche, ancora più ambiziosi.

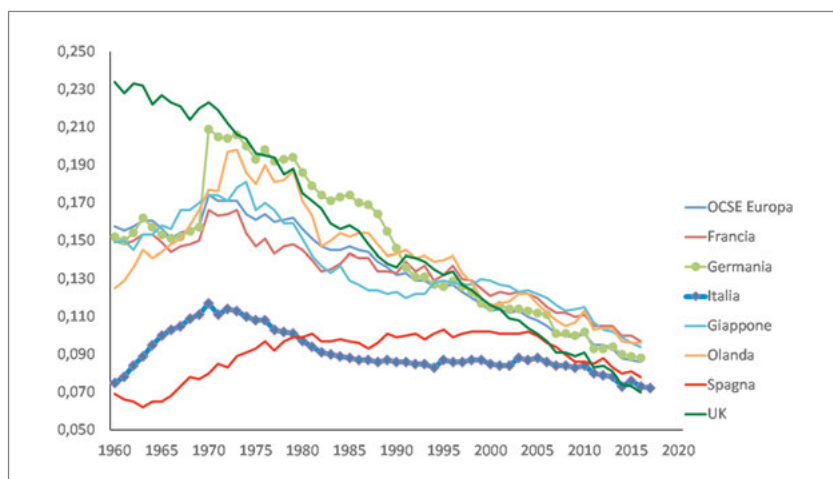


Fig. 1 Intensità energetica nei Paesi OCSE (tonnellate equivalenti di petrolio per 1000 \$ 2010)

## Le politiche dell'Italia

Sono passati 37 anni dal primo Piano Energetico Nazionale (PEN) del 1981, attuato con la legge 308 del 1982 il cui titolo era già molto chiaro, "Norme sul contenimento dei consumi energetici, lo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia...", e che poneva l'efficienza e le fonti alternative come primo obiettivo. In realtà risale al 1975 il primo schema di piano energetico, redatto in fretta e furia dopo la crisi energetica del 1973 per cercare di ridurre la nostra dipendenza dalle importazioni di petrolio. In prossimità del 2020, scadenza divenuta simbolo delle politiche fatte a Bruxelles, stiamo ancora ragionando sugli stessi argomenti, con motivazioni un po' cambiate, da questioni di sicurezza degli approvvigionamenti e di prezzi dell'energia, ad obiettivi planetari.

Nel mezzo, abbiamo fatto un altro PEN nel 1988, per capire cosa fare dopo l'uscita dal nucleare decisa successivamente all'incidente di Chernobyl del 1986. Durano anco-

ra oggi gli effetti del famigerato Cip 6/92, lo strumento che ha fatto da battistrada per quella incentivazione delle fonti rinnovabili esplosa a cavallo degli anni 2000. L'Italia è divenuta il primo Paese al mondo per incentivazione delle fonti rinnovabili assieme alla Germania. Coerentemente con il nostro ruolo di Paese europeista, le politiche ambientali si sono spostate a Bruxelles, dove si sono sovrapposte a quelle per le liberalizzazioni. Dal 1999 sono partite le riforme verso assetti di mercato e, a quasi 20 anni di distanza, non riusciamo ancora a liberarci dalle tariffe amministrate nel mercato elettrico dove oltre 20 milioni di consumatori, di cambiare fornitore non ne vogliono sapere.

Le emissioni di CO<sub>2</sub> dell'Italia dal picco di 581 milioni tonnellate nel 2005 sono crollate del 28% a 427 del 2017 (Figura 2). Rispetto al 1990 sono inferiori del 18% e pensare che l'obiettivo di Kyoto del -6,5% al 2012 sembrava impossibile nei primi anni 2000. Il miracolo, o la sventura, un misto dei due, è in buona parte do-

vuto ai successi delle rinnovabili, molto anche all'entrata del gas nella generazione elettrica, ma soprattutto al processo di deindustrializzazione del Paese che, oltre a portare povertà, ha ridotto drasticamente il ruolo degli stabilimenti che consumano molta energia. Il PIL nel 2018, dopo quattro anni di crescita asfittica, sarà ancora inferiore del 4% rispetto a quello di 10 anni prima. Abbiamo così già raggiunto l'obiettivo del 2020 datoci dalla Commissione nel 2008 e anche quello del 2030 sembra facilmente raggiungibile.

## I successi e i costi delle rinnovabili

L'elemento portante della transizione, soprattutto per l'immaginario collettivo, quello che conta nell'era del populismo, sono le fonti energetiche rinnovabili, in particolare il magico fotovoltaico e il possente eolico. L'Italia può vantare un altro primato unico per sforzo e risultati conseguiti. I suoi 16 miliardi di euro spesi nel 2017, in media circa 10 miliardi per 20 anni, sono secondi, in termini assoluti, solo alla Germania, che ne spende oltre 20 di miliardi, ma, rispetto al PIL non trovano paragone da nessuna parte. Alla fine dei 20 anni saranno stati spesi 200 miliardi a sostegno delle fonti rinnovabili e della transizione energetica. Per dare un ordine di grandezza, la Cassa del Mezzogiorno che ha perseguito l'obiettivo da sempre più urgente dell'Italia, quello di dar sviluppo al Sud, ha speso meno di 100 miliardi di €, in termini reali, fra il 1951 e il 1998.

Non a caso, l'Italia ha raggiunto nel 2015 gli obiettivi delle rinnovabili, previsti per il 2020: il 17% da rinnovabili dei consumi finali lordi. Il successo viene poi amplificato spes-

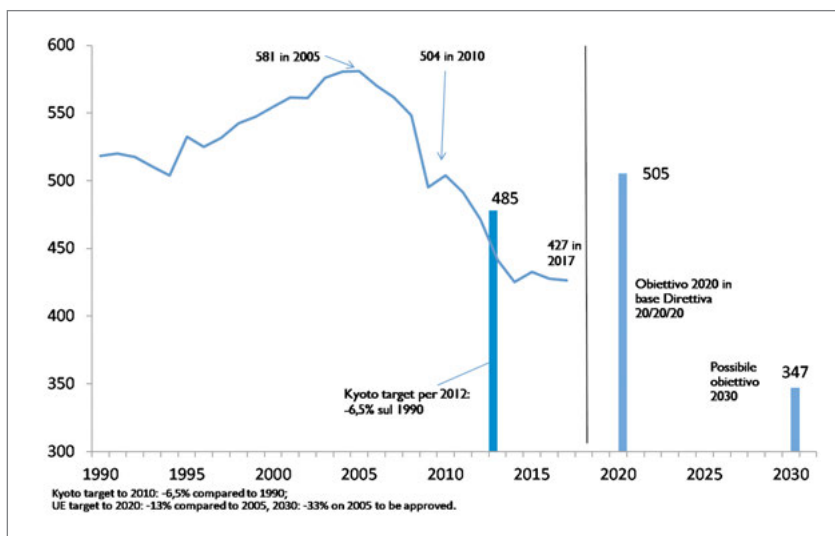


Fig. 2 Italia: emissioni di CO<sub>2</sub> e obiettivi futuri di riduzione (in milioni di tonnellate CO<sub>2</sub> equivalenti)



so dalle riflessioni solo sul sistema elettrico, con le rinnovabili che nel 2014 avevano già superato il 40% della produzione, dimenticando che quello elettrico è solo una parte dell'intero sistema energetico. Se poi si esclude il grande idroelettrico, il carbone bianco, come lo chiamavano i nostri nonni quando fecero quelle dighe, la quota delle nuove rinnovabili si dimezza. Il meraviglioso fotovoltaico, su cui l'Italia cominciò a lavorare per prima già alla fine degli anni 1970, in Italia conta per l'8% della produzione elettrica, la quota in assoluto più alta al mondo. Tuttavia, sui consumi totali di energia di circa 168 milioni tonnellate equivalenti petrolio (tep), non arriva al 2%, valore che sale all'8% se si considerano anche l'eolico, il biogas e le biomasse, le rinnovabili nuove. Viene da dire, giustamente, tutta questa fatica per così poco? Non è tutto. A costo di risultare impietosi, vale ricordare che in media,

per il fotovoltaico, i costi collettivi fatti pagare in bolletta sono dell'ordine di 200 € per megawattora che, supponendo un risparmio simile di produzione da ciclo combinato a gas, comporta minori emissioni per 0,35 tonnellate per MWh, vale a dire un costo di 571 € per tonnellata di CO<sub>2</sub> ridotta. A metà 2018 i prezzi dalla CO<sub>2</sub> sono in ripresa a 14 € per tonnellata, dopo essere stati per anni sotto la soglia dei 10 €. Tale esercizio, riproponibile, ma con valori minori per le altre fonti rinnovabili, conduce ad un costo medio di riduzione della CO<sub>2</sub> attraverso le rinnovabili che in media non è distante dai 100 € per tonnellata. Come insegnava la politica degli inizi anni 1980 per il primo PEN del 1981, gli incentivi, quale strumento di politica industriale, dovevano servire a sostenere lo sviluppo di un'industria nazionale delle fonti rinnovabili, cosa che è accaduta solo in minima parte.

### **Costi della transizione, prezzi e competitività**

Quello del costo degli incentivi alle rinnovabili, e più in generale del sostegno alla transizione, è una delle ragioni, non l'unica, per le quali i prezzi dell'energia elettrica in Italia sono stati in continua salita in questi anni. Lo strutturale distacco rispetto agli altri Paesi non è stato colmato, come invece auspicavano le politiche recenti delle liberalizzazioni e quelle lontane della pianificazione. Le rinnovabili hanno contribuito a ridurre i prezzi all'ingrosso dell'energia elettrica, ma siccome necessitano di maggiori investimenti sulle reti per gestire l'intermittenza hanno fatto salire i prezzi finali. Fra costi dei servizi, investimenti nelle reti di trasmissione, adeguamento delle reti di distribuzione e realizzazioni di reti intelligenti, come se quelle del passato non lo fossero, il risultato è che i prezzi pagati dai consumatori



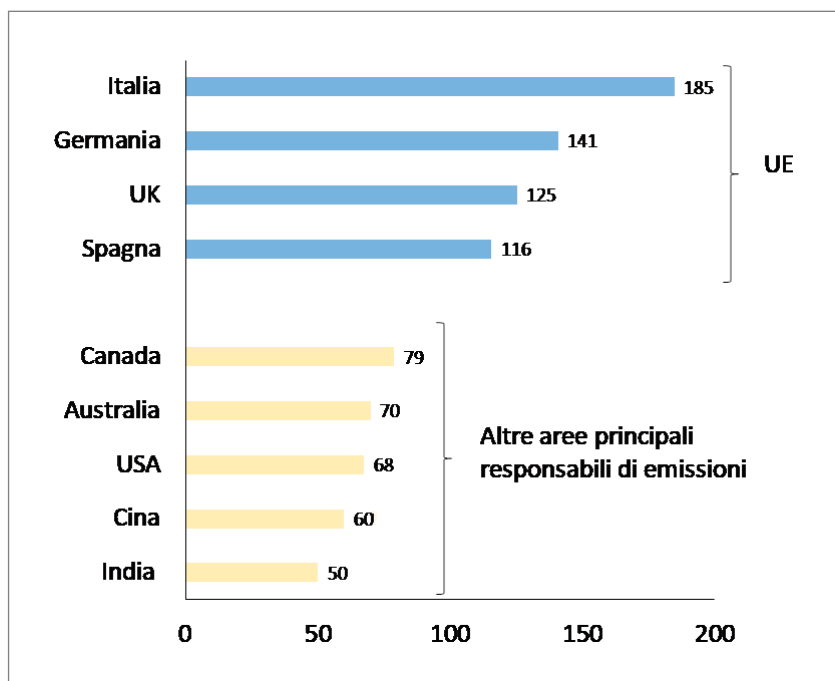


Fig. 3 Prezzi dell'energia elettrica per l'industria nel mondo (\$ correnti/MWh)  
 Fonte: elaborazione NE Nomisma Energia su dati OCSE e Department of Energy USA

### Il futuro, la Strategia Energetica Nazionale e la produzione nazionale

Nel 2018 l'Italia dovrà preparare il Piano Clima ed Energia da presentare alla Commissione Europea, dove verrà spiegato come intende continuare sul percorso della decarbonizzazione. Il punto di partenza sarà la Strategia Energetica Nazionale (SEN), approvata a fine 2017, quale aggiornamento di quella del 2013. Questa, che arrivava a un quarto di secolo dall'ultimo documento di programmazione, prevedeva, in ottemperanza con l'Europa, una forte crescita delle rinnovabili e grandi risultati sull'efficienza energetica. Allo stesso tempo, coerentemente con la regola della politica energetica, puntava alla riduzione della dipendenza energetica attraverso lo sviluppo della produzione nazionale di idrocarburi. L'Italia è tuttora il Paese, fra quelli industrializzati, assieme al Giappone, che più dipende da importazioni di energia dall'este-

finali sono stati in continua salita. Per le famiglie, magra consolazione, ciò accade anche in altri Paesi europei, in particolare in Germania, ma non in Francia che ancora sfrutta la rendita nucleare. Più negativo è il divario per le nostre medie e piccole imprese, la spina dorsale della nostra economia, i cui prezzi si collocano intorno ai 185 € per MWh, contro valori medi per il resto d'Europa inferiori a 150, mentre nel resto del mondo, in quelle aree che più sono responsabili delle emissioni globali, i prezzi sono abbondantemente sotto i 100 €. La deindustrializzazione dell'Italia, e il suo impoverimento, vale ribadire, passa anche per questo divario. Nel frastuono della discussione circa gli assetti futuri dei mercati elettrici per gestire il massiccio incremento delle rinnovabili, il silenzio sui maggiori costi italiani è assordante. Le nostre imprese sono

quelle di cui abbiamo un disperato bisogno per fare ripartire la nostra industria, quella che può riportare ricchezza e occupazione al Paese.

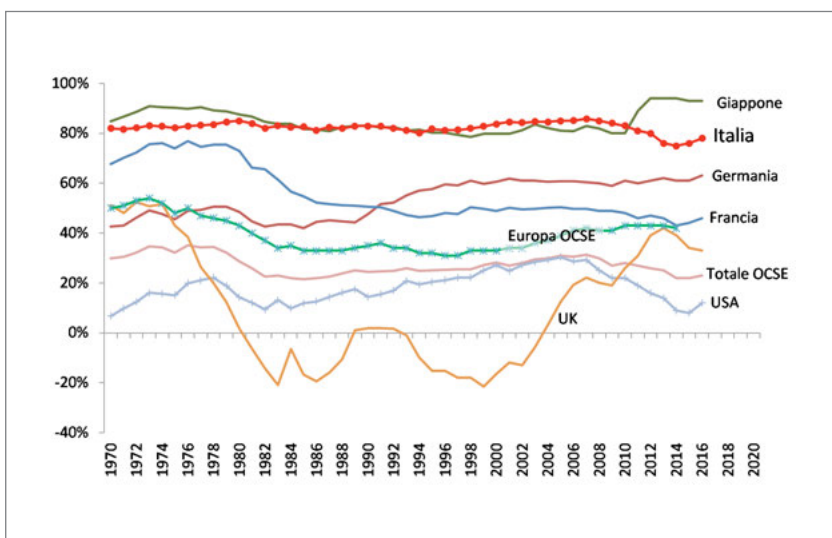


Fig. 4 Dipendenza energetica (importazioni nette su consumi totali in %)  
 Fonte: NE Nomisma Energia su dati International Energy Agency

ro con una quota intorno all'80%; questa è sempre stata la prima preoccupazione delle politiche. Nella SEN del 2017, invece, la produzione nazionale di idrocarburi sparisce, uno stralcio che compromette la validità politica di tutto il documento. La scelta di eliminare la produzione nazionale ha carattere politico ed è

riconducibile all'ostilità verso gli impianti di perforazione. Il non parlare di questi problemi, tacerli, è diventato lo strumento per non affrontare i problemi, nella bugiarda convinzione che si possa fare a meno del gas e del petrolio solo con qualche velleitario annuncio programmatico. Questo è il nuovo modo di fare

politica energetica che non porterà a molto, se non a un ulteriore aumento dei prezzi e a un indebolimento del sistema.

*Per saperne di più  
info@nomismaenergia.it*

# La riqualificazione delle centrali Enel: l'esempio del Progetto Futur-e

Il tradizionale modello energetico, che vedeva l'energia elettrica prodotta da grandi centrali per essere trasferita agli utenti finali, è stato in parte superato dal modello della "generazione distribuita", in cui è determinante il ruolo di impianti alimentati da fonti rinnovabili diffusi sul territorio, spesso di piccola taglia. Conseguenza di questa "rivoluzione energetica" è la progressiva dismissione delle centrali termoelettriche, che hanno esaurito il proprio ruolo nello scenario energetico. In Italia ci sono 23 siti di produzione per i quali l'Enel sta studiando una riqualificazione ispirata ai principi di sostenibilità economica, sociale, ambientale e di innovazione, oltre che a metodi di economia circolare. A tal fine è stato avviato il progetto Futur-e, che viene illustrato nell'articolo

DOI 10.12910/EAI2018-031

di **Giuseppe D'Orsi**, *Enel*

**G**li impianti di generazione tradizionali stanno diventando sempre più marginali nel sistema elettrico. Alla base di questa nuova "rivoluzione energetica" vi sono più elementi, in particolare la diffusione sempre maggiore delle energie rinnovabili e l'utilizzo di soluzioni più efficienti dalle abitazioni alle attività industriali. Il tradizionale modello che vedeva l'energia prodotta dalle grandi centrali per essere trasferita

agli utenti finali è stato superato da un nuovo modello di generazione, in cui è determinante il ruolo di impianti da fonte rinnovabile diffusi sul territorio, di cui molti di piccola taglia, secondo la cosiddetta "generazione distribuita". Il consumatore diventa in molti casi anche produttore, superando il modello unidirezionale che caratterizzava il tradizionale paradigma energetico per muoversi verso un nuovo modello che vede la rete di distribuzione diventare sem-

pre più "intelligente", fungendo da "enabler" per soddisfare la domanda di energia in maniera efficiente. A tal proposito Enel ha avviato nel 2015 il progetto Futur-e [1], che rappresenta oggi un progetto maturo, riconosciuto a livello internazionale come *best practice* in termini di *circular economy* e soprattutto come modello di risposta ad una sfida che coinvolge *utilities* in tutto il mondo: la dismissione di centrali termoelettriche che hanno esaurito il proprio



ruolo nello scenario energetico. È un cambiamento con cui Enel diventa responsabile di un nuovo futuro, essendo operatore leader nei settori delle rinnovabili, dell'efficienza energetica e delle *smart grid* e giocando un ruolo chiave ormai da anni per favorire la transizione verso un modello energetico più sostenibile.

### I siti delle centrali coinvolte nel progetto Futur-e

Si tratta di una sfida molto rilevante: la dismissione sul perimetro italiano di 23 siti di produzione, per una potenza installata di circa 13 GW, una superficie totale di oltre 1300 ettari e superfici coperte per oltre 400.000 mq, a cui l'azienda ha deciso di rispondere sulla base degli stessi principi di sostenibilità e innovazione che caratterizzano il futuro dell'energia. I dati delle centrali incluse in Futur-e sono utili a comprendere la rapidità del cambiamento e la sua forza: impianti che sono arrivati a coprire da soli alcuni punti percentuali del fabbisogno energetico italiano sono arrivati negli anni ad una produzione prossima allo zero, con una dra-

stica riduzione del numero di ore di utilizzo, ormai in funzione di riserva e copertura di "picchi". Dal 2008 al 2016 il numero complessivo di ore di utilizzo delle centrali Futur-e si è ridotto del 96%, con una produzione che è scesa nello stesso periodo di circa il 98%. In alcuni casi

gli impianti hanno già terminato il loro ciclo di "vita utile", e sono stati dismessi.

Si tratta di una sfida completamente nuova anche per Enel: esistono casi isolati di ex centrali cedute o riconvertite a nuovi utilizzi, ma è la prima volta che viene lanciato un progetto

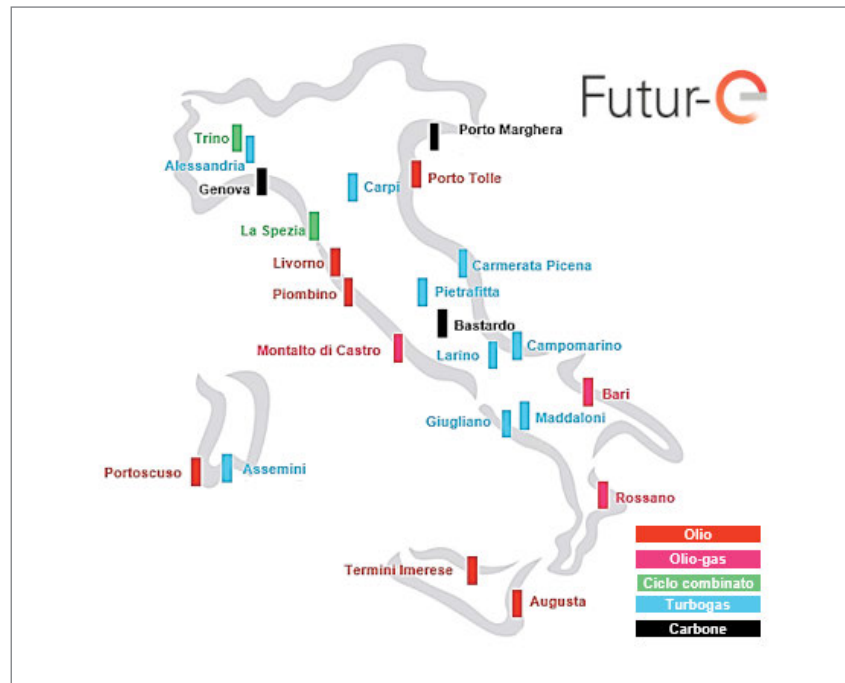


Fig. 1 Centrali Enel incluse nel perimetro del progetto Futur-e



di questa portata. Sfida a cui Enel ha risposto creando un'intera struttura di progetto dedicata a Futur-e, volta a supportare la riqualificazione in ogni aspetto, e che pertanto coinvolge in maniera multidisciplinare diverse funzioni aziendali: dalle Risorse Umane all'area Legale, dagli Affari Istituzionali alla Comunicazione, la Sostenibilità, oltre ovviamente al Real Estate, all'ingegneria e costruzioni ed alla generazione termica. Un aspetto molto significativo è che l'azienda abbia scelto di affidarne l'*ownership* alla funzione Business Development, ponendo l'attenzione al futuro sviluppo dei siti. Uno sviluppo che nasce dal punto di incontro degli asset centrali elettriche e delle idee progettuali per la riqualifica dei siti.

Nell'ottica della economia circolare una centrale che ha concluso il proprio ciclo di vita utile dal punto di vista energetico rappresenta ancora una risorsa per nuovi utilizzi: i siti degli impianti dispongono già di strutture di pregevole valore industriale, architettonico e cultura-

le, connessioni alla rete elettrica e in alcuni casi alla rete gas, edifici e infrastrutture, prima funzionali alla loro attività, che ne fanno candidati ideali per ospitare nuove installazioni. La collocazione delle centrali è ovviamente il fulcro per lo sviluppo di business diversi: nel perimetro di Futur-e ci sono impianti come Bari e Genova, collocati nel cuore del tessuto urbano, o come Campomarino, in provincia di Campobasso, in un'area agricola poco distante da centri abitati e dal litorale, o Montalto di Castro, Piombino e Rossano, con affaccio diretto sul mare, o Livorno in piena area logistico-portuale.

La valorizzazione di queste risorse parte da una fase preventiva di ascolto e coinvolgimento del territorio e dei lavoratori, tramite *survey*, incontri con istituzioni e cittadini, per raccogliere suggerimenti e mantenere alto il coinvolgimento locale. Gli obiettivi sono declinati in maniera puntuale, sulla base delle reali esigenze del territorio, puntando ad una "alliance building" con il contesto locale.

Futur-e non prevede un'unica metodologia per individuare le soluzioni adatte ai 23 siti coinvolti. Concorsi di idee o progetti, procedure di vendita più prettamente immobiliari o riqualificazioni interne al Gruppo, sono solo alcuni esempi di metodologie utilizzate da Enel per dare nuova vita alle aree delle ex-centrali.

### I principi ispiratori del progetto Futur-e

Il progetto si basa su di una serie di parametri: sostenibilità economica, sociale, ambientale e innovazione, oltre a metodi di economia circolare. La *sostenibilità economica* di un'idea progettuale è una prima garanzia fondamentale per il territorio: una proposta che non sia realmente in grado di sostenersi economicamente non sarebbe risolutiva per il problema che Futur-e vuole affrontare, ma potrebbe solo rinviarlo di pochi anni. Il rischio sarebbe di avere una "cattedrale nel deserto", un sito abbandonato di cui cambia solo il proprietario. Per questo viene verificata



attentamente la solidità finanziaria del progetto, corredato di *business plan* e di informazioni dettagliate su chi investe, con le relative referenze sul passato sviluppo di progetti simili, e su come intenda realizzare e gestire la nuova attività.

Il secondo parametro è la sostenibilità ambientale: oggi non è pensabile avviare un business senza tenerne conto. Per questo motivo Enel esclude attività che non vadano in questa direzione.

*Sostenibilità sociale* significa che la nuova attività deve essere una risorsa per la comunità locale, creando opportunità di sviluppo e di occupazione, sia diretta che indiretta.

Le proposte progettuali raccolte nell'ambito di concorsi di idee e progetti vengono valutate da Enel, istituzioni e mondo accademico per verificarne l'idoneità rispetto alle aspettative delle comunità locali, dello sviluppo sostenibile del territorio e l'integrazione con il progetto di riqualificazione già in essere.

Particolare enfasi viene data ad una ampia comunicazione delle procedure in essere, non solo tramite semplice pubblicazione delle informazioni sul sito dedicato al progetto o su organi di stampa locali e nazionali, ma anche tramite incontri ad hoc e convegni in collaborazione con le più importanti associazioni a livello nazionale, nonché con l'organizzazione di workshop e *roadshow* internazionali.

La fase di riqualificazione, infine, passa attraverso il ricorso a cantieri sostenibili e demolizioni selettive e conservative, concordate di volta in volta che chi rileverà l'area, in modo da mantenere tutto ciò che può essere valorizzato anche nel nuovo utilizzo del sito. Non ci sono solamente gli aspetti funzionali: in diversi casi la società ha ricevuto richieste di

mantenere strutture come ciminiere, sale macchine o altri asset impiantistici che fossero chiaramente riconducibili al precedente utilizzo, elementi fortemente iconici e caratteristici del passato energetico di queste centrali.

I numeri, a circa due anni e mezzo dal lancio del progetto, parlano chiaro: oltre sessanta manifestazioni di interesse, decine di progetti presentati, migliaia di accessi alla Virtual Data Room dedicata agli approfondimenti tecnici, centinaia di incontri e tavoli negoziali, relativi solo ai siti per i quali è già in corso una procedura di cessione. Questi dati hanno dimostrato il grande interesse, di livello internazionale, per la strategia scelta da Enel, il concreto interesse del mondo imprenditoriale per i siti coinvolti in Futur-e e soprattutto le numerose e concrete possibilità di riutilizzo e recupero di un patrimonio industriale che, dopo aver dato energia al Paese, può oggi generare nuove opportunità [2].

### Alcuni esempi concreti: Porto Marghera e Carpi

La centrale di Porto Marghera è la prima del perimetro Futur-e ad aver trovato una nuova vita. Costruita nel 1926, ristrutturata negli anni 50, la centrale è stata in funzione fino al



Fig. 2 Rendering della riqualificazione della ex-centrale turbogas di Carpi

2012 per limitare progressivamente la propria produzione energetica. Dal 2013 non è più stata messa in esercizio. Vendita nel novembre 2015, insieme all'area circostante, a tre soggetti già presenti con le loro attività nel territorio, si svilupperà in parte come nuovo insediamento industriale ed in parte come area logistica.

Grazie a Futur-e rinascerà a nuova vita l'ex centrale turbogas di Carpi, in provincia di Modena, trasformandosi in un innovativo polo logistico, che diventerà una piattaforma per il Nord Italia per il Gruppo Enel. Il progetto, a valle di demolizioni attualmente in corso e con ampio utilizzo di "cantieri sostenibili", che prevedono il recupero di circa 3.500 tonnellate di materiali metallici e l'immediato riutilizzo sul posto di 3.000 metri cubi di calcestruzzo frantumato, prevede la realizzazione di un polo logistico improntato a soluzioni sostenibili, come illuminazione LED, sistema di fitodepurazione per l'acqua sanitaria e recupero dell'acqua piovana per l'irrigazione delle aree verdi e per il sistema antincendio.

### La miniera di Santa Barbara: nuovo arrivo e nuova partenza del Progetto Futur-e

Da miniera di lignite utilizzata per produrre energia a opportunità per lo sviluppo del territorio. Questa è l'idea progettuale per il sito di Santa Barbara, un'area di circa 1600 ettari che si estende tra Cavriglia (Arezzo) e Figline e Incisa Valdarno (Firenze), che Enel realizzerà, sulla base dei principi propri del progetto Futur-e, con la collaborazione del Politecnico di Milano e con il coinvolgimento dell'Università di Firenze, per individuare scenari e proposte innovative e sostenibili per il territorio.



Fig. 3 Vista dell'area ex-mineraria Enel di Santa Barbara a Cavriglia (Arezzo) e Figline e Incisa Valdarno (Firenze)

Con l'estrazione della lignite, dal XIX secolo fino alla prima metà del XX, l'attività mineraria è stata alla base dello sviluppo industriale siderurgico di San Giovanni Valdarno. Intorno alla metà degli anni 50, è stata costruita la centrale termoelettrica di Santa Barbara. Quest'ultima, convertita nel 2006 in ciclo combinato, rimane attiva, mentre la miniera di Santa Barbara non è più utilizzata dal 1994 ed è al centro di un'importante piano di riqualificazione.

Il progetto parte dai principi ispiratori propri del progetto Futur-e, e si

declina sulla definizione di possibili scenari di sviluppo, sulla base di studi del contesto economico, dei piani urbanistici e delle aspettative delle comunità locali.

Tre gli scenari individuati: un parco cicloturistico pensato anche per sperimentare nuove forme di mobilità sostenibile; un parco agricolo-artistico dove a spazi boschivi e a coltivazione si alternano ad aree creative; un polo di ricerca nel campo delle geotecnologie e degli studi geofisici e sismici, in grado di collaborare col mondo universitario e con l'incubatore già presente a Cavriglia.

Gli scenari descritti confluiscono in un unico masterplan "Santa Barbara cycle hub & park", che segnerà la strada per la riqualificazione dell'ormai dismessa miniera di lignite con una strategia in fase di identificazione.

## Conclusioni

Gli esempi riportati nell'articolo indicano come con Futur-e Enel abbia scelto di far fronte ad alcune necessità derivanti dall'evoluzione dello scenario energetico e di rispondere in anticipo ad alcuni sfidanti obiettivi europei.

La prima è la necessità evitare che gli impianti non più competitivi diventino aree abbandonate e vadano ad aggiungersi al numero di "cattedrali nel deserto" che rappresentano un nodo non sempre risolto nel Paese.

La seconda necessità riguarda l'obbligo di rispondere alle richieste della Unione Europea, che ha stabilito che le emissioni di gas climalterante siano ridotte al 2050 dell'80% rispetto alle emissioni del 1990 [3]. Enel ha già avviato un percorso di decarbonizzazione del proprio parco generazione per diventare, entro il 2050, una società interamente "carbon-neutral". Un processo che vede Enel fortemente impegnata nel settore delle energie rinnovabili e nello sviluppo di soluzioni e tecnologie sostenibili in tutto il settore energetico [4].



## BIBLIOGRAFIA

1. <https://corporate.enel.it/futur-e.html>
2. [http://www.adnkronos.com/sostenibilita/world-in-progress/2017/06/23/recupero-condivisione-sviluppo-parole-ordine-futur-enel-video\\_l2CGGIOFwjmmqerXfmc1oM.html](http://www.adnkronos.com/sostenibilita/world-in-progress/2017/06/23/recupero-condivisione-sviluppo-parole-ordine-futur-enel-video_l2CGGIOFwjmmqerXfmc1oM.html)
3. [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_it](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_it)
4. <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>

# Accettazione sociale della realizzazione di grosse infrastrutture per la decarbonizzazione

Fare fronte ai consumi energetici che mutano nel tempo richiede un continuo adeguamento delle infrastrutture di approvvigionamento. Ma la costruzione di tali infrastrutture comporta numerosi rischi per le aziende che le realizzano: rischi finanziari, tecnici, strategici, di business, che si intrecciano a loro volta con i rischi derivanti dall'accettabilità sociale degli impianti. L'accettabilità è divenuta ormai un requisito indispensabile, anche per gli impianti alimentati da fonti rinnovabili. Diventa quindi necessaria un'analisi del "rischio tecnologico", tale da permettere la costruzione di relazioni con i cittadini interessati, di acquisire consapevolezza della diversità dei punti di vista su vantaggi o svantaggi delle installazioni, e la diffusione della conoscenza necessaria a ridurre le distanze a favore di processi di accettabilità sociale degli impianti

DOI 10.12910/EAI2018-032

di **Roberto Rentocchini**, Responsabile della funzione di Risk Management Industriale, Eni SpA  
**Teresa Dina Valentini**, "Sapienza" Università di Roma

L'accettabilità tecnologica è un tema sempre più di attualità e in modo trasversale riguarda tutta l'industria energetica e in particolare le tecnologie da essa adottate.

## Gli obiettivi della Strategia Energetica Nazionale

La Strategia Energetica Nazionale

prevede una riduzione dei consumi di 10 Mtep al 2030 rispetto al tendenziale, con il 28% dei consumi energetici complessivi al 2030 coperti da fonti rinnovabili, in particolare il 55% dei consumi elettrici al 2030 derivanti da fonti rinnovabili. Oltre al rafforzamento della sicurezza di approvvigionamento, alla riduzione dei gap di prezzo dell'energia e alla promozione della mobilità pubblica

e dei carburanti sostenibili, si prevede un abbandono del carbone per la produzione elettrica entro il 2025. Sono questi alcuni degli obiettivi cardine della strategia.

L'ambizione deve comunque essere coniugata con il realismo: se il 28% dei consumi sarà coperto da fonti rinnovabili, il rimanente 72% richiederà ancora necessariamente gas naturale e, dati i lunghi tempi di tra-

sformazione delle infrastrutture di trasporto, anche prodotti petroliferi. Saranno necessari interventi infrastrutturali per continuare ad assicurare una adeguata ed economica disponibilità di gas, nonché per trasformare il downstream petrolifero, con evoluzione verso le bioraffinerie e un uso crescente di biocarburanti sostenibili e dell'uso di GNL (gas naturale liquefatto) nei trasporti pesanti e marittimi al posto dei derivati dal petrolio.

### Il problema delle infrastrutture

Ma come assicurare il raggiungimento di questi obiettivi? La prima fondamentale questione riguarda le infrastrutture: non si può trasformare in modo sicuro ed efficiente il sistema elettrico e fare a meno del carbone se non si realizzano per tempo

reti e sistemi di accumulo; non si può garantire la sicurezza e la diversificazione dell'approvvigionamento di gas se si blocca la realizzazione di ogni infrastruttura necessaria.

L'accelerazione nella de-carbonizzazione attraverso la cessazione della produzione termoelettrica a carbone al 2025 può essere realizzata solo adottando in tempo utile il piano di interventi indispensabili per gestire la quota crescente di rinnovabili elettriche e completarlo con ulteriori e specifici interventi in termini di infrastrutture e impianti, anche riconvertendo gli attuali siti con un piano concordato verso poli innovativi di produzione energetica. Andando nello specifico questo significa: garantire l'adeguatezza del sistema, mantenendo la disponibilità della potenza a gas ancora necessaria, con priorità per quella flessibile; poten-

ziare ulteriormente le interconnessioni con l'estero e incrementare la capacità degli impianti di accumulo; operare interventi sulle reti per integrare le fonti rinnovabili e aumentare la resilienza. Con la crescita delle rinnovabili, il gas continuerà ad avere un ruolo chiave nella transizione energetica poiché rappresenta la risorsa di *back up* del sistema elettrico, ma al contempo deve fronteggiare anche un mercato più incerto e volatile. Per questo è essenziale diversificare le fonti di approvvigionamento, attraverso l'ottimizzazione dell'uso delle infrastrutture esistenti e lo sviluppo di nuove infrastrutture di collegamento; migliorare la flessibilità delle fonti di approvvigionamento, potenziando le dorsali di trasporto; promuovere la realizzazione di nuovi gasdotti di importazione che diversifichino fonti e rotte di approvvigio-



namento; convertire a metano le reti di distribuzione locali e svilupparle tramite collegamento a depositi Small Scale GNL per avviare la fornitura di gas in modo modulare.

Per quanto riguarda il mercato petrolifero e logistico la domanda dei prodotti petroliferi è diminuita progressivamente dal 2005 al 2015, spingendo alla riconversione di raffinerie in bioraffinerie e depositi. L'obiettivo è di ridurre entro il 2030 di 13,5 Mtep i consumi primari di prodotti petroliferi rispetto al 2015. Gli interventi necessari promuoveranno la conversione di altre raffinerie in bioraffinerie, stante l'aumento della domanda di biocarburanti avanzati.

### **I rischi che affronta l'industria energetica**

L'industria energetica è in una fase di forte cambiamento coniugato a una crescente pressione sulla salvaguardia

dell'ambiente costringendola a una rivisitazione a 360 gradi della propria *mission*.

L'orientamento del mercato verso l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili o comunque meno impattanti sull'ambiente porta anche le società petrolifere a modificare il proprio business e il proprio rapporto con il contesto di riferimento, che manifesta gradi sempre più alti di inaccettabilità rispetto all'industria energetica tradizionale.

Organizzazioni di ogni tipo e dimensione affrontano quotidianamente fattori interni ed esterni che rendono incerto se e quando riusciranno a raggiungere questi obiettivi. L'effetto che questa incertezza ha sugli obiettivi di un'organizzazione si chiama "rischio".

Ogni attività di un'organizzazione comporta dei rischi, che infatti possono essere di diverse tipologie: rischi finanziari, rischi tecnici,

rischi strategici, rischi di business ecc. Ai diversi rischi corrispondono gradi di tollerabilità e accettazione interna ed esterna all'organizzazione. Tenuto conto dell'evoluzione del contesto anche in termini culturali, i nuovi standard internazionali di gestione (ISO 14001: 2015 e i ISO 45001: 2018 ) hanno posto al centro dell'organizzazione la gestione del rischio come minaccia e opportunità. I rischi sono parte integrante di ogni attività imprenditoriale e come tale la loro esistenza deve essere accettata da parte delle imprese stesse. Riuscire a identificarli e a gestirli aiuta a tenerli sotto controllo, a prevenirli, a mitigarli, a volte a evitarli e, spesso, a ridurne l'entità. Per questa ragione il Risk Management è diventato un aspetto importante e imprescindibile in moltissime aziende.

Le imprese che si sono dotate di un sistema integrato di gestione del rischio hanno una redditività operati-



va (ROI) superiore del 31% rispetto alle altre imprese<sup>1</sup>:

- il 25,3% ha una gestione integrata del rischio;
- il 47,2% delle imprese dichiara di avere un approccio segmentato alla gestione del rischio;
- il 27,5% non dispone di nessun sistema.

Basta avere un sistema di gestione integrato del rischio per essere pronti ad avviare un sereno confronto in termini di accettabilità tecnologica? Purtroppo no, anche se rappresenta un passaggio indispensabile.

### Il problema dell'accettabilità sociale dei grandi impianti

L'accettabilità dei grandi impianti energetici passa sicuramente attraverso il filtro percettivo e deve fare i conti con la dimensione tecnico-scientifica che contribuisce al confronto nell'ambito di un *framework* riconosciuto, seppur non sempre condiviso, e che fa riferimento a diversi codici sociali, culturali e scientifici.

Le aziende, in particolare quelle del settore energetico, principali responsabili delle emissioni di gas serra, spesso si sentono sul banco degli imputati. È vero? In parte sì, in quanto le attività svolte da questo settore possono essere caratterizzate da un impatto notevole ed esteso in termini ambientali benché sia doveroso riconoscere che nel tempo si sia fatta molta strada per favorire il processo di de-carbonizzazione e in generale di riduzione dell'impronta ecologica. Ci si aspetterebbe un atteggiamento diverso rispetto alle fonti rinnovabili, ma purtroppo spesso non è così: come dimostra il programma *Horizon 2020 Project WinWind*, che sta cercando percorsi privilegiati per l'espansione dell'energia eolica, la quale si scontra anch'essa con il fenomeno

del rifiuto sociale dovuto alla mancata accettazione degli impianti in nome dell'uso e consumo del territorio. Il progetto è un ottimo esempio di metodo in quanto si basa su un modello sequenziale che prevede:

- analisi delle minacce ed opportunità connesse allo sviluppo di questa tecnologia;
- analisi dell'accettabilità sociale, punti di forza e barriere nell'ambito d'un'analisi regionale;
- analisi delle buone prassi, ove l'introduzione di questa industria ha avuto successo e con quali benefici per comunità ospitanti;
- modelli di trasferimento di queste esperienze positive;
- valorizzazione degli insuccessi in termini di *lesson learnt* e *policy* a sostegno per la sua espansione.

Tale modello si adatta ad ogni tipologia di impianto industriale sia che riguardi la realizzazione di una bioraffineria che di un impianto di energia solare.

Quindi ogni organizzazione è chiamata ad individuare le fonti di rischio, le aree di impatto, gli eventi, le cause e le potenziali conseguenze. È altresì importante identificare i rischi associati al fatto di non perseguire un'opportunità.

### L'analisi del rischio tecnologico aiuta le aziende a prendere le decisioni

L'analisi del rischio sviluppa la comprensione del rischio: infatti questa fase fornisce un contributo alla valutazione del livello di pericolo a cui la tecnologia espone l'uomo e l'ambiente e al *decision making* in termini strategici e operativi. Essa analizza le cause, le conseguenze positive e negative e la probabilità che tali conseguenze si possono verifi-

care. L'analisi può essere qualitativa, semi-quantitativa o quantitativa, o una combinazione di questi, secondo le circostanze. In pratica, l'analisi qualitativa è spesso usata per ottenere una prima indicazione generale del livello di rischio e per rivelare i rischi principali. Quando possibile e opportuno, si dovrebbe effettuare un'analisi più specifica e quantitativa dei rischi come passo successivo.

Lo scopo della valutazione del rischio è quello di aiutare a prendere decisioni, essa consiste nel confrontare il livello di rischio rilevato durante il processo di analisi con i criteri stabiliti nel contesto prefissato. Se il livello di rischio non soddisfa i criteri, il rischio deve essere trattato prendendo in considerazione anche l'accettabilità dei rischi da parte di soggetti diversi dall'organizzazione.

Il trattamento del rischio comporta la selezione di una o più opzioni per la sua mitigazione; esso implica un processo ciclico di valutazione per decidere se i livelli di rischio residuo siano tollerabili e di valutazione dell'effetto di tale trattamento fino a quando il rischio residuo è conforme ai criteri di accettabilità dello stesso. La situazione ottimale, ma purtroppo spesso utopica, è raggiungere un livello di accettabilità che soddisfi i criteri interni e le aspettative dell'esterno.

Le opzioni di trattamento del rischio non sono necessariamente mutuamente esclusive o appropriate in ogni circostanza. Le opzioni possono includere: evitare il rischio decidendo di non iniziare o continuare con l'attività; rimuovere il rischio intervenendo sulla fonte; cambiare la natura e l'entità del rischio agendo sulle conseguenze; condividere il rischio con un altro soggetto o soggetti (es. assicurazione); mantenere la condizione di rischio per scelta.



La selezione dell'opzione di trattamento dei rischi più appropriato comporta il bilanciamento dei costi e dell'effort di attuazione in relazione ai benefici. Quando si selezionano le opzioni di trattamento del rischio, l'organizzazione è tenuta a considerare i valori e le percezioni degli *stakeholder* e le modalità più opportune per comunicare loro le scelte attuate. Nei casi in cui le opzioni di trattamento del rischio possono avere un impatto sull'esterno è importante tenere in considerazione che alcuni interventi possono essere più o meno accettabili per gli *stakeholder*. Il monitoraggio interno con un reporting verso l'esterno deve essere parte integrante del piano di trattamento per fornire le necessarie assicurazioni sulla efficacia delle misure messe in campo.

### Le tre dimensioni dell'accettabilità tecnologica

Se spostiamo il punto di vista da quello dell'industria a quello dell'uomo della strada, per comprendere il funzionamento dell'accettabilità del rischio tecnologico dobbiamo introdurre altre dimensioni. È importante far riferimento a un concetto di tecnologia che contiene nella sua definizione la *dimensione sociale e psicologica* che ne esplicita la potenza relazionale, alla base della costruzione dell'ambiente condiviso.

Si prende a riferimento la definizione di tecnologia Borrelli e Guzzo<sup>2</sup>, ovvero "la tecnologia è un termine elusivo e concetti come cambiamen-

to tecnologico e sviluppo tecnologico, dipendono da chiavi interpretative... essa è una forma di attività umana culturale che applica i principi della scienza alla soluzione dei problemi".

Se l'approccio ingegneristico è finalizzato alla valutazione intrinseca del rischio di una tecnologia inserita in un contesto con diversi gradi di variabilità di influenza reciproca, quello socio-psicologico interviene sulla valutazione della tecnologia in merito all'intensità relazionale innescata. Il concetto di relazione consente di trapiantare sul piano empirico al concetto di accettabilità. Procedendo su questo piano teorico e condividendo il concetto basilare che l'uomo agisce in rete e che soltanto attraverso di essa attiva processi di innovazione, modificando sostanzialmente la qualità della propria vita e prendendo progressivamente *consapevolezza sui vantaggi o svantaggi* ad essa correlati. La nascente opposizione anche verso le cosiddette tecnologie amiche dell'ambiente risponde a un percorso di consapevolezza che passa da una mera valutazione ambientale a quello dell'uso e consumo del territorio (ad esempio le bioraffinerie stanno progressivamente abbandonando l'uso dell'olio di palma cercando nuove fonti, come la valorizzazione dei rifiuti).

Adottando un percorso logico che mette al centro l'agire tecnologico, è possibile esplicitare due dimensioni dell'accettabilità tecnologica: la relazione e la consapevolezza. Esiste anche una terza dimensione: la co-

noscenza che si distingue in tecnico-scientifica e in empirico-funzionale al fabbisogno individuale, spesso contingentato a condizioni specifiche e agganciato a dimensioni temporali più o meno lungimiranti. La gestione dei rischi non può e non deve essere fine a sé stessa ma anzi deve collegarsi a queste tre dimensioni: relazione, consapevolezza e conoscenza.

Nella gestione del rischio si devono annullare tutte le barriere attraverso la costruzione di relazioni, la consapevolezza della diversità dei punti di vista e la comprensione delle diverse opinioni. Percorrendo questa strada è possibile ridurre le distanze a favore di processi di accettabilità tecnologica. Comunicare agli *stakeholder*, sia interni sia esterni alla organizzazione, quali siano i rischi da affrontare, come li si intenda gestire, con quale processo e con quali risorse e, soprattutto, quali siano i risultati di questa gestione, è di fondamentale importanza.

La comunicazione permette la condivisione di obiettivi e aspettative, la partecipazione alla definizione del contesto in cui si opera l'inclusione delle esigenze di tutti.

Connettersi con il contesto significa gestire i rischi attraverso le strategie aziendali e le risorse necessarie in relazione ai fattori sociali, culturali, politici ed economici caratterizzanti di ogni ambiente socialmente condiviso.

*Per saperne di più:*  
[teresadina.valentini@uniroma1.it](mailto:teresadina.valentini@uniroma1.it)

<sup>1</sup> V^ edizione dell'Osservatorio Cineas-Mediobanca su 272 medie imprese manifatturiere italiane

<sup>2</sup> Borrelli G., Guzzo T., Tecnologia Rischio e Ambiente. Tra interessi e conflitti sociali, Bonanno, 2011

# Decarbonizzazione dei trasporti e qualità dell'aria

Il settore trasporto utilizza prevalentemente combustibili fossili e contribuisce in modo rilevante alle emissioni di gas inquinanti, dannosi per la salute, e di gas ad effetto serra, responsabili di alterazioni del clima. Occorre pertanto passare a modalità più sostenibili di trasporto riducendo l'esigenza degli spostamenti, ricorrendo a modalità alternative di trasporto (collettivo, in condivisione ecc.), progettando e immettendo sul mercato veicoli energeticamente più efficienti e meno dipendenti dai combustibili fossili. Il tutto senza penalizzare la mobilità degli individui

DOI 10.12910/EAI2018-033

di **Antonino Genovese**, *ENEA*

**L**e basi dell'attuale organizzazione dei trasporti si fondano sull'esigenza di incontrare la richiesta di muoversi liberamente, facilmente e con minimo dispendio di energia da un luogo all'altro. Questi aspetti furono delineati più di 150 anni fa quando Nikolaus Otto depositò il primo brevetto del motore a quattro tempi (sebbene precedentemente gli italiani Barsanti e Matteucci avessero definito una descrizione dettagliata del principio di funzionamento in alcuni documenti). Ma fu solo grazie a Karl Benz, e alla sua idea di realizzare una carrozza che si muovesse senza il

ricorso alla trazione animale, che la prima automobile venne alla luce. In seguito con Henry Ford ebbe inizio l'era della produzione su larga scala delle automobili con la conseguente legittimizzazione della mobilità basata sull'uso dei combustibili fossili. Sono ormai trascorsi molti anni dalla comparsa delle innovative idee dei primi pionieri della motorizzazione di massa e una seconda rivoluzione si appresta a mutare il familiare profilo della mobilità personale e collettiva. Da un quarto di secolo a questa parte diversi aggettivi sono stati spesi per definire il profilo della nuova mobilità: green, sostenibile, smart,

decarbonizzata. Questi attributi rimarkano la ricerca di discontinuità tra mobilità passata, basata essenzialmente sull'uso di combustibili derivati dal petrolio, e mobilità futura che rivolge lo sguardo a soluzioni meno caratterizzate dalla presenza di carbonio.

È dominio comune che i combustibili derivati dal petrolio (gasolio e benzina), utilizzati per alimentare i motori a combustione interna (MCI) dei mezzi di trasporto, producono un insieme di sostanze chimiche e di polveri come risultato del processo di conversione chimico-meccanica dell'energia. Sfortunatamente queste



sostanze componenti i gas di scarico risultano essere dannosi per gli esseri viventi e per l'ambiente. Al fine di contenere gli impatti negativi sulla salute delle persone e sull'ambiente limiti sempre più restrittivi nelle emissioni veicolari sono stati adottati a livello mondiale. Le emissioni allo scarico contribuiscono per la loro quota parte a un aggravamento dello stato di qualità dell'aria nelle città e attualmente la Commissione Europea (CE) ha sotto osservazione i Paesi eccedenti i limiti di qualità dell'aria che rischiano l'apertura di una procedura di infrazione. Sotto questa prospettiva numerosi sforzi tecnologici sono stati posti in essere per ridurre consumi di combustibile ed emissioni per i veicoli. Tuttavia la grande domanda di mobilità e il continuo trend di crescita del numero di autoveicoli presenti sulle strade impone una ulteriore riduzione delle emissioni allo scarico. In questo contesto un tema cui prestare attenzione si aggiunge a quelli precedentemente delineati: le variazioni climatiche derivanti dal riscaldamento del pianeta. Dal 1780

(era pre-industriale) ai giorni nostri è stato rilevato un innalzamento della temperatura media del nostro pianeta di circa 1 °C [1] con frequenti fenomeni di estremizzazione delle temperature. Basti ad esempio ricordare il 2017 appena trascorso che si

posiziona tra i tre anni più caldi degli ultimi 100 anni. Contemporaneamente assistiamo a una crescita della concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera con punte di 403 ppm contro i 340 ppm rilevati nel 1980 come indicato in Figura 1.

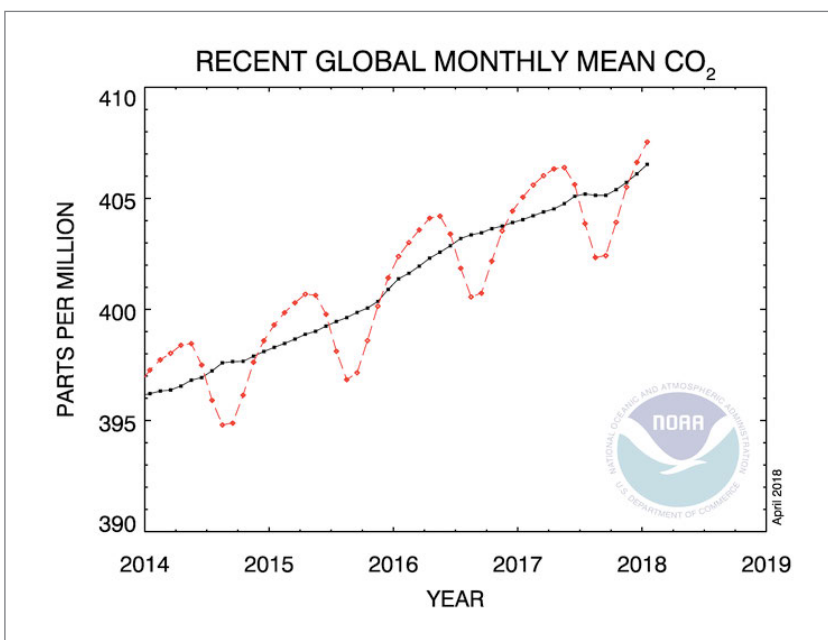


Fig. 1 Variazione concentrazione CO<sub>2</sub> ( NOAA Earth System Research Laboratory Global Monitoring Division <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>)





Fig.2 Interventi per ridurre le emissioni da trasporto

Non meno importanti sono le pronunciate crescite delle concentrazioni atmosferiche di altri gas serra come metano e ossido nitroso ( $N_2O$ ).

Gli accordi di Parigi hanno politicamente sancito la relazione tra gas serra (GHG) e variazioni climatiche e stabilito il punto di non ritorno per mantenere entro  $1,5\text{ }^\circ\text{C}$  l'innalzamento globale della temperatura.

Le emissioni di natura antropogenica di  $CO_2$  sono dovute al 70% dall'uso di combustibili fossili (carbone, gas naturale, petrolio) mentre a livello di settore di utilizzo il trasporto si ritaglia un quarto delle emissioni globali da combustione con un 75% di esse dovute al trasporto su strada [2]. In questo contesto la riduzione della dipendenza dai combustibili derivati dal petrolio ha trovato uno scenario stimolante per lo sviluppo di propulsori innovativi basati anche su combustibili alternativi ai derivati del petrolio.

### Come decarbonizzare il trasporto

La locuzione “decarbonizzazione del

trasporto” è correntemente impiegata per definire la minore dipendenza dai combustibili fossili attraverso la riduzione percentuale del carbonio contenuto nel combustibile utilizzato nei veicoli. Il reale significato è più ampio rappresentando l'insieme di azioni capaci di ridurre le emissioni di  $CO_2$  preservando la capacità del sistema di trasporto. Possiamo affrontare il problema delle emissioni di  $CO_2$  nel trasporto distinguendo tre approcci: miglioramento dell'efficienza dei sistemi di trazione, utilizzo di modi di trasporto maggiormente efficienti, riduzione dell'esigenza degli spostamenti (Figura 2). Ogni ambito di intervento contribuisce a diminuire le emissioni rispondendo al contempo alla domanda di mobilità.

### *Ridurre l'esigenza degli spostamenti*

Il primo criterio è fondato sulla rivisitazione delle politiche sociali prese a modello nella costruzione dei rapporti produttivi, economici e relazionali all'interno delle realtà urbane. Ridurre il numero di spostamenti è l'elemento cardine su cui agire e

questo è ormai realizzabile attraverso l'uso degli strumenti telematici. Con essi è possibile espletare attività economiche e lavorative, non direttamente connesse alla esigenza della produzione materiale, o provvedere ad acquisti o partecipare ad attività di intrattenimento senza muoversi da un punto all'altro delle nostre città. Ma meglio ancora architetti ed urbanisti sono chiamati a rimodellare il tessuto cittadino e l'organizzazione urbana per costruire un insieme autosufficiente capace di fornire servizi adeguati sul territorio per rispondere alle esigenze degli abitanti, evitando che questi siano obbligati a continui spostamenti. Periferie senza servizi, centri urbani dedicati alle attività ludiche, grandi aree suburbane destinate ad aree commerciali o uffici provocano una continua domanda di viaggi e spesso in carenza di trasporti collettivi producono flussi elevati di veicoli e di emissioni. Insediamenti compatti richiedono minori distanze da percorrere che possono essere soddisfatti anche con modi a bassa energia e bassa emissione di  $CO_2$  quali biciclette o a piedi.



### Modalità alternative di trasporto

Il secondo criterio affronta il problema della minore emissione di CO<sub>2</sub> tramite una scelta attenta del modo con cui eseguire i viaggi. L'efficienza energetica del modo di viaggio ossia i MJ per passeggero-km rappresentano il criterio di paragone per offrire la stessa capacità di spostamento a costi energetici inferiori e quindi a minori emissioni di CO<sub>2</sub>. Andare a piedi o in bicicletta è sicuramente maggiormente efficiente su brevi distanze mentre il treno lo è rispetto all'auto su distanze maggiori. Ma i nuovi sistemi di trasporto basati sulla condivisione dei veicoli e dei viaggi offrono alternative per attivare riduzioni di emissioni sfruttando meglio il numero di passeggeri per viaggio o permettendo di pianificare un viaggio con scelte modali integrate in grado di rispondere meglio al criterio di efficienza per passeggero-km. Una mobilità veramente sostenibile deve, quindi, essere ripensata sulle basi di un minor peso della mobilità privata incentivando il trasporto collettivo e cooperativo in condivisione (car pooling, car sharing).

### Miglioramento dell'efficienza e combustibili alternativi

Infine l'innovazione tecnologica è la leva utilizzata dai costruttori di veicoli per venire incontro all'esigenza di rispettare i limiti emissivi di CO<sub>2</sub> imposti dalla legislazione per contenere le emissioni specifiche dei motori a combustione interna. I paesi della Comunità Europea hanno previsto al 2021 l'adozione del target di 95 gCO<sub>2</sub>/km [3] per i veicoli passeggeri indicando un ancora più ambizioso limite, inferiore del 30% al 2030. Il limite è definito a livello di flotta attraverso una curva calibrata

in funzione del peso del veicolo (veicoli più pesanti possono emettere di più di quelli più leggeri) come riportato in Figura 3 ed è accompagnato da una serie di fattori premianti/punitivi in base agli scostamenti.

La riduzione dei consumi è il primo passo per abbattere le emissioni di CO<sub>2</sub> e questo può già essere attuato con l'ottimizzazione del motore diesel, che vanta già buoni rendimenti ma è in grado di fornire ancora margini di miglioramento. Sfruttando il supporto dell'elettronica è possibile assistere ulteriormente le fasi di iniezione, di ricircolo dei gas di scarico, di recupero del calore con sistemi aventi tempi di risposta più rapidi nel coadiuvare le variazioni della combustione, ma anche con la riduzione delle cilindrata e l'uso di materiali più performanti per le maggiori pressioni di iniezione ed in camera di combustione. Il gasolio non ha ancora mostrato i suoi limiti e altri combustibili si affacciano come concorrenti nella competizione per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. L'adozione della direttiva 2014/94/EU sui combustibili alternativi se-

gna l'apertura alla realizzazione di infrastrutture per la distribuzione di combustibili in sostituzione di benzina e gasolio. Questo avvantaggia sia l'emissione di CO<sub>2</sub> ma anche la minore dipendenza dei trasporti dai combustibili liquidi derivati dal petrolio. Nella direttiva il gas naturale compresso (GNC) e il gas di petrolio liquefatto (GPL) sono riconosciuti come combustibili gassosi alternativi insieme al gas naturale liquefatto (GNL), all'idrogeno ed all'elettricità. La quantità di CO<sub>2</sub> generata per unità di energia contenuta è una prima indicazione della potenzialità dei combustibili a concorrere al processo di decarbonizzazione. A parità di energia il GNC produce minor CO<sub>2</sub> del gasolio: 57 gCO<sub>2</sub>/MJ contro 73 gCO<sub>2</sub>/MJ; inoltre ha un contenuto energetico per unità di massa maggiore. Tuttavia l'efficienza del motore influisce nello stabilire i quantitativi di energia utili a produrre lavoro meccanico riducendo o annullando il vantaggio intrinseco. Lo studio JRC-Concawe [3] indica per le autovetture al 2010 emissioni di CO<sub>2</sub> leggermente migliori per il veicoli diesel

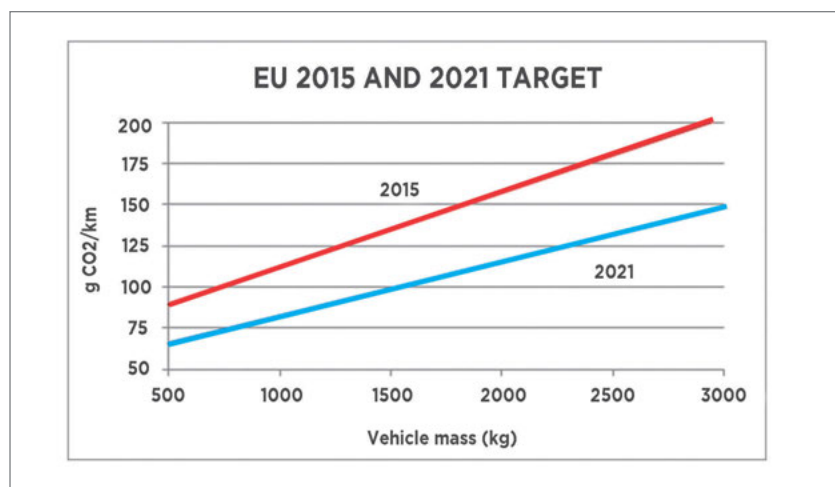


Fig. 3 Curve per individuare i limiti emissivi per la CO<sub>2</sub> al 2021  
Fonte: elaborazione ENEA

rispetto a quelli a GNC con un trend inverso al 2020 grazie al miglioramento tecnologico dei motori a gas naturale, rimanendo comunque entro valori molto simili (87 gCO<sub>2</sub>/km contro 82 gCO<sub>2</sub>/km). Una corretta interpretazione deve comunque tenere presente il percorso completo lungo la filiera di produzione e distribuzione del combustibile che comporta una addizionale emissione di CO<sub>2</sub>. In questo caso l'emissione di CO<sub>2</sub> additiva risulta sfavorevole al gas naturale, specialmente al crescere delle distanze di origine del gas a causa dei maggiori costi energetici ed emissivi per il pompaggio. Infine diviene importante il quantitativo di metano rilasciato in atmosfera durante le operazioni di produzione, trasferimento e combustione essendo il metano un gas serra molto più attivo della CO<sub>2</sub>.

### La trazione elettrica

L'utilizzo dell'energia elettrica quale fonte energetica per la mobilità assume un ruolo importante nella riduzione della dipendenza dalle fonti fossili per il settore del trasporto. Questa si attua in relazione alla diversa composizione degli impianti di generazione nei vari sistemi elettrici nazionali. In Italia la produzione elettrica è fornita da un mix energetico basato su termoelettrico e fonti rinnovabili. Al 2017 il 31% della produzione elettrica è stato soddisfatto dalle fonti rinnovabili mentre il rimanente da gas naturale, carbone e altre fonti. Per l'energia elettrica, in base alle valutazioni eseguite da ISPRA, il fattore emissivo nazionale 2016 è stato di 330 gCO<sub>2</sub>/kWh. A questo valore vanno incluse le componenti additive dovute alle perdite per le fasi di dispacciamento

e distribuzione, capaci di influire sino al 10%. Prendendo ad esempio un consumo medio su strada per un veicolo elettrico pari a 150 Wh/km risulteranno emessi 49 gCO<sub>2</sub>/km per autoveicolo. L'elettrico si posiziona ottimamente rispetto ai valori limiti emissivi EU sia al 2021 che nello scenario futuro di una ulteriore riduzione del 30%. Inoltre esistono potenzialità nella riduzione in relazione all'incremento della quota di produzione da rinnovabili o di maggiore efficienza nella generazione termoelettrica.

### Non solo CO<sub>2</sub>: le emissioni di inquinanti dell'aria

Come accennato in precedenza, la combustione nei MCI non genera solo CO<sub>2</sub> (gas climalterante ma di per sé innocuo per la salute), ma produce sostanze che prendono parte al degrado dei livelli di qualità dell'aria. Particolato e ossidi di azoto sono gli indagati principali, ma anche gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), il monossido di carbonio o il biossido di zolfo forniscono il loro contributo. La qualità dell'aria è determinata dalla concentrazione di queste sostanze nell'atmosfera ed è determinata dalla emissione delle varie sorgenti, tra cui i veicoli con MCI, e dalle condizioni meteorologiche che ne stabiliscono le regole di diffusione negli strati inferiori dell'atmosfera. Quindi esiste una relazione di causa ed effetto tra l'uso di determinati combustibili e la qualità dell'aria. Per il particolato disperso in atmosfera si intende l'insieme delle particelle sospese in aria la cui sorgente antropica principale è il traffico veicolare. Il PM10 identifica l'insieme delle particelle con diametro infe-

riore o uguale a 10 µm. La direttiva 2008/50/CE e il D.Lgs 155/2010 stabiliscono per il PM10, ai fini della protezione della salute umana, un valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> e un valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno. Un ulteriore passo avanti legislativo è contenuto nel D.Lgs. 155/2010 che impone un valore limite anche per la frazione fine respirabile (PM 2.5) ossia le particelle con diametro inferiore a 2.5 µm che possono giungere sino alla zona alveolare dei polmoni.

Il processo di decarbonizzazione del trasporto va nella direzione di un miglioramento delle condizioni ambientali atmosferiche: combustibili leggeri possiedono bassi livelli di emissioni di IPA e del particolato (dovuti essenzialmente a residui di olio in camera di combustione), riduzione degli idrocarburi incombusti non metanici e degli ossidi di azoto. I veicoli elettrici sono quelli maggiormente indicati per abbattere le emissioni di inquinanti poiché al punto d'uso presentano valori nulli di emissioni, insieme ai veicoli ad idrogeno. Se affiancata da fonti rinnovabili, la mobilità elettrica costituisce uno strumento importante per ridurre le concentrazioni di inquinanti e provvedere al rispetto dei limiti legislativi per i livelli di qualità dell'aria. Le politiche urbane e un uso modale efficiente oltre a ridurre le emissioni di gas serra possono sostenere il processo di miglioramento della qualità dell'aria attraverso la riduzione delle emissioni specifiche e un minore ricorso all'autoveicolo.

*Per saperne di più:  
antonino.genovese@enea.it*

## BIBLIOGRAFIA

1. NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2017, published online January 2018, retrieved on May 1, 2018 from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201713>
2. IEA - CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion - Highlights (2017 edition)
3. Regulation (EU) No 333/2014 of the European Parliament and of the Council of 11 March 2014 amending Regulation (EC) No 443/2009 to define the modalities for reaching the 2020 target to reduce CO<sub>2</sub> emissions from new passenger cars
4. WELL-TO-WHEELS Report Well-to wheels analysis of future automotive fuels and powertrain in the European context - JRC Concawe 2014 Report EUR 26236 EN

# Cambiamento climatico e migrazioni

I cambiamenti climatici possono innescare le migrazioni di individui e comunità, ma raramente tali migrazioni sono indotte dai soli fattori ambientali: generalmente avvengono quando questi ultimi si sommano ai fattori economici, sociali e politici. Ma quali eventi climatici possono influire sulle migrazioni? Che genere di migrazioni e quali le destinazioni? Quali i possibili effetti delle migrazioni sulle regioni di partenza e su quelle di arrivo? L'articolo prende in rassegna gli studi sul fenomeno e ci dà le prime risposte

DOI 10.12910/EAI2018-034

di **Cristina Cattaneo**, *Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM)*

**L**a migrazione è un'importante strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Lo è ora ma lo è stata anche in passato. Nella storia antica, abbondano gli esempi in cui intere comunità hanno risposto a condizioni meteorologiche estreme trasferendosi in altre aree. Per esempio, circa 4000 anni fa i centri urbani della Società Harrapan nella Valle dell'Indo del Pakistan e l'India del Nord furono abbandonati come risultato di un'intensa siccità che durò circa 200 anni. Più recentemente, l'"American Dust Bowl" degli anni '30 ha obbligato centinaia di migliaia di famiglie ad

abbandonare le praterie statunitensi e canadesi, colpite da violente tempeste di polvere e trasformarsi in deserti, per spostarsi verso ovest negli Stati dell'Oregon e della California. Anche in tempi recenti, gli individui delle comunità più colpite utilizzano la migrazione per rispondere alle sempre più frequenti manifestazioni del cambiamento climatico. Seppure gli studi sul tema si siano intensificati, non esiste ancora un approccio teorico unificato che rappresenti adeguatamente la relazione tra cambiamento climatico e mobilità umana. Le difficoltà sorgono su diversi livelli. In primo luogo, la mobilità

umana può assumere molte forme. La migrazione è tipicamente classificata in migrazione stagionale e temporanea, migrazione permanente, migrazione di breve distanza e interna, migrazione ad ampio raggio e internazionale, migrazione involontaria e forzata. Inoltre, esistono diversi fattori climatici che causano la migrazione. Ci sono eventi a insorgenza lenta, come la siccità, il degrado del suolo, l'innalzamento graduale delle temperature, l'innalzamento del livello del mare, ed eventi a insorgenza rapida come inondazioni, tempeste e uragani. Mentre le risposte al primo



tipo di eventi sono più spesso volontarie ed economicamente motivate, le risposte ad questi ultimi fenomeni tendono ad essere improvvise, involontarie e a breve termine.

Infine, la difficoltà nell'identificare una causalità sta nel fatto che raramente le migrazioni sono indotte dai soli fattori ambientali e generalmente avvengono quando questi si sommano ai fattori economici, sociali e politici. Il concetto mono causale del «migrante climatico» è scientificamente infondato. Solo nel caso di uragani tropicali, inondazioni o innalzamento del livello del mare il rapporto tra cambiamento climatico e migrazioni può essere considerato diretto. Questo perché l'erosione costiera o l'alluvione costringono gli abitanti di un villaggio a trasferirsi perché la terra dove vivono non esiste più. Nel caso di altri eventi, come il graduale innalzamento delle temperature, o le siccità, il legame è indiretto. Questi eventi infatti interagiscono con gli altri fattori sociali,

economici, politici e demografici, e solo dalla loro combinazione scaturisce la necessità di migrare. Per esempio, il surriscaldamento o la progressiva desertificazione influiscono sulle pratiche agricole tradizionali e portano alcune persone a lasciare la propria terra a causa di un calo della produttività agricola. Inoltre, un'improvvisa siccità può esacerbare i conflitti sulle risorse, potenzialmente contribuendo alla violenza, che potrebbe quindi spingere le persone a fuggire. Per capire la migrazione nel contesto di un clima che cambia è quindi fondamentale studiare come i diversi fattori che spingono la migrazione siano essi stessi influenzati dal cambiamento climatico.

Una seconda difficoltà in quest'ambito di ricerca è la previsione di che cosa ci riserva il futuro. Esistono pochi studi scientifici che producono previsioni del numero di persone che saranno indotte a muoversi a causa del cambiamento climatico. La quasi totalità di studi esistenti infat-

ti si limita ad analizzare la relazione utilizzando dati storici, senza produrre proiezioni future. Ci potrebbe però essere una discrepanza fra quello che abbiamo osservato e quello che accadrà. Quello che tipicamente si osserva è una risposta di breve periodo al cambiamento climatico, mentre quello che si vorrebbe prevedere è una risposta di lungo periodo, ad esempio il numero di migranti climatici fra 20, 30, 40 anni. Ci può essere una divergenza fra risposta di breve e di lungo. Nel breve periodo infatti le famiglie utilizzano risparmi, vendono beni o si indebitano per far fronte ad uno shock climatico ma nel lungo periodo queste strategie non sono sostenibili. Secondo questa logica, usando i dati di breve periodo si rischia di sottostimare il numero di migranti climatici nel futuro. Si potrebbe però anche incorrere in sovrastime del numero di migranti climatici se invece nel lungo periodo si renderanno disponibili delle strategie di adattamento al cambiamento



climatico, alternative alla migrazione, ad oggi non disponibili.

Ma cosa dicono i dati esistenti? Ci sono diversi fattori climatici che si ritengono responsabili delle migrazioni. Alcuni si manifestano in modo repentino, e sono tempeste tropicali, piogge torrenziali, uragani e inondazioni. Sicuramente questi eventi meteorologici estremi sono fenomeni particolarmente gravi, che spingono molte persone a spostarsi dalla terra d'origine. È anche vero, però, che questi eventi raramente provocano migrazioni di natura permanente. La maggior parte delle persone che si spostano per questo motivo, ritorna appena possibile per ricostruire la propria casa. In questi casi la migrazione è generalmente di breve durata e in termini spaziali copre brevi distanze. Il luogo di destinazione è spesso prossimo a quello di origine e la migrazione avviene principalmente all'interno di uno stesso Stato e, in misura minore, tra Stati confinanti. I risultati di numerosi progetti di ricerca condotti in tutto il mondo tendono a confermare questo punto con notevole regolarità. Un fatto interessante è che a volte le inondazioni portano a un beneficio in termini di accresciuta fertilità del suolo che compensa i costi di breve periodo. Questa accresciuta produttività del suolo può spiegare il perché le persone spesso ritornano al proprio paese di origine dopo un breve periodo di sfollati.

Altri fattori climatici si manifestano in modo più graduale. Uno è l'innalzamento del livello del mare. Questo è l'evento che prevediamo abbia le maggiori probabilità di provocare esodi consistenti e permanenti. Questo perché l'aumento del livello del mare è un evento irreversibile, e migrare rimarrà l'unica scelta possibile. Si prevede che entro la fine del Ven-

tunesimo secolo il livello dei mari aumenterà di 0,5 metri. Sono 150 milioni le persone in tutto il mondo che oggi vivono in aree a meno di un metro sopra il livello del mare. Almeno il 75% di esse vive sui delta e sugli estuari dei principali fiumi dell'Asia mediorientale. Gli abitanti delle isole del Pacifico, come le Maldive, le Tuvalu, le isole Marshall, Nauru e le Kiribati potrebbero perdere completamente le proprie terre. I cittadini di questi Stati – che contano circa mezzo milione di persone – potrebbero un giorno costituire una nuova categoria di popoli senza patria. Inoltre, con l'aumento del livello del mare, l'acqua salata potrebbe fluire nei bacini idrici costieri rendendo l'acqua imbevibile e sconvolgendo la produzione agricola delle zone interessate. Altri fattori climatici che si manifestano in modo più graduale sono la siccità, la desertificazione e il graduale innalzamento delle temperature. L'effetto di questi eventi sulla mobilità è generalmente meno improvviso rispetto a quello degli eventi menzionati prima. La siccità in genere è associata a partenze progressive. Vari casi studio hanno rivelato un quadro contrastante delle conseguenze di questo tipo di cambiamenti ambientali. Da un lato, ci sono molti casi di partenze di massa, in particolare in Africa (Sahel, Etiopia), in Sud America (Argentina, Brasile), in Medio Oriente (Siria, Iran), in Asia centrale e in Asia meridionale. È anche vero però che il numero di sfollati è ancora relativamente piccolo rispetto al numero di persone colpite dalla siccità stessa e, come si sottolineava prima, i fattori ambientali sono spesso uno dei tanti fattori che spingono la gente a lasciare la terra di origine.

In alcuni casi solo una parte della popolazione è in grado di migra-

re. Il Mali rappresenta un esempio in cui la siccità, che colpì il paese a metà degli anni Ottanta del secolo scorso, ridusse anziché aumentare le migrazioni a vasto raggio, perché la popolazione colpita era troppo povera e non aveva le risorse sufficienti per spostarsi. Uno studio condotto su scala mondiale da Cattaneo e Peri (2017) dimostra che il graduale aumento della temperatura ha ridotto anziché aumentato la migrazione internazionale dai Paesi poveri, surrogando l'ipotesi della presenza di vincoli di liquidità. Occorre ricordare che dal punto di vista del migrante, spostarsi è costoso, economicamente e anche psicologicamente.

Esiste una relazione di costo-opportunità fra gli alti incentivi a migrare e le risorse per farlo. Questa relazione è particolarmente stringente nel contesto delle migrazioni legate al clima. Da un lato, i poveri hanno maggiori incentivi a migrare, in quanto tendono ad essere quelli più esposti e vulnerabili agli impatti dei cambiamenti climatici, con capacità limitata di adattarsi in loco. D'altra parte, i poveri spesso non possono permettersi di pagare il costo della migrazione. Le persone più povere affrontano una "doppia serie di rischi" essendo incapaci di evitare le minacce climatiche e particolarmente vulnerabili ai loro impatti (Black et al., 2011). Ne consegue che i cambiamenti climatici possono generare immobilità. Il cambiamento climatico può avere un effetto immobilizzante ogni volta che il suo impatto riduce le risorse necessarie per muoversi. La nozione di popolazioni "intrappolate" è stata introdotta per descrivere coloro che non sono in grado di migrare anche se desiderano farlo. Le popolazioni intrappolate sono in genere le più vulnerabili, come le donne, i poveri, e le persone meno istruite. Queste

persone a volte affrontano crisi umanitarie peggiori rispetto ai migranti. Combinando tutte queste evidenze empiriche si può concludere che sicuramente in alcune parti del mondo i cambiamenti climatici indurranno spostamenti significativi delle popolazioni. È anche vero però che gli scenari catastrofici che prevedono che nel ventunesimo secolo centinaia di milioni di persone saranno in movimento a causa dalla distruzione ambientale non hanno un fondamento scientifico. Esiste infatti un enorme divario fra quanto emerge dagli studi scientifici sopra citati e quanto si ascolta da letteratura denominata “grigia” perché non sottoposta a referaggio scientifico.

Un altro importante aspetto da considerare è se esistono effetti indiretti del clima, tramite le migrazioni, per esempio sui conflitti. La tesi del conflitto ambientale (Homer-Dixon, 2001) e la narrativa del degrado sostengono che i migranti ambientali diventano una fonte primaria d'instabilità perché premono sulle risorse già scarse dei Paesi di destinazione. Tale pressione può ulteriormente aggravarsi in caso di barriere linguistiche e culturali che rendono difficile l'interazione tra locali e migranti.

La letteratura dimostra che le società con grandi diversità etniche sono più esposte al rischio di conflitti e violenza (Fearon e Laitin, 2003). La diversità etnica è un elemento determinante del conflitto e la migrazione contribuisce ad aumentarla. Queste considerazioni farebbero pensare che maggiori migranti climatici possano essere causa di conflitti. Proviamo però a ribaltare il punto di vista e immaginare che ci sia in gioco un altro meccanismo.

La migrazione è sicuramente un'importante strategia di adattamento, tanto più vitale quanto maggiore è il rischio causato dal cambiamento climatico. Quindi, potrebbe non essere la migrazione, ma al contrario l'assenza di migrazione responsabile di un aumento dei conflitti. La migrazione infatti può essere ostacolata da fattori come le politiche migratorie restrittive di alcuni Paesi di destinazione o le ristrettezze economiche. Migrare è costoso, e le persone più vulnerabili al cambiamento climatico sono generalmente le più povere. La mancanza di migrazione può aumentare la pressione sulla popolazione locale, esacerbare la scarsità di risorse e aumentare il rischio di conflitti nei Paesi di origine. Quando

il cambiamento climatico riduce le risorse disponibili di un paese, la migrazione diventa una cruciale valvola di sfogo. Posto che la migrazione indotta dal cambiamento climatico è sia una strategia di adattamento, sia una possibile causa di instabilità sociale, la domanda importante che ci poniamo è: la migrazione peggiora gli effetti negativi del cambiamento climatico o li attenua in quanto forma di adattamento?

Porta avanti questa tesi un'analisi condotta su scala mondiale che rivela come, se da un lato i flussi di migranti climatici non aumentano il rischio di conflitto a destinazione, dall'altro l'emigrazione agisce come una valvola di sfogo nel ridurre le tensioni nei Paesi di origine, spesso causati dal cambiamento climatico (Bosetti et al., 2018). Questi risultati implicano che durante i periodi di aumento della temperatura, una maggiore mobilità internazionale riduce l'effetto negativo dei cambiamenti climatici sui conflitti all'origine, senza aumentare significativamente le tensioni nei Paesi di destinazione.

*Per saperne di più:  
cristina.cattaneo@feem.it*

## BIBLIOGRAFIA

1. Black R., S. R. G. Bennett, S. M. Thomas and J. R. Beddington (2011), “Climate change: Migration as adaptation”, *Nature*, 478, 447-449
2. Bosetti V., C. Cattaneo and G. Peri (2018), “Should they stay or should they go? Climate Migrants and Local Conflicts”, NBER Working Paper No. 24447
3. Cattaneo C. G. and Peri (2016), “The Migration Response to Increasing Temperatures”, *Journal of Development Economics*, 122, 127-146
4. Fearon J. D. and D. D. Laitin (2003), Ethnicity, Insurgency, and Civil War, *American Political Science Review*, 97 (01), 75-90.
5. Homer-Dixon T. F. (2001), *Environment, Scarcity, and Violence* (Reprint edizione ed.), Princeton, N.J.: Princeton University Press

# Decarbonizzazione del sistema energetico in Europa e in Italia: il contributo dell'energia dal mare

L'energia dal mare è abbondante, geograficamente diversificata e rinnovabile. L'Unione Europea è all'avanguardia nello sviluppo tecnologico dei convertitori di energia marina in energia elettrica. Occorre però colmare la distanza residua tra lo sviluppo e la dimostrazione di prototipi e il loro sfruttamento commerciale con politiche mirate al sostegno dello sviluppo di queste tecnologie. In questo contesto l'Italia ha la concreta opportunità di ritagliarsi nicchie di mercato e consolidarsi come esportatore di tecnologia grazie alla vitalità di una comunità scientifica e imprenditoriale ormai consolidata in questo settore

DOI 10.12910/EAI2018-034

di **Gianmaria Sannino e Giovanna Pisacane**, *ENEA*

**D**a oltre vent'anni l'Unione Europea (UE) è leader mondiale nella diffusione delle energie rinnovabili. L'adozione di obiettivi a lungo termine e di misure politiche di sostegno ha determinato una forte crescita del consumo di energia rinnovabile nell'Unione, che è passato dal 9% nel 2005 al 16,7% nel 2015. Stando agli ultimi dati pubblicati nel 2017 dall'agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA), l'UE e la maggior parte dei suoi Stati

membri sono sulla buona strada per raggiungere l'obiettivo del 20% fissato per il 2020.

## L'energia dal mare in Europa

Il 5 ottobre 2016 l'UE ha formalmente ratificato l'accordo di Parigi (COP21), che ha fissato l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura media globale della Terra in questo secolo "ben al di sotto dei 2 °C" rispetto ai livelli preindustriali. In pratica ciò comporta la riduzione a zero

delle emissioni globali di carbonio derivanti dal consumo energetico entro il 2060 e il mantenimento di tale livello fino alla fine del secolo. Il raggiungimento di questo obiettivo implica una decarbonizzazione totale del sistema energetico e lo sviluppo e la diffusione su vasta scala di tutte le tecnologie di energia rinnovabile, compresa l'energia dal mare. La Commissione Europea ha delineato quindi un nuovo approccio alla ricerca e innovazione in campo energetico allo scopo di accelerare la



decarbonizzazione del sistema elettrico europeo e di aprire nuove prospettive di mercato per le tecnologie energetiche a zero emissioni più promettenti. In particolare, il Piano Strategico Europeo per le Tecnologie Energetiche (SET-Plan) ha recentemente individuato le azioni prioritarie per consolidare la leadership della UE nel settore dell'energia dal mare e colmare la distanza residua tra lo sviluppo e la dimostrazione di prototipi ed il loro sfruttamento commerciale.

L'energia dal mare, ossia l'energia associata agli oceani e i mari nelle sue diverse forme, è abbondante, geograficamente diversificata e rinnovabile. È stato stimato dalla Ocean Energy Europe (OEE), il network che unisce il mondo delle imprese e della ricerca in Europa che operano nel settore dell'energia dal mare, che

in condizioni normative ed economiche favorevoli, l'energia rinnovabile dal mare potrebbe soddisfare entro il 2050 il 10% della domanda di energia elettrica della UE. Nello specifico OEE stima che la potenza installata lungo le coste europee potrà raggiungere nel 2050 i 100 GW, un terzo di quella prevista a livello globale (377 GW), contribuendo alla riduzione delle emissioni annue di CO<sub>2</sub> equivalente di 276 milioni di tonnellate. Gli oceani e i mari europei possono pertanto svolgere un ruolo di primaria importanza nella soluzione di una delle sfide più grandi che l'Unione Europea si trova ad affrontare: la transizione energetica da un sistema basato sull'importazione di combustibili fossili a un sistema flessibile e interconnesso basato su risorse pulite, rinnovabili e infinite.

L'Unione Europea è inoltre all'avanguardia nello sviluppo tecnologico dei convertitori di energia marina in energia elettrica. Più del 50% di tutte le imprese impegnate a livello mondiale nello sviluppo di tecnologie per l'estrazione di energia dal mare hanno sede nella UE. Con l'introduzione di politiche mirate al sostegno dello sviluppo di tecnologie per lo sfruttamento di queste fonti di energia rinnovabile nei prossimi 10 anni l'Europa potrà mantenere la leadership in un mercato che globalmente attrarrà 650 miliardi di euro di investimenti. L'energia oceanica può quindi svolgere un triplice ruolo positivo per l'Europa: contribuire alla decarbonizzazione della produzione di energia, aumentare la sicurezza energetica sfruttando risorse locali, alimentare la crescita economica delle regioni costiere.



Le tecnologie per la conversione di energia da fonti marine in energia elettrica – in particolare quelle che sfruttano il moto ondoso e le correnti di marea – sono pronte a entrare nella fase conclusiva del loro sviluppo, passando dallo stadio dimostrativo a quello della completa operatività in mare, preludio di un promettente sfruttamento commerciale.

Sebbene in Europa la maggiore disponibilità di risorsa sia localizzata lungo le coste atlantiche, il Mediterraneo offre notevoli opportunità sia per una consistente produzione di energia che per il raggiungimento della piena maturità tecnologica dei convertitori grazie a condizioni climatiche meno estreme. Lo sviluppo di tecnologie innovative per lo sfruttamento dell'energia marina permetterebbe inoltre di sostenere il fabbisogno energetico delle comunità residenti in aree costiere, e di infrastrutture fortemente energivore come i porti o difficili da alimentare da terra come gli impianti di acquacoltura off-shore.

In questo settore la ricerca italiana ha compiuto enormi progressi, guadagnando visibilità internazionale tra gli addetti ai lavori e aprendo possibilità di esportazione per le tecnologie più avanzate. Interventi politici mirati e investimenti programmatici consentirebbero di cogliere appieno le potenzialità offerte dal settore dell'energia marina in termini di crescita economica, creazione di posti di lavoro altamente qualificati e posizionamento strategico dell'industria italiana nel mercato globale. Un convinto sostegno all'utilizzo dell'“energia blu”, infine, adempirebbe gli obblighi di recepimento e attuazione nazionale delle più recenti raccomandazioni e direttive europee in materia di energie rinnovabili e di pianificazione dello spazio maritti-

mo (2015/1513/EU, 2014/89/EU).

Il SET Plan ha identificato le azioni prioritarie per la promozione del settore dell'energia dal mare, sottolineando la necessità di concentrare le risorse economiche su un numero limitato di tecnologie promettenti, con l'obiettivo di ridurre il Levelized Cost of Energy (LCoE) – ossia il costo attualizzato della produzione di energia – a 15 c€/kWh entro il 2025 e a 10 c€/kWh entro il 2030 per la produzione da correnti di marea, mentre quello per l'energia da moto ondoso andrebbe contenuto entro i 20 c€/kWh al 2025, entro i 15 c€/kWh al 2030 ed entro i 10 c€/kWh al 2035.

Il rapporto del Joint Research Centre (JRC, 2017) riconosce i progressi tecnologici compiuti sottolineando, tuttavia, i fattori che ancora ostacolano la compiuta industrializzazione e commercializzazione dei convertitori di energia dal mare. Tra questi fattori spiccano la limitata possibilità di contare su finanziamenti certi a lungo termine, le procedure autorizzative complesse e non sempre coerenti, le preoccupazioni sull'impatto ambientale delle installazioni.

È innegabile che tali barriere sono presenti anche in Italia e che il loro superamento è necessariamente legato a un adeguato supporto pubblico da parte del Governo nazionale, delle Regioni e delle Amministrazioni locali, sia nel garantire finanziamenti stabili e duraturi e nel creare nuovi strumenti di accesso al credito, sia nell'individuazione di percorsi decisionali partecipati e trasparenti in cui siano coinvolti tutti i portatori di interesse pubblico e privato (stakeholder). Nel medio termine, verrebbe così incentivato il trasferimento tecnologico dal mondo della ricerca e accademia alle imprese, stimolando la creazione di distretti

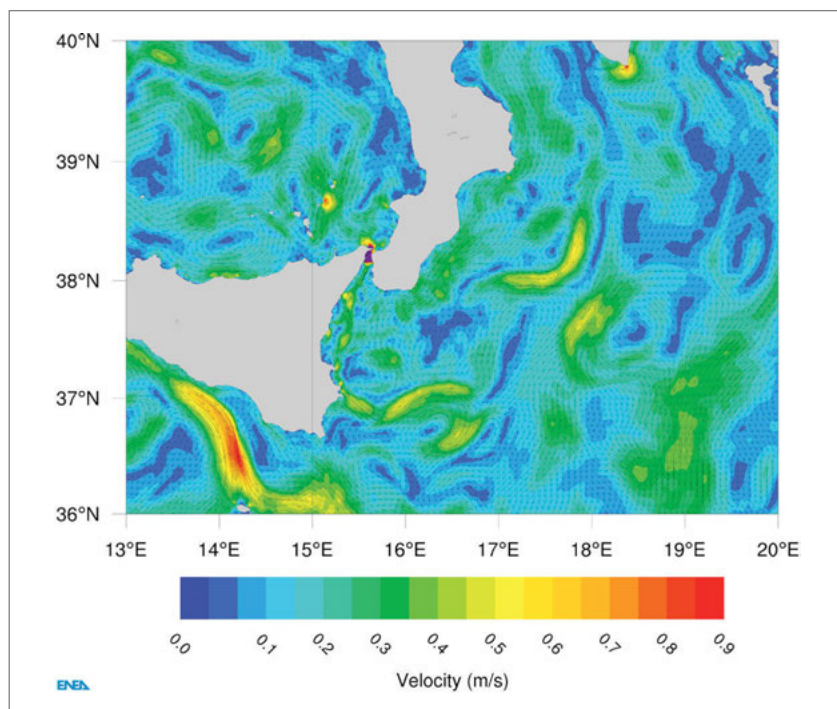
tecnologici capaci di attrarre nuovi investimenti e accrescere la domanda di alte professionalità in campi innovativi dell'economia del mare.

## L'energia dal mare in Italia

Il crescente interesse italiano nel settore dell'energia blu si riflette nella vitalità di una comunità scientifica e imprenditoriale consolidata, che conta sulla partecipazione attiva di centri di ricerca, università, spin-off, piccole e medie imprese e grande industria, che è stabilmente coinvolta in prestigiose collaborazioni e progetti di ricerca internazionali. Per una rassegna delle tecnologie italiane per lo sfruttamento dell'energia blu si rimanda al Position Paper “Ocean energy exploitation in Italy: ongoing R&D activities” pubblicato da ENEA (settembre 2017), ricordando qui che, tra i convertitori progettati e realizzati da spin-off universitari italiani, alcuni prototipi in scala 1:1 vengono già attualmente testati in progetti pilota in collaborazione con le Autorità Portuali e le Amministrazioni Pubbliche.

Le aspettative positive sul futuro sfruttamento globale delle tecnologie per la conversione di energia dal mare hanno incentivato parallelamente lo sviluppo della ricerca italiana in campi complementari e suscitato l'interesse di industrie meccaniche specializzate nella componentistica. Queste ultime, sviluppando specifiche tecnologie o ottimizzando quelle disponibili, contribuiscono attivamente alla progettazione degli elementi innovativi dei convertitori. Grandi progressi sono stati fatti nella valutazione della disponibilità della risorsa energetica nel Mediterraneo e nei mari italiani, grazie alle simulazioni numeriche per la previsione operativa del moto





Previsione per le ore 00:00 del 17 giugno 2018, Stretto di Messina, 1 m sotto la superficie del mare

ondoso ad altissima risoluzione sviluppati dall'ENEA (<https://giotto.casaccia.enea.it/waves>), che, accoppiati a misure in tempo reale, consentono di ottimizzare l'efficienza dei WEC (Wave Energy Converters) e di lanciare l'allerta in caso di condizioni meteo-marine particolarmente avverse.

Sempre ENEA ha realizzato simulazioni numeriche per siti specifici, per i quali è possibile ora valutare l'impatto ambientale ed economico delle installazioni lungo tutto il loro ciclo di vita, dall'impianto alla dismissione. Tali strumenti, integrati da informazioni complementari rilevanti (ad esempio, l'esistenza di particolari vincoli nelle aree considerate), consentono di avviare un processo informato e partecipato per l'individuazione dei siti ottimali dove localizzare gli impianti, che tenga conto di tutti gli interessi pubblici e privati

in gioco. Affiancano gli strumenti numerici le infrastrutture sperimentali di eccellenza indispensabili nello sviluppo e per la validazione dei prototipi, che vanno dalle vasche navali – su tutte, quella del CNR-INSEAN a Roma – al laboratorio naturale in ambiente marino dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria (NOEL). Aziende italiane hanno sviluppato, inoltre, competenze ingegneristiche specifiche per la costruzione di infrastrutture di sostegno e di servizio per gli impianti in mare, in collaborazione con i principali laboratori di ricerca.

Lo sviluppo dell'energia dal mare in Italia è un'occasione per mettere a sistema competenze già esistenti e distribuite lungo tutta la catena del valore, dalla Ricerca e Sviluppo alla distribuzione di servizi, generando vantaggi competitivi per la ricerca e l'industria italiana. Il paese ha la

concreta opportunità di ritagliarsi nicchie di mercato e consolidarsi come esportatore di tecnologia, visto anche il limitato grado di sviluppo di tecnologie concorrenti nel panorama globale.

Poiché ci si aspetta che in futuro i costi più gravosi per il settore saranno dovuti alle attività di esercizio e manutenzione degli impianti, detenere la proprietà intellettuale di tecnologie efficienti per la loro installazione, operatività e connessione in rete e, in generale, di soluzioni efficaci per la loro gestione, costituirà una preziosa risorsa sul mercato internazionale. In questa prospettiva, l'Italia può mettere a frutto la sua indiscussa esperienza nel settore cantieristico e nelle attività di prospezione e produzione offshore di petrolio e di gas. Il posizionamento internazionale dell'Italia trarrebbe beneficio anche da una sua presenza costante e attiva ai tavoli europei e nelle iniziative internazionali in cui si pianificano e determinano le future strategie per il rafforzamento della crescita blu e l'accelerazione del processo di decarbonizzazione dell'economia, permettendo agli attori nazionali di accedere ai finanziamenti comunitari, tra cui gli strumenti di co-finanziamento messi a disposizione dall'ERA-Net Ocean Energy in Horizon 2020.

Nell'ambito delle iniziative dell'UE per la cooperazione territoriale del programma Interreg-MED, stato recentemente finanziato PELAGOS (Promoting innovative nEtworks and cLusters for mArine renewable energy synerGies in cOasts and iSlands), un progetto la cui finalità è quella di definire una rete di coordinamento tra i diversi stakeholder operanti nel settore delle energie rinnovabili da fonti marine, su scala sia nazionale sia transnazionale, e di massimizzare la partecipazione

delle industrie manifatturiere, specialmente piccole e medie imprese, che possano fornire competenze specifiche. PELAGOS intende costituire nella regione mediterranea un'aggregazione (Cluster) permanente dei soggetti attivi nel settore dell'energia blu, all'interno della quale sia possibile condividere le esperienze tecniche e superare i comuni impedimenti di natura operativa. Il Cluster sosterrà lo sviluppo di piani d'impresa coordinati, creando e rafforzando le relazioni internazionali tra i partner. PELAGOS si compone

di sette reti (HUB) nazionali, cui afferriranno i principali attori del settore. I Paesi coinvolti sono Croazia, Cipro, Francia, Grecia, Italia (ENEA, UnionCamere-Veneto), Portogallo e Spagna.

Le piccole e medie imprese e i laboratori di ricerca rappresentati nell'HUB beneficeranno di un costante supporto lungo tutta la catena di innovazione, dalla ricerca di base a quella tecnologica, dallo sviluppo di prodotti alla progettazione e validazione di prototipi, ed infine all'implementazione finale

delle tecnologie in scala 1:1. L'HUB promuoverà modelli di condivisione dei costi e supporterà la crescita delle PMI, identificando opportunità per la diversificazione e/o la migliore definizione dei prodotti e favorendo la cooperazione con industrie dell'indotto capaci di fornire prodotti complementari e con cui condurre attività sinergiche di ricerca e sviluppo.

*Per saperne di più:  
gianmaria.sannino@enea.it*

## BIBLIOGRAFIA

1. IRENA (International Renewable Energy Agency): Renewable Energy Prospects for the European Union 2018. ISBN: 978-92-9260-007-5. [Online] <http://www.irena.org/publications/2018/Feb/Renewable-energy-prospects-for-the-EU>
2. Ocean Energy Systems 2018. Annual Report 2017. Implementing agreement on Ocean Energy Systems. The Executive Committee of Ocean Energy Systems. [Online] <https://report2017.ocean-energy-systems.org/>
3. Position Paper “Ocean energy exploitation in Italy: ongoing R&D activities”. ENEA, 2017. ISBN: 978-88-8286-355-5 . [Online] <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/edizioni-enea/2017/ocean-energy-italy>



# Nuove regole nel Sistema Europeo di Scambio di quote di emissione di CO<sub>2</sub>

Il Sistema Europeo di Scambio di Quote di Emissione (EU ETS) prevede che gli impianti con elevate emissioni (manifatture, produzione di energia elettrica e termica, operatori aerei ecc.) non possano funzionare senza un'autorizzazione ad emettere gas serra. L'EU ETS fissa un tetto massimo (cap) alle emissioni consentite ai soggetti vincolati, ma permette ai partecipanti di acquistare e vendere sul mercato (trade) diritti a emettere CO<sub>2</sub> (quote) secondo le loro necessità, all'interno del limite stabilito. Le nuove regole per il periodo 2021-2030 intendono creare un mercato più vitale delle emissioni, confermando la centralità delle aste governative e l'esigenza di un significativo prezzo della CO<sub>2</sub>

*DOI 10.12910/EAI2018-036*

di **Simone Aiello, Mauro Fratini**, *Gestore dei Servizi Energetici (GSE), Unità Mercati Energetici*

**D**al 9 aprile scorso le nuove regole europee del meccanismo Emission Trading Scheme (EU ETS) sono ufficialmente definite con la pubblicazione in *Gazzetta* della direttiva 2018/410/UE. L'atto modifica e integra la direttiva 2003/87/CE e s.m.i. finora vigente, nonché la decisione UE 2015/1814 istitutiva della Riserva di stabilità e rappresenta l'atto base di regolazione dell'EU ETS per la quarta fase (2021-2030).

### Il contesto e la riforma del mercato

Le regole confermano la centralità delle aste governative quale metodo di allocazione delle quote di emissione e l'intenzione di ripristinare l'equilibrio di mercato: in questa direzione, il raddoppio del tasso di prelievo del surplus di quote dalle aste e la cancellazione "dinamica" delle EUA (EU Allowances) in Riserva [1]. Ma anche le misure per preservare l'integrità del mercato, mitigando il rischio di uscita "non coordinata" del Regno Unito dalla UE ("Hard Brexit").

A livello nazionale, si apre così il periodo di 18 mesi per il recepimento delle "nuove" regole nell'ordinamento italiano e parallelamente, a livello europeo, la fase di attuazione ed

esecuzione delle norme nell'ambito delle funzioni delegate e di esecuzione della Commissione. L'inizio del 2018 è inoltre stato caratterizzato dal recepimento della normativa UE sui mercati degli strumenti finanziari (MiFID II) con il D. Lgs. n. 129/2017 e da gennaio le quote sono uno strumento finanziario.

### Mercato della CO<sub>2</sub>

Dalla seconda metà del 2017 il mercato della CO<sub>2</sub> sta registrando interessanti segnali di vitalità.

Sul primario, nel 2017, con il venimento della misura di breve periodo per il riequilibrio dei fondamentali (c.d. backloading), l'Italia ha collocato 95 mln di EUA (+23% sul 2016). Parallelamente, in virtù di segnali incoraggianti nel comparto energetico, con prezzi in salita, e sul fronte policy, il 2017 ha registrato prezzi delle EUA di circa il 9% più alti del 2016 (5,76 euro spot e 5,84 euro nel segmento a termine). Ciò si è tradotto in 545 mln di euro circa di proventi italiani ricavati dalle aste CO<sub>2</sub> (un terzo in più sul 2016).

Nel primo trimestre 2018 l'Italia ha inoltre collocato oltre 24 mln di EUA ricavando proventi per oltre 236 mln di euro (43% circa di quanto incassato nel 2017) per via dell'aumento

consistente dei prezzi, quasi raddoppiati rispetto al 2016, registrando un record storico d'incassi nel trimestre. Sul secondario, il 2017 è stato un anno positivo per il mercato, analogamente a quanto registrato nel primario, non solo per i prezzi, ma anche per volumi, numero di partecipanti e posizioni aperte: l'anno si è chiuso con un prezzo del contratto a termine in scadenza dicembre 2018 a 8,18 euro. Nel primo trimestre 2018 è proseguito l'andamento rialzista del prezzo delle quote di lungo termine, con un aumento complessivo sorprendente di oltre il 60% rispetto alla chiusura del 2017. Se confrontato con le commodity energetiche di riferimento, benché atteso, l'incremento dei prezzi è stato sorprendente per entità e tempistiche: tra i fattori che avrebbero sostenuto i prezzi della CO<sub>2</sub> l'ingresso di nuovi partecipanti nel mercato, la maggiore certezza delle regole ETS post 2021, riluttanza degli operatori a liquidare quote il cui valore è atteso crescere.

### Per una generazione elettrica più pulita: quale prezzo utile della CO<sub>2</sub>?

Stabilire il prezzo della CO<sub>2</sub> che favorisca il passaggio verso combustibili a minor tenore di carbonio è un approccio inefficiente da un punto di vista economico, in quanto soltanto tramite il libero mercato si scopre il prezzo delle emissioni necessario al raggiungimento dell'obiettivo di riduzione fissato. L'EU ETS crea "artificialmente" una domanda e un'offerta di quote di emissione, consentendo di esprimere un prezzo della CO<sub>2</sub> in funzione dell'equilibrio dei fondamentali del mercato. La crisi economica (e produttiva), associata ad una rigidità dell'offerta, ha contribuito dal 2008 a cumulare un surplus



Fig.1 Confronto nel 2017 e I quadrimestre 2018 I trim. 2018 tra prezzi delle EUA, delle commodity energetiche e STOXX50E normalizzati al 30/12/2016

Fonte: elaborazione GSE su dati Thomson Reuters, 2017-2018



## Fuel switching carbone-gas

Nei mercati elettrici europei l'offerta è ordinata in ordine crescente dalla più bassa alla più alta (ordine di merito<sup>1</sup>), quindi il costo marginale di una determinata tecnologia è molto importante, perché né determina la priorità sul mercato rispetto alle altre tecnologie. Il prezzo della CO<sub>2</sub> serve a favorire le centrali con minori emissioni.

Lo *switching price* è il prezzo teorico al quale le due tecnologie (carbone-gas) divengono egualmente attrattive dal punto di vista del costo marginale: con un prezzo delle EUA maggiore dello *switching price* dovrebbe divenire più conveniente produrre con centrali a gas naturale. La definizione matematica è:

$$\text{Switching Price} = \frac{\text{gas cost} \left[ \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right] - \text{coal cost} \left[ \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right]}{\text{coal CO}_2 \text{ intensity} \left[ \frac{\text{tCO}_2}{\text{MWh}} \right] - \text{gas CO}_2 \text{ intensity} \left[ \frac{\text{tCO}_2}{\text{MWh}} \right]} \left[ \frac{\text{tCO}_2}{\text{tCO}_2} \right]$$

Per calcolarlo abbiamo utilizzato i prezzi spot del gas naturale di 8 hub europei [3]. Per il carbone, il contratto future mensile attuale agganciato all'indice API2 su ICE<sup>2</sup> per avvicinarci il più possibile ad un valore spot (non disponibile). Per i fattori emissivi sono stati presi a riferimento i valori IPCC - 2006, mentre i valori medi di rendimento elettrico lordo sono stati calcolati a partire da dati Eurostat 2016 (53% per gas naturale e 39% per carbone). Per il prezzo delle

quote è stato usato il prezzo spot delle EUA su ICE. È, inoltre, introdotto un "corridoio utile" per tener conto delle possibili differenze nelle assunzioni, nonché dell'ampia gamma di rendimenti delle centrali termoelettriche europee. La banda superiore (SP-MAX) utilizza come efficienza la massima raggiungibile dalla migliore centrale a carbone<sup>3</sup> (circa 46%), mentre la banda inferiore la massima efficienza per un ciclo combinato<sup>4</sup> (circa 61%).

ingente di quote di emissione nel mercato, che ha da ultimo indebolito il prezzo della CO<sub>2</sub>.

Per comprendere se, nella generazione elettrica, il prezzo della CO<sub>2</sub> sia sufficiente ad innescare una sostituzione del carbone con il gas naturale, è utile ricorrere al fuel switching price carbone-gas come parametro di confronto (vedi riquadro "Fuel switching carbone-gas").

Per il secondo anno consecutivo, nel 2017, i prezzi delle EUA sono stati prossimi allo switching price e la distanza tra i due (differenziale EUA-SP) si è accorciata rispetto al 2016 del 39%, passando da uno spread EUA-SP medio di 8,8 euro nel 2016 a 5,3 euro nel 2017. Ciò in virtù sia dell'abbassamento dello switching price, sceso da una media nel 2016 di 14,2 euro a 11,2 euro nel 2017, sia in parte minore all'incremento del prezzo delle EUA.

Dai primi dati sulla generazione elettrica europea [2] si osserva che anche nel 2017 il gas naturale ha guadagnato terreno rispetto a carbone e lignite, come ci si sarebbe attesi dalla ulteriore riduzione del differenziale tra EUA e switching price nel 2017. La sostituzione è riflessa anche nel-

la diminuzione per il termoelettrico europeo delle emissioni verificate rispetto al 2016 (-1,2% circa).

I prezzi delle EUA sono stati infatti per gran parte del 2017, a parte alcuni giorni a gennaio/febbraio e novembre/dicembre, in quello che possiamo definire un "corridoio uti-

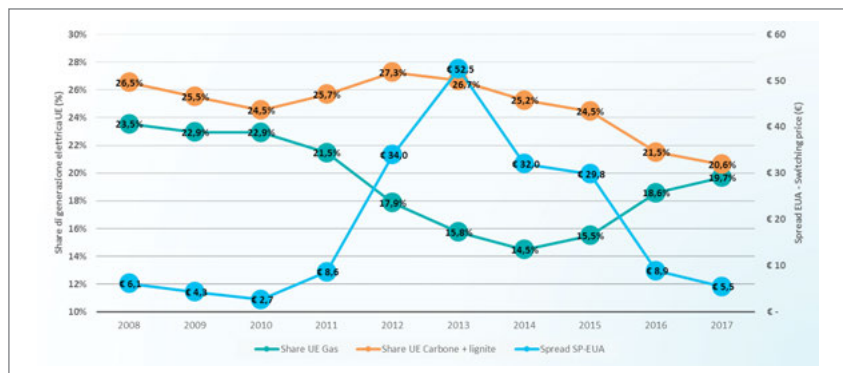


Fig.2 Andamento dal 2010 al 2017 dello spread EUA-Switching Price e degli share (%) UE di generazione elettrica da gas naturale e carbone + lignite

Fonte: Report Agora-Sandbag, The European Power Sector in 2017, 2018

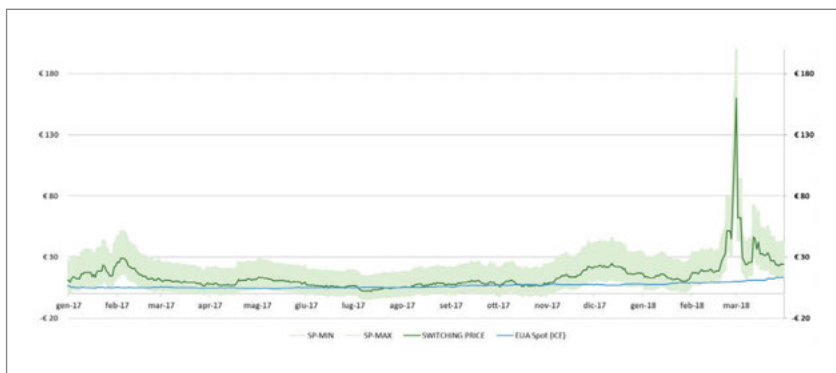


Fig.3 Andamento nel 2017 e nel I trim. 2018 dei prezzi della CO<sub>2</sub> e dello switching price, con un corridoio utile calcolato con i rendimenti massimi  
Fonte: calcoli GSE sulla base dei prezzi di carbone e gas naturale Thomson Reuters, 2017-2018

le per lo switching”, ovvero sono stati superiori ad un livello che fa sì che le centrali a ciclo combinato più efficienti, tenendo conto anche del costo della CO<sub>2</sub>, abbiano costi marginali inferiori rispetto alla media delle centrali a carbone.

Nel I trimestre 2018, il prezzo del carbone si è molto ridotto, mentre il costo del gas naturale è salito, in virtù delle temperature particolarmente rigide registrate nella parte finale del I trimestre 2018. Di conseguenza, lo *switching price* è salito a un valore medio di 26,60 euro e nonostante l’incremento sorprendente delle quote, salite mediamente a 9,80 euro (spot), il divario tra i due si è allargato, portando ad uno spread EUA-SP medio nel trimestre di 16,80 euro.

Al netto dell’andamento stagionale, dai dati del I trimestre 2018 sembrerebbe registrarsi una diminuzione tendenziale del costo del carbone, con un conseguente incremento tendenziale dello switching price. Sebbene questo potrebbe ridursi, come consueto, nei prossimi mesi, si potrebbe mantenere comunque a livelli più elevati del 2017, richiedendo così uno sforzo maggiore al prezzo delle quote. Per scongiurare il pericolo di una ripresa del carbone, a scapito degli

obiettivi climatico-energetici europei ed italiani, nel caso in cui le variazioni relative tra i prezzi del carbone e del gas naturale portino a far crescere lo switching price, l’EU ETS dovrebbe esprimere prezzi superiori agli attuali. In tal senso, rafforzare ulteriormente l’equilibrio di mercato nell’EU ETS in tempi rapidi scongiurerebbe questo rischio.

**Generazione (elettrica) pulita e competitività del Sistema Paese: quale il livello di prezzo della CO<sub>2</sub> per MWh prodotto?**

Sulla base del mix di generazione elettrica 2017 e del costo medio delle EUA nello stesso periodo, il costo indicativo della CO<sub>2</sub> per MWh<sub>el</sub> prodotto in Italia è di poco più alto del resto d’Europa (1,85 €/ MWh<sub>el</sub> contro 1,66 €/MWh<sub>el</sub> della media UE). Ciò è dovuto principalmente all’assenza del nucleare, che ad esempio in Francia pesa per il 73% della generazione elettrica, comportando un costo bassissimo dell’EU ETS sull’energia elettrica (0,31 €/MWh<sub>el</sub>).

Considerando anche l’assenza del nucleare nel nostro mix di generazione, il costo sul MWh<sub>el</sub> della CO<sub>2</sub> non è così distante dal resto dell’Europa, grazie al minor share di carbone e lignite ed alla maggior produzione da rinnovabili. La Germania, infatti, a causa del maggior share di carbone e lignite, pur producendo circa un 12% dell’energia elettrica col nucleare, ha avuto un costo medio della CO<sub>2</sub> per MWh<sub>el</sub> di circa 2,39 euro, molto più elevato della media UE e dell’Italia.

Se ipoteticamente in Italia nel 2017, tutta la generazione da carbone fosse stata sostituita dal gas naturale il costo indicativo della CO<sub>2</sub> per MWh<sub>el</sub>

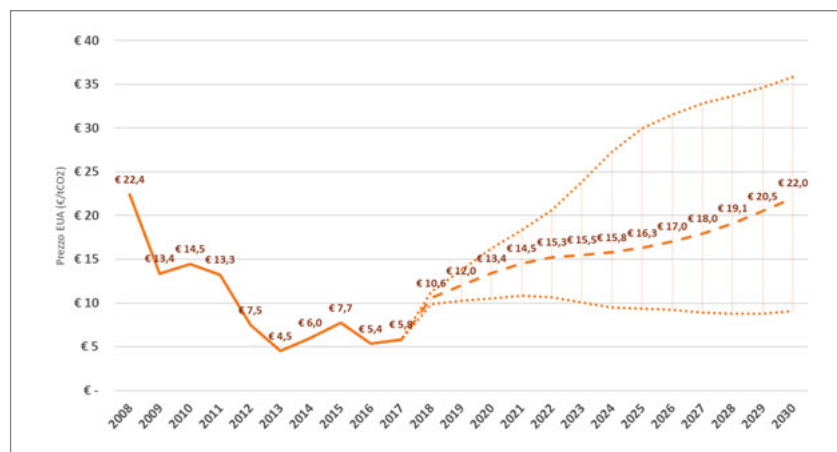


Fig.4 SCENARIO 1 - Andamento previsto del prezzo minimo, medio e massimo delle EUA  
Fonte: elaborazione GSE

### Modello previsionale GSE di lungo termine dell'EU ETS

Per confrontare il risultato delle policy, il GSE ha sviluppato un modello previsionale del prezzo della CO<sub>2</sub> di lungo termine, basato su ipotesi semplificative. Lo scopo non è prevedere precisamente il prezzo delle EUA, esercizio improbabile tenuto conto della volatilità del prezzo delle quote [3], dell'incertezza a livello regolatorio su evoluzioni future dell'EU ETS, overlapping policies (fonti rinnovabili, energia elettrica), nonché sul livello di crescita dell'economia e della produzione industriale, nonché dei consumi. Il modello è funzionale a confrontare, partendo dalle ipotesi di base, l'esito potenziale di diverse opzioni di policy su molteplici variabili d'interesse: tra cui prezzo CO<sub>2</sub>, surplus, quote cancellate ecc.

Le principali ipotesi semplificative, alla base del modello sono due: relazione tra prezzo delle quote e surplus sul mercato; individuazione del trend emissivo futuro, per calcolare il bilancio tra domanda e offerta e conseguentemente il surplus, attraverso il ricorso al metodo "Montecarlo" generando migliaia di percorsi casuali (random walk) delle emissioni future, con una distribuzione normale con media -1,4%/anno e deviazione standard 3,0%. La media e deviazione standard selezionate sono uguali ai valori storici registrati per i settori ETS nel periodo 1990÷2017.

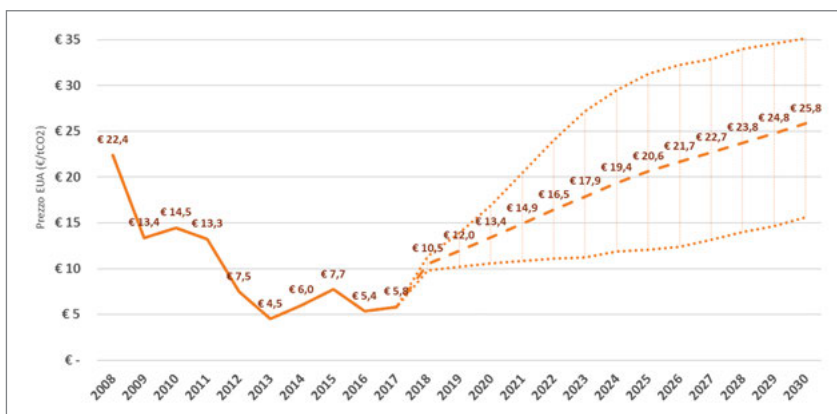


Fig.5 SCENARIO 2 - Andamento previsto del prezzo minimo, mediano e massimo delle EUA

opportunità di revisione nel prossimo futuro per consentire al sistema europeo di guidare il processo di decarbonizzazione, anche alla luce dell'obiettivo SEN al 2025 di *phase-out* del carbone nella generazione elettrica. Ciò richiederà, già dai prossimi anni, prezzi sufficientemente elevati. Qualora ciò non si realizzasse, almeno due appaiono le opzioni per rafforzare l'EU ETS: agire sul meccanismo della Riserva di stabilità e i relativi parametri di funzionamento (finestra che si apre nel 2021); agire

sarebbe sceso sotto la media UE, a 1,51 euro. Un risultato ancora migliore si sarebbe potuto ottenere se le rinnovabili avessero assorbito tutto lo share del carbone, ottenendo un costo medio di 1,25 €/MWh<sub>el</sub>. Il *phase-out* del carbone previsto dalla Strategia Energetica Nazionale (SEN) potrebbe quindi aiutare il paese a diminuire il divario nei costi della CO<sub>2</sub>.

### Conclusioni e scenari: quali prezzi della CO<sub>2</sub> nel prossimo futuro?

Benché le regole dell'EU ETS per il post 2020 siano definite, permangono

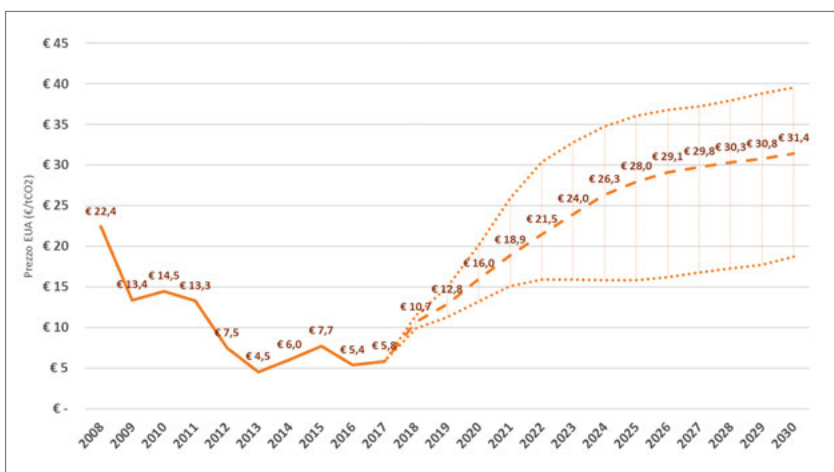


Fig.6 SCENARIO 3 - Andamento previsto del prezzo minimo, mediano e massimo delle EUA (Fonte: Elaborazione GSE)

a livello macro riallineando il cap al trend delle emissioni verificate (finestra che si aprirebbe nel 2019 o 2024).

Sono stati elaborati tre scenari di prezzo della CO<sub>2</sub> sulla base del modello proprietario GSE [3].

#### 1. SCENARIO 1:

BASE (Regole ETS post 2020)

Prezzi previsti mediamente in salita ma con livelli ancora bassi (≈€16 al 2025, €22 al 2030): il prezzo della CO<sub>2</sub> potrebbe risultare ancora troppo basso per accelerare il phase out del carbone

al 2025.

#### 2. SCENARIO 2:

Revisione MSR (Riserva di Stabilità con regole ETS post 2020 ipotizzando a partire dal 2021 l'estensione del prelievo al 24% e l'abbassamento delle soglie di immissione e prelievo delle quote)

Prezzi previsti mediamente in salita con livelli più alti rispetto allo scenario 1 (≈€21 al 2025, €26 al 2030): il prezzo della CO<sub>2</sub> potrebbe però risultare ancora troppo basso per accelerare il phase out del carbone al 2025.

#### 3. SCENARIO 3:

Revisione CAP (Regole ETS post 2020 e revisione del tetto emissivo "CAP" dal 2021 e allineando lo stesso al trend delle emissioni verificate)

Prezzi previsti mediamente e chiaramente in salita (≈€28 al 2025, €31 al 2030): il prezzo della CO<sub>2</sub> avrebbe elevate probabilità di raggiungere in tempi rapidi valori sufficienti per il phase out del carbone nella generazione di energia elettrica (come previsto dalla SEN al 2025).

<sup>1</sup> <http://www.mercatoelettrico.org/It/tools/glossario.aspx>

<sup>2</sup> <https://www.theice.com/products/243/Rotterdam-Coal-Futures>

<sup>3</sup> Centrale tedesca di Trianel Kohlekraftwerk Lünen, articolo su [cornerstonemag.net](http://cornerstonemag.net)

<sup>4</sup> Centrale tedesca di Stadtwerke Düsseldorf, su [siemens.com](http://siemens.com)

#### BIBLIOGRAFIA

1. GSE, Rapporto sulle Aste di quote europee di emissione, Il trimestre 2017, 2 agosto 2018
2. Agora-Sandbag, *The European Power Sector in 2017*, 2018
3. GSE, *Rapporto sulle aste CO<sub>2</sub> annuale 2017*, 14 febbraio 2018

# Sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico nella elettromobilità e negli impieghi stazionari

I sistemi di accumulo costituiscono il sistema più versatile presente sul mercato sia per l'accumulo dell'energia prodotta da fonti alternative intermittenti come l'eolico e il fotovoltaico, sia per lo sviluppo della mobilità elettrica. Ma quali sono le problematiche di sicurezza e di ciclo di vita dei sistemi di accumulo? ENEA si è fatto promotore di un network tutto italiano per la prevenzione dei rischi, la protezione e l'intervento di emergenza, che fronteggia la rapida espansione del mercato dei sistemi di accumulo e degli apparecchi utilizzatori

DOI 10.12910/EAI2018-037

di **Cinzia Di Bari** ENEA; **Michele Mazzaro**, CNVVF - Nucleo Investigativo Antincendi; **Carla Menale**, Sapienza Università di Roma

I sistemi di accumulo costituiscono il sistema più versatile attualmente presente sul mercato per l'accumulo dell'energia prodotta da fonti alternative e per lo sviluppo della mobilità elettrica.

La Commissione Europea[1] sostiene lo sviluppo dei sistemi di accumulo elettrochimico (batterie secondarie) quale tecnologia fondamentale per raggiungere gli obiettivi dell'UE in materia di clima ed energia. In particolare, nel 2014 la Com-

missione<sup>[2]</sup> ha proposto una serie di obiettivi per promuovere gli investimenti privati nelle infrastrutture e nelle tecnologie a basse emissioni di carbonio. Uno degli obiettivi proposti è quello di aumentare ad almeno il 27% la quota delle energie rinnovabili entro il 2030: nel 2015 la produzione di energia primaria da fonti rinnovabili nell'UE-28 ammontava a 205 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (tep), corrispondenti a un aumento complessivo del 71% tra

il 2005 e il 2015 (incremento medio del 5,5% annuo). L'energia elettrica prodotta attraverso fonti alternative (eolico, fotovoltaico ecc.) non è costantemente disponibile, in quanto vincolata alle condizioni meteo-climatiche e, se la produzione supera una certa soglia (il 20% del totale), si può indurre una instabilità della rete elettrica: per queste ed altre ragioni, le fonti rinnovabili necessitano di essere accoppiate a sistemi di accumulo, quali i sistemi di accumulo





elettrochimico, da utilizzare sia per lo *storage* sia per contrastare i fenomeni di instabilità (*peak-shaving*). Inoltre, giacché il trasporto rappresenta almeno il 25% delle emissioni di gas serra ed è la principale causa di inquinamento all'interno delle città, l'Europa sta delineando un percorso di transizione verso una mobilità pulita, competitiva e connessa nel quale le batterie rappresentano una delle iniziative prioritarie. Secondo quanto previsto nel piano dei Trasporti 2050, la mobilità sostenibile dovrebbe portare a una riduzione del 60% delle emissioni di gas serra rispetto al 1999, obiettivo che sembra possibile raggiungere solo attraverso la progressiva sostituzione del parco veicoli a motore endotermico con veicoli 100% elettrici e ibridi.

### Tecnologie di accumulo elettrochimico litio-ione e sodio ad alta temperatura

Le batterie ricaricabili agli ioni di litio e quelle al sodio ad alta temperatura sono le tecnologie di accumulo

elettrochimico che, negli ultimi anni, si sono imposte sul mercato dell'*automotive* e dello stoccaggio stazionario dell'energia. Si tratta di sistemi caratterizzati da alta densità energetica, elevata efficienza e lunga durata. Sfruttando reazioni di ossido riduzione reversibili, gli accumulatori sono sistemi che consentono di convertire energia elettrica in energia chimica e viceversa. L'unità dimensionale di riferimento è la "cella" secondaria, essenzialmente costituita da: anodo, catodo, elettrolita, contenitore, collettori di corrente e terminali.

### Tecnologie al litio

Il litio viene utilizzato sia per la produzione di pile al litio metallico (batterie non ricaricabili o primarie) che per la produzione di accumulatori litio-ione: in entrambi i casi la semicoppia redox è  $\text{Li}^+/\text{Li}^0$ . Nel 1991, Sony ha immesso sul mercato la prima versione commerciale delle batterie litio-ione determinando un rapido sviluppo della cosiddetta "elettronica di consumo": era la

Sony 18650, di forma cilindrica. Le celle attualmente in commercio sono realizzate anche in forma prismatica e a bustina (*pouch-cell*). Tutte hanno una struttura interna costituita da strati sovrapposti di materiale attivo (Figura 1).

Il catodo è costituito da un ossido litiato di un metallo di transizione ( $\text{LiMO}_2$  con  $M = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Mn}$  e loro miscela), dotato di una struttura cristallografica a strati, all'interno dei quali può essere ospitato lo ione  $\text{Li}^+$ , mentre l'anodo è generalmente costituito da carbonio nella forma allotropica di grafite, la cui struttura planare consente la formazione di strati distanti tra loro in modo tale da poter ospitare lo ione litio. L'elettrolita è composto da sali di litio, solitamente esafluorofosfato di litio ( $\text{LiPF}_6$ ), disciolti in una miscela di solventi organici ossigenati (come il dimetilcarbonato, dietilcarbonato ecc.) adsorbiti su un supporto di materiale polimerico, utilizzato anche come separatore. I collettori di corrente sono sottili fogli di alluminio e rame. In relazione alla scelta del composto catodico, si hanno diverse specifiche tecniche e diversi comportamenti chimici.

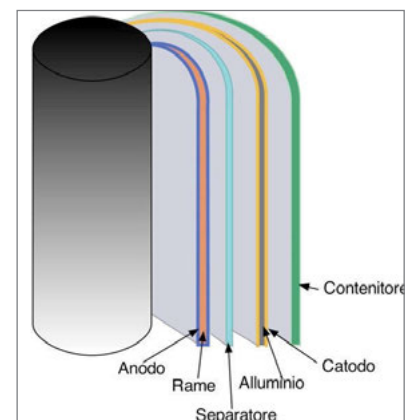


Fig.1 Struttura interna di una cella litio-ione cilindrica  
Fonte: Carla Menale

## Tecnologie al sodio ad alta temperatura

Il sodio, utilizzato in sistemi di accumulo che funzionano ad alta temperatura, ovvero a temperature intorno ai 300°C, consente di produrre accumulatori sodio-zolfo e sodio-alogenuri di nichel e/o ferro, noti come batterie Zebra<sup>1</sup>: in entrambi i casi la semicoppia redox è  $\text{Na}^+/\text{Na}^0$  e l'elettrolita primario è un materiale ceramico, la  $\beta$ -allumina, che alle temperature operative presenta una elevata conducibilità degli elettroni. Entrambe le tecnologie necessitano di una "fase di avviamento" che porta, tra l'altro, la batteria al regime di temperatura di funzionamento. I sistemi di accumulo con tecnologia ad alta temperatura [3] attualmente in commercio sono prodotti dalla giapponese NGK (sodio/zolfo) e, per quanto riguarda le tecnologie sodio/alogenuri metallici, da FIAMM e da GE Specialties, e sono tipicamente impiegate nell'accumulo stazionario, anche se le ZEBRA sono utilizzate in veicoli per il trasporto collettivo. Più nel dettaglio, una *cella sodio/zolfo* (*cella Na/S*) alla temperatura operativa, è costituita dall'elettrolita ceramico solido ( $\beta$ -allumina miscelata con piccole quantità di ossidi metallici), dagli elettrodi liquidi di sodio (anodo) e zolfo e dal contenitore. La cella è generalmente di forma cilindrica e in essa la beta-allumina è saldata ad un cilindro esterno di alfa-allumina che consente l'isolamento elettrico. Prima della "fase di avviamento", il sodio e lo zolfo sono presenti allo stato solido. Durante la maggior parte della fase di scarica, alla temperatura operativa, coesistono due fasi liquide costituite da sodio e da una miscela di polisolfuri (prevalentemente  $\text{Na}_2\text{S}_5$  e  $\text{Na}_2\text{S}_3$ ) regolata dal diagramma di fase del sistema Na-S

e che determina la forza elettromotrice della cella che, pertanto, è funzione della temperatura.

Per quanto riguarda le *tecnologie sodio-alogenuri metallici*, prima della "fase di avviamento" in una cella sono presenti cloruro di sodio ( $\text{NaCl}$ ) e nichel e/o ferro metallici con piccole quantità di alluminio. Raggiunta la temperatura operativa (250-300 °C) la cella consiste di un elettrodo di sodio

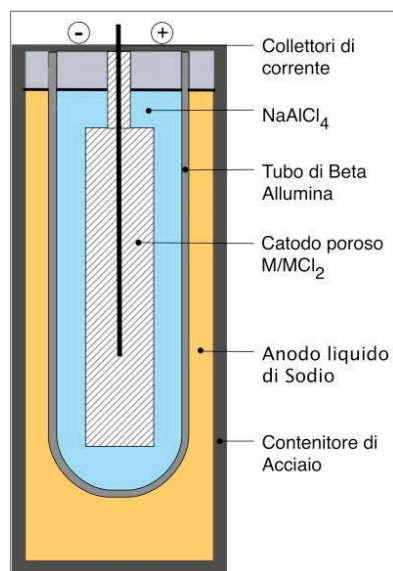


Fig.2 Schema di una cella sodio-alogenuri metallici

Fonte: Carla Menale

liquido, un elettrodo poroso di cloruro metallico, la beta-allumina come elettrolita solido primario,  $\text{NaAlCl}_4$  come elettrolita secondario (Figura 2).

### Problematiche di sicurezza e ciclo di vita

Il ciclo di vita di un accumulatore comprende le fasi di estrazione dei minerali, produzione delle materie prime, produzione dei materiali per la realizzazione di tutti i componenti del sistema, assemblaggio degli accumulatori, immissione sul mercato, utiliz-

zo, fine vita, raccolta e trattamento del rifiuto ai fini del recupero di materiali strategici o dello smaltimento. Esso include le operazioni di trasporto e stoccaggio di: materiali, celle e batterie, apparecchi utilizzatori, rifiuti. Le sostanze chimiche presenti, a qualsiasi titolo, in ogni fase del ciclo e le caratteristiche di uso o manipolazione sono alla base delle attività di individuazione dei pericoli, la cui conoscenza è necessaria per prevenire i rischi di danni all'uomo, all'ambiente e, non in ultimo, alla proprietà.

Per quanto riguarda i **sistemi di accumulo litio-ione**, l'aumento della temperatura interna alle celle, anche solo puntuale, può provocare diversi fenomeni chimico-fisici indesiderati (Figura 3), quali: parziale evaporazione dei solventi, cui consegue un rigonfiamento (*swelling*) temporaneo o permanente; emissione di vapori infiammabili attraverso i dispositivi di sfogo normalmente presenti (*venting*); innesco della decomposizione auto-catalitica delle sostanze costituenti (reazioni di *runaway*), con formazione di composti a basso peso molecolare, rapido aumento della temperatura e della pressione, perdita di contenimento, esplosione e incendio. Le cause di questi fenomeni sono deviazioni dal normale funzionamento quali gli abusi (meccanico, elettrico, termico), la presenza di impurezze o di difetti strutturali, l'invecchiamento. Dispositivi di sicurezza collocati nella cella, corretta progettazione termica e del BMS (*Battery Management System*), prevengono l'insorgere di queste condizioni.

Nei **sistemi di accumulo ad alta temperatura**, la presenza di sodio, instabile all'aria e all'umidità (decompone l'acqua a freddo con formazione di calore e di idrogeno), e le

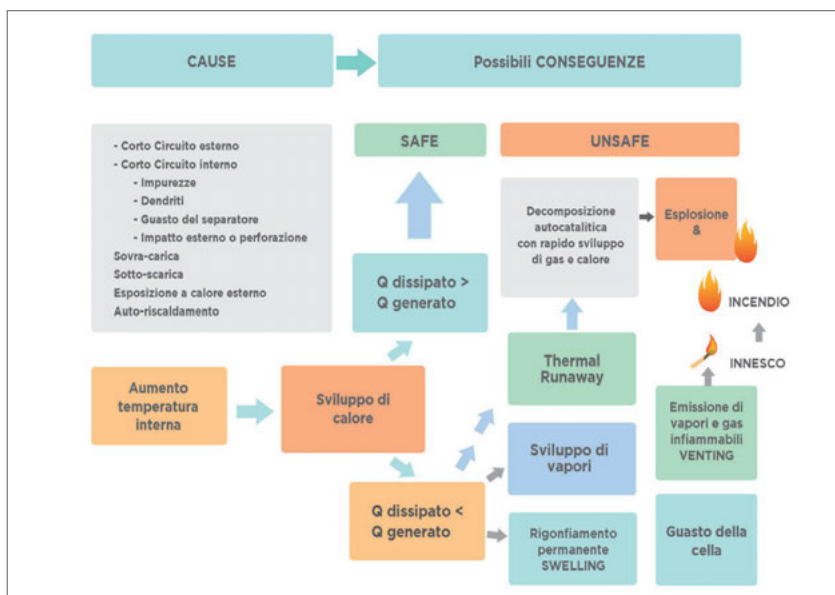


Fig.3 Sistemi litio-ione. Cause e conseguenze di eventi non desiderati  
Fonte: Cinzia Di Bari

sito del guasto, impedendo reazioni successive; eventuali prodotti di reazioni secondarie non sono corrosivi. Durante il **trasporto**, gli accumulatori al litio e al sodio sono classificati “merci pericolose” e quindi sottostanno ad opportune regole di imballaggio, etichettature e soglie (Tabella 1).

Ai **rifiuti** costituiti da batterie e/o celle esauste viene attribuito il codice CER 16.06.05 (“Altre batterie e accumulatori”) in assenza di una classificazione specifica: nel caso di batterie danneggiate o residui di incidenti, la classificazione del rifiuto è più laboriosa, diventando indispensabile determinare la composizione chimica del rifiuto.

Ai fini dell’applicazione dei Regolamenti europei REACH<sup>2</sup> e CLP<sup>3</sup>, gli

elevate temperature operative ne costituiscono le principali fonti di pericolo. In particolare, nelle tecnologie sodio-zolfo [4], è necessario evitare sia la reazione chimica tra sodio e zolfo (presenza del *Safety tube* all’interno della  $\beta$ -allumina) esotermica e con sviluppo di composti a basso peso molecolare con conseguente innalzamento della pressione interna e rischio di esplosione, che il contatto con acqua od umidità; come pure la formazione di polisolfuri a basso peso molecolare. L’involucro esterno in alluminio a tenuta stagna previene sia il contatto con l’umidità che la fuoriuscita dei polisolfuri, corrosivi e nocivi.

Le tecnologie sodio-cloruri metallici sembrano invece possedere una maggiore tolleranza intrinseca all’abuso: in presenza di difetti della allumina, il sodio reagisce con l’elettrolita secondario,  $\text{NaAlCl}_4$ , con formazione di alluminio e cloruro di sodio che precipitano intorno al

	Classe ADR		Numero ONU (UN Number)
Accumulatori al sodio	Classe 4.3	Oggetti W3	3292
	Materie che, a contatto con l’acqua, sviluppano gas infiammabili		Accumulatori al sodio o elementi di accumulatori al sodio
Pile al litio	Classe 9 Materie e oggetti pericolosi diversi	Pile al litio M4	3090
			Pile al litio metallo (comprese le pile di lega al litio)
Accumulatori litio-ione	Classe 9 Materie e oggetti pericolosi diversi	Pile al litio M4	3091
			Pile al litio metallo contenute in un dispositivo o pile al litio metallo imballate con un dispositivo (comprese le pile di lega al litio)
			3480
			Pile al litio ionico (comprese le pile al litio ionico polimerico)
			3481
			Pile al litio ionico contenute in un equipaggiamento o pile al litio ionico imballate con un equipaggiamento (comprese le pile al litio ionico polimerico)

Tabella 1 Trasporto merci pericolose: classificazione degli accumulatori al litio e al sodio

accumulatori sono classificabili come “Articoli” di Categoria 2<sup>4</sup>, ovvero articoli le cui sostanze chimiche costituenti NON sono destinate ad essere rilasciate nelle condizioni di normale funzionamento, ma sussiste il rischio di rilascio durante l’intera vita dell’articolo e al suo termine, ovvero quando è da considerarsi “rifiuto”. In questo caso, il REACH prevede che il fabbricante e/o importatore deve presentare una notifica all’Agenzia ECHA **per ogni sostanza contenuta negli articoli** se valgono **tutte** le seguenti condizioni: a) la sostanza è soggetta ad autorizzazione (allegato XIV); b) la sostanza è contenuta in tali articoli in quantitativi complessivamente superiori ad 1 tonnellata all’anno per produttore o importatore; c) la sostanza è contenuta in tali articoli in concentrazione superiore allo 0,1 % in peso/peso. Attualmente non esiste alcun obbligo in capo ai produttori o agli importatori, di accompagnare l’immissione sul mercato degli accumulatori con le schede di sicurezza (SDS) in 16 punti, con informazioni fondamentali per la prevenzione dei rischi ed eventuale intervento di emergenza.

### Insieme per rafforzare la sicurezza

Nel 2012 l’ENEA ha iniziato ad occuparsi della sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico intraprendendo studi e sperimentazioni, in gran parte finanziati dal Ministero dello Sviluppo Economico, attraverso la cosiddetta Ricerca di Sistema Elettrico. Ciò ha consentito la realizzazione di un impianto all’aperto (Impianto FARO) dove è stato possibile effettuare le prime prove di abuso sui sistemi litio ione e il coinvolgimento di alcune istituzioni universitarie a cui sono stati affidati studi di analisi di rischio e caratteriz-

zazioni di tipo chimico analitico ed igienistico-industriale.

Nel 2016, dall’incontro con il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, è nato un Accordo Quadro tra ENEA e CNVVF sottoscritto dagli organi di vertice il 21 giugno 2017 e finalizzato alla condivisione delle specifiche competenze in materia di gestione dei rischi ed intervento di emergenza.

Lo scorso 19 aprile 2018, i risultati delle attività sperimentali sono stati per la prima volta presentati a un pubblico ristretto nell’ambito del workshop *“INSIEME per rafforzare la sicurezza e la prevenzione dei rischi di incendio ed esplosione: Sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico per l’uso stazionario e nella elettromobilità”*, organizzato da ENEA e CNVVF presso il Museo Storico dell’Aeronautica Militare di Vigna di Valle, Roma [5]. L’evento è stato suddiviso in tre sessioni dedi-

cate ai seguenti argomenti: Sistemi di accumulo litio ione e ciclo di vita, Esplorando il *worst case*, Primi risultati della analisi di rischio. Sono state effettuate 13 relazioni e una breve tavola rotonda per le conclusioni.

Dopo alcune presentazioni di carattere generale, il JRC di Petten ha presentato gli sviluppi della normativa internazionale sulla sicurezza dei veicoli elettrici; sono state poi affrontate le problematiche di applicazione, sul territorio italiano, della direttiva 2014/94/UE sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi (DAFI) ed è stata presentata una iniziale disamina della casistica incidentale nell’accumulo e nella mobilità elettrica. Per quanto riguarda la parte sperimentale sono state presentate alcune prove di abuso elettrico e abuso termico con verifiche dell’efficacia dei mezzi estinguenti più diffusi e caratterizzazione chimico-analitica dei residui



Fig.4 Impianto FARO e prove di abuso su sistemi litio-ione  
Fonte: Cinzia Di Bari



provenienti dalle prove. Nella terza sessione, sono stati esposti i primi risultati dell'analisi di rischio effettuata con le metodologie FMEA, HAZOP e LOPA. Un intervento sulle problematiche di affidabilità ed i ratei di guasto dei BMS e un intervento sulla caratterizzazione del comportamento termico delle batterie litio-ione, hanno concluso il convegno.

## Conclusioni

I sistemi di accumulo elettrochimico consentono di contribuire in maniera consistente alla decarbonizzazione, rendendo possibile la realizza-

zione di veicoli elettrici ed ibridi e l'utilizzo di fonti di energia alternative agli idrocarburi.

Le tecnologie di maggiore interesse sono quelle agli ioni di litio e quelle al sodio ad alta temperatura.

L'ENEA si è fatto promotore della realizzazione di un network tutto italiano per la prevenzione dei rischi, la protezione e l'intervento di emergenza, al fine di affiancarsi alla rapida espansione del mercato dei sistemi di accumulo e degli apparecchi utilizzatori. Il primo passo è stato costituito dalla stipula di un Accordo Quadro con il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, per poi

seguire con il coinvolgimento di prestigiose istituzioni universitarie. Con il *workshop* del 19 aprile 2018, è stato possibile esporre i risultati dei primi studi ai principali *stakeholder* ottenendo un notevole interesse alla collaborazione. Tra essi si includono produttori di veicoli elettrici, produttori ed importatori di batterie e enti pubblici, tra cui il COBAT: uniti sarà possibile assicurare la gestione dei rischi e la tutela dell'ambiente ad ogni livello, fino alla fine della vita dei sistemi di accumulo.

*Per saperne di più:  
cinzia.dibari@enea.it*

1 ZEBRA: Zero Emission Battery Research Activity

2 **Regolamento CE n. 1907/2006** del Parlamento Europeo del Consiglio del 18 dicembre 2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE, si applica alle sostanze chimiche già esistenti (introdotte sul mercato prima del settembre 1981) e a quelle nuove (immesse sul mercato dopo il settembre 1981)

3 Il regolamento CLP (Classification, Labelling and Packaging) è il **Regolamento CE n. 1272/2008**, grazie al quale il sistema europeo relativo alla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze chimiche (e delle loro miscele) è stato allineato al sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche (GHS)

4 Articolo: un oggetto cui sono dati durante la produzione una forma, una superficie o un disegno particolari che ne determinano la funzione in misura maggiore della sua composizione chimica

## BIBLIOGRAFIA

1. [https://ec.europa.eu/italy/news/20171010\\_incentivi\\_ue\\_industria\\_batterie\\_it](https://ec.europa.eu/italy/news/20171010_incentivi_ue_industria_batterie_it)
2. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics/it&oldid=365651](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/it&oldid=365651)
3. C. Di Bari, "Aspetti di sicurezza di sistemi di accumulo ad alta temperatura e al litio-ione per applicazioni nelle reti elettriche", RdS/PAR2013/192. Settembre 2014
4. M. Schiavetti, T. Pini, F. D'Errico, M. Carcassi: "Definizione della procedura di analisi di rischio su Sistemi di Accumulo Stazionario realizzati con tecnologie al sodio ad alta temperatura (sodio-zolfo): studi preliminari". Report RdS/PAR2016/173. Settembre 2017
5. <http://www.enea.it/it/seguici/events/sicurezza-e-prevenzione-dei-rischi-di-incendio/workshop-insieme-per-rafforzare-la-sicurezza-e-la-prevenzione-dei-rischi-di-incendio-ed-esplosione-sicurezza-dei-sistemi-di-accumulo-elettrochimico>



# Bioenergia e tecnologie di cattura e stoccaggio della CO<sub>2</sub>, un connubio possibile?

La diffusione di sistemi bioenergetici accoppiati a tecnologie di cattura della CO<sub>2</sub> e al suo stoccaggio geologico è una tra le opzioni negli scenari internazionali per la riduzione delle emissioni. La loro applicazione nel contesto italiano presenta tuttavia difficoltà oggettive

DOI 10.12910/EAI2018-038

di **Alessandro Agostini e Nicola Colonna**, ENEA

**C**on la firma dell'accordo di Parigi, 195 Stati si sono impegnati a limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2 °C sopra i livelli preindustriali. Si è inoltre raggiunto l'accordo di cercare di limitare l'aumento a 1,5 °C [1]. Tale obiettivo richiede il raggiungimento dell'equilibrio tra emissioni antropogeniche e rimozioni di gas climalteranti, nella seconda metà del 21° secolo. Ciò richiede alternatively, o una rapida riduzione a zero delle emissioni di gas serra, oppure il bilanciamento delle emissioni residue attraverso delle emissioni negative (Carbon Dioxide Removal; CDR

technologies).

L'interesse per il ruolo delle tecnologie a emissioni negative è in costante ascesa, dato il loro potenziale ruolo nel raggiungimento degli obiettivi dell'accordo UNFCCC di Parigi [1]. In particolare, la bioenergia con la cattura e lo stoccaggio del carbonio (*BioEnergy with Carbon Capture and Storage*; BECCS) svolge un ruolo fondamentale nella maggior parte delle traiettorie di riduzione delle emissioni di gas climalteranti (*GreenHouse Gases*; GHG) [2].

In pratica le BECCS sono basate sulla coltivazione e/o raccolta di biomassa, con la conseguente rimozione di carbonio dall'atmosfera, per

produrre successivamente energia, mentre la CO<sub>2</sub> derivante dalla combustione della biomassa viene catturata ed iniettata in formazioni geologiche adatte.

Come si può notare dalla Figura 1, dove è riportata la mediana dei risultati dei 76 scenari dell'IPCC AR5 che probabilmente sono coerenti con il limite dei 2 °C di aumento della temperatura media globale, al fine di mantenere l'aumento di temperatura al di sotto dei 2 °C sarà necessario un imponente ricorso alle tecnologie ad emissioni negative, consistenti per la quasi totalità in BECCS.

Dalla stessa figura si nota come già, in realtà, con gli impegni dell'accor-



do di Parigi, ci si allontana dalle traiettorie che consentirebbero di mantenere l'aumento di temperatura al di sotto dei 2 °C; saranno quindi necessarie ulteriori riduzioni di emissioni dopo il 2030, oppure un impiego ancora maggiore di BECCS.

Il messaggio che vorremmo veicolare con questa analisi sintetica è che il largo impiego di BECCS è solamente basato su assunzioni di fattibilità

economica, tecnologica ed ambientale ed i rischi ad esse connesse non sono stati pienamente valutati dalla comunità scientifica internazionale e sicuramente non sono percepiti dal pubblico e dai decisori politici [3,4]. In pratica l'assunzione di una grande disponibilità di tecnologie ad emissioni negative a basso costo per il futuro permette, mantenendo fisso il risultato dei 2 °C, di continuare ad

emettere nel breve termine, lasciando alle future generazioni l'onere di rimuovere la CO<sub>2</sub> emessa [5]. Oltre ad essere iniquo dal punto di vista intergenerazionale, questo approccio appare ingiusto dal punto di vista sociale, in quanto il loro fallimento peserebbe maggiormente sulle comunità a bassa emissione che sono geograficamente e finanziariamente più vulnerabili a un clima in rapida evoluzione [5].

Oltre al rischio, sociale ed economico, legato al cambiamento climatico, altri impatti ambientali legati alle BECCS sembrano ampiamente sottovalutati. Un sostanzioso ricorso alle BECCS determinerebbe profondi impatti sull'ambiente. Utilizzando il concetto di *planetary boundaries* (PB), ovvero i confini ambientali di sfruttamento delle risorse del pianeta, è evidente che, se implementate alla scala necessaria per contrastare il cambiamento climatico, vi sarebbero impatti ingenti su altri comparti ambientali. Anche se difficili da stimare correttamente, uno studio recente ha mostrato che, mentre le BECCS

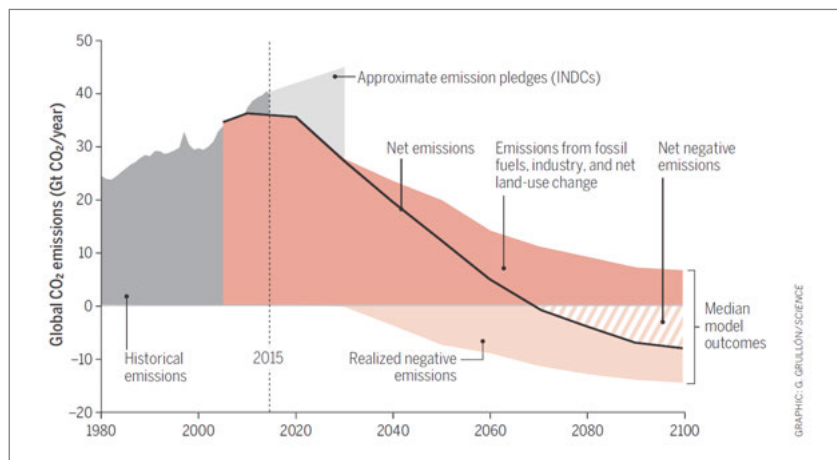


Fig.1 Scenari di riduzione delle emissioni climalteranti[3] INDCs (Intended Nationally Determined Contributions) rappresenta il totale dei contributi promessi a livello nazionale presentati a Parigi. Notare, la quantità di emissioni negative previste nella seconda metà del 21° secolo

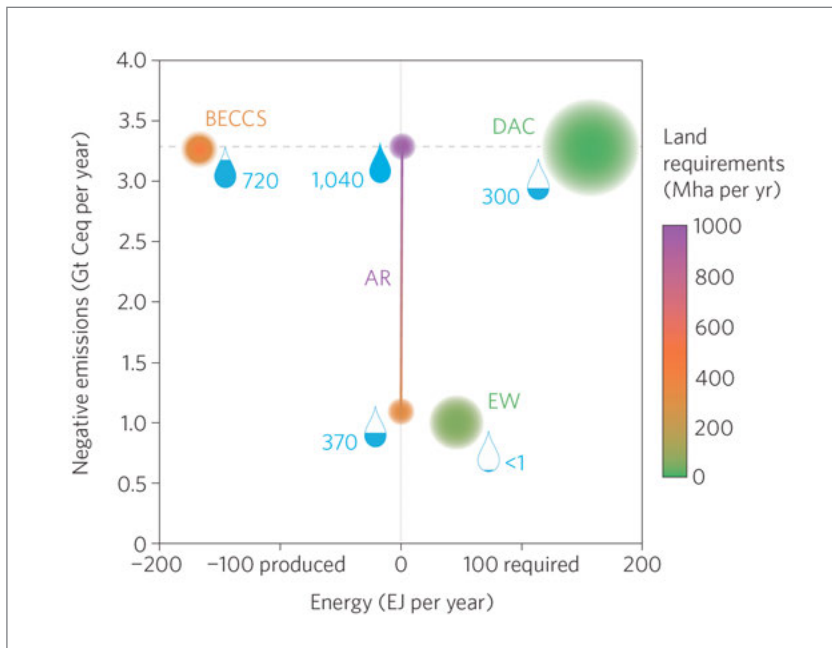


Fig.2 Impatti, potenziali e costi delle tecnologie ad emissioni negative necessarie per soddisfare l'obiettivo di 2 °C. DAC = Direct Air Capture: cattura diretta della CO<sub>2</sub> atmosferica e stoccaggio geologico; EW = Enhanced Weathering: fissazione della CO<sub>2</sub> atmosferica e stoccaggio in minerali; AR = Afforestation and Reforestation: stoccaggio della CO<sub>2</sub> atmosferica sotto forma di sostanza organica. Il fabbisogno idrico è indicato come gocce d'acqua, con quantità in km<sup>3</sup> anni<sup>-1</sup>. Le dimensioni dei cerchi rappresentano i costi. Tutti i valori sono riferiti all'anno 2100 tranne i costi relativi, che sono per il 2050 [4]

potrebbero essere efficaci per quanto riguarda il cambiamento climatico, molto probabilmente il sistema Terra si avvicinerebbe pericolosamente al proprio PB per l'uso di acqua dolce, mentre verrebbero superati i PB riguardanti l'uso del suolo, la biodiversità, ed i flussi biogeochimici (eutrofizzazione in primis). In pratica la superficie coltivata necessaria specificatamente per produrre la biomassa da combustione per poi catturarne la CO<sub>2</sub> sarebbe di diverse centinaia di milioni di ettari (fino a circa 700 Mha, a confronto, la superficie totale dell'Italia è 30 Mha) con un incremento totale di superficie coltivata vicino al 20%, (con una conversione di foreste fino a circa 600 Mha). Risultando, ovviamente, in uno spropositato utilizzo aggiun-

tivo di fertilizzanti (fino a circa 50 Mt di azoto) ed acqua per usi irrigui (fino a +1000 km<sup>3</sup>) [3,4,5,6]. Chiaramente le quantità riportate sono indicative, ma danno bene l'idea dell'ordine di grandezza e delle possibili ripercussioni sul pianeta. Altre tecnologie a emissioni negative sono disponibili per ridurre la CO<sub>2</sub> atmosferica. In Figura 2 sono riportati i costi (dimensione dei cerchi), l'utilizzo di suolo, acqua la produzione di energia ed i relativi potenziali per le tecnologie considerate più plausibili [4]. Data l'urgente necessità di ridurre le emissioni di gas serra, un obiettivo chiave deve essere la priorità della salvaguardia degli attuali sistemi che naturalmente catturano carbonio atmosferico (foreste, torbiere, zone

umide e praterie naturali in particolare). È verosimile che misure di protezione di questi serbatoi naturali di carbonio abbiano impatti ambientali e sociali positivi rispetto ad altre opzioni in quanto forniscono servizi ecosistemici di vitale importanza (migliorano la qualità dell'acqua, proteggono dalle inondazioni, migliorano la salute del suolo, forniscono un habitat per la biodiversità e migliorano la resilienza ai cambiamenti climatici) [7].

Simili risultati sono forniti dalle misure di aumento del carbonio organico contenuto nel suolo in agricoltura (*Soil Organic Carbon, SOC*). Un'iniziativa in ambito COP21 mira a incrementare il SOC del 4 per 1000 [8]. Tale quantità sarebbe sufficiente a "catturare" tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> antropiche, oltre a migliorare la qualità dei suoli (fertilità, ritenzione idrica, biodiversità, resilienza al cambiamento climatico).

Senza entrare ulteriormente nella valutazione di dettaglio delle molteplici implicazioni della diffusione delle BECCS e degli scenari proposti a livello internazionale, vogliamo analizzare due aspetti rilevanti che possono meglio evidenziare il contrasto delle soluzioni proposte con la realtà produttiva e territoriale del nostro Paese ma anche, più in generale, dell'applicazione delle tecnologie CCS al settore delle bioenergie. Il primo aspetto è quello della localizzazione dei siti idonei per lo stoccaggio geologico. Il tema del CCS è stato a lungo oggetto di analisi e valutazioni al fine di identificare i luoghi migliori ove poterlo realizzare e, indubbiamente, i pozzi esauriti di estrazione del petrolio, le ex miniere di carbone o determinate formazioni geologiche, quali gli acquiferi salini, sono particolarmente vocati [9]. Per quanto il potenziale

complessivo di stoccaggio sia elevato essi sono presenti solo in specifiche aree ben definite ed appare chiaro che ogni soluzione del tipo di quelle proposte per le BECCS dovrebbe vedere la tecnologia di generazione posta nelle immediate vicinanze di tali siti. D'altra parte, il costo dell'applicazione delle tecnologie di *carbon capture* e del successivo trasporto e pompaggio, nelle profondità del suolo, della CO<sub>2</sub>, allo stato attuale, presuppone scale dell'intervento di grandi dimensioni e questo secondo elemento ha implicazioni rilevanti per il settore delle biomasse. Ne consegue, a prescindere da quale delle tante possibili filiere *biomass to energy* stiamo valutando, che dovremmo realizzare dei grandi impianti di produzione di energia da biomasse in siti specifici, magari anche lontani dai luoghi di elezione della produzione/raccolta di biomasse ed è pertanto necessario implementare filiere di approvvigionamento di grandi quantitativi di biomasse su ampie aree del territorio. Inoltre, l'opzione del trasporto della CO<sub>2</sub> "catturata", tramite condotte in pressione, che potenzialmente risolverebbe il problema della vicinanza tra luoghi di produzione della biomassa e della sua trasformazione energetica, ha costi di investimento e gestione che presuppongono taglie di intervento grandi, tipiche di grandi centrali termoelettriche alimentate da combustibili fossili.

Questo è esattamente il contrario di quanto negli ultimi anni si è andato affermando nel nostro Paese nel settore delle biomasse, impianti medi e piccoli, diffusi sul territorio seguendo l'assioma che se la risorsa è distribuita deve esserla anche la generazione di energia. La produttività di biomassa specifica per ettaro può aggirarsi nei nostri contesti pedocli-

matici tra le 2 e le 15 t di sostanza secca per ettaro per anno dipendendo da molteplici fattori, quali la specie impiegata, il tipo di suolo, le disponibilità idriche. Per quanto diffuse e ubiquitarie, le biomasse sono disperse sul territorio e devono essere coltivate e/o raccolte e concentrate con oneri logistici e costi elevati per poter approvvigionare un grande impianto con continuità. Le tecnologie termoelettriche tradizionali, con turbina a vapore, consumano indicativamente circa 9-10.000 tonnellate di biomassa per anno per MW di potenza installata e questo evidenzia sia la complessità dell'approvvigionamento che la necessità di ampi stoccaggi.

Nel nostro Paese abbiamo sostanzialmente tre tipologie di impianti a biomassa: quelli che impiegano biomasse solide, biomasse fermentescibili e liquide. Se escludiamo quelli alimentati con fanghi o con rifiuti, disponiamo di quasi 2.300 impianti per una potenza totale installata di quasi 2.700 MWe che equivale ad una media di taglia di impianto di poco più di 1 MWe (Tabella 1). Tali dimensioni sono ben lontane dalle esigenze di impianti che possano integrare tecnologie di CCS.

Con il termine bioenergie si indica

un panorama di filiere tecnologiche molto ampio, ognuna delle quali ha una sua specificità rispetto alla biomassa impiegata e alla relazione con il territorio che la produce o fornisce. Le biomasse solide, normalmente valorizzate attraverso la combustione diretta, possono essere conservate e stoccate a lungo e questo le rende idonee a essere valorizzate in impianti di medie o grandi dimensioni. Nel nostro Paese gli impianti termoelettrici di maggiori dimensioni, alimentati con biomasse solide, hanno una potenza elettrica di circa 20 MWe, ma ve ne sono anche di dimensioni inferiori al MWe.

Gli impianti di digestione anaerobica per la produzione di biogas sono, tipicamente, quelli più intrinsecamente collegati alla realtà territoriale locale in quanto impiegano tipologie di biomasse di difficile conservabilità, fatta eccezione per pochi substrati. La corretta progettazione di un impianto, sia per gli aspetti tecnici che economici, richiede che esso sia dimensionato sulla capacità produttiva del territorio limitrofo sia relativamente alle biomasse in ingresso che per la distribuzione del digestato in uscita. Essi impiegano materiali di scarto, sfusi, liquidi o semiliquidi,

	Impianti (n.)	Potenza installata (MW)	Potenza media (kW)
Biomasse solide	300	658,9	2.196,4
Biogas da deiezioni animali	493	217,0	440,1
Biogas da attività agricole	973	745,6	766,3
Bioliquidi da oli vegetali grezzi	436	892,4	2.046,8
Bioliquidi altri	89	146,0	1.640,0
Totale	2.291,0	2.659,9	1.161,0

Tab. 1 Impianti di bioenergia in Italia: numerosità, potenza installata e potenza media per le diverse tipologie di biomasse, esclusi gli impianti alimentati con rifiuti e fanghi

Fonte: GSE statistiche 2015



e/o colture dedicate, conservate tramite la tecnica dell'insilamento, il cui potere metanigeno per metro cubo o tonnellata rende indispensabile la vicinanza tra luogo di approvvigionamento ed impiego. Fanno eccezione alcune tipologie di scarti di processi agroindustriali che sono naturalmente concentrati in un unico luogo, in grandi quantità, e che possono alimentare impianti di alcuni MW di potenza elettrica. Ciascuna tipologia di biomassa residuale è naturalmente collegata alla vocazione produttiva del territorio: abbiamo infatti molti reflui nelle aree vocate per la zootecnia, molti scarti orticoli nelle aree di elezione della coltivazione del pomodoro e degli ortaggi e così via, fanno eccezione gli impianti legati alla filiera di distillazione che tipicamente sono grandi e raccolgono i sottoprodotti della filiera vitivinicola su ampi territori.

Gli impianti alimentati a oli vegetali e bioliquidi hanno taglie medie, simili a quelli alimentati a biomassa solida e fanno largo impiego di biocombustibili di importazione, in gran parte provenienti da Paesi dell'Est Europa o dall'Asia e sono, per oltre il 70%, alimentati da olio di palma (10) importato da Malesia ed Indonesia. In questo caso la loro relazione con il territorio è nulla in termini produttivi e possono essere collocati ovunque vi siano buone connessioni con i principali porti commerciali.

Per quanto riguarda la produzione di colture dedicate a uso energetico, le quali, più delle biomasse residuali e di scarto, ben rappresentano il paradigma delle BECCS, allo stato attuale nel nostro Paese esse occupano una superficie agricola molto limitata. L'ampiamiento di tali superfici può solo avvenire in un'ottica di integrazione con il sistema agroalimentare,

il quale rappresenta il primo settore economico nazionale per fatturato ed è largamente deficitario di materie prime per sostenere la dinamica agroindustria vocata all'export [11]. Il sostegno alle tecnologie BECCS rischia di creare conflitti con le vocazioni produttive agroalimentari italiane e a causa della orografia complessa, delle differenze pedoclimatiche e della estrema frammentazione delle proprietà agricole è difficile immaginare di realizzare colture dedicate su ampie aree ed un sistema logistico adeguato ad approvvigionare grandi impianti di generazione di energia da biomasse cui accoppiare le tecnologie di CCS.

Pur se è vero che negli ultimi anni la quota di terreni agricoli abbandonati è aumentata, con una significativa diminuzione della superficie agricola utilizzata, e questo lascia pensare a una larga disponibilità di terre per produrre biomasse è pur vero che le aree oggi non coltivate sono quelle economicamente marginali per oggettive condizioni orografiche e/o pedoclimatiche e dove la coltivazione di biomasse per energia difficilmente può risultare economicamente competitiva.

Una convinta adesione alle BECCS nel nostro Paese è potenzialmente in conflitto con l'attuale sistema di generazione distribuita di energia da biomasse, costituito oggi da centinaia di impianti medio-piccoli oggetto di politiche di incentivazione ad hoc, i quali dovranno dimostrare la loro sostenibilità nel medio lungo periodo e soprattutto oltre il periodo di incentivazione. Inoltre, richiederebbe la destinazione a fini energetici di ampie superfici di seminativi analogamente a quanto paventato dagli scenari di produzione di biodiesel e bioetanolo conseguenza degli im-

pegni del Pacchetto 20-20-20, contenuti nella direttiva 2009/29/CE, secondo i quali per produrre a livello nazionale il biodiesel necessario a sostituire almeno il 10% del gasolio consumato annualmente avremmo dovuto impiegare centinaia di migliaia di ettari, sottraendoli all'uso agroalimentare.

A fronte di quanto emerso dalla nostra breve analisi, appare più interessante per il nostro Paese perseguire l'obiettivo di sottrarre CO<sub>2</sub> all'atmosfera attraverso sistemi appropriati di soil carbon storage impiegando razionalmente le biomasse agricole e agroindustriali o per produrre compost o per generare energia tramite impianti di digestione anaerobica o di gassificazione e recuperare al termine del processo il digestato o il biochar, i quali rappresentano ottime matrici per aumentare la SOC e allo stesso tempo migliorare la fertilità dei suoli italiani, tipicamente affetti da tenori troppo bassi di sostanza organica [12].

Abbiamo circa 7 Mha di seminativi e l'opzione di incrementare annualmente del 4 per 1000 il SOC consentirebbe lo stoccaggio di milioni di tonnellate di carbonio nel breve volgere di pochi anni con benefici effetti sulla stabilità degli aggregati, la capacità di ritenzione idrica dei suoli e, in ultima analisi, la produttività agricola. La ricerca di soluzioni per generare "emissioni negative" vede le biomasse e le bioenergie al centro di una serie di scenari che richiedono ulteriori approfondimenti e valutazioni ma anche azioni di ricerca e sviluppo per identificare le soluzioni migliori e adatte al contesto europeo e nazionale.

*Per saperne di più:  
alessandro.agostini@enea.it*



## BIBLIOGRAFIA

1. UNFCCC, 2015: 'Adoption of the Paris Agreement: Proposal by the President', Draft Decision, 12 December 2015, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
2. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report; Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Core Writing Team: R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.]). IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp ([https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf))
3. Anderson K e Peters G, 2016: The trouble with negative emissions. *Science*, 354, (6309), 182-183
4. Smith P, Davis S J, Creutzig F, Fuss S, Minx J, Gabrielle B, Kato E. et al., 2016: Biophysical and economic limits to negative CO<sub>2</sub> emissions. *Nat. Clim. Change*, 6 42–50
5. Fuss S, Canadell J G, Peters G P, Tavoni M, Andrew R M, Ciais P, Jackson R B, Jones C D, Kraxner F, Nakicenovic N, Le Querè C, Raupach M R, Sharifi A, Smith P, Yamagata Y, 2014: Betting on negative emissions. In *Nature Climate change* 4 (10), pp. 850–853
6. Heck V, Gerten D, Lucht W, Popp A, 2018: Biomass-based negative emissions difficult to reconcile with planetary boundaries. *Nat Clim Chang* 8:151–155
7. Griscom B W, Lomax G, Miteva D A, Schlesinger W H et al., 2017: 'Natural climate solutions', *Proceedings of the National Academy of Sciences*
8. <https://www.4p1000.org/>
9. Girardi V, Calabrò A, Deiana P, Giammartini S, 2011: Le tecnologie per la cattura della CO<sub>2</sub>. *Energia, Ambiente e Innovazione*. Supplemento Speciale 1-2: 22-31
10. GSE, 2017: *Rapporto statistico: Energia da fonti rinnovabili in Italia 2015*
11. ISMEA, 2017: *La bilancia commerciale agroalimentare italiana. 2017*
12. FAO, 2017: Unlocking the potential of soil organic carbon, Outcome document of the Global symposium on soil organic carbon at FAO headquarters, Rome

# Le coltri vegetali nel settore residenziale

Il verde è da tempo un elemento di progetto nell'architettura degli edifici e nel decoro urbano delle città, ma il suo utilizzo è stato prevalentemente decorativo. Oggi, le realizzazioni di coltri vegetali sugli edifici vengono considerate veri e propri componenti edilizi che mitigano il microclima delle aree urbane e il comfort interno degli edifici e risultano particolarmente efficaci durante i periodi di caldo intenso poiché le coperture verdi agiscono da strato isolante per le superfici dell'edificio. Per valutare gli effetti delle coltri vegetali, l'ENEA ha avviato la realizzazione di un edificio dimostrativo presso il Centro Ricerche Casaccia. L'attività progettuale intende definire, in termini non soltanto energetici, ma anche biologici, gli effetti microclimatici dell'uso delle coltri vegetali in verticale

DOI 10.12910/EAI2018-039

di **Carlo Alberto Campiotti, Germina Giagnacovo, Luca Nencini e Matteo Scoccianti, ENEA;**  
**Luciano Consorti, CIRPS - Sapienza Università di Roma; Carlo Bibbiani, CIRAA - Università di Pisa**

**N**elle aree geografiche mediterranee, i consumi di energia elettrica per la climatizzazione estiva di edifici (pubblici, residenziali e commerciali) costituiscono circa il 30% dei consumi complessivi e le previsioni mostrano una tendenza in crescita. In particolare, i consumi energetici medi di un edificio sono stimati in circa 200.000 kJ/m<sup>3</sup> per il riscaldamento nel periodo invernale (periodo sotto riscaldato) e in circa 100.000 kJ/m<sup>3</sup> per la climatizzazione

nei periodi estivi (periodo eccessivamente riscaldato).

Gli obiettivi dell'Unione Europea, espressi già con il "Libro verde sull'Efficienza Energetica" nel 2005 e con la Direttiva 2002/91/CE sulle prestazioni energetiche degli edifici (*Energy Performance of Building Directive*), che ha previsto l'estensione della valutazione delle prestazioni energetiche di un edificio anche al regime estivo (come sottolineato dalla sostituzione del concetto di "prestazione termica invernale" con

quello più ampio di "prestazione energetica globale"), sono quelli di contenere i consumi energetici sia per il riscaldamento invernale che per la climatizzazione estiva.

Un ulteriore avanzamento nella direzione dell'efficienza energetica sulla climatizzazione degli edifici si è avuto con la Direttiva 2010/31/UE, che prevede che gli edifici costruiti dopo il 31 dicembre 2020 dovranno essere ad energia "quasi zero" (le pubbliche amministrazioni già dal 2018 dovranno attenersi alla costruzione



di edifici ad energia “quasi zero”). Infine, con la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, recepita dall'Italia con il Decreto legislativo 4 luglio 2014, la Commissione Europea ha stabilito un quadro comune di misure per una strategia a lungo termine per la ristrutturazione degli edifici residenziali e commerciali, sia pubblici che privati. In questo contesto, l'Unione Europea, ai fini della riduzione dei consumi di riscaldamento e di raffreddamento, con la COM(2013) 249 *final*

“Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa”, ha sottolineato l'importanza per il settore dell'edilizia di soluzioni basate sulle infrastrutture verdi, i.e.: coltri vegetali sugli edifici nelle aree urbane, giardini pensili, corridoi verdi, piantumazioni nelle città di siepi ed alberi, in quanto possono contribuire a migliorare l'efficienza energetica degli edifici oltre che a diminuire le emissioni di gas a effetto serra e la percentuale di particolato nelle città (il settore delle costruzioni è respon-

sabile nell'UE del 36% di emissioni di CO<sub>2</sub>).

Su questi obiettivi si collocano il Patto dei Sindaci del 2008 (*The Covenant of Mayors*) e il *Global Covenant of Mayors for Climate and Energy* del 2017, per il Clima e l'Energia, mirati entrambi a sostenere tutte le azioni per accelerare la decarbonizzazione dei territori dell'Unione Europea. Tra gli obiettivi, il sostegno allo sviluppo di piani di azione (*Action plan*) per migliorare la sostenibilità energetica e ambientale dei territori e delle città



e il sostegno alle misure per sensibilizzare gli enti locali, le associazioni e i cittadini sulla necessità di fronteggiare gli effetti del cambiamento climatico quali fenomeni meteorologici estremi i.e.: precipitazioni violente e ondate di calore eccessivo. A supporto di queste misure, l'Italia con la Strategia Energetica Nazionale 2017 (SEN), ha previsto il raggiungimento di obiettivi che integrino ambiente, clima, energia, coerentemente con la COP 21 di Parigi. Tutti i settori sono interessati: trasporti, agricoltura, industria e costruzioni, ma l'apporto maggiore è previsto per il settore degli edifici residenziali.

### Le coltri vegetali per migliorare l'efficienza energetica degli edifici

Il verde è da sempre un elemento di progetto nell'architettura degli edifici e nel decoro urbano delle città, ma fino a poco tempo fa il suo utilizzo era soltanto a scopo decorativo. Oggi, invece, le realizzazioni di coltri vegetali sugli edifici, definite tecnicamente "Green Walls (GW)" o "Pareti Verdi", vengono considerate nel mondo delle costruzioni un vero e proprio componente edilizio. Gli effetti delle coltri vegetali in termini di mitigazione del microclima che caratterizza le aree urbane e il comfort interno degli edifici risultano particolarmente efficaci durante i periodi di caldo intenso poiché le coperture verdi agiscono da strato isolante per

Tipologia vegetali	CO <sub>2</sub> sequestrata per anno	Bibliografia
Piante erbacee	4,38 kg/m <sup>2</sup>	Taiz & Zeiger. 2006
Piante arbustive	8,76 kg/m <sup>2</sup>	Schaefer, Rudd Vala. 2004
Piante rampicanti	6,57 kg/m <sup>2</sup>	Daniel Roeher, Jon. Laurenz. 2008

Tab. 1 Valori della quantità di CO<sub>2</sub> sequestrata dalle coltri vegetali

le superfici dell'edificio: esse aumentano l'efficacia di isolamento poiché ostacolano l'eccesso di radiazione solare incidente sulla superficie delle costruzioni.

Parte della radiazione solare, inoltre, viene utilizzata dalla pianta come calore latente per sostenere il fenomeno della traspirazione fogliare (la traspirazione di 1000 litri di acqua consente un assorbimento di energia fino a 700 kWh sotto forma di calore latente) e per il processo della fotosintesi clorofilliana. Da sottolineare, inoltre, il contributo delle piante nel sequestrare l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), attraverso il fenomeno della fotosintesi clorofilliana. In Tabella 1, ai fini delle politiche ambientali di riduzione della CO<sub>2</sub>, è riportata la quantità di CO<sub>2</sub> mediamente sequestrata per anno dalle diverse tipologie di essenze vegetali utilizzabili per le coltri vegetali sugli edifici [5], [6].

Per valutare gli effetti delle coltri vegetali sugli edifici ai fini del miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, l'ENEA, attraverso il Programma RDS (Ricerca di Siste-

ma Elettrico) del Ministero Sviluppo Economico ha avviato un programma di ricerca e sperimentazione che ha previsto la realizzazione di un edificio dimostrativo presso il Centro Ricerche Casaccia. L'attività progettuale ha l'obiettivo di definire, in termini non soltanto energetici, ma anche biologici, gli effetti microclimatici dell'uso delle coltri vegetali applicate sugli edifici (Figura 1).

I vantaggi in termini di miglioramento dell'efficienza energetica dovuti all'impiego di sistemi vegetali sono valutati in un risparmio dei costi annuali del 3-10% per la riduzione di energia utilizzata per il riscaldamento e dell'8-15% per la riduzione di energia elettrica utilizzata per il raffrescamento degli spazi interni degli edifici. Per valutare l'effetto di schermatura della radiazione solare incidente sulle pareti di un edificio dotato di coltre vegetale, è stato definito l'indice *costante verde* (K<sub>v</sub>) [1], [7], calcolato secondo la formula:

$$\text{Costante verde} = K_v = \frac{(T_{pn} - T_{pp})}{(T_{pn} - T_{ae})}$$

da cui  $T_{pn} - T_{pp} = K_v (T_{pn} - T_{ae})$ ;

con:

T<sub>pp</sub> = Temperatura parete schermata dalla coltre vegetale

T<sub>pn</sub> = Temperatura parete non schermata dalla coltre vegetale



Fig. 1 Prototipo della parete-verde sull'edificio dimostrativo del Centro Ricerche ENEA Casaccia

### Calcoli sulla valutazione del flusso termico che penetra all'interno dell'edificio

Il flusso termico totale ( $Q_{tot}$ ) trasmesso attraverso una parete a facce piane e parallele, in condizioni di regime stazionario e per unità di superficie, può essere espresso come somma del *contributo convettivo* ( $Q_1$ ) e del *contributo radiante* ( $Q_2$ ). In particolare:

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 = \text{flusso termico totale } W/m^2;$$

avendo esplicitato:

$$Q_1 = U (T_{ae} - T_{ai}); \quad Q_2 = U \left( \frac{a \cdot I}{h_e} \right); \quad \text{da cui: } Q_{tot} = U (T_{ae} - T_{ai}) + U \cdot \left( \frac{a \cdot I}{h_e} \right)$$

ove:

$$U = \text{trasmittanza} \left[ \frac{W}{m^2K} \right]; \quad a = \text{assorbimento (UNI TS 11300-1/2014);}$$

$a = 0,3$  pareti chiare;

$a = 0,6$  pareti medie;

$a = 0,9$  pareti scure;

$$I = \text{irraggiamento } [W]; \quad h_e = \text{fattore di adduzione} \left[ \frac{W}{m^2K} \right].$$

In presenza di coltre vegetale, si riduce, proporzionalmente al fattore  $K_v$ , il flusso termico totale ( $Q_{tot}$ ), ovvero il contributo radiante ( $Q_2$ ) del flusso. Indicando con  $\Delta Q$ , la variazione di flusso termico che attraversa la coltre vegetale, rispetto alla parete nuda, si può scrivere:

$$\text{da cui se: } \Delta Q = U \cdot K_v \cdot \left( \frac{a \cdot I}{h_e} \right)$$

$K_v = 0$  abbiamo  $\Delta Q = 0$

*Non vi è effetto di riduzione del flusso termico entrante.*

$K_v = 1$  abbiamo  $\Delta Q = U \left( \frac{a \cdot I}{h_e} \right)$

*La riduzione del flusso termico entrante è massima.*

**In prima approssimazione, come valore massimo ottenibile in fase stazionaria, la riduzione del flusso termico dovuta a una coltre vegetale è pari a circa il 44% del flusso termico entrante nell'edificio.**

$T_{ae}$  = Temperatura aria esterna

La costante verde  $K_v$  varia tra 0 ed 1 e, in prima approssimazione, se:

- $K_v$  vale zero (0), la coltre non esercita alcuna schermatura, pertanto, in condizioni estive, la temperatura della faccia esterna ( $T_{pe}$ ), che assorbe completamente la radiazione solare, risulta essere uguale alla ( $T_{pn}$ ), ovvero maggiore sia della temperatura dell'aria esterna ( $T_{ae}$ ) che della temperatura dell'aria interna ( $T_{ai}$ );

- $K_v$  vale uno (1), la coltre esercita completa schermatura, pertanto, in condizioni estive, la temperatura della faccia esterna ( $T_{pe}$ ), risulta essere uguale alla temperatura dell'aria esterna ( $T_{ae}$ ).

Attraverso le azioni progettuali svolte in collaborazione con le Università di Pisa e Bari sono stati rilevati i seguenti valori nei confronti delle essenze vegetali sotto elencate:

*Pandorea jasminoides* "variegata"  
( $K_v = 0,95$ )

*Partenocissus quinquefolia*  
( $K_v = 0,85$ )

*Hedera helix*  
( $K_v = 0,83$ )

*Lonicera hall prolific*  
( $K_v = 0,81$ )

*Rhyncospermum jasminoides*  
( $K_v = 0,81$ )

I calcoli sulla valutazione del flusso termico che penetra all'interno dell'edificio sono illustrati nel riquadro a fianco.



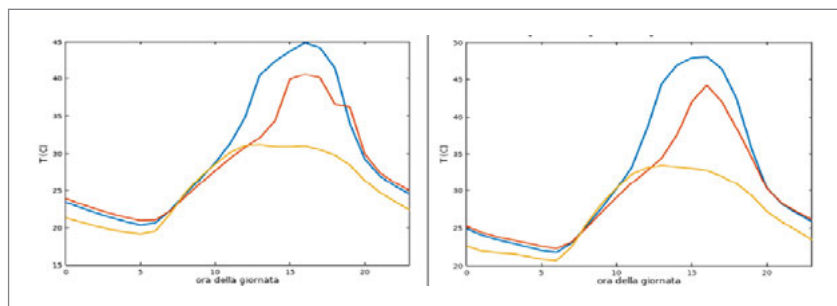


Fig. 2 Dati raccolti sull'edificio dimostrativo del Centro ENEA Casaccia. Temperatura media della parete Sud Ovest nei mesi di luglio (a sinistra) e agosto (a destra). Blu: temperatura della zona esposta al sole; Rosso: temperatura della zona protetta dalla coltre verde. Giallo: temperatura dell'aria

In accordo con quanto riportato nel riquadro, si è visto che la coltre vegetale riduce, proporzionalmente al fattore  $K_v$ , il differenziale del flusso termico entrante nelle pareti dell'edificio, come si evince dalla Figura 2. Sulla base delle valutazioni finora effettuate, il flusso termico puntuale che penetra all'interno dell'edificio, durante le ore di massima insolazione, si riduce, proporzionalmente al fattore  $K_v$ , fino al 44%. In particolare, la differenza di temperatura media superficiale nei mesi di luglio e agosto della parete schermata rispetto a quella priva di coltre vegetale negli stessi mesi risulta di circa 7 °C.

### Coltri vegetali per migliorare l'efficienza energetica dei sistemi di climatizzazione

Le coltri vegetali risultano di particolare interesse per migliorare l'efficienza energetica dei sistemi di condizionamento soprattutto nei periodi di caldo intenso. In particolare, nei sistemi di condizionamento a compressione diretta, la temperatura di condensazione del gas refrigerante ( $t_{cond}$ ) è vincolata alla temperatura dell'aria esterna ( $t_1$ ) che li attraversa, pertanto, un aumento della temperatura dell'aria

esterna determina un aumento della temperatura e della pressione di condensazione del gas refrigerante. Viene altresì aumentato il rapporto di compressione (pressione di mandata gas refrigerante/pressione di aspirazione gas refrigerante), e dunque l'assorbimento di potenza elettrica (W). In definitiva, una temperatura dell'aria più elevata provoca una diminuzione della resa frigorifera e quindi un consumo maggiore di elettricità. Le coltri vegetali quando utilizzate a copertura dei sistemi di condizionamento localizzati sui solai esterni, soprattutto quelli impiegati dai supermercati e dagli uffici, contribuiscono a mantenere condizioni inferiori di temperatura dell'aria che circonda le macchine di condiziona-

mento (Figura 4) che, in ultima analisi, migliorano l'efficienza energetica dei sistemi di condizionamento con vantaggi energetici, ambientali ed economici [2], [3].

### Conclusioni

L'integrazione diffusa di vegetazione nelle città sostiene lo sviluppo di processi di riqualificazione energetica degli edifici e contribuisce al raggiungimento degli obiettivi previsti dalle diverse Direttive europee sulla efficienza energetica, il risparmio di energia e la protezione dell'ambiente. La presenza di vegetazione sugli edifici scherma la radiazione solare, riduce la temperatura media radiante delle costruzioni e aumenta l'umidità delle aree urbane attraverso il processo dell'evapotraspirazione delle piante. Inoltre, le coltri vegetali filtrano la quota delle polveri inquinanti, incrementano la biodiversità e contribuiscono al riequilibrio del ciclo dell'acqua meteorica e della regimazione dell'afflusso delle acque piovane verso le reti di drenaggio urbano. Vengono riconosciuti anche benefici estetici per gli edifici e psicologici per i cittadini. La costruzione di pareti verdi, in linea generale, si può applicare in aree industriali, centri-semi-periferie delle città,

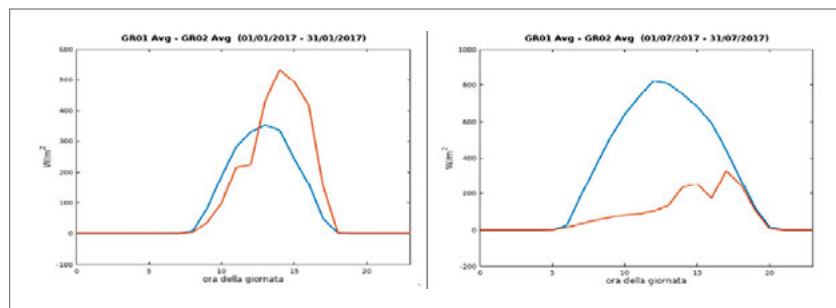


Fig. 3 A sinistra: mese di gennaio; a destra: mese di luglio. Confronto fra le intensità medie della radiazione incidente nel corso della giornata, rilevata dai sensori posti sul tetto dell'edificio (linea blu) e sulla parete Sud Ovest (linea rossa)

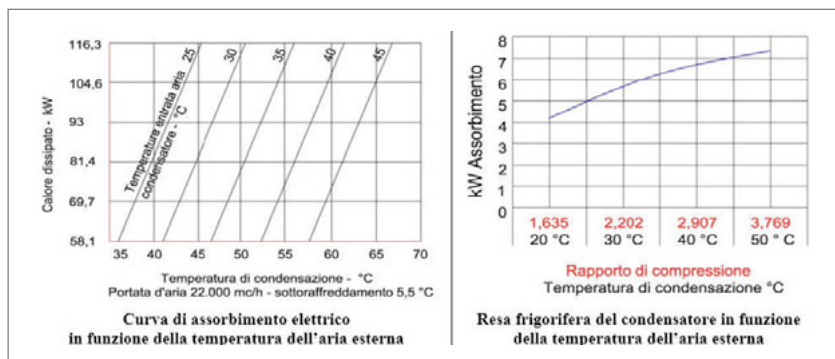


Fig. 4 Influenza della temperatura dell'aria esterna sull'efficienza energetica dei condizionatori

edifici residenziali (quartieri nuovi) e comunali (soprattutto scuole). Lo sviluppo di linee guida per migliorare l'efficienza energetica degli edifici mediante la realizzazione di coltri vegetali disposte in orizzontale e in verticale rappresenta uno

degli obiettivi prioritari del progetto in corso presso il Centro Ricerche Casaccia, anche nella prospettiva di sviluppare la progettazione di edifici *future proof* – a prova di futuro – per contrastare il cambiamento climatico. Le azioni di ricerca e sperimen-

tazione sviluppate dal Dipartimento Unità Efficienza Energetica dell'E-NEA risultano funzionali anche alla definizione di Piani di sviluppo nazionali, in linea con il position paper dell'Alliance to Save Energy "Energy Efficiency: A Tool for Climate Change Adaptation, in particolare per valorizzare i sistemi vegetali non soltanto in funzione di decoro urbano ma soprattutto come tecnologia naturale capace di migliorare la sostenibilità energetica ed ambientale dei territori, di contrastare i mutamenti climatici e di favorire la maggiore resilienza per le città.

*Per saperne di più:*  
[carloalberto.campiotti@enea.it](mailto:carloalberto.campiotti@enea.it)

## BIBLIOGRAFIA

1. C.A. Campiotti, E. Schettini, G. Alonzo, C. Viola, C. Bibbiani, G. Scarascia Mugnozza, I. Blanco, G. Vox. Building green covering for a sustainable use of energy. *Journal of Agricultural Engineering* 2013; volume XLIV(s2):e50
2. G. Parolini, Del Monaco A., Fontana D.M., *Fondamenti di Fisica Tecnica*. Ed. Utet, 1983
3. C. Pizzetti, *Condizionamento dell'aria e refrigerazione* voll. 1 e 2. Ed. Ambrosiana, 2012
4. Roehrer D., Jon. Laurenz . *Greening the Urban Fabric: Contribution of green surfaces in reducing CO<sub>2</sub> emissions*. LA '08, Algarve, Portugal, June 11-13, 2008
5. Schaefer, V., Rudd, H., Vala, J. 2004. *Urban Biodiversity*. Captus Press, Ontario, 2004
6. Taiz L., Zeiger, E., *Plant Physiology*, Sinauer Associates, Inc, Sunderland, MA, 2006
7. Vox G., I. Blanco, S. Fuina, C.A. Campiotti, G. S. Mugnozza, E. Schettini. Evaluation of wall surface temperatures in green facades. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability*. Volume 170 Issue 6, December 2017, pp. 334-344





# L'impatto delle misure di efficienza energetica nel processo di decarbonizzazione del Paese

I risultati conseguiti negli ultimi anni dalle politiche e misure intraprese nel campo del risparmio energetico nei vari settori di utilizzo (industriale, civile, reti e trasporti). Il relativo impatto sulle emissioni di CO<sub>2</sub> evitate e sulla fattura energetica del Paese. Gli ambiziosi obiettivi di efficienza energetica delineati al 2030 dalla nuova Strategia Energetica Nazionale

*DOI 10.12910/EAI2018-040*

*di Giulia Iorio, Laura Manduzio e Alessandro Federici, ENEA*

La Strategia Energetica Nazionale<sup>1</sup> prevede per l'efficienza energetica un obiettivo di risparmio di 10 Mtep al 2030, con una conseguente riduzione dei consumi finali da tendenziali 118 Mtep a 108.

Coerentemente con questo ambizioso obiettivo di riduzione media dei consumi di 1 Mtep/anno, il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica 2017<sup>2</sup> rafforza le misure già attive e volte al raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica al 2020: tali misure coinvolgono tutti i settori, in particolare gli edifici pubblici e privati, le piccole e medie imprese, i trasporti e il Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica.

### Risparmi energetici conseguiti ai sensi della Direttiva 2012/27/UE: una valutazione preliminare

In Tabella 1 sono riportati i risparmi conseguiti negli anni 2014-2016 e 2017 (stimati) per l'adempimento alle prescrizioni previste dall'articolo 7 della Direttiva Efficienza Energetica<sup>3</sup> attraverso le misure notificate alla Commissione Europea. I risultati ottenuti sono in linea rispetto al trend di risparmi previsti per il raggiungimento dell'obiettivo al 2020. Il volume dei Certificati Bianchi o Titoli di Efficienza Energetica (TEE)

riconosciuti nel 2017 relativamente ai nuovi progetti, per i quali non erano stati riconosciuti titoli negli anni precedenti, è stato pari a 275.198 TEE. Relativamente a tutte le Richieste di Verifica e Certificazione presentate nel corso del 2017, il GSE ha riconosciuto complessivamente 5.807.831 TEE, di cui il 62% si riferisce a progetti di efficienza energetica realizzati nel comparto industriale (pari a oltre 3,6 milioni di titoli), mentre la quota restante è rispettivamente rappresentata dal 31% del settore civile (circa 1,7 milioni di titoli), dal 4% dagli interventi relativi all'illuminazione (circa 218.000 TEE) e il 3% dagli interventi relativi al settore reti e trasporti (circa 184.000 TEE). Per le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici residenziali esistenti (cosiddetto Ecobonus) sono stati incentivati circa 422.000 interventi, per un totale di oltre 3,7 miliardi di euro di investimenti attivati, di cui 1,5 destinati alla sostituzione di serramenti, 870 milioni per impianti di climatizzazione invernale e 770 milioni per interventi sull'involucro edilizio. Per gli interventi di recupero edilizio è prevista una detrazione fiscale del 50% delle spese sostenute<sup>4</sup>, fruibile anche per caldaie a condensazione, serramenti e pompe di calore per cui non si sia fatto già ricorso all'Ecobo-

nus o ai Certificati Bianchi, meccanismi che vanno infatti ad incentivare soltanto una parte dell'intero mercato nazionale delle vendite destinate al settore residenziale esistente. In particolare, nel 2017 sono state vendute in totale oltre 650.000 caldaie a condensazione, oltre 160.000 pompe di calore utilizzate come impianto di riscaldamento principale e, infine, sono stati sostituiti 4,5 milioni di serramenti.

Il Conto Termico ha mostrato una evidente accelerazione registrando nel solo 2017 dei volumi di richieste pari al 130% di tutte le richieste pervenute nel periodo 2013-2016: oltre 43.000 richieste (+189% rispetto al 2016), cui corrispondono incentivi pari a 183 milioni di euro (+168% rispetto al 2016). Si è inoltre osservato un rilevante aumento delle richieste per la modalità di accesso "a prenotazione" da parte della Pubblica Amministrazione (da 141 richieste del 2016 a 333 nel 2017), per quasi 62 milioni di euro.

### L'efficienza energetica nei settori di uso finale

I miglioramenti dell'efficienza energetica nei diversi settori, depurati dagli effetti dei cambiamenti strutturali e di altri fattori non legati all'efficienza, sono stati valutati attraverso

Misure di policy notificate	Nuovi Risparmi conseguiti (Mtep)				Risparmi cumulati (Mtep)
	2014	2015	2016	2017 (stima)	2014-2017
Certificati Bianchi	0,872	0,859	1,101	1,341	4,174
Conto Termico	0,003	0,008	0,019	0,045	0,075
Detrazioni fiscali	0,306	0,597	0,873	1,164	2,940
Piano Impresa 4.0	0,000	0,000	0,000	0,300	0,300
Risparmi totali	1,181	1,465	1,993	2,850	7,489

Tab. 1 Risparmi obbligatori (Mtep) ai sensi dell'articolo 7 della Direttiva Efficienza Energetica, anni 2014-2017  
Fonte: elaborazioni MiSE su dati ENEA e GSE



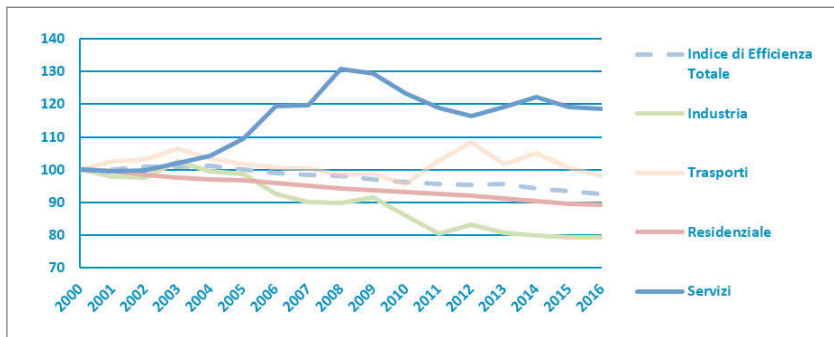


Fig. 1 Indice di efficienza energetica ODEX, anni 2000-2016  
Fonte: ODYSSEE

l'indice ODEX, sviluppato nell'ambito del progetto europeo ODYSSEE-MURE<sup>5</sup>, costruito a partire da indicatori di consumo unitario di dettaglio (differenziati per uso finale, tipo di sistemi o apparecchiature, modalità di trasporto) e ponderati per il loro peso sui consumi finali del settore. L'indice ODEX per l'intera economia italiana nel 2016 è stato pari a 92,7, confermando i miglioramenti registrati a partire dall'anno 2005 (anno di riferimento 2000 posto pari a 100)<sup>6</sup> (Figura 1).

Nel periodo 2000-2016, i settori che maggiormente hanno contribuito al miglioramento dell'efficienza energetica sono l'industria e il residenziale. Il primo ha realizzato l'incremento maggiore pari a 20,7%: a partire dal 2005 tutti i comparti industriali hanno realizzato miglioramenti in efficienza energetica anche se non sono stati costanti a causa della crisi e della conseguente capacità produttiva inutilizzata. Il settore residenziale ha realizzato un guadagno dell'efficienza energetica di 10,7%, inferiore a quello registrato nel decennio precedente a causa dei cambiamenti associati al comfort abitativo. Il settore trasporti presenta le maggiori difficoltà nel realizzare incrementi di efficienza energetica perché il trasporto merci è quasi

esclusivamente su gomma: ferrovie, navigazione marittima e navigazione aerea hanno registrato negli ultimi anni importanti guadagni di efficienza energetica ma rappresentano solo il 15% circa del trasporto totale.

### Gli effetti sulla fattura energetica del Paese e le emissioni evitate

Prendendo come anno di riferimento il 2005, anno di avvio del meccanismo dei Certificati Bianchi, le principali misure per l'efficienza energetica implementate nel periodo 2005-2017 si stima abbiano genera-

to risparmi per 13,4 Mtep /anno di energia primaria (10,8 Mtep/anno in termini di energia finale) e oltre 3,5 miliardi di euro l'anno per importazioni di fonti fossili evitate (Figura 2).

Oltre ai meccanismi di incentivazione già citati in precedenza, sono considerati nel conteggio anche i risparmi derivanti da misure nel settore dei trasporti (ad esempio l'incentivazione all'acquisto di veicoli a basse emissioni) e dall'adozione di requisiti di performance energetica più stringenti rispetto alla norma per i nuovi edifici (ad esempio per la costruzione di NZEB - edifici a consumo energetico quasi zero). Nel complesso, nel periodo considerato sono state risparmiate circa 84 Mtep di fonti fossili, di cui oltre la metà gas naturale, e circa 22 miliardi e mezzo di euro per il relativo acquisto.

I risparmi energetici conseguiti hanno permesso nel 2017 di generare 34,9 MtCO<sub>2</sub> in meno rispetto al livello osservato nel 2005: l'ammontare stimato è pari a circa il 10% delle emissioni di CO<sub>2</sub> riportate per l'Italia nel 2016<sup>7</sup>. Oltre il 40% delle emissio-

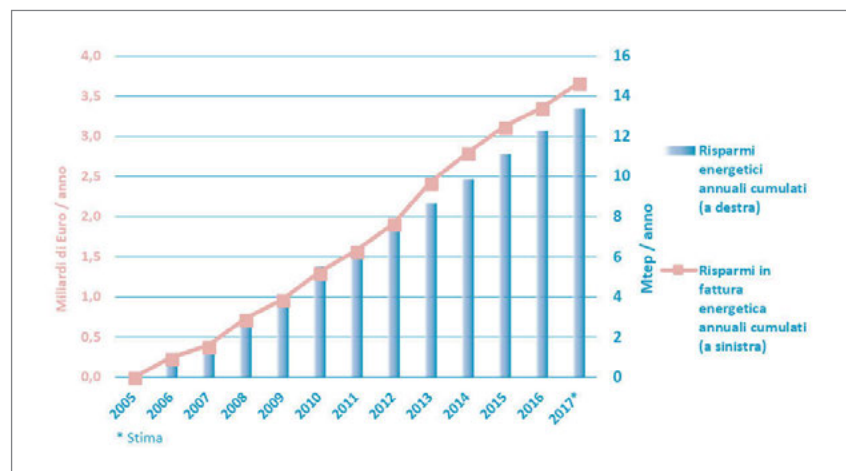


Fig. 2 Risparmio in fattura energetica (GE/anno) e risparmio energetico (Mtep/anno), anni 2005-2017

Fonte: elaborazione ENEA su dati ENEA, GSE, MISE, TERNA, BP, Banca d'Italia



ni evitate deriva da interventi di efficienza energetica incentivati con il meccanismo dei Certificati Bianchi; il 22% dalle detrazioni fiscali per la riqualificazione degli edifici residenziali esistenti. In termini cumulati, in tutto il periodo 2005-2017 sono state evitate emissioni per oltre 220 MtCO<sub>2</sub>.

Coerentemente con le indicazioni della Strategia Energetica Nazionale, se si considera un risparmio aggiuntivo annuo di 1 Mtep/anno di energia finale dal 2021 al 2030, l'obiettivo complessivo di 10 Mtep/anno al 2030 è confrontabile con quanto ottenuto finora a partire dal 2005, anche in termini di effetti sulla fattura

energetica e soprattutto di emissioni evitate, evidenziando ulteriormente il contributo significativo dell'efficienza energetica alla decarbonizzazione del Paese.

*Per saperne di più:  
alessandro.federici@enea.it*

<sup>1</sup> [http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/testo\\_della\\_StrategiaEnergeticaNazionale\\_2017.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/testo_della_StrategiaEnergeticaNazionale_2017.pdf)

<sup>2</sup> Approvato l'11 dicembre 2017 dal D.M. del Ministero dello Sviluppo economico, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Ministero dell'Economia e delle Finanze, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: <http://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PAEE-2017-completo-rs.pdf>

<sup>3</sup> Per le stime dei risultati sono stati applicati i metodi e principi comuni di calcolo contemplati nell'Allegato V della Direttiva Efficienza Energetica

<sup>4</sup> Legge n. 449 del 27 dicembre 1997: <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1998/01/28/098A0239/sg>

<sup>5</sup> Per approfondimenti si veda <http://www.odyssee-mure.eu/>

<sup>6</sup> L'andamento decrescente del valore dell'indicatore rispecchia un miglioramento di efficienza rispetto all'anno di riferimento: ad esempio, un valore di ODEX uguale a 90 sta ad indicare un guadagno del 10% di efficienza energetica

<sup>7</sup> Elaborazione basata sui coefficienti emissivi riportati nell'inventario nazionale delle emissioni dei gas serra nell'ambito della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC), <https://unfccc.int/>

# La transizione dell'Unione Europea verso un nuovo modello energetico eco-sostenibile tra scelte politiche, regolazione e dinamiche di mercato

La politica di decarbonizzazione lanciata dalla Commissione Europea non sembra destinata ad un sicuro successo. La transizione verso la produzione di energia da fonti rinnovabili ha acuito un conflitto tra le politiche per la creazione di un efficiente mercato unico e quelle nazionali. L'approccio proposto dalla Commissione Europea alle politiche per efficienza energetica, fonti rinnovabili e riduzione delle emissioni di gas serra con il 'Winter Package' del novembre 2016 elimina molti vincoli per gli Stati membri ma deve indirizzarli verso gli obiettivi comuni dell'Unione. Tale fine è perseguito dal progetto di regolamento sulla governance che rimodella le relazioni tra Commissione e Stati membri. Tuttavia, gli strumenti nelle mani della Commissione non sembrano del tutto adeguati a una efficace convergenza tra scelte nazionali e obiettivi dell'Unione

DOI 10.12910/EAI2018-41

di **Laura Ammannati**, *Jean Monnet Chair in EU energy regulation and policy – Università di Milano; Associazione Italiana di Diritto dell'Energia (AIDEN)*

**L**a convergenza delle politiche per l'energia e per il clima ha condotto a una situazione di tensione per cui il tradizionale processo di liberalizzazione si è sempre più intersecato con gli interventi e le misure per una economia a basso tasso di CO<sub>2</sub><sup>1</sup>.

### Le politiche dell'Unione per il clima e l'energia

Questo nuovo contesto rispecchia la transizione da un programma regolatorio finalizzato all'apertura del mercato dell'energia costruito in un decennio di "pacchetti" al perseguimento dell'obiettivo prioritario della de-carbonizzazione. Allo stesso tempo è altrettanto evidente che la politica di liberalizzazione portata avanti dalla Commissione è in conflitto con

il forte incremento delle politiche e misure nazionali destinate a mitigare gli effetti del *climate change* grazie alla implementazione di nuove tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

L'ampio ventaglio di meccanismi nazionali di incentivazione ha aiutato operatori e consumatori a incrementare significativamente la produzione di elettricità da fonti rinnovabili. Innegabile che la transizione del mercato energetico verso un sistema a basso tasso di CO<sub>2</sub> richiede un intervento economico pubblico per promuovere gli investimenti nella produzione di energia e per la sicurezza delle forniture.

Il cd *Winter Package* (WP) (30.11.2016) propone un vasto pacchetto di misure che la Commissione Europea ritiene necessarie per "gui-

dare" la transizione verso un'energia pulita (*Clean energy for all Europeans*) e lancia il principio *Energy Efficiency first*. In questa ottica la transizione verso una energia pulita ed una progressiva de-carbonizzazione passa attraverso una trasformazione culturale, comportamentale e tecnologica<sup>2</sup>.

Un aspetto innovativo sta proprio nella inclusione del pacchetto degli interventi in materia di efficienza energetica nel più ampio contesto di ridefinizione dell'assetto del settore dell'energia. Infatti, tradizionalmente le misure di efficienza energetica non erano state parte del pacchetto clima - energia costruito secondo una logica incrementale dal 2007 in avanti. Allo stato attuale la frammentarietà di una legislazione adottata in tempi diversi e con prospettive disomoge-



nee ha prodotto una sorta di labirinto normativo da cui emerge un quadro di ridondanza ma soprattutto di incoerenza e di mancante integrazione tra le politiche per l'energia e per il clima. Anche i modelli sui quali sono state disegnate le relazioni tra Stati membri (SM) e Commissione Europea sono significativamente difformi date le diverse modalità di allocazione di obiettivi, target e standard ai rispettivi livelli. Nonostante questa mancanza di coerenza nel disegno delle politiche, l'Unione Europea ha raggiunto risultati di una qualche rilevanza nella riduzione delle emissioni e nella de-carbonizzazione del sistema.

Peraltro è necessario evidenziare che quello dell'energia è un settore a bassa "qualificazione europea". Gli SM hanno sempre beneficiato di una consistente autonomia, specialmente nell'area delle politiche ambientali e per il clima. In un contesto conflittuale tra una politica di potenziale armonizzazione e le pressioni centrifughe nazionali, le molte sfaccettature di una materia come l'energia hanno contribuito ad acuire la frammentazione. Infatti il costante gap tra le diverse condizioni e interessi nazionali ha prodotto una situazione di carente coesione e scarso coordinamento tra le politiche degli SM. Se consideriamo il disegno delle relazioni tra Commissione Europea e SM il Trattato di Lisbona ha rappresentato e rappresenta un momento chiave.

L'energia non era mai stata tematizzata in nessuno dei trattati europei (a parte il caso della Comunità Economica del Carbone e dell'Acciaio e dell'Euratom). Nel Trattato di Lisbona all'art. 194, 1 viene stabilito che la politica dell'Unione nel settore dell'energia "in uno spirito di solidarietà tra Stati membri" vuole promuovere

la creazione e il funzionamento del mercato interno ("garantire il funzionamento del mercato dell'energia"; "promuovere l'interconnessione delle reti energetiche") insieme alla efficienza energetica, allo "sviluppo di energie nuove e rinnovabili" e alla "sicurezza dell'approvvigionamento energetico nell'Unione".

Tuttavia, anche se il legislatore europeo è invitato a deliberare le misure necessarie per conseguire quegli obiettivi, subito dopo il testo afferma che tali misure non debbono incidere "sul diritto di uno Stato membro di determinare le condizioni di utilizzo delle sue fonti energetiche, la scelta tra varie fonti energetiche e la struttura generale del suo approvvigionamento energetico" (art. 194,2 Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea - TFUE). In questo si evidenzia la forte tensione tra l'idea di un comune approccio dell'Unione e quello nazionale basato sugli interessi dei singoli Stati. Così agli Stati è riconosciuta la possibilità di mantenere importanti diritti nel settore energetico, cioè la loro 'sovranità' sulle risorse e sul mix energetico nazionale.

In linea generale gli studi giuridici accettano l'idea dell'energia come un'area di competenza concorrente secondo quanto stabilito all'art. 4 del TFUE e più in dettaglio nell'art. 194. Tuttavia sia l'interpretazione sia la lettera dell'articolo lasciano intravedere una diversa possibilità di definire l'allocazione delle competenze a livello sia dell'Unione che nazionale. Si può ipotizzare, a mio parere, che le competenze in materia di energia si intersechino tra di loro e si connettano come i tasselli di un puzzle. Infatti, gli interessi divergenti dei diversi attori si combinano tra di loro e producono una forte intersezione che rappresenta il tessuto di ogni po-

litica come quella per le rinnovabili, per l'efficienza energetica o per la sicurezza degli approvvigionamenti. Non a caso la necessità di costruire una sorta di contenitore dove combinare gli obiettivi promossi dalla Commissione e quelli divergenti degli SM è, almeno in parte, all'origine della proposta di una Unione dell'Energia che è nata, quasi inaspettatamente, nel 2014 durante la crisi seguita all'annessione della Crimea da parte della Russia quando le questioni energetiche balzarono in cima alla lista delle priorità come conseguenza della crisi di Crimea che poneva dubbi sulle politiche del gas.

La strategia sottesa all'Unione dell'energia è in effetti un tentativo di conciliare obiettivi divergenti: da un lato, la più che decennale politica di liberalizzazione per un mercato energetico completamente integrato e, dall'altro, il nuovo imperativo volto a perseguire buoni risultati riguardo la riduzione delle emissioni grazie agli interventi nel mercato dell'energia. La "strada da percorrere" "si articola in cinque *dimensioni*, strettamente interconnesse e che si rafforzano a vicenda, intese a migliorare la sicurezza, la sostenibilità e la competitività dell'approvvigionamento energetico"<sup>3</sup>.

Mentre il processo di liberalizzazione è stato realizzato seguendo un comune percorso di rimozione dei monopoli pubblici verso un mercato più aperto ed integrato, le politiche di de-carbonizzazione sono messe in atto dai governi nazionali con l'unico intento di portare avanti le proprie necessità.

Questo movimento al contrario, ha come effetto una sorta di ri-nazionalizzazione del mercato dell'energia e una profonda distorsione del mercato interno. Perciò, per la Commissione, promuovere l'Unione dell'energia

è per qualche aspetto una strada obbligata per raggiungere una convergenza tra i meccanismi nazionali di incentivazione. La proposta di un “processo di *governance* dinamico” per l’Unione dell’energia tende a dare un assetto coerente alle azioni per l’energia e il clima potenzialmente confliggenti.

Come sostenuto nel *Explanatory Memorandum* della proposta per una revisione del regolamento su ACER, le regole del Terzo pacchetto energia hanno avuto un successo limitato in un certo numero di settori sia nel mercato all’ingrosso che in quello *retail*. In più dobbiamo ricordare che il quadro delineato nel “terzo pacchetto” è stato messo in crisi da una serie di nuovi elementi come l’incremento rapido e costante delle fonti rinnovabili, i recenti interventi pubblici sul mercato elettrico a favore della sicurezza delle forniture e le importanti trasformazioni tecnologiche. Questo insieme di elementi ha portato a trasformazioni di peso nel funzionamento del mercato e ha evidenziato la necessità di un nuovo disegno.

Altri due fattori hanno influenzato lo sviluppo delle fonti rinnovabili. Da un lato, la crisi economica e finanziaria ha prodotto una generale caduta della domanda di energia e il conseguente collasso del prezzo delle fonti fossili. Questo ha avuto un forte impatto sul livello degli investimenti in rinnovabili. Dall’altro, in anni recenti alcuni governi hanno deciso tagli retroattivi dei programmi di incentivazione agli investimenti nel settore. Questi mutamenti nelle politiche per le rinnovabili e nei sistemi di incentivazione ha minato la fiducia degli investitori e prodotto una progressiva incertezza che ha fatto precipitare gli investimenti di circa il 60% rispetto al 2011.

### Progetti per una transizione verso l’energia pulita

#### *Politiche per l’efficienza energetica*

Le proposte introdotte dal WP in materia di efficienza energetica sono considerate prioritarie per un adeguamento del *Quadro per il clima e l’energia 2030*<sup>4</sup>. In effetti il target indicativo del 27% doveva essere riconsiderato entro il 2020 con l’intenzione di fissare un nuovo target al 30%, come emerge dalle conclusioni del Consiglio europeo del 2014.

Infatti le proiezioni relative al sistema energetico europeo hanno mostrato che, in presenza dell’attuale quadro europeo e nazionale, entro il 2030 si potrebbe raggiungere solo una riduzione approssimativamente del 23,9% nel consumo di energia primaria. Così il nuovo quadro al 2030 prospetta un target UE vincolante del 30% e obiettivi nazionali indicativi ma che dovrebbero essere adeguati al perseguimento del target comune. L’estensione del periodo di programmazione al 2030 è motivata non solo dall’impegno delle istituzioni europee al rispetto degli obiettivi internazionali tarati su quella data se non oltre, ma anche dalla necessità di allineare l’efficienza energetica alle generali scadenze delle politiche per clima ed energia.

In più, ed è questa una ragione prioritaria, l’allungamento del periodo di programmazione consente agli investitori di contare su una prospettiva di lungo periodo e su una maggiore stabilità delle regole per pianificare interventi e investimenti in efficienza energetica. Questo avrà di sicuro un impatto positivo riguardo la previsione dei tempi di ritorno degli investimenti così da ridurre drasticamente l’incidenza dei piccoli interventi a favore di quelli con un più alto tasso di innovazione tecnologica

in grado di migliorare l’efficienza in molti settori, da quello dei veicoli agli edifici ai servizi o i prodotti.

Inoltre è evidente che con questo complesso sistema di misure la Commissione ha voluto lanciare un ambizioso piano per ridisegnare il mercato elettrico dell’Unione. Infatti la transizione verso una economia progressivamente de-carbonizzata entro il 2050 può avere successo solo grazie ad un graduale passaggio all’elettricità non solo come fonte di illuminazione ma anche per raffreddamento e riscaldamento e in particolare per i trasporti come affermato nella proposta di nuova direttiva in materia di rinnovabili che ha un ruolo complementare a quella relativa all’efficienza.

Anche se agli SM non è richiesto di fissare obiettivi vincolanti, tuttavia i valori debbono essere definiti considerando che, al 2030, nell’area dell’Unione il consumo di energia primaria dovrà essere ridotto del 23% e quello di energia per usi finali del 17% su base 2005<sup>5</sup>. Come proposto dalla Commissione nella presentazione della nuova direttiva in materia di efficienza energetica (EED), gli SM debbono assicurare una estensione degli attuali obblighi oltre il 2020, cioè un incremento del 1,5% annuo di risparmio sul volume delle vendite ai consumatori finali prodotto sia dai regimi obbligatori che dalle misure alternative in accordo con quanto previsto già nella direttiva 27 per cui le vendite, in volume, dell’energia utilizzata nei trasporti possono essere escluse in toto o in parte da questo calcolo (art. 7,1). Peraltro, questa impostazione che riconosce come base legale della direttiva l’art. 194 del TFUE consente agli SM di mantenere tutta la flessibilità di cui adesso dispongono sulle modalità di implementazione degli



obblighi in accordo con le specifiche politiche ambientali e condizioni di mercato a livello nazionale.

Sulla base di queste premesse la Commissione ha ritenuto che fossero sufficienti alcuni emendamenti alla EED. In effetti, poiché il termine di recepimento della dir. 27 del 2012 era fissato al giugno 2014, il tempo trascorso appariva troppo breve e non consentiva di valutare l'impatto effettivo delle misure per procedere a una revisione più radicale. In breve, gli emendamenti sono stati finalizzati ad alcuni specifici obiettivi come assicurare che i target del quadro 2030 siano raggiunti; semplificare alcune parti del testo per facilitare l'implementazione a livello nazionale; e infine rafforzare la dimensione sociale e accrescere il ruolo centrale del consumatore.

In primo luogo, questi emendamenti riguardano gli articoli 1, 3, e 7 della EED direttamente interessati dalla introduzione del nuovo target. Ne sono stati introdotti altri relativi alle parti su misurazione e fatturazione (artt. 9 – 11) per consentire una maggiore attenzione alla dimensione sociale con la prospettiva di bollette più basse grazie alla riduzione dei consumi e al fenomeno della povertà energetica anche da parte degli SM, come stabilito dalla UE un *new deal* per i consumatori di energia (COM(2015) 339 final).

Inoltre gli artt. 7, 7a e 7b nella formulazione degli emendamenti stabiliscono in primo luogo che gli SM hanno l'obbligo di assicurare una estensione dei risparmi negli usi di energia finale oltre il 2020, cioè un incremento del 1,5% annuo di risparmio sul volume delle vendite ai consumatori finali (art. 7,1 b). Con la precisazione che questo obiettivo deve essere principalmente conseguito da parte degli SM grazie alle

misure di politica energetica introdotte dopo la fine della prima fase cioè dopo il 2020.

In secondo luogo, viene confermato che le deroghe al principio generale non possono incidere oltre il 25% del totale dei risparmi di energia. Inoltre il previsto risparmio annuo di energia deve essere conseguito sia tramite i regimi obbligatori che coinvolgono in prevalenza distributori di energia e società di vendita, sia tramite le misure alternative.

Infine agli SM è richiesto di mettere in atto sistemi di misurazione e controllo degli incrementi di efficienza realizzati grazie alle misure messe in atto dalle parti obbligate o dai soggetti coinvolti (art. 7a, 4 e 7b, 3).

#### *Le politiche per le rinnovabili*

La direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili ha favorito il rapido incremento della quota di rinnovabili dal 10,4% nel 2007 al 17% del 2015. Nel 2014<sup>6</sup> la strategia dell'Unione Europea in materia di energie rinnovabili è stata ridefinita fissando un nuovo target per la quota delle rinnovabili di almeno il 27% nel 2030. Il target fissato per l'Unione è vincolante e gli Stati membri sono vincolati a partecipare con contributi individuali al perseguimento di questo obiettivo.

Questo target è ripreso nel progetto di revisione della direttiva rinnovabili. Ma, mentre è confermato il carattere vincolante del target a livello dell'Unione, per quanto riguarda i target nazionali viene meno il carattere vincolante e gli SM hanno un ampio margine di discrezionalità nella definizione delle misure. Come già rilevato nel caso dell'efficienza energetica, questo cambiamento è fondato sulla assunzione dell'art. 194

come base legale delle scelte in materia di energia.

Considerando che le misure nazionali rappresentano l'unico strumento a disposizione per conseguire il comune target dell'Unione questo può condurre ad un insufficiente sviluppo delle rinnovabili restando così al di sotto della soglia comunemente accettata. Il coordinamento possibile nel quadro del meccanismo di *governance* proposto non sembra adeguato a garantire il raggiungimento del target secondo un criterio di efficienza economica e a ridurre la segmentazione del mercato energetico. In sintesi, in questa prospettiva, fissata la quota del 27% che deve essere assicurata collettivamente per il 2030, ciascun SM deve fissare il suo contributo e notificarlo alla Commissione come parte del Piano nazionale integrato per l'energia e il clima. Alla discrezionalità degli Stati è fissato un importante limite, e cioè che la quota di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale di ogni SM non deve essere inferiore al target fissato per il 2020 quale "contributo minimo" per il 2030.

Il target definito nella proposta è stato fin da subito messo in discussione dal Parlamento europeo, che ha elaborato alcuni importanti emendamenti da portare al tavolo delle trattative tra i co-legislatori europei. Tra questi la fissazione di un diverso target vincolante a livello dell'Unione di almeno il 35% e l'invito agli SM a considerare, nella fissazione dei target nazionali, gli obblighi assunti con l'Accordo di Parigi.

Il punto di vista del Parlamento fa riferimento a recenti studi promossi dalla Commissione Industria, Ricerca ed Energia. Tra le raccomandazioni finali di uno di questi, si afferma che un target più ambizioso (30% – 35%) è un obiettivo raggiungibile

per il 2030 in considerazione degli impatti positivi di una più elevata quota di rinnovabili. Inoltre, il prezzo delle tecnologie per la generazione di energia da fonti rinnovabili si è significativamente ridotto, come viene riconosciuto nei documenti che aggiornano le analisi condotte prima del 2016 come base per la elaborazione del WP.

D'altra parte, gli investimenti necessari nel settore restano rilevanti e gli SM non potranno evitare di utilizzare politiche di incentivazione. Perciò debbono assicurare agli operatori di poter pianificare gli investimenti con sufficiente certezza<sup>7</sup>. Tuttavia si raccomanda di costruire i meccanismi di incentivazione in modo da evitare distorsioni e frammentazioni del mercato elettrico.

### Il progetto di nuova governance

Il WP ridefinisce radicalmente il modello di relazioni tra la Commissione e gli SM nell'ottica di creare una maggiore coerenza, anche sul piano procedurale, tra le politiche in materia di efficienza energetica, di energie rinnovabili e di riduzione dei gas serra. Il quadro in cui si realizza l'interazione tra Unione e SM sia per la definizione delle misure che per il loro monitoraggio e valutazione è disegnato nella proposta di regolamento sulla *Governance dell'Unione dell'energia*. Tra l'altro è interessante rilevare che il progetto è veicolato da un atto come un regolamento che, in quanto efficace senza la interposizione di interventi nazionali, rappresenta un modo di uniformare il modello di elaborazione dei piani nazionali (rendendoli così comparabili) e indicare procedure e tempistiche comuni in vista del raggiungimento dell'obiettivo dell'Unione.

È in questa prospettiva che il WP

vede come necessaria l'adozione di un regolamento dedicato alla *governance*, inteso come una "cassetta degli attrezzi" che consenta di "ottimizzare, semplificare e accrescere la coerenza" delle diverse politiche e dare omogeneità alle relazioni tra i livelli di governo.

### Elementi essenziali del nuovo modello di governance

La struttura dell'art. 194 Tfe che si caratterizza per la stretta interconnessione di competenze, come già anticipato, ha spinto finora la Commissione e le altre istituzioni dell'Unione a ricercare un modello di allocazione delle competenze con il livello nazionale<sup>8</sup>. In questa ottica con il "pacchetto dell'Unione dell'energia" è stata avanzata la proposta di costruire un complesso sistema di interconnessione tra i diversi livelli istituzionali cioè di definire un modello generale di *governance*. Questo modello di *governance* integrata è visto come l'unico meccanismo efficiente in grado di assicurare che "tutte le azioni in materia di energia a livello europeo, nazionale, regionale e locale contribuiscano alla realizzazione dei suoi obiettivi.", come si evince dalla Comunicazione della Commissione, Stato dell'Unione dell'energia - ANNEX 2.

In breve, come affermato dalla Commissione, l'obiettivo dominante è quello di assicurare che "politiche e misure ai vari livelli siano coerenti, complementari e sufficientemente ambiziose". Un ulteriore obiettivo è poi quello di ridurre le criticità delle politiche per il clima e l'energia prodotte da una carente coerenza e integrazione tra le varie disposizioni così da ricondurre ad un disegno unitario gli obblighi esistenti di programmazione e di reporting dispersi

nei vari documenti legislativi.

Secondo questo progetto il modello di *governance* viene strutturato su procedure che si intrecciano in particolare al livello nazionale e dell'Unione. Ridefinire e armonizzare il ruolo dei due livelli ha reso necessario allineare la tipologia dei target indicati sia nel settore delle rinnovabili che in quello dell'efficienza energetica. Perciò, da un lato, il target dell'Unione per l'efficienza energetica è indicato come vincolante al pari di quello fissato per le rinnovabili e non più indicativo come nella direttiva 27 del 2012<sup>9</sup>. Dall'altro, non vengono fissati target nazionali vincolanti. Agli SM la *governance* vorrebbe assicurare una elevata flessibilità, basata su specificità e preferenze nazionali, sebbene sia indirizzata a raggiungere gli obiettivi predefiniti da parte dell'Unione.

Uno dei motivi di questo intricato disegno è la costruzione di un meccanismo nuovo e flessibile per connettere il livello dell'Unione, cioè la Commissione, e gli SM. Infatti rimpiazzare una sorta di relazione top-down caratterizzata da vincoli nazionali con target non vincolanti per gli Stati in materia di efficienza energetica e rinnovabili ha richiesto di delineare un sistema di *governance* di ampia portata per superare il gap tra i target fissati a livello dell'Unione e i modi di implementazione a livello nazionale.

La struttura della *governance* appare quindi come un meccanismo complesso di pianificazione, comunicazione e monitoraggio costruito su due fondamentali pilastri: da un lato, il piano nazionale integrato per l'energia e il clima (NECP) che è il centro del sistema, la comunicazione biennale sullo stato di attuazione del piano e il monitoraggio del piano e degli stati di avanzamento; dall'altro,

un insieme di previsioni di comunicazione e monitoraggio collegate alle proiezioni relative alle emissioni di gas serra.

Come si legge nello Stato dell'Unione dell'Energia del novembre 2015, se la *governance*, dal 2020 in avanti, deve fondarsi sui c.d. “*building blocks*” come programmi nazionali per il clima, rinnovabili ed efficienza energetica, la Commissione Europea sta prendendo in considerazione la possibilità di standardizzarli nella prospettiva di costruire quella che è stata definita una sorta di “*Lego-like Energy Union*”. In questa prospettiva gli SM, per elaborare i loro piani, debbono utilizzare una complessa matrice di “proiezioni” e “indicatori” anche se nessuno di questi è vincolante.

È evidente che di fronte alla sfida posta dalla *governance* dell'Unione dell'energia la Commissione ha finito per ricorrere a un approccio fortemente burocratico per definire la struttura della pianificazione nazionale. Comunque un meccanismo di questo genere non sembra sia stato in grado di superare il gap tra i diversi paesi: da un lato, i molti senza un piano energetico di lungo termine che sono ancora a uno stadio iniziale di sviluppo dei loro piani e, dall'altro, i pochi paesi con consolidate procedure di programmazione in materia energetica e che sono in uno stadio avanzato riguardo l'evoluzione dei piani integrati<sup>10</sup>.

### ***Il Piano nazionale integrato come centro della governance***

Per quanto riguarda la procedura prevista per i Piani nazionali integrati per il clima e l'energia, ogni dieci anni gli SM debbono elaborare un progetto utilizzando un modello predefinito indicando obiettivi e politiche per il decennio successivo.

Nella proposta iniziale la Commissione fissava al 1° gennaio 2018 il termine entro il quale gli SM dovevano presentare i loro progetti e all'1 gennaio 2019 il termine entro il quale presentare la versione definitiva sebbene sarà difficile rispettare le scadenze indicate.

Dal momento che uno degli obiettivi generali della Commissione è quello di promuovere la cooperazione a livello regionale, gli SM prima di sottoporre il progetto di piano integrato debbono consultare i paesi vicini e aprire una consultazione pubblica con i cittadini con l'impegno di tenere in considerazione i risultati. La Commissione può elaborare, riguardo il progetto, raccomandazioni che gli SM debbono tenere in massima considerazione nella versione finale dei loro piani (artt. 9 – 11).

Nel primo anno di implementazione e poi ogni due anni gli SM debbono presentare una relazione intermedia sui progressi conseguiti in rapporto alle rigorose indicazioni delle linee guida. Quindi la Commissione, valuta in primo luogo, i progressi compiuti a livello dell'Unione nel conseguire gli obiettivi dell'Unione dell'Energia con particolare attenzione ai target fissati per il 2030 per energie rinnovabili ed efficienza energetica; secondariamente, valuta i progressi di ciascun SM nel conseguire i traguardi e nell'attuare le politiche predisposte nel piano nazionale integrato considerando in particolare se tali progressi mostrano che l'Unione nel suo complesso si muove verso il livello di consumo energetico indicato per il 2030; e infine l'impatto complessivo del trasporto aereo sul clima globale (art. 25).

A seguito di questa valutazione la Commissione può prendere una serie di misure nel caso che gli sviluppi

nella politica di uno SM presentino “incoerenze con gli obiettivi generali dell'Unione dell'energia” oppure che “i traguardi, obiettivi e contributi dei piani nazionali o i rispettivi aggiornamenti sono insufficienti a conseguire collettivamente gli obiettivi dell'Unione dell'energia”.

In primo luogo, la Commissione può formulare raccomandazioni agli SM che debbono tenerle in “massima considerazione”.

In secondo luogo, considerando i piani finali e i loro aggiornamenti, la Commissione può valutare che gli sforzi collettivi non sono sufficienti a raggiungere i target dell'Unione per il 2030 (in particolare per energie rinnovabili ed efficienza energetica). Di conseguenza “adotta misure a livello unionale”. Tuttavia la proposta di regolamento non dà nessuna indicazione riguardo queste misure così che la Commissione in teoria può scegliere in un ampio ventaglio di opzioni. Se la valutazione dimostra che i progressi compiuti da uno SM sono insufficienti, la Commissione “formula raccomandazioni allo Stato membro interessato” (artt. 25,1 e 27, 1 – 2).

In terzo luogo, la Commissione può elaborare, se necessario, ulteriori osservazioni quando gli SM presentano il piano integrato aggiornato nel 2023-2024. Gli SM possono modificare il piano già notificato solo nel caso in cui indichino target più ambiziosi (art. 13,3).

Un passaggio fondamentale di questa *governance* ‘procedurale’ è la relazione biennale di aggiornamento che gli SM debbono presentare entro il 15 marzo 2021 e successivamente ogni due anni. La relazione deve dare conto dello stato di implementazione dei piani nazionali integrati considerando le cinque dimensioni dell'Unione dell'energia.

Nella procedura di pianificazione, comunicazione e monitoraggio dei piani nazionali integrati questo passaggio fornisce alla Commissione una ulteriore opportunità di influenzare gli SM e di promuovere l'attuazione delle loro politiche. Infatti i rapporti rappresentano per la Commissione uno strumento per monitorare sia i progressi degli SM verso i loro propri obiettivi che il progresso comune verso gli obiettivi dell'Unione. In tal modo la Commissione può cercare di limitare se non superare il gap potenziale tra i target di livello unionale e gli sforzi programmati nei piani integrati (art. 15).

Seguendo queste indicazioni può essere interessante verificare come si sviluppa il dialogo tra la Commissione e i governi nazionali riguardo i contenuti e l'attuazione dei piani nazionali integrati con particolare attenzione al raggiungimento dei target per il 2030 in materia di rinnovabili e di efficienza energetica.

Come già ricordato, in caso di incongruenze tra le politiche adottate dagli SM e gli obiettivi prioritari dell'Unione dell'energia oppure in caso di progressi insufficienti nell'attuazione del piano integrato in uno SM, la Commissione formula raccomandazioni riguardo il piano del paese interessato.

Comunque, quando la Commissione valuta in modo aggregato i rapporti intermedi nazionali integrati su energia e clima degli SM e rileva che l'Unione rischia di non conseguire gli obiettivi indicati per il 2030, può usare due diverse soluzioni in rapporto agli SM. Primo, "può formulare raccomandazioni a tutti gli Stati membri" e, secondo, può adottare, "se opportuno, misure a livello unionale in aggiunta alle raccomandazioni" (art. 27,3).

### ***La difficile convergenza tra scelte nazionali e obiettivi dell'Unione***

A questo punto dobbiamo considerare con attenzione quali sono gli strumenti a disposizione della Commissione per aprire il dialogo con gli SM nella fase di transizione almeno fino al 2030.

Riguardo alle fonti rinnovabili, la proposta fa riferimento a due opzioni. Da un lato, la Commissione può rilevare che nel 2023 la traiettoria relativa alla quota di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale dell'Unione non è conseguita "collettivamente". Di conseguenza può richiedere agli SM di coprire il gap con "misure aggiuntive" come l'adeguamento della quota nel settore del riscaldamento e raffreddamento, nel settore dei trasporti, o attraverso "il versamento di un contributo finanziario a una piattaforma di finanziamento istituita a livello unionale per contribuire a progetti in materia di energia da fonti rinnovabili gestiti direttamente o indirettamente dalla Commissione". Dall'altro, se la Commissione rileva, nell'esame del rapporto intermedio biennale, che uno SM non ha mantenuto la quota di riferimento di energia da rinnovabili nel consumo lordo finale, lo stato in questione deve assicurare "che le insufficienze della quota di riferimento siano compensate da un contributo finanziario alla piattaforma di finanziamento" (art. 27,4).

Considerando l'area dell'efficienza energetica, sorprende che, di fronte alla dichiarazione dell'efficienza energetica come principio prioritario in apertura del WP, la proposta si limiti ad indicare che i contributi degli SM sono soltanto "indicativi" sebbene il target dell'Unione sia vincolante (art. 6). Infatti, nonostante il forte impatto dell'art. 194, la Com-

missione avrebbe potuto avere più coraggio e raggiungere con gli SM un accordo meno in conflitto con gli obiettivi prioritari dichiarati.

Riguardo gli strumenti disponibili la Commissione valuta i progressi compiuti verso il conseguimento collettivo di un consumo massimo sia di energia primaria che di energia finale e se, grazie alla implementazione da parte degli SM, l'Unione nel suo insieme è sulla buona strada per raggiungere il livello di consumo di energia previsto per il 2030. Comunque, anche sul versante dell'efficienza energetica, se la Commissione, in base alla valutazione dei piani integrati e degli aggiornamenti, ritiene che target, obiettivi e contributi non siano sufficienti a conseguire i traguardi 2030 "adotta misure a livello unionale al fine di assicurare il conseguimento collettivo di tali obiettivi e traguardi" (art. 27,1).

Come per le rinnovabili, inoltre, la Commissione accertando il rischio di non conseguire gli obiettivi in particolare per il primo decennio può formulare raccomandazioni a tutti gli SM. Comunque, in aggiunta a queste, se nel 2023 la Commissione ritiene ancora insufficienti i progressi compiuti può adottare entro l'anno successivo "misure supplementari" a quelle già previste in materia di prestazione energetica degli edifici, dei prodotti e nell'area dei trasporti, come da Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione) e Direttiva 2010/30/UE del Parlamento europeo.

Il modello di *governance* disegnato nella proposta presenta una fondamentale innovazione, cioè l'adozione di un Piano nazionale integrato per l'energia e il clima ampiamente inclusivo e vincolante con l'obiettivo di

sostituire gli attuali piani separati per rinnovabili ed efficienza energetica e di semplificare i correlati obblighi di programmazione e comunicazione. Dal momento che agli SM non è più richiesto di rispettare target vincolanti come in precedenza, in particolare nel caso dell'energia rinnovabile, adesso sono obbligati a contribuire al perseguimento del target europeo sia per l'efficienza energetica che per le stesse rinnovabili.

Peraltro la proposta contiene soltanto criteri qualitativi di riferimento per gli SM. Questo indebolisce ulteriormente la possibilità della Commissione di mettere in discussione i contributi nazionali previsti. In questo contesto la Commissione ha il compito di verificare, da un lato, i progressi degli SM nell'attuazione dei rispettivi piani integrati nazionali e, dall'altro, se il contributo degli SM è sufficiente e se l'Unione nel suo insieme è ben indirizzata a raggiungere i suoi stessi obiettivi.

Resta comunque aperta la questione relativa agli strumenti in mano alla Commissione per entrare in rapporto con gli SM ai diversi passaggi della procedura verso la corretta attuazione degli impegni inseriti nei piani nazionali integrati.

Prima di tutto, le misure a livello dell'Unione, disponibili in caso di ambizioni insufficienti o di insufficienti progressi, restano del tutto vaghe senza una qualche precisazione su tipologia e contenuto. La Commissione sembra avere la possibilità di configurarle a suo piacimento, anche se queste misure dovrebbero superare eventuali ostacoli politici nel caso fosse necessario utilizzare il procedimento legislativo ordinario per la loro approvazione e, di conseguenza, avere il consenso degli SM. In tal caso queste misure non potrebbero proporsi come lo "stru-

mento flessibile" necessario per intervenire su situazioni ampiamente differenziate.

In secondo luogo, come abbiamo già osservato, gli strumenti più comuni sono le raccomandazioni da utilizzare in diversi passaggi. Tuttavia queste non sono atti vincolanti nonostante che gli SM siano obbligati a dare una risposta alle raccomandazioni individuali, debbano tenerle in "massima considerazione" e debbano dare conto di come siano state attuate (artt. 15,5; 28,2 e 9,3). È evidente che l'implementazione di questa procedura non pone alcun vincolo e che la proposta non chiarisce quali possono essere gli esiti se uno SM decide di non adeguarsi a quanto richiesto (art. 28). Resta quindi un elevato rischio di carenze di adeguamento.

Quelle che possiamo definire "misure di superamento del divario" nel settore delle rinnovabili richiedono risposte più concrete da parte degli SM come adeguare la quota di energia da fonti rinnovabili in specifici settori (riscaldamento/raffreddamento e/o trasporti) o dare un contributo finanziario alla piattaforma di finanziamento (art. 27,4). Tuttavia non viene evidenziata nessuna caratteristica di questa piattaforma, né le sue competenze e neppure la sua organizzazione.

### Qualche considerazione finale

Accanto al progetto di "Governance dell'Unione dell'energia" che pone al centro il sistema di relazioni tra Commissione Europea e SM come definito nelle procedure relative ai Piani nazionali integrati per il clima e l'energia, non possiamo dimenticare il carattere multi-livello delle politiche dell'Unione, in particolare nell'area della innovazione e delle tecnologie per la riduzione della

domanda energetica. Come emerso in molti ambiti, anche in questo, le istituzioni dell'Unione definiscono le linee di contesto mentre l'implementazione delle politiche è spesso di competenza del livello statale se non di quelli regionali o locali.

Tuttavia il ventaglio degli strumenti e delle tecnologie disponibili per produrre risparmio energetico sono in larga parte simili in tutti gli SM. Di conseguenza alcuni, nell'intento di raggiungere gli obiettivi previsti, ad esempio in materia di efficienza energetica, hanno introdotto o stanno per introdurre politiche addizionali e complementari che rischiano di acuire l'eterogeneità delle situazioni nazionali in questo settore, dovuta anche all'assenza di una politica dell'Unione anteriore al 2007.

Al di là del modello dell'art. 194 del TFUE, più in generale l'approccio dell'Unione per una governance multilivello produce tensione tra il modo in cui la politica dell'energia europea fissa i propri target e le regole valide per gli SM e l'ampia decentralizzazione delle decisioni in omaggio al principio di sussidiarietà. La stessa proposta di regolamento sulla *governance* appare, a prima vista, un sistema fortemente caratterizzato da tecnicità che cerca di ricondurre i cd *building blocks* del cambiamento climatico, delle rinnovabili e dell'efficienza energetica verso un approccio integrato. Infatti il draft sembra assumere che la politica energetica deve essere trattata con un approccio olistico. Tuttavia quello usato, cioè partire dai piani nazionali, non sembra dare un grande contributo allo sviluppo di una politica coerente. Se ripensiamo al conflitto tra gli Stati e/o i loro diversi raggruppamenti all'origine del progetto è evidente che questo è frutto di una logica eminentemente politi-



ca ed è il risultato di un compromesso tra divergenti interessi in particolare riguardo una accelerazione del processo di de-carbonizzazione e le modalità di garanzia della sicurezza delle forniture.

Di fronte alla impossibilità, almeno finora, per la Commissione di armonizzare politiche e strumenti o di mettere in atto forti e vincolanti meccanismi di cooperazione tra SM, una possibile alternativa sembra la proposta di una cooperazione regionale. Già nel documento su l'Unione dell'energia la cooperazione regionale era vista come uno strumento per rafforzare l'interconnessione e come un passaggio verso la completa integrazione del mercato. Allo stato attuale è stata ripresa nel progetto di *governance* dell'Unione dell'energia e il WP richiama più volte l'obiettivo una più stretta cooperazione *cross-border* come nei progetti di regolamento riguardanti il mercato elettrico interno e la revisione del regolamento sull'ACER.

Indubbiamente il rafforzamento della cooperazione regionale, anche tramite lo strumento dei Centri Operativi Regionali (ROC), rappresenta per la Commissione un'opzione per migliorare il modello di cooperazione volontaria promossa da molti SM e, in larga parte, di successo. Nonostante che la cooperazione regionale sia considerata anche dalla Commissione un modello di successo che incontra il generale favore degli SM, è evidente il rischio che questo possa ostacolare il progetto di un mercato

interno efficiente invece di promuoverlo come auspicato dalla stessa Commissione.

La cooperazione regionale, specialmente nel caso dei ROC, presuppone un ruolo rafforzato dell'ACER. Il WP non ha modificato il ruolo prioritario dell'ACER quale sede di coordinamento dei regolatori nazionali ma gli ha riconosciuto un numero molto limitato di ulteriori competenze<sup>11</sup>. Anche se l'opzione di trasformare l'Agenzia in una specie di 'regolatore europeo' o in un soggetto più simile alle Autorità dei mercati finanziari non ha avuto seguito, l'ACER potrà comunque avere un ruolo importante nelle politiche di de-carbonizzazione in considerazione delle competenze in materia di iniziative regionali e di cooperazione *cross-border*.

Infine, dobbiamo considerare che la transizione verso una economia a basso tasso di CO<sub>2</sub> e quindi le politiche di contrasto al cambiamento climatico, in breve la possibilità di perseguire gli obiettivi dell'Unione posti per il 2030, richiede investimenti ingenti stimati dalla Commissione in circa 180 miliardi di euro l'anno fino a quella data<sup>12</sup>.

È evidente che un simile volume di investimenti non può essere supportato dal solo settore pubblico, anche se in questa transizione l'Unione si è impegnata a destinare almeno il 20% del proprio bilancio direttamente al clima. Quindi un obiettivo prioritario sarà anche quello di reindirizzare il settore finanziario in modo da in-

canalare capitali privati verso investimenti in una economia "più verde e più sostenibile".

La Commissione Europea sta prendendo alcune iniziative di rilievo per accrescere il peso del sistema finanziario nel contrasto al cambiamento climatico, come indicato nel *Piano d'azione per finanziare la crescita sostenibile* (COM(2018) 97 final del 8.3.2018). Il tema del nesso tra finanza e cambiamento climatico non è al momento dei più dibattuti. Tuttavia, come è stato sostenuto anche di recente, rappresenta un'area alla quale è necessario fare sempre più spesso attenzione proprio per gli elevati costi che gli eventi catastrofici derivanti dal cambiamento climatico rappresentano per le nostre economie (oltre al prezzo spesso pagato in termine di vite umane).

La combinazione tra politiche energetiche e politiche di contrasto al cambiamento climatico hanno reso sempre più complesso il quadro politico e istituzionale che le deve supportare così come la ridefinizione del mercato dell'energia. Difficoltà ampiamente presenti anche nel confronto tra le istituzioni europee come tra queste e gli SM. Il procedimento legislativo in corso potrebbe portare a sostanziali modifiche e, per il momento, le scadenze previste nel WP per l'approvazione e la messa in atto dei primi passaggi sono slittate nei fatti. E l'esito finale è incerto anche riguardo i contenuti.

1. Comunicazione della Commissione, *Due volte 20 per il 2020 - L'opportunità del cambiamento climatico per l'Europa* (COM(2008) 30 final) del 23.1.2008
2. Il significato di questo passaggio è percepibile nelle parole di Miguel Arias Cañete, Commissario per il clima e l'energia (« *Our proposals provide a strong market pull for new technologies, set the right conditions for investors, empower consumers, make energy markets work better and help us meet our climate targets* »)
3. Comunicazione della Commissione, *Pacchetto "Unione dell'energia"- Una strategia quadro per un'Unione dell'energia resiliente, corredata da una politica lungimirante in materia di cambiamenti climatici* (COM(2015) 80 final)
4. Qui era indicata una riduzione almeno del 40% (vincolante) delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990); una quota almeno del 27% (vincolante) di energia rinnovabile; un miglioramento almeno del 27% (indicativo) dell'efficienza energetica
5. Gli SM debbono fissare un obiettivo nazionale indicativo in considerazione che il consumo di energia dell'UE per il 2030 non può superare 1321 Mtep di energia primaria e i 987 Mtep di energia finale
6. Comunicazione della Commissione, *L'efficienza energetica e il suo contributo a favore della sicurezza energetica e del quadro 2030 in materia di clima ed energia* (COM(2014) 520 final) del 23.7.2014
7. Proposta per una Direttiva sulla *promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili* (rifusione), cit., artt. 6 and 15,3
8. L'articolo 194 del TFUE è la base legale del Regolamento in connessione con gli articoli 191 e 192 in materia di ambiente
9. Il WP include uno slittamento verso un target vincolante in materia di efficienza energetica del 30% entro il 2030 dal target originario indicativo del 27%
10. *Third report on the State of the Energy Union* (COM(2017) 688) of 23.11.2017 – Annex 3
11. Proposta per un regolamento che *istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la cooperazione fra i regolatori nazionali dell'energia*, cit., Explanatory Memorandum, 11
12. La stima è basata sulle proiezioni del modello PRIMES utilizzato dalla Commissione europea nella valutazione d'impatto della proposta di direttiva sull'efficienza energetica (2016) (v. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?qid=1483696687107&uri=CELEX:52016SC0405>)

## BIBLIOGRAFIA

Comunicazione della Commissione, *Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020* (2014/C 200/01)

Commissione Europea, *Funding for climate action*, <https://ec.europa.eu/clima/policies/budget>;

[https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate\\_en](https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate_en)

M. Duwe – N. Meyer-Ohlendorf – K. Umpfenbach, *Governance of the Energy Union. Assessment of the Commission Proposal for a Governance Regulation*, 2017, 15 – 16 (disponibile in: <https://www.ecologic.eu/de>)

K. Haraldsdóttir, *The Limits of EU Competence to Regulate Conditions for Exploitation of Energy Resources: Analysis of Article 194(2) TFEU*, in *European Energy and Environmental Law Review*, 2014, 211

M. Keay – D. Buchan, *Europe's Energy Union: a problem of governance*, The Oxford Institute for Energy Studies, Nov. 2015, 4 (<https://www.oxfordenergy.org/publications/>)

Proposta per un Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla *Governance dell'Unione dell'energia*, (COM(2016) 759 final del 30.11.2016)

K. Talus and P. Aalto, *Competences in EU energy policy*, in *Research Handbook on EU Energy Law and Policy*, R. Leal-Arcas and J. Wouters (eds.), Edward Elgar, 2017, 20-22

C. Turmes, *Energy transformation. An opportunity for Europe*, London, 2017, 140

M. Vandendriessche, A. Saz-Carranza and J-M. Glachant, *The Governance of the EU's Energy Union: Bridging the Gap?*, FSR, RSCAS 2017/51, 4)

B. Pozzo, *Il recepimento della direttiva 2012/27/UE in materia di efficienza energetica nei Paesi europei, in particolare Regno Unito, Germania, Francia, Spagna*, in L. Carbone - G. Napolitano – A. Zoppini (a cura), *Politiche pubbliche e disciplina dell'efficienza energetica*, cit., 63-77

S. Rossi, *Finanza e cambiamento climatico*, intervento alla Associazione Nazionale per lo Studio dei Problemi del Credito – ANSPC, Roma 16 aprile 2018

# La decarbonizzazione dei Paesi in Via di Sviluppo: il trasferimento tecnologico

L'Accordo di Parigi per contrastare il cambiamento climatico prevede un impegno finanziario e di trasferimento tecnologico da parte dei Paesi Sviluppati a favore dei Paesi in Via di Sviluppo. Di seguito vengono riportate alcune riflessioni e un quadro del contributo generale dell'Italia, e in particolare di quello del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare e dell'ENEA, verso i Paesi in Via di Sviluppo sulle attività di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici

DOI 10.12910/EAI2018-42

di **Francesco La Camera, MATTM**; **Natale Massimo Caminiti, ENEA**

**D**opo la firma dello storico Accordo di Parigi sulla lotta al cambiamento climatico, le principali misure per la sua attuazione comprendono principalmente, oltre agli interventi di riduzione delle emissioni dei gas serra, anche misure finalizzate ad aumentare la capacità dei Paesi ad adattarsi all'impatto degli effetti del cambiamento climatico.

## Il quadro di riferimento

Comè noto, per quanto riguarda la mitigazione, l'accordo prevede al 2100 il contenimento dell'aumento

della temperatura superficiale media del pianeta ben al di sotto dei 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali e il perseguimento di sforzi per limitare questo aumento a 1,5 °C. Tutti i Paesi devono impegnarsi a raggiungere il loro picco delle emissioni nel più breve tempo possibile (si riconosce un tempo maggiore ai Paesi in Via di Sviluppo - PVS) e nella seconda metà del secolo un equilibrio tra emissioni di origine antropica e assorbimenti. È richiamato il principio delle responsabilità comuni, ma differenziate alla luce delle differenti circostanze e capacità nazionali. Gli impegni nazionali, volontari,

sono denominati "Contributi stabiliti a livello Nazionale" (*Nationally Determined Contribution - NDCs*). L'accordo riconosce l'importanza degli interventi di adattamento come risposta globale e di lungo termine al cambiamento climatico per proteggere le persone, i mezzi di sussistenza e gli ecosistemi, tenendo conto delle esigenze urgenti e immediate dei Paesi in Via di Sviluppo, particolarmente vulnerabili agli effetti avversi dei cambiamenti climatici. In tale contesto viene richiamato l'impegno dei Paesi sviluppati e l'importanza della cooperazione internazionale per assicurare le risorse finanziarie



e tecnologiche in favore dei Paesi in Via di Sviluppo, sia per la mitigazione che per l'adattamento.

Sono tutti aspetti coerenti con l'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile, approvata dalle Nazioni Unite nel settembre del 2015. L'Agenda prevede 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile (*Sustainable Development Goals - SDGs*), articolati in 169 Target, da raggiungere entro il 2030.

A fronte di questi impegni il percorso da fare è ancora lungo. Oggi la temperatura media globale del Pianeta è aumentata di circa 0,8 °C rispetto ai livelli pre-industriali. Abbiamo quindi a disposizione un margine di meno di un grado rispetto l'obiettivo di 1,5 gradi. Se prendiamo poi in considerazione gli impegni assunti dai vari Paesi con i propri NDCs, ad oggi si stima, a fronte di un aumento tendenziale della temperatura di 4-6 gradi al 2100, un aumento di circa 2,7-3 gra-

di rispetto ai modelli pre-industriali. Siamo quindi ancora molto lontani dall'obiettivo. Insiste una dicotomia tra le ampiamente riconosciute evidenze scientifiche, gli impegni e obiettivi ufficiali e le azioni reali.

#### **La Cooperazione climatica italiana con i PVS**

L'impegno italiano sul trasferimento tecnologico e la cooperazione per la decarbonizzazione dello sviluppo nei PVS è aumentato negli ultimi anni, sia attraverso le attività del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale (MAE-CI), sia attraverso le attività bilaterali e multilaterali del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Per l'Italia si tratta di una politica *win-win*. In primo luogo, le proiezioni demografiche per l'Africa al

2030, che prevedono un aumento della popolazione dal miliardo e 250 milioni di oggi a 1 miliardo 700 milioni, superando la popolazione sia della Cina sia dell'India, aprono prospettive di mercato enormi, ma anche di complessi fenomeni di flussi migratori per motivi climatici. Gli studi parlano di decine di milioni di persone. Diventa quindi importante orientare opportunamente i finanziamenti verso uno sviluppo de-carbonizzato e rispettoso delle condizioni umane del continente africano. In secondo luogo i futuri investimenti necessari per contrastare il cambiamento climatico, il trasferimento tecnologico richiesto rappresenta un'opportunità di internazionalizzazione e innovazione del nostro sistema produttivo. L'Italia è un Paese esportatore di beni, con una differenza positiva tra esportazioni e importazioni nel 2016 di cir-



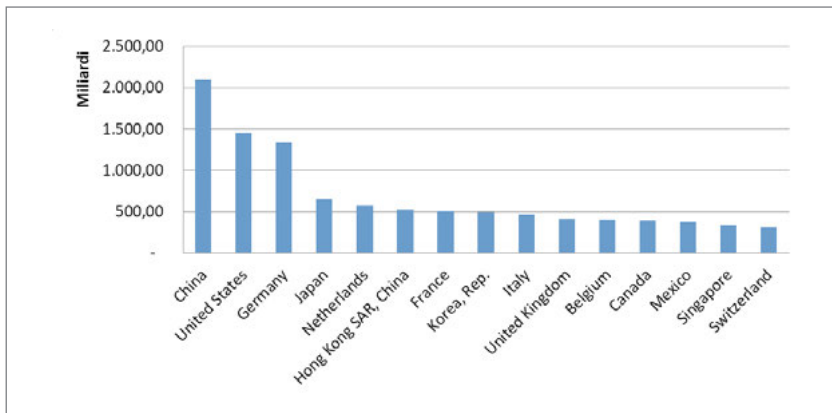


Fig. 1 Top 15, Esportatori di Beni, 2016  
Fonte: DataBank World Development Indicators su dati World Trade Organization

ca 50 miliardi di \$. L'Italia è il nono Paese esportatore a livello mondiale e il terzo in Europa dopo Germania e Olanda. Tutte caratteristiche e ragioni per rafforzare il nostro ruolo anche nei prossimi decenni (Figure 1 e 2).

In questa logica il MATTM ha firmato protocolli d'intesa con oltre 60 Paesi di varie aree geografiche del pianeta. Accordi gestiti da un comitato congiunto tra il MATTM e i vari Ministeri dei Paesi coinvolti (JC - Joint Committee) che prevedono programmi di collaborazione bilaterale, specialmente con i Paesi maggiormente vulnerabili ed esposti ai rischi dei cambiamenti climatici, e programmi di collaborazione multilaterale, attraverso il sostegno a banche di sviluppo e a fondi internazionali.

Inoltre, particolare rilevanza ha la costituzione della piattaforma *Climate & Sustainable Development Italia Platform* tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e la Cassa Depositi e Prestiti, per sostenere i progetti di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici nei Paesi in Via di Sviluppo, finalizzata ai finanziamenti e alla co-

pertura dei rischi, agli investimenti di capitali e investimenti a fondo perduto.

Nell'ambito delle azioni messe in campo dal MATTM, un ruolo estremamente significativo è giocato dall'ENEA, con cui il Ministero ha firmato un Accordo quadro di collaborazione.

Nell'ambito di questo Accordo, l'ENEA dal 2016 fornisce ai Paesi beneficiari un supporto tecnologico per

la definizione dei progetti, la gestione e la realizzazione delle attività.

In pratica svolge attività relative a:

- visite tecniche;
- analisi ex-ante delle situazioni e delle principali criticità locali;
- coinvolgimento delle imprese nazionali ;
- proposte progettuali;
- studi di fattibilità;
- specifiche tecniche;
- definizione e realizzazione degli interventi di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici, proposti in collaborazione e accordo con le Autorità locali dei PVS;
- monitoraggio delle diverse fasi di realizzazione degli interventi;
- analisi ex-post della efficacia degli interventi realizzati.

L'ENEA ha inoltre realizzato un atlante per la cooperazione internazionale con cui viene presentata l'offerta di possibili soluzioni tecnologiche per i diversi capi di intervento a cui è

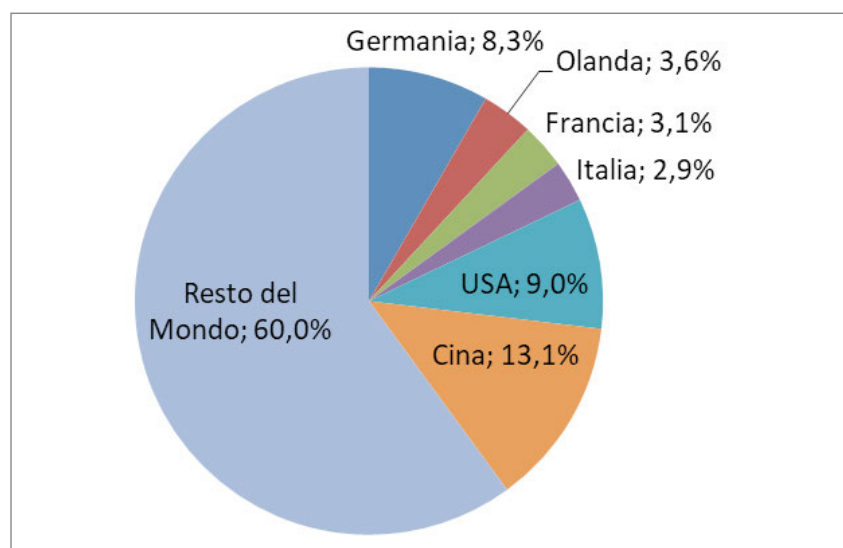


Fig. 2 Esportazioni di Beni 2016, per Paese  
Fonte: DataBank World Development Indicators su dati World Trade Organization



Fig. 3 Paesi in cui sono state avviate collaborazioni ENEA-MATTM, anni 2016-2017

Fonte della mappa: © Mapbox, © OpenStreetMap

chiamata a collaborare.

L'ENEA oggi opera, nel quadro degli accordi di collaborazione internazionale del MATTM, in 19 Paesi con oltre 25 progetti di trasferimento tecnologico e cooperazione (Figura 3). I progetti approvati, in corso di realizzazione, riguardano principalmente i seguenti temi.

### Incremento resilienza idrica

Nell'area del Pacifico, nelle piccole isole stato di Palau, Isole Solomon, Vanuatu, Kiribati e negli Stati Federati della Micronesia, a seguito del forte periodo di siccità che si è verificato nel 2015 e 2016, ENEA in collaborazione con i tecnici e i funzionari locali ha promosso 6 progetti per la fornitura di acqua per usi civili e agricoli finanziati dal MATTM per circa 3,2 milioni di €.

Un'iniziativa simile riguarda la sostituzione di motori diesel con pannelli fotovoltaici per la fornitura di acqua per usi civili, comprensivi di sistemi di stoccaggio, per aumentare la resilienza idrica ai periodi di siccità in 22 villaggi in Etiopia. Il costo dell'iniziativa è di circa 1,2 milioni di €.

### Sistemi di allerta climatica

Si tratta del rafforzamento dei sistemi nazionali di allerta precoce conseguente a eventi meteorologici estremi e all'uso di previsioni climatiche a livello nazionale e regionale mediante modellistica climatica. Sono stati avviati progetti in Maldive, Etiopia, Sudan, Botswana e Swaziland, per un finanziamento complessivo di circa 6,2 milioni di €.

**Edifici sostenibili e fonti rinnovabili**  
Interventi di efficienza energetica, ri-

duzione dell'uso di risorse, riduzione di emissioni di sostanze inquinanti e uso di fonti rinnovabili, in edifici pubblici e complessi ospedalieri. Sono stati promossi progetti in Botswana, Gibuti, Swaziland e Stati Federati della Micronesia per circa 5,5 milioni di €. Nel Lesotho e nelle Maldive sono in fase di realizzazione due studi, rispettivamente, sul potenziale delle fonti rinnovabili e sull'energia dal mare, per complessivi 2 milioni di €.

### Protezione e conservazione aree marine e costiere

Per salvaguardare lo straordinario patrimonio marino e di biodiversità dell'Area del Pacifico e per promuovere uno sviluppo turistico sostenibile, anche attraverso la riduzione e l'eliminazione di metodi

Paese	Iniziativa	Importo totale Iniziativa (migliaia di €)	Stato progetto
<b>Oceano Pacifico</b>			
Isole Solomon	Programma sostenibile per l'elettrificazione diffusa per la sicurezza idrica ed energetica	801	Approvato JC10 (2016)
Vanuatu	Programma sostenibile per l'elettrificazione diffusa per la sicurezza idrica ed energetica	712	in definizione
Vanuatu	Irrigazione per un'agricoltura resiliente e sostenibile	205	Approvato JC10 (2016)
Palau	Palau Santuario Marino Nazionale: Educazione e Consapevolezza (fase2)	335	Approvato JC11 (2017)
Palau	Incremento della resilienza di Palau agli eventi estremi di siccità	670	Approvato JC10 (2016)
Kiribati	Gestione sostenibile e resiliente del ciclo Idrico dello Chevalier College ad Abemama	100	Approvato JC4 (2009) rimanenza
Kiribati	Rafforzamento dell'area protetta delle isole di Phoenix e creazione di un'area marina protetta a Kiribati	612	Approvato JC11 (2017)
Kiribati	Sistemi fotovoltaici off-grid per la conservazione del pesce in 10 atolli remoti (fase 2)	641	Approvato JC11 (2017)
Tonga	Rafforzamento della gestione delle aree protette nel Regno di Tonga	626	Approvato JC11 (2017)
Stati Federati Micronesia	Migliorare la sicurezza idrica e la resilienza climatica del sistema alimentare per le comunità di migranti climatici degli atolli di YAP	795	Approvato JC11 (2017)
Stati Federati Micronesia	Sistema di centrali fotovoltaiche nello Stato di Chuuk (fase 2)	293	in definizione
<b>Oceano Indiano</b>			
Maldive	Sistemi di allerta climatica precoce	1342	Approvato JC2 (2016)
Maldive	Valutazione del potenziale energetico del mare	866	Approvato JC3 (2017)
Comore	Gestione sostenibile dei rifiuti		in definizione
<b>Corno d'Africa</b>			
Etiopia	Sistemi di allerta climatica precoce	1350	Approvato JC2 (2017)
Etiopia	Sistema di approvvigionamento idrico sostenibile in 22 aree rurali	1238	Approvato JC2 (2017)
Sudan	Sistemi di allerta climatica precoce	1200	Approvato JC2 (2017)
Gibuti	Edificio sostenibile a emissioni quasi zero nell'Università di Gibuti	1041	Approvato JC2 (2017)
<b>Africa subsahariana</b>			
Botswana	Sistemi di allerta climatica precoce	1500	Approvato JC4 (2017)
Botswana	Edificio sostenibile	1247	Approvato JC4 (2017)
Lesotho	Mappe di potenziale di energie rinnovabili	1200	Approvato JC2 (2017)
Swaziland	Sistemi di allerta climatica precoce	971	Approvato JC2 (2017)
Swaziland	Memorial ospedale Raleigh Fiktin a emissioni zero	2911	Approvato JC2 (2017)
<b>Medio oriente</b>			
Libano	Coinvolgimento imprese nazionali per Progetto Pompe di Calore		
Iran	Coinvolgimento imprese nazionali per iniziative di mitigazione e adattamento		
<b>Caraibi</b>			
Cuba	Miglioramento delle capacità nazionali per l'introduzione e uso di tecnologie e strumenti innovativi che rafforzino la valutazione della vulnerabilità, il rischio, l'adattamento e la mitigazione dei cambiamenti climatici negli ecosistemi marini	1056	Approvato JC2 (2018)

Tabella 1 Progetti avviati nell'ambito della collaborazione ENEA- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

di pesca intensivi, sono stati avviati dal MATTM una serie di accordi e progetti, cui ENEA sta fornendo supporto tecnico scientifico. Le attività riguardano lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie avanzate, sistemi di sorveglianza e mappatura della biodiversità animale, vegetale e corallifera dell'oceano e delle aree marine protette. Sistemi di protezione delle coste, controllo della temperatura, dell'acidificazione e del livello del mare. Sono stati promossi progetti per circa 3,2 milioni di €. I Paesi coinvolti sono: Palau, Tonga,

Kiribati e Cuba.

Complessivamente l'enea ha supportato il MATTM in progetti, finanziati nel periodo 2016-2017, per complessivamente circa 20 milioni di €, come riportato in Tabella 1.

Si tratta di interventi sinergici con almeno 5 obiettivi della Agenda ONU al 2030 per lo sviluppo sostenibile, quali sicuramente l'obiettivo 13 (Lotta al cambiamento climatico), l'obiettivo 6 (acqua pulita e servizi igienico-sanitari), l'obiettivo 7 (energia pulita e accessibile), l'obiettivo 14 (vita sott'acqua) e infine il 2 (sconfig-

gere la fame).

L'insieme dell'attività ENEA non rappresenta, ovviamente, il complesso impegno nazionale, soprattutto del MATTM e del MAECI, ma si caratterizza per il supporto di conoscenze tecnologiche e scientifiche che un'agenzia tecnologica come l'ENEA può dare a beneficio di una maggiore adeguatezza dei progetti da realizzare e del coinvolgimento del sistema produttivo nazionale.

*Per saperne di più:  
natale.caminiti@enea.it*

1. <http://www.enea.it/it/internazionali/relazioni-internazionali/cooperazione-allo-sviluppo/atlante-enea-per-la-cooperazione-allo-sviluppo>

# Tracking Clean Energy Progress – Informing the Energy Transitions

Tracking Clean Energy Progress (TCEP), the International Energy Agency's (IEA) newly updated website ([www.iea.org/tcep](http://www.iea.org/tcep)), assesses the latest progress made by key energy technologies, and how quickly each technology is moving towards the goals of the IEA's Sustainable Development Scenario. The website provides easy navigation across technologies and sectors and draws links across the IEA's resources. The report will be updated throughout the year as new data becomes available, and will be complemented by cutting-edge analysis and commentary on notable developments on the global clean energy transition

DOI 10.12910/EAI2018-43

by **Simone Landolina**, *International Energy Agency (IEA)*

**T**he International Energy Agency's new and most comprehensive analysis of the clean-energy transition finds that only 4 out of 38 energy technologies and sectors were on track to meet long-term climate, energy access and air pollution goals in 2017.

**Only 4 out of 38 clean-energy technology areas are on track to meet long-term climate goals**

The findings are part of the IEA's

latest *Tracking Clean Energy Progress (TCEP)*, a newly updated website released recently that assesses the latest progress made by key energy technologies, and how quickly each technology is moving towards the goals of the IEA's Sustainable Development Scenario (SDS).

**Where are we?**

The IEA estimates that in 2017, *energy-related CO<sub>2</sub> emissions* rose 1.4% after remaining flat for three years,

reaching a historic high of 32.5 Gt indicating that the stall in emissions from 2014-2016 does not yet reflect a peak. Though the 2017 emissions rise is moderate compared to historical rates, it heightens the already monumental challenge ahead. IEA analysis shows that emissions must peak around 2020 then show a steep decline afterwards to meet Paris Agreement goals.

This increase in emissions reflects strong underlying growth in *energy demand*, which grew an estimated





2.1% in 2017, double the rate of increase in 2016. While energy intensity – primary energy demand per unit of gross domestic product – has improved over time, this improvement slowed to 1.7% in 2017, compared with an average of 2.3% over the previous three years, and only half the annual improvement rate consistent with delivering the Paris Agreement goals.

The second critical factor is *the carbon intensity of energy supply*, which tracks CO<sub>2</sub> emissions per unit of total primary energy supply. In 2017, the *Energy Sector Carbon Intensity Index (ESCII)* increased for the first time in three years as fossil fuels met over 70% of the growth in energy demand.

In fact, over the past three decades the ESCII has barely changed, indicating the energy supply has not be-

come any “cleaner” on average over time. While significant progress has been made in deploying renewables, in particular solar PV and wind, the deployment of low-carbon energy has not kept up with energy demand growth. This remains a crucial challenge for the energy sector, as under an IEA scenario compatible with meeting Paris Agreement goals, the ESCII drops 22% by 2030.

Some technologies made tremendous progress in 2017, with solar PV seeing record deployment, LEDs quickly becoming the dominant source of lighting in the residential sector, and electric vehicle sales jumping by 54%. But IEA analysis finds that most technologies are not on track to meet long-term sustainability goals. Energy efficiency improvements, for example, have slowed and progress on key technol-

ogies like carbon capture and storage remains stalled. This contributed to an increase in global energy-related CO<sub>2</sub> emissions of 1.4% last year.

*TCEP* provides a comprehensive, rigorous and up-to-date analysis of the status of the clean-energy transition across a full range of technologies and sectors, their recent progress, deployment rates, investment levels, and innovation needs. It is the result of a bottom-up approach backed by the IEA’s unique understanding of markets, modeling and energy statistics across all fuels and technologies, and its extensive global technology network, totaling 6,000 researchers across nearly 40 Technology Collaboration Programmes.

The analysis includes a series of high-level indicators that provide an overall assessment of clean energy trends

and highlight the most important actions needed for the complex energy sector transformation.

For the first time, the analysis also highlights more than 100 key innovation gaps that need to be addressed to speed up the development and deployment of these clean energy technologies. It provides an extensive analysis of public and private clean energy research and development investment. It found that total public spending on low-carbon energy technology innovation rose 13% in 2017, to more than USD 20 billion.

A total of 11 of 38 technologies surveyed by the IEA were significantly not on track. In particular, unabated coal electricity generation (meaning generation without Carbon Capture, Utilisation and Storage, or CCUS), which is responsible for 72% of power sector emissions, rebounded in 2017 after falling over the last three years.

Meanwhile, two technologies, onshore wind and energy storage, were downgraded this year, as their progress slowed. This brought the number of technologies “in need of improvement” to a total of 23.

### Where do we want to go?

This year, the *TCEP* tracks progress against Sustainable Development Scenario (SDS), introduced in the *World Energy Outlook 2017*, which depicts a rapid but achievable transformation of the energy sector. It outlines a path to limiting the rise of average global temperatures to “well below 2°C,” as specified in the Paris Agreement, as well as increasing energy access around the world and reducing air pollution.

In this scenario, meeting long-term sustainability goals requires an am-

bitious combination of more energy efficient buildings, industry and transport, and more renewables and flexibility in power.

Compared to scenarios addressing only the climate mitigation objective, the SDS places a stronger emphasis on decentralised, modular low-carbon technologies (such as solar PV and wind) as a means to achieving multiple objectives. For example, there is roughly 50% more solar PV in this scenario than in previous IEA scenarios focused primarily on decarbonisation.

As low-carbon energy takes center stage in the SDS, fossil fuels step back substantially from their current position. Coal demand peaks very soon, around 2020. In stark comparison, the IEA estimates that coal demand grew in 2017 after a two-year decline and forecasts continued demand growth at least for the next five years, absent a change in policy and market conditions.

In the SDS, oil demand peaks soon after coal, with demand decline coming from transport: electric vehicles make up over 40% of new passenger car sales by 2030.

### How do we get there?

As countries drive forward their ambition, a few guiding questions can help guide their paths forward.

First, how do investment patterns need to change? In IEA's SDS, a modest 13% additional investment in energy is required to 2030 – a net of USD 4 trillion – relative to investment that would be required under the New Policies Scenario (NPS), which accounts only for current and announced policies. Annual supply-side investment to 2030 remains relatively flat from today's levels, although a substantial shift occurs

away from fossil-fuel supply and fossil-fuel power generation, for which investment falls by USD 2.8 trillion through 2030, moving towards toward low-carbon power supply and improving the energy efficiency of end-use sectors.

Second, how much will technology costs decline? As clean technology costs continue to drop, ambition can be further raised. Looking ahead in the next five years, IEA forecasts that costs are expected to drop further by almost a quarter for large, utility-scale solar PV, almost 15% for onshore wind, and a third for offshore wind between 2017-2022 at the global scale. Towards 2030, costs are expected to continue declining. In IEA's NPS for new utility-scale solar PV and electric vehicle batteries, costs approximately halve from 2016 to 2030.

Third, are governments and private sector investments in energy technology research and innovation adequate to the level of ambition desired? We estimate that government RD&D spending on low-carbon energy technologies grew by 13% in 2017. If true, then it may have passed the USD 20 billion mark for the first time. This is – a very welcome increase after years of decreases and stagnation. Our improved estimate for corporate clean energy R&D investment shows that while corporate clean energy R&D dropped slightly in 2017, the five-year trend shows 5% annual growth. A major factor has been rising R&D spending by the automotive sector; this faltered in 2017 but is expected to pick up again in coming years. Clean energy VC investment is on a rising trajectory. USD 2.5 billion was invested in 2017, following a spike in big deals in clean transport in 2016. The trend is towards pre-2012 averages. Growth is dominated by transport and com-

plemented by digital efficiency technology plays, while renewable hardware has not received a similar boost and remains lower than 2014.

And finally how can an integrated approach enhance chances of success? A fundamental message emerging from all facets of IEA analysis is the need for an integrated technology and policy approach to drive and accelerate clean energy transitions based on a country's national context. For example, policies

driving electrification can produce greater environmental benefits if implemented alongside ones to decarbonize electricity supply.

Applying such an integrated policy approach requires significant national coordination and capacity, including domestic technology and policy expertise. The IEA will continue to share international best practice and advice, and support countries as they undertake their own clean energy transitions.

The findings this year are compiled in an updated website, which provides easy navigation across technologies and sectors, and draws links across the IEA's resources. The report will be updated throughout the year as new data becomes available and will be complemented by cutting-edge analysis and commentary on notable developments on the global clean energy transition.

Find out more at [www.iea.org/tcep/](http://www.iea.org/tcep/).

# Strategies for deep decarbonization of processing industries

Energy-intensive processing industries (EPI) provide basic materials like steel, aluminium, pulp, paper, cement, plastics, chemicals, etc. Processes in EPIs, however, are still highly carbon intensive and responsible for a large share of global GHG emissions. Currently the EU and its Member States are preparing important policies, such as a new industrial policy on the EU level (EC 2017) and the Mid-century low emissions strategy. Together these will describe the industrial as well as energy and climate policy of the years to come with a long term horizon towards a decarbonised European economy by 2050. This paper provides a brief overview of the respective technological, infrastructural as well as innovation and policy strategies for a comprehensive approach that is needed to deeply decarbonise processing industries

DOI 10.12910/EAI2018-44

by **Stefan Lechtenböhmer**, *Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie*

**B**asic materials processing industries are important emitters of greenhouse gases. Five core branches alone, steel, cement, plastics, paper and aluminium are directly and via their energy use responsible for over 20% of global CO<sub>2</sub> emissions and their production has been and is rapidly growing (see Figure 1). Globally

growing wealth and infrastructures are expected to be important levers for further strong growth in basic materials use and production.

The fact that a decent wealth and supply with public goods needs materials makes it clear that the issue of energy and emission intensive basic materials is difficult to tackle. That societies will continue to heavily

rely on their supply, however, does not mean that the processing industries will not see major technological as well as structural shifts in the future. From a global perspective it seems clear that an increasingly circular economy by improving material efficiency in manufacturing and in product design, product-service efficiency and also service demand



reduction (e.g. via sustainable consumption patterns) (Fischedick et al. 2014) is a core contribution to reduce the demand of primary or virgin materials needed.

Further, it seems to be plausible that the materials themselves might face massive changes as compared to today's and historic situation. A stronger service orientation in the material and manufacturing process will strengthen the shift from a traditional perspective in which materials and their producers including subsequent manufacturers of products are very often defined according to the main chemical elements of their basic material. In the future,

however, materials will increasingly be designed to fulfil desired properties with a minimum carbon and environmental footprint, regardless of the substance which would have been their physical basis. Further, materials such as plastic sheets and paper could increasingly converge, with plastics becoming increasingly bio-based and biodegradable and getting haptic like paper, and paper with hydrophobic properties enabling it to serve in functions today reserved for plastic foils. Together with potential large changes in the costs of materials in a greenhouse gas neutral future these developments have the potential to initiate significant changes

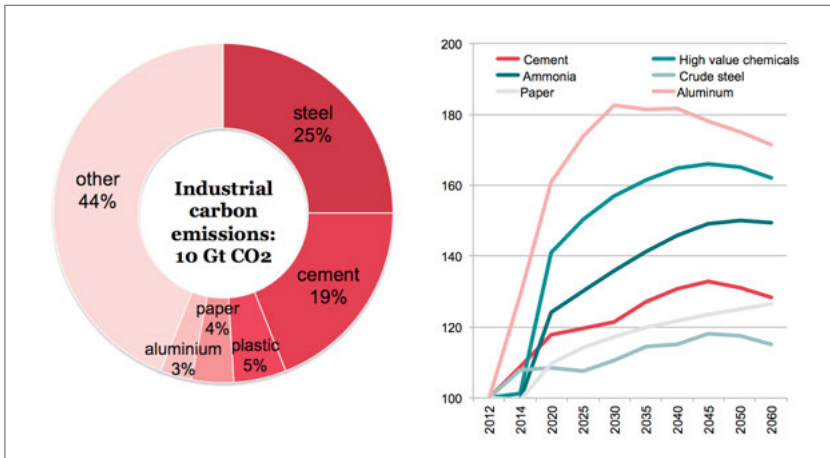
regarding the materials that are actually used for products and packaging but possibly also those used in manufacturing and construction.

### **Technical strategies for deep decarbonisation of processing industries**

Figure 2 shows the circular value chain of steel as an example. It indicates at which steps of the value chain which GHG mitigation options (according to Fischedick et al. 2014) are relevant.

While energy efficiency is relevant in all sectors and around the value chain, emissions efficiency is par-





**Fig. 1** Global industrial carbon emissions (2005) and expected growth rates of important basic materials by 2060  
 Source: own figure, data from Allwood et al. 2011 (left), IEA 2017 BY2DG (right) (2012 production volumes = 100)

ticularly relevant and challenging for the primary (and secondary) processing industries as these use a high share of the energy in the value chain. The deep decarbonisation of these industries is particularly challenging as many of the technologies needed (e.g. to electrify steel making or chemical feedstocks) are not yet available and the overall structures of these industries do not necessarily support fast decarbonisation (cp. Wesseling et al. 2017).

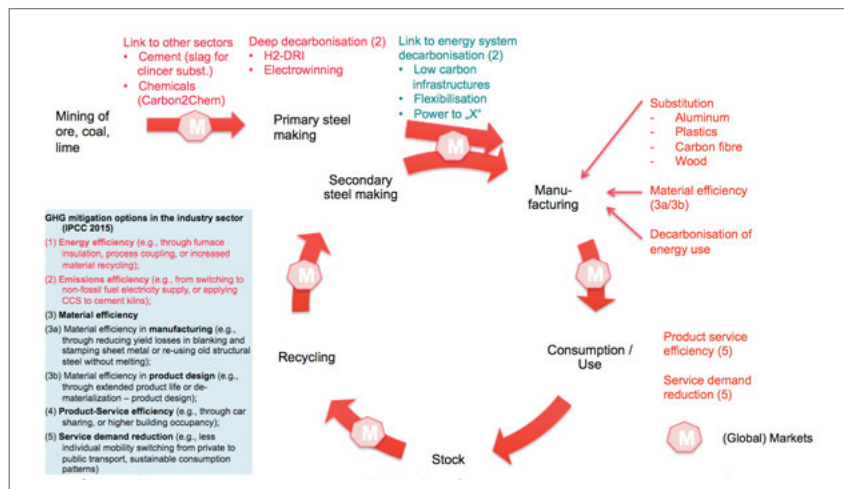
In principle the following technical options to emissions efficiency in processing industries are available (cp. Bataille et al. 2018, Lechtenböhrmer et al. 2016):

- Direct electrification of industrial processes based on renewable (RES) electricity. This strategy is available for stationary power and low-to mid temperature heat. For high temperature applications as well as for specific processes the development of respective technologies (e.g. plasma technology, microwaves, electrolysis etc.) is necessary.

- Indirect electrification of processes via fuels based on RES-electricity such as hydrogen and liquid as well as gaseous synthetic hydrocarbons. Production of these requires huge amounts of electricity but in the case of hydrocarbons potentially hardly any changes in the process technologies using them. For hydro-

gen energy losses are lower and combustion emissions can be almost completely avoided but handling as well as use technologies require (partly challenging) technical changes.

- Next to the energetic purposes synthetic hydrocarbons also can be used as base materials for plastics.
- A very promising option for energetic as well as material uses is biomass. It can be directly used energetically or gasified and converted into biobased products via several routes. Its disadvantage, however, is the limited availability of land to sustainably source vast bio resources without out-competing e.g. food uses.
- Finally carbon capture can be used as a technology to strip carbon at places of emission and either store the carbon or use it for the production of synthetic hydrocarbons. (In these cases, however, only the material use leads to a more long term storage of the carbon for years or decades.)



**Fig. 2** GHG mitigation options along the value chain of steel products  
 Source: Lechtenböhrmer and Vogl 2017; strategies from Fischedick et al 2014

Electrifying of basic materials as well as converting to biomass feedstock would need enormous amounts of biomass or RES-based electricity. For the EU that could e.g. mean to increase electricity production by around 60% just for basic materials production (Lechtenböhmer et al. 2016). A number that also indicates the significant need for clean energy infrastructures supplying the above mentioned emission efficiency or deep decarbonisation strategies. These infrastructures need to be developed in parallel or possibly even in advance to enable the large scale conversion of industrial processes to electricity or other options.

Therefore it becomes obvious that on top of inventing and developing the technologies to decarbonize basic materials processing it is important to curb basic material demand globally, by reducing material intensity of products and services, as indicated by the strategies 3 to 5 in Figure 2 above.

To spur developments into this direction a dedicated industrial policy is needed that integrates climate, energy and infrastructure policies as well as innovation and resource productivity in an intelligent way.

### **A new paradigm for industrial policy to tackle the decarbonisation challenge**

Industrial policy traditionally has a rather poor reputation as mainly trying to prevent structural changes. Therefore, until the recent past industrial policy has rather been a barrier to climate mitigation than an asset. The high amount of environmentally harmful subsidies still paid is a proof of this. A recent OECD study found that OECD member states are still financing fossil ener-

gies with 70 bln \$ a year vs. only 20 bln for renewables.

More recently there has been emerging a new connotation: the green industrial policy or green growth idea. Policymakers in Korea and the EU but as well as in many other countries and also companies like Siemens found that green markets were actually among the fastest growing sectors – a point that was particularly strong during the financial crisis – with also good prospects for further growth. This observation has led many policymakers including the EU to put not only the challenges of climate policies but increasingly the chances of mitigation policies at the center stage of their “re-industrialisation” strategies. The latest development in the EU can be found in the most recent EC communication on “A renewed EU Industrial Policy Strategy” (EC 2017).

It is important but by far not enough that industrial policy discovers climate mitigation as a chance for innovation, growth and jobs and tries to harvest these options that are given by energy transition and climate leadership. Industrial policy needs to identify its crucial role in achieving the ultimate goals of sustainability and decarbonisation: Without a targeted new industrial policy, economies will not be able to innovate fast enough to have the technologies in place to deeply decarbonise materials processing industries, which is needed around mid of the century at the latest. Further, without such new policy approach governments will not be able to provide the necessary infrastructures (e.g. green electricity and sustainable biomass) for such a development, nor will companies and societies be able to harvest the potentials of dematerialisation which are embedded along the value

chain and therefore often out of the views of traditional players in industries and policymaking.

Important elements of such a targeted and integrated new industrial policy with a focus on the processing industries many elements of which have been developed by Aiginger (2014). Nilsson et al. (2017) point out that “an industrial policy for well below 2 degrees Celsius” requires profound changes in industrial processes as well as innovation, trade, circular economy, energy and climate policies. They provide a brief overview of such a policy together with the innovation challenges for the processing industries and argue that a strong combination of technology push and market pull created by policy and regulation is needed in addition to the self-propelling voluntary markets. For this governments need long term visions, that can emerge from climate policy by looking beyond mid term targets, and by including all stakeholder groups e.g. using continuous joint participatory processes (Mathy et al., 2016).

These points make it clear, that deep decarbonization of processing industries needs not only strong technological innovation and strong new infrastructures but particularly a new targeted and integrated industrial policy approach which is;

- Target oriented; i.e. puts sustainability and decarbonisation at the center stage of its target system,
- Integrated as it integrates climate, energy, infrastructures, innovation and resource efficiency, and
- Inclusive by engaging industrial stakeholders together with all societal stakeholders and enabling them to revitalize a positive narrative around industrial production.

Such an industrial policy for a well below 2° future would clearly mean a new paradigm for industrial policy

which goes far beyond traditional views of industrial policy as well as green growth strategies.

*For further information, please contact:  
stefan.lechtenboehmer@wupperinst.org*

## BIBLIOGRAFIA

Aiginger, K. (2014) Industrial policy for a sustainable growth path, Policy Paper no 13, *The WWW for Europe Policy Paper series*, WIFO - Austrian Institute of Economic Research, Vienna

Allwood J.M.A., Ashby M.F., Gutowski T.G., Worrell E. 2011 Material efficiency: a white paper. *Resour. Conserv. Recycling* 55, 362–381. (doi:10.1016/j.resconrec.2010.11.002)

Bataille, C., Åhman, M., Neuhoff, K., Nilsson, L.J., Fischedick, M., Lechtenböhmer, S., Solano-Rodriguez, B., Denis-Ryan, A., Steibert, S., Waisman, H., Sartor, O., Rahbar, S.: A review of technology and policy options for making heavy industry products consistent with Paris Agreement compatible deep decarbonization pathways, *Journal for Cleaner Production* (manuscript under review)

EC (2017) Investing in a smart, innovative and sustainable Industry, A renewed EU Industrial Policy Strategy, European Commission, COM(2017) 479

Fischedick, M., Roy, J., Abdel-Aziz, A., Acquaye, A., Allwood, J.M., Ceron, J.-P., Geng, Y., Kheshgi, H., Lanza, A., Perczyk, D., Price, L., Santalla, E., Sheinbaum, C., Tanaka, K., 2014b. Industry: *IPCC Assessment Report 5. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* 739–810

IEA - International Energy Agency (2017): *Energy Technology Perspectives 2017 – Catalysing Energy Technology Transformations*. Paris  
Lechtenböhmer, S., L.J. Nilsson, M. Åhman and C. Schneider (2016) Decarbonising the energy intensive basic materials industry through electrification - Implications for future EU electricity demand, *Energy*, Vol. 115, pp. 1623-1631

Lechtenböhmer, S., Vogl, V. (2017): GHG mitigation options along the value chain of steel products, contribution to WP2 of the REINVENT-Project, Draft working paper, Lund

Mathy, S., Criqui, P., Knoop, K., Fischedick, M., Samadi, S. (2016): Uncertainty management and the dynamic adjustment of deep decarbonization pathways. *Climate Policy* 16, S47–S62. doi:10.1080/14693062.2016.1179618

Nilsson, L.J., Åhman, M., Vogl, V., Lechtenböhmer, S. (2017): Industrial policy for well below 2 degrees Celsius – The role of basic materials producing industries. A contribution to the LCS-RNet 2017 annual meeting, Warwick, forthcoming

Wesseling, J.H., S. Lechtenböhmer, M. Åhman, L.J. Nilsson, E. Worrell and L. Coenen (2017) The transition of energy intensive processing industries towards deep decarbonization: Characteristics and implications for future research, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 79, pp. 1303-1313







La Commissione Europea, dal 2015, in previsione della COP-21, nel quadro delle prospettive di sviluppo del Programma per l'osservazione della Terra Copernicus, ha iniziato a raccogliere informazioni e realizzare studi propedeutici a verificare la possibilità e l'utilità di sviluppare una missione satellitare e un servizio operativo ad essa correlata, per il monitoraggio della CO<sub>2</sub> antropogenica e specificamente mirata a consentire una valutazione più efficace delle *large point emission sources* (grandi sorgenti puntiformi di emissioni), come i grandi complessi industriali, le centrali elettriche e le aree urbane. Questa attività ha avuto un obiettivo focalizzato soprattutto a determinare se vi sia un impatto della CO<sub>2</sub> sui macro e micro sistemi della Terra e, in particolare, quanto possa essere cruciale questo impatto. L'intero lavoro è stato supportato sviluppando e utilizzando il modello teorico per prevedere i cambiamenti e i comportamenti plausibili in futuro.

A fine 2017 la Commissione ha pubblicato il Report *Space CO<sub>2</sub> - An Operational Anthropogenic CO<sub>2</sub> Emissions Monitoring & Verification Support Capacity* [1], nel quale, per supportare il lavoro teorico e convalidare i modelli sviluppati ad oggi utilizzati, è stato valutato importante fornire osservazioni e misurazioni, al fine di registrare il comportamento climatico lungo l'anno [2].

Partendo quindi da un'analisi delle esigenze di supporto alle attività di monitoraggio e controllo condotte dagli inventari correnti e dagli scenari, sono state individuate le seguenti funzionalità su cui concentrare la missione e il suo relativo servizio all'interno del Programma Copernicus (Figura 1):

1. *rilevare i punti emissivi principali*. Un punto emis-

sivo principale è definito come una piccola area circondata da un forte gradiente di concentrazione di CO<sub>2</sub>, determinato dal fatto che l'area contenga una fonte di emissione di CO<sub>2</sub> di grandi dimensioni. Questo può essere determinato dalla rilevazione di una grande centrale elettrica, di una megalopoli o di qualsiasi altra attività caratterizzata da forti emissioni di CO<sub>2</sub> con evoluzione temporale differente;

2. *monitorare le emissioni dei punti emissivi principali*. Sono necessarie misurazioni continue per confrontare il livello di emissioni misurato rispetto alle misurazioni precedenti e per monitorare le riduzioni delle emissioni locali delle attività all'interno del punto emissivo. La precisione delle misurazioni deve garantire la capacità di attribuire le anomalie delle emissioni di CO<sub>2</sub> relative al livello di

fondo della concentrazione di CO<sub>2</sub>;

3. *valutare i cambiamenti della quantità delle emissioni rispetto agli obiettivi di riduzione locali*. Si tratta del monitoraggio delle strategie di riduzione delle emissioni attuate sui punti emissivi, per raggiungere gli Obiettivi riportati nei contributi nazionali definiti (NDC). Nell'UE ciò richiede ad esempio il monitoraggio, al livello più appropriato, non solo delle strutture di fonte puntiforme (come gli impianti di produzione energetica e industriale che rientrano nel sistema di scambio delle emissioni, ETS), ma anche delle megalopoli, dove si concentrano le attività antropogeniche, con picchi di emissioni ascrivibili al settore dei trasporti e agli edifici;
4. *Valutare le emissioni e i cambiamenti nazionali ogni 5 anni*. Ciò richiede la proiezione dell'intera area,

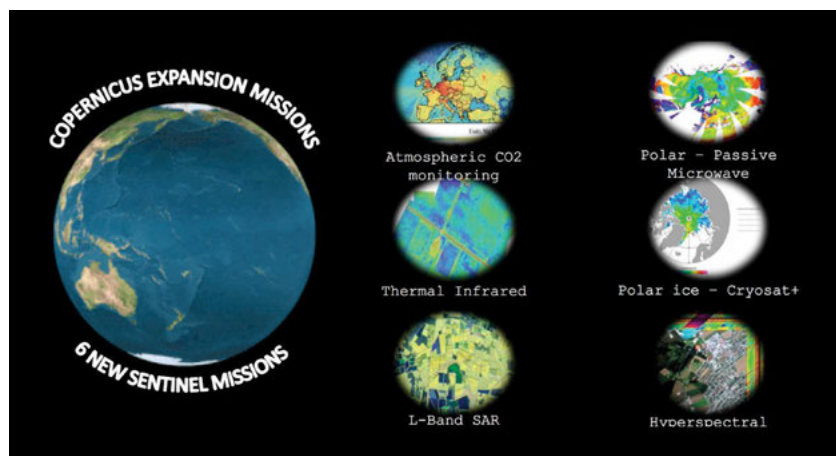


Fig. 1 Nuove Missioni Sentinel previste nel nuovo quadro finanziario della CE- Regolamento Copernicus. La priorità 1 è stata data alla missione CO<sub>2</sub>

al fine di tenere conto dei cambiamenti nei modelli di emissione con punti emissivi nuovi o occasionali, al fine di fornire uno strumento di valutazione da utilizzare nell'ambito dell'accordo di Parigi per la valutazione complessiva dell'andamento delle emissioni di gas serra (*global stocktake*) prevista con cadenza quinquennale a partire dal 2023.

L'utilizzo delle osservazioni satellitari di gas serra ai fini della preparazione degli inventari delle emissioni riveste prevalentemente un carattere di verifica delle quantità a livello nazionale e globale trasmesse dalle Parti della Convenzione sui Cambiamenti Climatici, consentendo l'identificazione dei potenziali gap informativi presenti nei dati trasmessi, dati che sono anche l'input principale dei modelli utilizzati per la verifica degli impatti dei cambiamenti climatici.

Le concentrazioni di gas a effetto serra osservate nei siti di monitoraggio, piattaforme di osservazione mobili o rilevate a distanza dai satelliti possono essere utilizzate per fornire stime di emissione mediante una tecnica nota come modellazione inversa. I modelli inversi calcolano le emissioni combinando in modo ottimale le osservazioni di concentrazione con un modello di trasporto atmosferico. Nel fare ciò, il modello inverso deve tener conto delle stime di incertezza sia delle osservazioni sia del modello atmosferico.

Nonostante la scala di tali modelli possa essere progettata intorno ai confini locali, regionali o globali e possa fornire informazioni sull'entità, sulla distribuzione geografica e sull'andamento delle emissioni, bisogna notare che la misura dei flussi emissivi

necessariamente include il contributo di tutte le sorgenti (antropogeniche e naturali) così come i fenomeni di trasporto atmosferico da un confine all'altro (Regione, Stato ecc.). E quindi anche l'attribuzione del flusso a una specifica sorgente è di non semplice definizione.

Inoltre la qualità delle emissioni derivate dal modello dipende in modo critico dalla qualità e quantità delle misure e dalla qualità del modello atmosferico, poiché in genere c'è una propagazione dell'osservazione stimata e dell'errore del modello.

La qualità dei risultati delle tecniche di modellizzazione dipende anche dal gas serra che si vuole monitorare. Maggiore è l'incertezza associata alle stime del gas nell'inventario, maggiore può essere l'utilità di una

verifica con i risultati del modello, come ad esempio, per il metano e gas fluorurati o per le emissioni sul territorio. Per la CO<sub>2</sub>, in particolare, l'uso dei modelli è molto esteso, anche se si monitorano soprattutto flussi da sorgenti naturali; in questi casi, però, l'incertezza dei modelli può essere molto più elevata che quella delle stime degli inventari nazionali. Nella Tabella 1 sono riportati i punti di forza e di criticità in relazione alla disponibilità delle informazioni raccolte da tali modelli su scala nazionale e su scala urbana.

Il sistema di monitoraggio e verifica (MVS), identificato nell'ambito del programma Copernicus, dovrà integrare una vasta scala di osservazioni disponibili, eterogeneamente distribuite nello spazio e nel tempo at-

Gas	Punti di forza/Successi	Criticità/Punti di debolezza	Sviluppi futuri/ Possibilità
CO <sub>2</sub>	Vasta scala di osservazioni, anche se per la maggior parte riferite ai flussi naturali	L'incertezza dei modelli può essere molto più elevata di quella degli inventari delle emissioni. Non sono utilizzate per il reporting nazionale	Necessità di osservazioni che misurino le emissioni antropogeniche
CO <sub>2</sub> scala urbana	Presenza di studi su scala urbana con diversi elementi di successo. Le incertezze sulle stime sono relativamente più elevate di quelle su scala nazionale.	Anche in presenza di reti diffuse di osservazioni, gli errori nella stima delle emissioni sono elevate, a causa delle interferenze con i flussi naturali dalla vegetazione. Non sono utilizzate per il reporting nazionale	Molte attività in corso per lo sviluppo di reti di osservazioni, progetti pilota per la stima delle emissioni urbane, e trend che contano sul contributo delle osservazioni satellitari

Tab. 1 Punti di forza e di criticità in relazione alla disponibilità delle informazioni raccolte da tali modelli su scala nazionale e su scala urbana



Fig. 2 La piattaforma basata su OneWeb utilizzata come base per il concetto di costellazione SCARBO insieme alle missioni oggi operative

traverso un sistema che utilizzerà la nuova concezione di microsattelliti. Si tratta di una piattaforma basata su OneWeb-SCARBO, integrata con le missioni oggi già operative Sentinel 5P, Merlin e MicroCarb (Figura 2). I principali elementi che compongono tale sistema saranno:

1. osservazioni in-situ: le infrastrutture sono già implementate e operative anche se necessitano di un adeguamento nella capacità di raccolta del dato, con particolare riferimento alla possibilità di distinguere le emissioni di CO<sub>2</sub> antropogeniche dai flussi naturali e di una classificazione delle emissioni antropogeniche sulla base della loro provenienza, ad esempio se da impianti puntuali o da città;
2. osservazioni satellitari: vanno definite le basi minime necessarie per rendere confrontabili le osservazioni già disponibili. Attraverso i dati osservati deve
3. essere possibile distinguere i fenomeni naturali dai fenomeni antropogenici, avere una copertura globale dell'atmosfera, mantenere incertezze contenute sulle misure e poter valutare il contributo degli oceani;
3. modellistica e simulazioni: questi approcci servono per riprodurre i fenomeni naturali atmosferici (come il trasporto delle sostanze in atmosfera, le emissioni degli oceani e il ciclo del carbonio) e identificare e stabilizzare quegli elementi di incertezza che caratterizzano le osservazioni. Inoltre i modelli sono necessari per definire un contorno omogeneo ai dati osservati che consenta di estrarre dai dati osservati tutte le informazioni di interesse. I modelli sono quindi lo strumento principale per ridurre gli errori e l'incertezza delle misure, sia satel-

litari, sia in-situ, attraverso la definizione di un insieme di parametri di controllo.

L'esigenza principale da soddisfare è avere la disponibilità di dati senza colli di bottiglia. Ciò comporta la necessità di sviluppare un sistema veloce ed efficiente di *data management*. Infine il sistema MSV deve contenere una fase di verifica attraverso l'integrazione delle misure con le osservazioni e informazioni a priori disponibili, così come, ad esempio, il confronto con le stime degli inventari delle emissioni comunicate ufficialmente dai Paesi nell'ambito della Convenzione sui Cambiamenti Climatici.

Tale confronto, attraverso l'utilizzo delle informazioni dettagliate raccolte per la preparazione degli inventari, da un lato può essere utile per la messa a punto e la valutazione dei modelli e delle misure satellitari e in-situ, dall'altra può contribuire a colmare i gap informativi degli inventari delle emissioni, ed in particolare per quegli ambiti dove maggiore è l'incertezza delle stime, come

ad esempio le emissioni dai suoli e quelle dovute ai cambiamenti di uso del suolo.

La missione CO<sub>2</sub> comporta un'enorme quantità di investimenti sia in risorse tecnologiche che umane, in un periodo in cui la politica deve affrontare molti altri problemi sociali ed economici che possono essere valutati come prioritari. La decisione di investire nella missione operativa di CO<sub>2</sub> discende dalla necessità di contemperare il monitoraggio sui fenomeni di inquinamento con un possibile risparmio economico. Infatti le implicazioni per il mondo scientifico e per le comunità degli utenti, pubbliche e private, derivanti dell'attivazione di un servizio *core* Copernicus dedicato al monitoraggio della CO<sub>2</sub> potrebbero essere considerevoli, in particolare, nel caso in cui maturassero le condizioni per un suo svilup-

po applicato proprio al territorio. Per implementare l'architettura di un servizio CO<sub>2</sub> è quindi opportuno definire un'architettura tecnologica multi-livello, che consenta di gestire l'alimentazione da più fonti dati, la memorizzazione distribuita, l'integrazione e pubblicazione dei dati provenienti da diverse fonti di informazione in un contesto di scalabilità, flessibilità e robustezza garantendo la continuità dei dati in situ delle stazioni di monitoraggio sui gas serra installate nel territorio. Lo sviluppo delle applicazioni dovrà quindi comportare un effetto misurabile in termini di efficacia ed economicità, per le pubbliche amministrazioni e per il tessuto imprenditoriale. In tale contesto per l'Italia giocherà un ruolo importante riuscire a sfruttare la convergenza di alcune condizioni:

- il ruolo di ECMWF che gestirà

il futuro servizio CO<sub>2</sub> operativo come ente delegato per conto della Commissione Europea;

- le opportunità di sviluppo del programma di *Space Economy* nazionale che prevede con l'asset Mirror Copernicus, di creare accanto all'architettura tecnologica, un insieme di servizi e attività, necessarie per promuovere e favorire l'adozione e utilizzo della nuova piattaforma di servizi legati anche al monitoraggio della CO<sub>2</sub>;
- l'esperienza di lavoro comune sviluppata dai differenti attori nazionali nell'ambito del tavolo tecnico nazionale sulla decarbonizzazione attivato a fine 2015 dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

*Per saperne di più:*

*riccardo.delaretis@isprambiente.it*

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Task Force B - European Commission, *An Operational Anthropogenic CO<sub>2</sub> Emissions Monitoring & Verification Support Capacity*, (2017), ISBN 978-92-79-72101-4 doi 10.2760/08644
- 2 Buchwitz, M., Reuter, M., Bovensmann, H., Pillai, D., Heymann, J., Schneising, O., et al. (2013). Carbon Monitoring Satellite (Carbon-Sat): assessment of scattering related atmospheric CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> retrieval errors and first results on implications for inferring city CO<sub>2</sub> emissions. *Atmospheric Measurement Techniques*, 6(12), 3477-3500. doi:10.5194/amt-6-3477-2013



# The role of women in the decarbonization path

Gender equality is a fundamental condition to achieve a just and efficient transition to a low-carbon economy. A successful inclusion of women in the sector means achieving greater diversity and complementarity as well as expanding the pool of talent to better address the demand for skills. In more advanced economies, actions addressing the existent gender gap in education are needed in order to exploit the employment potential of the clean energy sector. Although varying along with differences in socio-economic and cultural settings, there are specific opportunities for women in developing countries as well

DOI 10.12910/EAI2018-46

di **Emanuele Cazzola**, *Università LUISS Guido Carli Roma*

**T**o this date, women continue to be an underutilised source of value in the vast majority of countries and sectors of the economy worldwide. This severely hinders the development capabilities of each country for it reduces the size of their pool of talent and consequently the possibility to satisfy the demand for skills. The lack of integration of women in the economic sector in general is a cost that in Italy reaches around 7% of GDP, according to Banca d'Italia. Even more, in the transition to a low-carbon economy, the participation of women can be understood

as a necessary condition of success. In fact, such enormous task entails a transformation of society that will not be accomplished without the full participation of all its members. Hence, equal opportunities for both sexes to participate to the process, as well as to benefit from its positive socio-economic impacts, need to be ensured. This is specifically relevant in the energy sector in general, as it is key to a successful transition to a low-carbon economy. Alas, we are far from reaching full gender-equality and the renewable energy sector is one of the least gender-balanced to date. However,

efforts to promote gender-equality are experiencing a positive momentum worldwide. It was within this thrust that ENEA, in collaboration with IEA and Clean Energy Education and Empowerment (C3E) Technology Collaboration Programmes (TCP), organized 'Knowledge Building on Women in Clean Energy', on 11<sup>th</sup> April 2018[1]. This workshop saw the participation of many representatives from NGOs and Government Agencies of different countries (Italy, Sweden, Austria, Canada, United States, Australia, India and South Africa), International Organizations (UNECE,



FAO, UNIDO, OECD, World Bank, ILO, IRENA) and education and research institutions as well as representatives of private companies of all sizes operating in the sector. The purpose of the workshop was to promote collaboration among all actors to overcome obstacles, such as lack of data and knowledge on gender, and identify priorities to overcome the gender-gap in the clean energy sector.

These can be considered some of the first steps towards a successful exploitation of the many opportunities provided for women by the process of decarbonization. A general but not fully exhaustive introduction to these opportunities is proposed in this article.

### **Employment in the renewable energy sector**

As already mentioned above, the renewable energy sector is one of the least gender-balanced. At the same

time, it has an enormous potential for employment generation.

The sector employed 10.3 million jobs in 2017, a 5.3% increase from the previous year 2016 [2]. Although it has grown across a variety of countries, China, Brazil, the United States, India, Germany and Japan are in the lead 2017 [2]. The greatest increase concerned the Photovoltaic industry, expanding roughly around 9% from 2016.

The share of women employed in the renewable energy sector is hard to determine due to a severe lack of sex-disaggregated data at the global level (relevant contributions on this aspect in the above-mentioned workshop will be discussed further below). However, IRENA has recently conducted several surveys aiming to extract sex-disaggregated data by addressing private companies in the clean energy sector. As a result, in 2016 the average share of women employed in the 90 companies which responded the survey was

around 35%, a number higher than the respective for traditional fossil-fuel sector (2016) [2]. The lower degree of gender discrimination in the renewable energy sector with respect to the traditional energy sector was confirmed by a later survey in 2017 [2].

### **Future trends**

Recent estimates suggest that a progressive decarbonization in electricity, transport and construction, and consequent improvement in sustainability in the energy sector, will create roughly 18 million more jobs by 2030 in comparison to a business-as-usual path [3]. This net job growth is the result of roughly 24 million jobs created and 6 million jobs lost. It will concern the renewables sector (+11%), the manufacturing sector (+0.5%), the construction sector (1.7%) as well as services, waste management and agriculture sectors, though by a smaller magnitude[3]. At the regional level, the Americas (0.45%), Asia and the Pacific (0.32%) and Europe (0.27%) will experience net job growth, while the Middle East and Africa are likely to experience net job losses (-0.48 and -0.04% respectively) if maintaining the historical trend in their economic structure [3].

Importantly, the fossil-fuel and related sectors are expected to experience job-losses. According to IRENA, this is already happening due to automation in extraction, oversupply and lowering prices of oil and the pressure of renewable energy among the factors (2018) [2].

Among the determinants of net job creation is the higher labour demand of clean energy vis-à-vis fossil-fuels produced energy, including employment demand of the value chain of

renewable energy, electric vehicles and construction [3]. In addition, skilled personnel previously employed in the traditional energy sector could be transferred to the renewable energy sector (for example, electrical engineers and technicians sourced from the conventional electricity industry) (2013) [2].

In the context of the workshop, Bipasha Baruah (Global Women's Issue, University of Western Ontario, Canada) presented the campaign 'Blue Green Canada' launched to capture public opinion concerning an increase in investments in clean energy. Accordingly, investing a million dollar in the traditional fossil-fuel sector in Canada would result in 2 new jobs created against 15 new jobs in the renewable energy sector. Unfortunately, while this scenario may seem to suggest a net increase in job creation for women, ILO warns that there is an elevated risk that decarbonising the economy will only confirm the current gender gap, if considerable effort is not taken to narrow gender segregation at the educational and occupational level [3].

### The issue of training

One of the factors contributing to occupational segregation, particularly in more advanced economies, is certainly the under-representation of women in STEM fields (Science, Technology, Engineering and Maths) at advanced career levels (graduate and research). This remains a major concern, broadly identified worldwide and discussed during the workshop, for it hinders the achievement of gender equality in the renewable energy sector. Ultimately, it translates into a limitation in size and diversity of the pool of talent available to each country for satisfying the

demand for skills and reaching the maximum development potential.

Gender gap in STEM fields varies from country to country as it depends on different socioeconomic and cultural factors. In Europe, data on the level of progress made in gender equality for Research and Innovation is provided for by the latest edition of 'She Figures' [4]. Accordingly, in 2012 women were over-represented amongst PhD graduates in most fields in the EU, except for in science, mathematics and computing, engineering, manufacturing, construction and services [4]. In the same year, women represented only 28 % of PhD graduates in engineering, manufacturing and construction in the EU [4].

In the workshop, some participants have presented several initiatives designed as a response to this issue. Monica Parrella (Department for Equal Opportunities, Presidency of Council of Ministers, Italy) presented the three-year program started by Italy last year, promoting two-week summer schools for lower-education school members to counter stereotypes and introduce them to STEM fields. Sabine Mitter (Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technologies) presented FEMtech, a project aiming to raise awareness and sensitisation to achieve equal opportunities in industrial and non-university research, which included a data-base of female professionals and the nomination of a 'Female of the Month' to provide for role models. Kimberly C. Ballou (Department of Energy, USA) introduced the programs adopted to promote gender balance in STEM fields in the United States: STEM Role Model Training to empower STEM professionals from across the Department of En-

ergy to effectively prepare colleagues to serve as confident role models for under-represented students in STEM fields; STEM Mentoring Cafes to promote introduction of middle school students to STEM through interaction with STEM professionals and Women@Energy to create dialogue on personal experiences of women employed in STEM fields. Alexandra Nowak (Department of Energy, OECD) illustrated recent publications by OECD dealing with the promotion of women in STEM fields [5].

Furthermore, Francesca Zajczyk (Department of Sociology and Social Research, Bicocca University, Italy) has provided a general overview of educational and cultural models for youth, based on data gathered at Italian and EU level. She emphasised the role of self-perception in shaping educational and professional choices. This is relevant as gender gap in STEM fields starts forming when different career paths are chosen for boys and girls as young as 15 years of age [5]. Her study showed gender segregation across disciplines is favoured by widespread stereotypes and prejudices towards scientific subjects, in schools and in families as well as in society in general. As a result, only 31% of the girls between 11 and 17 years old "consider Maths a funny subject" and a meaningful share of girls believe males are more talented than females in scientific subjects. Moreover, the lack of female role models reinforces such segregation.

These findings suggest action is to be taken in the system of early education, to contrast stereotypes formation that can result in educational segregation, in the long-term.

However, as mentioned by Rabia Ferroukhi (Knowledge, Policy and

Finance Centre, IRENA), the clean energy sector does not exclusively provide employment opportunities in STEM fields. Environmental specialists, legal and administrative positions are widely available in most companies operating in the sector, a valuable source of employment for women that should not be overlooked.

### **The lack of sex-disaggregated data**

Because of the lack of sex-disaggregated data reported above, there is a risk for gender inequalities to remain mostly unnoticed, particularly in STEM fields. The issue was addressed during the workshop which dedicated a session to discussing the tools and methods to assess women workforce in clean energy at country level.

In this regard, Branislava Jovicic (BGEN and WISE SEE, Serbia) presented the work of Women in Sustainable Energy, South East Europe (WISE SEE), a project that promotes active engagement, representation and strengthening the role of women in sustainable energy, climate action and environmental protection. A pilot study was conducted in Serbia, designed to be replicated in other countries of the region. The methodology included a mapping of professionally engaged women in sustainable energy, climate action and environmental protection. Furthermore, interviews focused on attitudes, roles and professional position held were conducted for 1100 women through CAWI (Computer-Assisted Web Interview). As a result, some sex-disaggregated data was acquired and there is evidence of low participation of women at the top institutional decision-making level, in Serbia. In addition, a growing par-

ticipation of women in STEM fields was observed.

Bipasha Baruah acknowledged the difficulty encountered in finding sex-disaggregated data in both developed and developing countries, adding that it is also crucial to analyse gender equality in the sector against the backdrop of general economic and political environments. Although important determinants of gender gap, they remain seldom addressed.

Efforts to tackle the issue were also announced by Caroline McGregor on behalf of SEforALL, while Valerie Green (UNIDO, South Africa) underlined the need for categorization to ensure that future data gathering can tune in with existing methods. All in all, there was a general recognition of the need for improvement in data collection and develop case-studies to favour efficient policy development.

### **Energy access and clean energy**

In developing countries, where energy access is limited, renewable energy can be an important means for women empowerment. As they are more likely to be involved in the procurement and consumption of energy at the local level, decentralised renewable energy systems offer an opportunity of participation to the decision-making process, and would foster the establishment of small-scale clean energy enterprises, in which women tend to be more involved (2017) [2]. Moreover, limited energy access is likely to have the worst impact on women as they might be forced to spend hours collecting fuelwood, instead of pursuing education or employment (2017) [2]. As a result, employment opportunities arise in the context of

energy access and in the form of employment creation from women-led enterprises.

A crucial issue in developing countries is the one of clean cooking. Massimo Gaiani (Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation, Italy) emphasized the urgency to provide adequate technology and access to electricity to the estimated 3 billion people worldwide. Not only would this reduce an unsustainable use of biomass in the form of fuelwood, but it would also limit the use of indoor open fires which are currently killing an estimated 1.9 million people per year of pneumonia, cancer and chronic respiratory diseases. Approximately 60% of these victims are women and 56% are children under five years of age (2017) [2].

Along with evident environmental and health benefits, clean cooking would also provide important economic benefits. As already mentioned, women, more than men, would be better able to pursue employment or education. Moreover, employment creation in the manufacturing and construction of improved cook-stoves increases women's employment opportunities.

### **Final Remarks**

There seems to be widespread agreement that gender equality is a fundamental condition to achieve a just and efficient transition to a low-carbon economy. A successful inclusion of women in the sector means achieving greater diversity and complementarity as well as expanding the pool of talent to better address the demand for skills.

In more advanced economies, actions addressing the issue of training

are needed in order to exploit the employment potential of the clean energy sector and close the existent gender gap. Moreover, increase flexibility in the workplace to guarantee greater work-life balance and equal pay are crucial targets. In general, specific policies addressing gender differences need to be tailored to favour the inclusion of women in all sectors. In addition, women's responsiveness to environmental issues is an impor-

tant asset. This is particularly evident in developing countries, where women have been shown to be the main beneficiaries of improvement in energy supply. Although varying along with differences in socio-economic and cultural settings, there are specific opportunities for women in developing countries. Improving energy access at the local level, favouring the emergence of small-scale clean energy enterprises and providing for clean-cooking will re-

sult in women empowerment. Finally, efforts in the educational system are needed to foster a more comprehensive change in individual behaviour that is the necessary condition for both the achievement of a gender-equal society and a successful transition to a green economy.

*For further information:*  
[emanuele.cazzola@studenti.luiss.it](mailto:emanuele.cazzola@studenti.luiss.it)



## BIBLIOGRAFIA

1. ENEA - Donne e clean energy. L'Italia nel C3E TCP, programma di collaborazione IEA - <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-eai/n-1-gennaio-marzo-2018/donne-e-clean-energy.pdf>
2. IRENA – Annual Review (2013, 2016, 2017, 2018) - <http://www.irena.org/publications>
3. ILO – Greening with Jobs, 2018 – [http://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS\\_628654/lang-en/index.htm](http://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_628654/lang-en/index.htm)
4. European Commission – She Figures 2015 - [https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_gender\\_equality/she\\_figures\\_2015-final.pdf](https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_gender_equality/she_figures_2015-final.pdf)
5. OECD – The Pursuit of Gender Equality, An Uphill Battle (2017) - <http://www.oecd.org/publications/the-pursuit-of-gender-equality-9789264281318-en.htm>

### Giovanni Battista Zorzoli (Z)

*Docente al Master EFER dell'Università Sapienza e al RIDEF del Politecnico di Milano, presidente Coordinamento FREE*



### Alberto Clò (C)

*Già professore di Economia Applicata, direttore rivista «Energia». Ministro dell'Industria (1995-96)*

.....  
Punto & Contropunto è mediata da una tradizione anglosassone. In molte riviste, ma anche in testi divulgativi, si mettono a confronto sullo stesso argomento le opinioni di personalità provenienti da approcci empirici e culturali differenti. Anche la nostra rivista intende proporre questa modalità  
.....

**L'Unione Europea ha disegnato una Road Map per arrivare alla riduzione dei gas ad effetto serra (GHG) del 40% entro il 2030 e del 90% entro il 2050. Tutto ciò tenendo conto dei valori di emissione di GHG al 1990. Molti scienziati, ma anche molti politici e molti commentatori, si dicono scettici rispetto alla possibilità che tale traguardo possa essere raggiunto. Altri opinionisti, invece, si dicono ottimisti sul raggiungimento del traguardo fissato. Qual è il vostro pensiero in proposito?**

**Z:** Scomponendo le emissioni di CO<sub>2</sub> secondo una variante dell'Identità di Kaya, che individua i fattori che influenzano l'evoluzione delle emissioni di anidride carbonica derivanti dal consumo di energia, si ha  $CO_2 = POP \times PIL/POP \times Energia/PIL \times Fossili/Energia \times CO_2/Fossili$ . Secondo la Comunicazione della Commissione Europea del 12 ottobre 2006, "Il futuro demografico dell'Europa, trasformare una sfida in un'opportunità", le tendenze in atto, pur in presenza di un saldo migratorio positivo, avranno l'effetto di ridurre leggermente la popolazione totale dell'UE (POP), che diventerà al tempo stesso molto più anziana. E la crescita dell'età media ha un impatto negativo sull'andamento del PIL. I primi due fattori dell'Identità di Kaya tenderanno quindi a ridurre, anche se in misura contenuta, le emissioni.

Se, come si sta già verificando per gli obiettivi delle rinnovabili (Fossili/Energia) al 2020, anche quelli al 2030 saranno sostanzialmente rispettati, le emissioni continueranno a ridursi in misura significativa. Oltre tutto, mentre rispondo a questa domanda, a livello europeo si sta delineando un compromesso, intorno al 30-32% sui consumi finali lordi, tra l'obiettivo più conservativo approvato dal Consiglio (27%) e quello deliberato dal Parlamento europeo (35%). I trend dello scorso decennio mettono in evidenza che difficoltà nella realizzazione degli obiettivi prefissati si sono verificate nel settore termico, ma soprattutto in quello dei trasporti, dove la spinta verso una maggiore elettrificazione, alimentata da un mix produttivo che nel 2030 vedrà le rinnovabili sopra il 60%, è condizione necessaria per farcela, ma non sufficiente. In parallelo andrebbe modificato il ruolo delle diverse modalità di trasporto, in particolare nei centri urbani, non solo con l'incremento nell'uso del trasporto pubblico, ma anche – soprattutto – con l'utilizzo condiviso di quello privato, mentre per il trasporto marittimo e pesante su strada si sta già delineando un maggior ricorso al GNL (gas naturale liquefatto) e al GNC (gas naturale compresso). Un contributo essenziale per raggiungere obiettivi così sfidanti dovrà necessariamente venire da un'accentuata riduzione dei consumi finali, cioè del rapporto Energia/

PIL. Non a caso è in vista anche un compromesso su un ulteriore incremento dell'efficienza energetica rispetto agli obiettivi inizialmente fissati per il 2030. L'efficientamento è però l'obiettivo sulla cui realizzazione si sono finora manifestate le maggiori difficoltà in Europa. In Italia negli ultimi tre anni il risparmio energetico legato a fattori strutturali è addirittura sceso a una media annua inferiore a 1 Mtep: se rimanesse immutato, nel decennio 2020-2030 non conseguiremmo nemmeno la riduzione di 10 Mtep, prevista dalla SEN. Gli interventi strutturali andrebbero comunque accompagnati da una radicale trasformazione culturale, a partire dall'abbandono del consumo compulsivo e dell'obsolescenza programmata dei prodotti, senza la quale il rebound effect rischia di prevalere sui risparmi strutturali.

Il quinto fattore dell'Identità di Kaya ( $CO_2$ /fossili) sarà in misura significativa ridotto dai cambiamenti nel mix energetico imposti dagli obiettivi europei, ma un contributo altrettanto rilevante dovrebbe venire dal phase out degli impianti a carbone, già previsto da alcuni Paesi europei, tra cui l'Italia, e che può essere accelerato dall'imposizione di vincoli alle emissioni sempre più stringenti (che certamente ci sarà) e dall'auspicabile sostituzione dell'inefficace ETS con un carbon pricing crescente nel tempo.

Molti sono quindi i fattori a favore del raggiungimento dei traguardi prefissati, ma solo se la trasformazione culturale si realizzerà in tempi sufficientemente rapidi, la risposta alla domanda potrà essere positiva.

Non possiamo infatti attendere che i braudeliani tempi lunghi della storia facciano il loro corso.

**C:** Ritengo di scarso rilievo il 'gioco delle previsioni' anche guardando i loro passati fallimenti: da quelli recenti dell'Agenzia di Parigi sulla 'rinascita nucleare' o sulla 'golden age of gas' a quelli degli anni Settanta di Marchetti dello IASA di Vienna che prevedeva come il binomio nucleare-solare avrebbe spodestato da lì a poco ogni altra fonte. Oggi, ogni previsione è ancor più aleatoria per la velocità dei cambiamenti ma anche per la miriade di variabili che vi giocano. Cui bisognerebbe aggiungere un fatto normalmente trascurato: il passaggio negli scorsi decenni nella generalità dei Paesi avanzati (Stati Uniti esclusi), dalla programmazione

centralizzata al mercato. Oggi a decidere non sono i governi centrali, se non attraverso la leva della regolazione dei mercati, ma soggetti privati, imprese, famiglie. Il piano nucleare francese fu deciso da Governo e Parlamento in modo autoritario imponendo la costruzione delle centrali a EdF finanziate coi soldi dei contribuenti. Questo mondo non esiste più. I governi possono auspicare, orientare le convenienze dei soggetti economici, ma la decisione finale spetta a chi deciderà in base alle loro convenienze. E di tali decisioni non vi è alcuna certezza. Quel che è importante non è, in conclusione, far proprio uno o l'altro scenario previsionale ma comprendere come far evolvere le cose verso l'uno o l'altro. Se si ritiene che il mercato – grazie all'ondata di innovazioni che si stanno affermando e alle sue convenienze – sia in grado di per sé di fare muovere le cose verso un determinato obiettivo, ebbene affidiamoci ad esso. Anche se vedremo solo ex-post se esse sono andate come atteso. Chi oggi si dice ottimista confida evidentemente nel fatto che la dinamica delle innovazioni che si vanno affermando, dall'economia circolare, all'Internet delle cose, alla mobilità elettrica ecc. consenta inerzialmente di conseguire gli obiettivi fissati a Parigi di riduzione delle emissioni. Se non vi è questa illimitata fiducia, guardando alla dinamica dei fatti reali e non ai miracolistici futuri scenari, bisogna allora ragionare su quali policy adottare perché ciò accada. Se, ad esempio, si sostiene – non ne dubito – che le rinnovabili riescano a camminare da sole, sarà il mercato a riconoscerlo premiando gli investitori. Se invece abbisognano ancora di sostegni, lo si dica. Gli investimenti nelle rinnovabili anche lo scorso anno sono aumentati di molto a livello mondiale, ma unicamente in Cina – dove lo Stato decide e le imprese che esso controlla eseguono – mentre sono diminuiti in Europa e crollati in Gran Bretagna e Germania. I due Paesi paradossalmente più proiettati verso le tecnologie *low-carbon*. E allora che fare? Credere al mercato o chiedere allo Stato? Affidarsi alle previsioni, senza valutarne attentamente le assunzioni (ad es. crescita e prezzi) è un buon viatico per vedersi smentiti dai fatti. Le cose non muovono nella direzione attesa. Dopo Parigi tutti i parametri climatici (vedi ultimi dati dell'AIE) – dalla crescita dei consumi di energia, coperta per oltre il 70% dalle fonti fossili,

alla ripresa crescita delle emissioni – sono peggiorati. Lo scarto tra promesse e impegni è stato definito dall'UNEP come 'catastrofico'. Spazio per l'ottimismo non ne vedo, pur non essendo catastrofista quanto a dimensioni ed effetti dei cambiamenti climatici. Più si dà per scontato Parigi più non si agisce. La verità è che la questione climatica è scivolata nell'interesse delle collettività e degli Stati. Perché delle due l'una: o le profezie dell'IPCC basate su modelli probabilistici sono vere, e quindi la lotta ai cambiamenti climatici dovrebbe essere il primo argomento di cui si parla, o non sono percepite come tali e allora si spiega l'indifferenza se non il fastidio a parlarne se non nelle grandi manifestazioni internazionali, come la COP23 di Bonn, salvo tornare a casa e non far nulla.

**In uno scenario di riduzione dei gas climalteranti, ritenete che i combustibili fossili possano avere un ruolo ancora importante nonostante la riduzione prevista? Se la risposta fosse positiva e qualora si introduca una innovazione tecnologica che riduca l'emissione di GHG, per quali combustibili prevedete un impiego futuro?**

**Z:** L'unica innovazione tecnologica che può ridurre l'emissione di GHG là dove essa è sufficientemente concentrata, è la Carbon Capture and Storage (CCS), che, per risultare economicamente accettabile, deve essere accompagnata da una *carbon tax* intorno a 100 €/t, livello che farebbe automaticamente uscire di scena il carbone e ridurrebbe in misura rilevante l'apporto dei cicli combinati, per cui il ricorso alla CCS diventerebbe superfluo.

*Per le altre tecnologie a emissioni negative di CO<sub>2</sub>*, l'European Academies' Science Advisory Council, formato dalle Accademie nazionali delle scienze (per l'Italia i Lincei) allo scopo di fornire un supporto scientifico ai decisori delle politiche europee, il primo febbraio scorso ha edito un rapporto, con conclusioni negative per l'*Enhanced weathering* (immissione nelle nubi di minerali a base di silicato o di carbonati), per il *Direct Air Capture and Carbon Storage* (facendo scorrere l'aria su liquidi o solidi in grado di rimuovere l'anidride carbonica in essa contenuta) e per la fertilizzazione degli oceani (mettendo ferro nelle loro acque, si accelerano i pro-

cessi di assorbimento della CO<sub>2</sub> presente da parte di alghe planctoniche, che la convertono in materia organica). L'unico strumento di rimozione della CO<sub>2</sub>, utilizzabile con successo, finora realizzato, è la *carbon soil sequestration*, che si può conseguire con l'applicazione ottimale in agricoltura del processo noto come "biogasfatto bene", messo a punto in Italia. Per il resto, si deve impedire – per quanto possibile - la produzione ulteriore di CO<sub>2</sub>, sostituendo le fonti rinnovabili ai fossili e aumentando l'uso efficiente di tutte le materie prime non rinnovabili (economia circolare).

**C:** Ancora importante? Assolutamente e ineludibilmente sì. Le fossili avranno un futuro (diciamo al 2040): con carbone calante ma oil & gas crescenti. Se guardo agli scenari non solo dell'AIE le cose stanno così, a meno che gli Stati non adottino da subito, con urgenza, politiche climatiche molto aggressive, con l'introduzione ad esempio di un *carbon price* superiore sino a dieci volte a quello attuale, come recentemente proposto da Stiglitz e Stern. Non mi sembra tuttavia di scorgere alcuna aggressività nelle politiche della generalità degli Stati per i quali 'business as usual' è l'attitudine prevalente. Così come non mi sembra che il mix delle fonti vada inerzialmente volgendo verso una sua de-carbonizzazione. Le rinnovabili avanzano e di molto ma restano pur sempre, guardando all'ultimo dato aggregato del 2016, al 3% del totale dei consumi energetici contro l'85% delle fossili. Un rapporto di 1 a 28. De-carbonizzare significa capovolgere. La domanda di petrolio sta crescendo come mai e la mitica soglia dei 100 milioni di barili al giorno sta per essere raggiunta. Nello scorso quinquennio ha guadagnato quote di mercato. Affermare che siamo ostaggi del petrolio e gas non significa sostenere che non sia necessario operare per il loro superamento o comunque per ridurre le emissioni di GHG. Due le condizioni. Prima: investire in R&S in tutta la cornucopia di sviluppi tecnologici che si offrono: dalle rinnovabili, alla carbon sequestration, al nucleare di nuova generazione ecc. Quel che invece non sta avvenendo, con spese in R&S miserevoli. Secondo: che il campo di gioco delle innovazioni sia livellato senza che siano gli Stati a dire dove o non dove investire. Due condizioni che non mi sembra si stiano verificando.



**Il raggiungimento di questi obiettivi passa, a mio parere, anche attraverso un cambiamento delle politiche energetiche e ambientali, sia a livello centrale sia a livello periferico. Ritenete che, a tale riguardo, vi sia consapevolezza a livello di Governo centrale e di Governo locale?**

**Z:** Concordo con questa valutazione. Nei primi anni Duemila da parte del governo è prevalso l'attendismo, basato sulla previsione che il Protocollo di Kyoto non sarebbe stato ratificato. Quando, nel febbraio 2005, la ratifica russa l'ha smentita, vi è stata una corsa disordinata a recuperare il tempo perduto, che ha finito col costare più del necessario, provocando una contromossa: decelerazione eccessiva delle misure di promozione delle rinnovabili, accompagnata da misure di segno contrario (ad esempio lo spalma-incentivi) e dal ritardo sistematico nell'emanazione di provvedimenti richiesti dalla normativa europea o nazionale (il decreto sulle rinnovabili elettriche non fotovoltaiche, che doveva essere operativo a inizio 2017, a metà maggio 2018 è ancora in alto mare). La scarsa consapevolezza del cambiamento richiesto trova inequivocabile conferma nella mancata costituzione a Palazzo Chigi di una cabina di regia della politica energetico-ambientale, ipotesi nemmeno presa in considerazione dalla SEN 2017.

L'eterogeneità delle normative regionali e i frequenti provvedimenti di blocco parziale o totale – ultima, in ordine di tempo, la recentissima moratoria siciliana sull'eolico – sono aggravati dalle difficoltà autorizzative, che spesso fanno

rima con ostilità, da parte di Regioni, Province, Comuni. È sintomatico che, prescindendo dalla modifica introdotta nella più generale proposta di riforma costituzionale bocciata dal referendum del 4 dicembre 2016, in quasi vent'anni non si sia trovata una maggioranza parlamentare per porre rimedio alla parte della riforma della Costituzione del 2001 relativa all'articolo 117, per lo meno là dove ha istituito la cosiddetta “competenza concorrente” tra Stato e Regioni, fonte di confusione e di un numero elevatissimo di ricorsi alla Corte Costituzionale.

Come avrebbe detto Bartali, “l'è tutto da rifare!”

**C:** La consapevolezza, se vi è, è più verbale che fattuale. I governi ne parlano ma non agiscono, perché Parigi non è un pasto gratis e comporta oneri aggiuntivi per le economie; richiede enormi investimenti incrementali da sottrarre ad altre destinazioni, mentre non è chiaro da dove provengano le risorse: se dai consumatori e/contribuenti o dal mercato. In tal caso bisognerebbe garantire ex-ante agli investitori una redditività a spese comunque dei consumatori o contribuenti. Non è un caso che in nessuna campagna elettorale, da quella americana, francese, tedesca, italiana la questione climatica sia stata nemmeno sfiorata. Perché i governi sanno bene che le politiche climatiche sono politicamente ed elettoralmente costose, mentre altre priorità stanno nelle loro agende: la ripresa delle economie, le tensioni internazionali, i rischi di un nuovo protezionismo ecc. .

**Si parla molto spesso, anche senza una corretta visione, della relazione Energia-Clima. L'Unione Europea sembra essere consapevole di ciò tant'è che, sempre più frequentemente, i due argomenti vengono, per così dire, “raggruppati” e viene chiesta ai Paesi membri un'azione forte per presentare l'argomento in maniera unitaria. Ciononostante, non si riesce a capire come la decarbonizzazione possa essere realizzata in Europa dove alcuni governi basano il loro sistema energetico, interamente o quasi, sui combustibili fossili. Conseguentemente, si pone la questione se si possano stabilire degli obblighi validi per tutti. In tal caso, quale può essere una modalità realistica e condivisa da tutti i Paesi europei?**





**Z:** Si può uscire dall'*impasse* con l'accettazione di politiche di *carbon pricing* da parte di tutti gli Stati membri, obiettivo realizzabile solo se si tiene presente che l'ostilità ad assumere impegni vincolanti è spesso (non sempre) dettata da motivazioni non prive di fondamento.

Esaminiamo il caso della Polonia che, fra i Paesi con un certo peso nell'UE, è il più ostile a misure del genere. L'estrazione del carbone e il suo utilizzo per la generazione di elettricità sono voci rilevanti nel quadro economico polacco e consentono di contenere la dipendenza dal gas russo, destinata a crescere se una parte almeno delle centrali a carbone dovesse essere sostituita da cicli combinati. Inoltre, in un Paese ancora in fase di sviluppo la messa in discussione dell'equilibrio esistente desta inevitabilmente maggiori timori che in uno più sviluppato.

Occorre quindi accompagnare la proposta di un appropriato meccanismo di *carbon pricing* con garanzie di vantaggi collaterali così rilevanti da rendere possibile un atteggiamento più positivo da parte di una fascia consistente dei decisori politici e della popolazione.

A tal fine, non basta che la misura sia fiscalmente neutra, quando, a torto o a ragione, nell'introduzione del *carbon pricing* una quota consistente dei *decision maker* e dell'opinione pubblica ravvisa il rischio di conseguenze economico-sociali negative. Una proposta più convincente dovrebbe quindi destinare prioritariamente il gettito derivante dal *carbon pricing* a sostegno della riconversione produttiva e occupazionale delle attività colpite in processi e prodotti in-

dustriali *low-carbon*, esentando i relativi contributi da qualsiasi vincolo: aiuti di Stato, patti di stabilità ecc. Esauriti gli interventi di "prima priorità", la quota residua del gettito andrebbe innanzi tutto destinata a una congrua riduzione generalizzata delle tasse sul lavoro dipendente e sulle imprese (seconda priorità).

Inoltre, quanto più efficace sarà il *carbon pricing*, di altrettanto diminuirà l'esigenza di misure di sostegno alle rinnovabili, che sarebbero riservate soltanto a quelle meno mature. Il calo dei relativi oneri che, direttamente attraverso le bollette o indirettamente mediante imposizione fiscale, gravano sui cittadini, nella fase iniziale compenserà almeno in parte il maggior costo dell'energia prodotta bruciando combustibili fossili, causato dal *carbon pricing*; costo successivamente destinato a diminuire per il calo dei fossili nel mix energetico.

Temo però che proposte del genere incontrino l'opposizione del governo tedesco, oggi per la sua debolezza ancora più riluttante di ieri ad accettarle.

**C:** Il binomio energia-clima ha caratterizzato la politica europea negli ultimi decenni, dalla firma nel 1986 dell'Atto Unico che stabiliva il principio che la "protezione ambientale sarà una componente delle altre politiche della Comunità", all'attuazione del Protocollo di Kyoto, ai vari pacchetti energia-clima sino all'ultimo del 2014. Contestualmente avanzava però su un altro binario il binomio mercato-energia, senza comprendere le difficoltà a contemperare l'uno con l'altro. Più si consolidava la regolazione ambientale – quando non sorretta da convenienze di mercato – più arretravano gli spazi di libero mercato. A ciò si aggiunga il "peccato originale" della politica energetica europea: il fatto che gli Stati non intendono rinunciare alla loro piena sovranità energetica, non ritenendo che un agire comune ottenga migliori risultati, specie riguardo la sicurezza nazionale, rispetto all'agire singolarmente (come nel caso ad esempio della Germania nei suoi rapporti con la Russia). Non vedo quindi la possibilità di imporre obiettivi eguali a tutti o tantomeno di avviare una programmazione condivisa che ottimizzi l'impiego delle risorse in funzione delle condizioni specifiche di ogni Paese.

**Una delle maggiori obiezioni alla decarbonizzazione, non a caso citata anche da Trump, riguarda i costi economici e anche sociali. Infatti, è stato affermato che le conseguenze di una decarbonizzazione spinta potrebbero portare ad un aumento della disoccupazione, un incremento della povertà energetica, un inasprimento dei costi per imprese e famiglie, nonché a una perdita di competitività delle nostre imprese a livello internazionale accompagnata da una prevedibile diminuzione del PIL. Se tutti questi effetti rientrano in un quadro realistico, esiste una possibilità di attenuazione del loro peso economico e sociale oppure ci sono motivi per ritenere tutto questo quadro pessimistico infondato?**

**Z:** Si tratta di una delle *fake news* messe in giro da Trump. Tra le tante fonti autorevoli che smentiscono le sue affermazioni in materia, per l'Italia mi limito a ricordare lo studio del GSE, che nel periodo 2016-2020 prevede l'installazione di circa 3,7 GW di nuova potenza da fonti rinnovabili, cui sono correlati ogni anno circa 14.000 occupati tra lavoro diretto e indiretto, e il rapporto *GreenItaly 2017* della Fondazione Symbola e di Unioncamere, secondo il quale alla *green economy* si devono già 2milioni 972mila occupati che applicano competenze 'verdi': una cifra che corrisponde al 13,1% dell'occupazione complessiva nazionale. A livello internazionale, ricordo il rapporto ILO/UNEP, "Working towards sustainable development – Opportunities for decent work and social inclusion in a green economy", il quale dimostra che l'economia verde produce maggiori e migliori posti di lavoro, riducendo la povertà e aumentando l'inclusione sociale: una scelta definita "necessaria e possibile" e lo studio della *Freie Universität* di Berlino ("Green Jobs: Impacts of a Green Economy on Employment"), svolto per conto del Ministero Federale della Cooperazione Economica e dello Sviluppo. Chiudo l'elenco con uno studio presentato nel 2015 al *World Economic Forum*, un'assise che

riunisce i big dell'economia e della finanza, certamente non sospetta di pulsioni ambientaliste: se Cina, USA e Unione Europea attueranno gli annunciati programmi di contrasto al cambiamento, entro il 2030 creeranno circa un milione di nuovi *green job*.

**C:** La politica economica del *climate change* indica che i costi delle politiche climatiche sono immediati e locali mentre i benefici saranno globali e lontani nel tempo. Ne beneficeranno le future generazioni, sempre che le misure adottate diano gli effetti desiderati. Questo *trade-off* è alla base dell'attuale sostanziale inazione dei Governi, poco disponibili a pagare nel loro mandato elevati costi politico-elettorali. Combattere i cambiamenti climatici comporta una riduzione dei consumi nel breve per finanziare gli investimenti verdi. L'introduzione, ad esempio, di un carbon price, una delle misure cardine delle politiche climatiche, dovrebbe, per essere efficace, accrescere di molto i prezzi. Non conta tanto il bilancio tra maggiori *green jobs* e minori *brown jobs* quanto l'impatto macroeconomico delle politiche sulla crescita economica nel breve e lungo termine, sulla redistribuzione del reddito tra varie classi di contribuenti e tra industrie. La letteratura teorica e i riscontri empirici portano a risultati non univoci, ma concordano sul fatto che a determinare un impatto positivo o negativo delle politiche climatiche sull'economia, specie riguardo la penetrazione delle rinnovabili, saranno le modalità con cui saranno disegnate in relazione alle specificità dei singoli sistemi energetici ed economici. Non mi sembra che questo stia avvenendo. Quanto gli Stati ne siano consapevoli è tutto da vedere. Resta il fatto che, nelle maggiori economie, alle promesse e agli impegni non hanno fatto seguito coerenti decisioni, preferendo i governi rinviarle alle calende greche per evitare sacrifici alle popolazioni. E questa forse è la miglior dimostrazione che i governi valutino che le politiche climatiche provochino nel breve più costi che benefici.

# Un esempio di cooperazione internazionale: la NATO

La NATO (Organizzazione del Trattato Nord Atlantico) è una cooperazione internazionale di enorme rilevanza strategica sia per la numerosità dei Paesi coinvolti che per i molteplici obiettivi di rilevanza politica, economica, sociale e ambientale su cui converge

DOI 10.12910/EAI2018-47

di **Raffaella Uccelli**, ENEA

**L**a NATO od OTAN (*North Atlantic Treaty Organization/Organisation du Traité de l'Atlantique Nord*) è stata istituita nel 1949 a Washington con la firma del Patto Atlantico. È nata come organizzazione finalizzata alla consultazione e alla cooperazione nel settore della difesa e della sicurezza del mondo occidentale ma ha successivamente ampliato i propri obiettivi sulla base delle priorità dettate dal susseguirsi degli eventi storici e politici.

## Istituzione e primi obiettivi della NATO

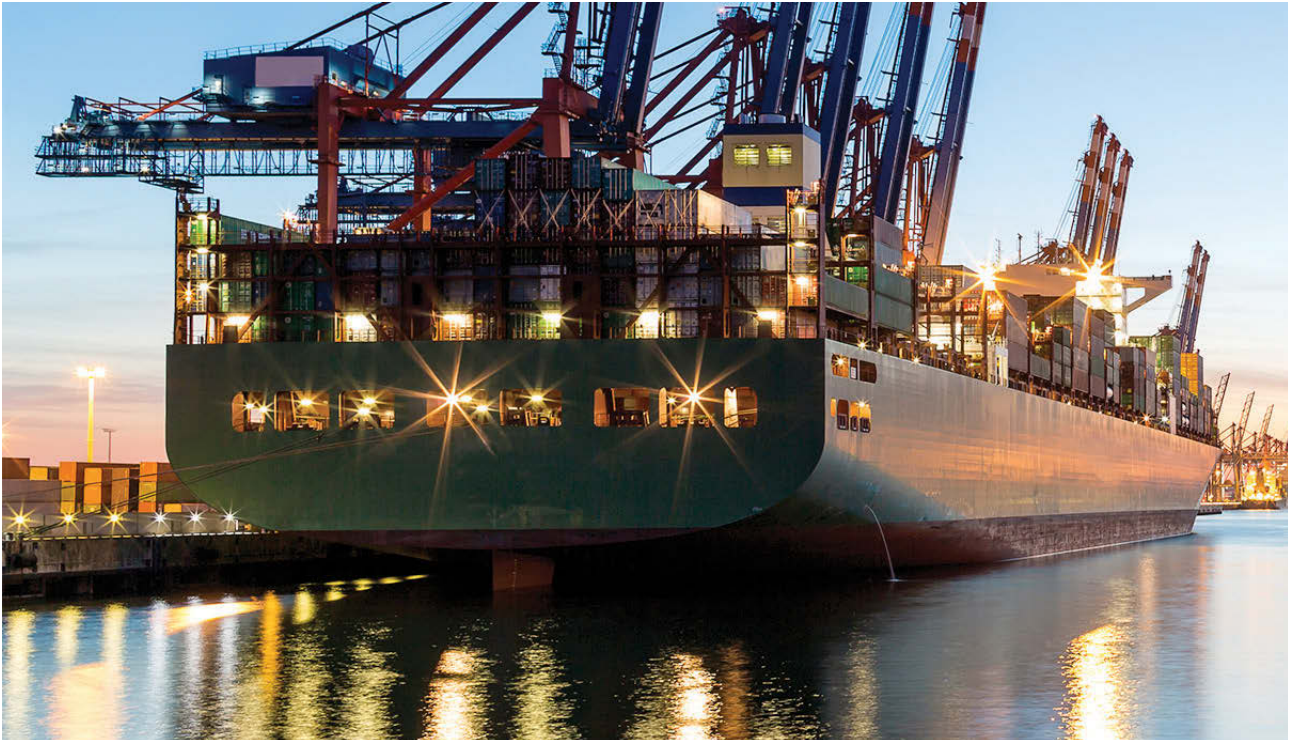
Ai 12 Paesi fondatori (Belgio, Canada, Danimarca, Francia, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Paesi Bassi,

Portogallo, Regno Unito e Stati Uniti), con sette diversi allargamenti avvenuti fra il 1952 e il 2017, se ne sono affiancati altri 17 (Grecia, Turchia, Germania, Spagna, Polonia, Repubblica Ceca, Ungheria, Bulgaria, Estonia, Lettonia, Lituania, Romania, Slovacchia, Slovenia, Albania, Croazia e Montenegro), arrivando agli attuali 29 Paesi membri.

Nelle Figure 1 e 2 sono riportati, rispettivamente, il logo della NATO e una fotografia della Sede NATO di Bruxelles in Belgio.

L'esigenza condivisa di istituire un'organizzazione finalizzata alla difesa va essenzialmente ricondotta alla crescente preoccupazione degli Stati Uniti e dell'Europa occidentale per una possibile espansione dell'Unione

Sovietica, che si annoverava fra i Paesi vincitori della seconda guerra mondiale, e il conseguente allargamento della "minaccia comunista". L'apoteosi di tale sentimento antisovietico fu raggiunta nel 1948, quando il regime sovietico chiuse il passaggio che consentiva il transito da Berlino ovest, una delle quattro zone in cui era stata divisa la città e che era sotto il controllo di questi ultimi, verso l'occidente. Secondo i Sovietici tale passaggio consentiva alle popolazioni sottoposte al regime socialista di transitare facilmente verso l'Ovest e trovarvi rifugio. La risposta del mondo occidentale a tale imposizione fu l'organizzazione di un ponte aereo che assicurasse ai cittadini di Berlino ovest un adeguato approvvigionamento di viveri e di



altri beni indispensabili. Fu proprio in quell'occasione che la decisione di istituire un'Alleanza permanente del mondo occidentale contro la minaccia sovietica divenne operativa. La difesa collettiva dell'Alleanza era concepita in modo che un attacco dell'Unione Sovietica contro uno qualsiasi dei Paesi della NATO fosse considerato un attacco contro tutti i Paesi membri.

Pochi anni dopo l'Unione Sovietica fondò a sua volta, con il Patto di Varsavia, una Alleanza militare contrapposta alla NATO.

Ebbe così inizio la "Guerra fredda" che, fortunatamente, non fu mai combattuta in campo ma portò i due schieramenti a preparare e dislocare meticolosamente i rispettivi dispositivi militari, armi nucleari comprese.

Con la caduta del muro di Berlino del 1989, che simboleggiò la fine del socialismo e soprattutto del regime sovietico, la NATO perse progressivamente

la caratteristica di alleanza difensiva nei confronti dell'URSS per orientarsi sempre di più verso la collaborazione militare e non solo tra i Paesi membri. Purtroppo questo lungo periodo di dialogo e cooperazione fra NATO e Russia si è incrinato nel 2014 a causa dell'attacco militare russo all'Ucraina, paese partner della NATO e considerato particolarmente rilevante per la sicurezza euro-atlantica. Sono state da quel momento sospese tutte le attività in atto di cooperazione in ambito civile e militare, anche se sono stati mantenuti aperti i canali del dialogo politico e dello scambio di informazioni militari. Da allora le tensioni non sembrano essersi allentate, anche a causa delle ripetute dichiarazioni e azioni da parte della Russia, giudicate destabilizzanti e provocatorie dalla NATO, come le attività militari condotte lungo i confini NATO che vanno dal Mar Baltico al Mar Nero, le aggressive dichiarazioni sul nucleare,

l'intervento militare in Siria e il supporto al regime siriano. D'altra parte, il recentissimo bombardamento della Siria da parte di tre Paesi membri dell'Alleanza – Stati Uniti, Inghilterra e Francia – che accusavano il regime siriano di violazione delle norme e degli accordi internazionali sull'impiego di armi chimiche, pur non avendo visto il coinvolgimento della NATO, potrebbe comunque destabilizzare ulteriormente le relazioni con la Russia [1].

### **Regole di base, attività e cooperazioni della NATO**

Anche se gli obiettivi e le attività dell'Alleanza si sono di volta in volta adattati ai cambiamenti del panorama geopolitico internazionale, ci sono delle regole immutabili che sanciscono la cooperazione fra gli stati membri. Fra queste, per citare alcune delle più salienti, il fatto che ogni de-





Fig. 1 Logo della NATO  
Fonte: NATO Official Homepage [1]

cisione viene presa con consenso unanime, che tutti i Paesi membri hanno la stessa importanza e uguale peso al tavolo negoziale, che tutti condividono gli stessi valori e l'obiettivo di mantenere la libertà e la sicurezza nell'area Euro-Atlantica con mezzi politici e militari, che ogni Paese contribuisce alle capacità militari della NATO secondo un atto volontaristico e che i costi di funzionamento dell'Alleanza sono ripartiti tra i Paesi membri in funzione del loro PIL.

Il massimo organo decisionale della NATO è il Consiglio Atlantico, costituito dai rappresentanti dei diversi Paesi membri e presieduto dal Segretario Generale, che ne è anche il portavoce, e si riunisce settimanalmente a Bruxelles. Al Consiglio Atlantico si affianca il Comitato militare, composto dai Capi di Stato Maggiore delle Forze Armate di ciascuno Stato membro. Quando si devono esaminare questioni di particolare rilievo, si incontrano a Bruxelles Capi di Stato e di Governo.

Attualmente la NATO rappresenta la principale organizzazione militare per l'imposizione del pieno rispetto della Carta dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU), delle norme e convenzioni di Diritto umanitario e di Diritto bellico e delle risoluzioni del Consiglio di sicurezza dell'ONU relative a gravi situazioni di crisi. Essa contribuisce a prevenire i conflitti sia all'interno dei Paesi membri che al di là delle loro frontiere, promuovendo la consultazione e la cooperazione,

anche di Paesi non appartenenti alla NATO, su problemi specifici collegati alla sicurezza e al mantenimento della pace. Promuove i valori democratici ed è impegnata nella risoluzione pacifica delle controversie. Se gli sforzi diplomatici falliscono, ha comunque la capacità militare necessaria per effettuare operazioni di gestione delle crisi e di mantenimento della pace da sola o in cooperazione con altri Paesi ed organizzazioni internazionali. In seguito al terribile attacco terroristico avvenuto negli Stati Uniti l'11 settembre 2001, c'è stato un ulteriore cambiamento nelle strategie dell'Alleanza, che ora si configura anche come la principale organizzazione mondiale per la lotta al terrorismo internazionale.

La NATO svolge anche un ruolo importante nelle attività connesse alla pianificazione civile di emergenza aiutando, sia i Paesi membri sia i Paesi Partner con i quali esistono specifici accordi di intesa, a fronteggiare catastrofi naturali o tecnologiche, gli effetti del terrorismo e delle armi di distruzione di massa. I Partner della NATO includono alcuni Paesi delle regioni caucasiche (comprese diverse

ex-repubbliche sovietiche), dei Balcani occidentali, dell'Asia centrale (Kuwait, Qatar, Bahrein, Emirati Arabi), del Dialogo Mediterraneo (Algeria, Egitto, Giordania, Israele, Marocco, Mauritania e Tunisia). Esistono comunque cooperazioni anche con altri Paesi del mondo come Afghanistan, Australia, Colombia, Iraq, Giappone, Corea, Mongolia, Nuova Zelanda e Pakistan. Una importante attività NATO, non sempre nota, riguarda la promozione della ricerca scientifica su diverse tematiche che interessano direttamente o indirettamente l'Alleanza o i singoli Paesi e nel cui ambito viene incentivata, supportata e finanziata la cooperazione fra Paesi NATO e Paesi Partner [1, 2].

### La NATO e il Programma "Science for Peace and Security"

Il Programma multidisciplinare "Science for Peace and Security" (SPS), afferente alla Divisione *Emerging Security Challenges* della NATO, è stato creato nel 1958 con lo scopo primario di favorire l'addestramento di scienziati e la cooperazione fra Paesi membri



Fig. 2 Sede della NATO di Bruxelles (Belgio)  
Fonte: NATO Official Homepage [1]



attraverso progetti e attività scientifiche su tematiche di interesse per l'Alleanza. Gli obiettivi si sono man mano modificati in base ai cambiamenti nel panorama della sicurezza mondiale, arrivando alle attuali finalità del Programma, che sono quelle di favorire la cooperazione fra Paesi NATO e Paesi Partner in materia di scienze e tecnologie correlate alla sicurezza, diffondere l'informazione sul ruolo e sulle attività della NATO e incoraggiare i rapporti diplomatici fra i Paesi, con l'obiettivo primario di contribuire alla sicurezza, alla pace e alla stabilità fra le nazioni. Attraverso i finanziamenti che vengono messi a disposizione all'interno di tale Programma è possibile, per gruppi di ricercatori dei Paesi NATO e soprattutto per quelli dei Paesi Partner, reperire fondi finalizzati alla organizzazione di *workshop* e corsi di formazione e alla progettazione ed esecuzione di progetti di ricerca pluriennali. Le proposte inviate alla NATO, e le relative richieste di finanziamento, vengono esaminate e valutate da esperti NATO, da scienziati indipendenti selezionati fra i Paesi membri della NATO e dagli stessi Paesi membri. Il Comitato di esperti NATO e di scienziati indipendenti del Programma SPS rappresenta un consesso unico per la condivisione di conoscenze ed esperienze su aspetti tecnici, scientifici e politici di interesse sociale e ambientale utili sia nel settore militare che in quello civile.

Attualmente le attività di ricerca di interesse prioritario nell'ambito del Programma SPS sono quelle finalizzate a fronteggiare le sfide emergenti quali la lotta al terrorismo, la sicurezza energetica, la difesa informatica, la lotta agli agenti chimici, biologici, radiologici e nucleari (CBRN) e la sicurezza ambientale. Sono quindi ben accolte tutte le proposte volte a incrementare la sicurezza delle popolazioni e dell'ambiente, fra cui la messa a punto

e l'impiego di nuove tecnologie (nanotecnologie, tecnologie ottiche, microsatellitari e lo sviluppo di piattaforme per il pilotaggio remoto di aereomobili) e metodologie per la costruzione e difesa di infrastrutture critiche, la protezione delle risorse del pianeta, il rilevamento di esplosivi e agenti tossici, il loro contenimento e smaltimento, la diagnosi degli effetti sanitari e ambientali indotti e le relative contromisure per minimizzarli. Sono incluse anche le attività di condivisione delle migliori pratiche di gestione del rischio e di risposta a eventuali attacchi terroristici, anche informatici, e i problemi legati ai cambiamenti climatici, alla scarsità delle risorse fra cui l'acqua e le fonti energetiche, la previsione e prevenzione di disastri e catastrofi naturali, la valutazione dei rischi per le popolazioni.

Un altro filone di interesse prioritario include ovviamente tutte le attività di supporto alle operazioni e missioni NATO fra cui il libero accesso alle informazioni tramite internet e lo sviluppo di tecnologie avanzate per l'ottimizzazione di sistemi di allarme precoce, fondamentali in zone particolarmente vulnerabili quali le linee di confine fra stati e i porti, per il rilevamento e la rimozione di mine e pezzi di artiglieria inesplosi e per l'approfondimento di tutti gli aspetti umani e sociali connessi alla sicurezza nell'ambito degli obiettivi strategici NATO [3].

### L'Italia e il Programma SPS

L'Italia, come tutti gli altri Paesi dell'Alleanza può contribuire scientificamente al Programma SPS sia con la presentazione di proposte progettuali condivise con gruppi di ricercatori dei Paesi partner e anche di altri Paesi NATO, sia mediante la candidatura dei propri ricercatori al Gruppo di Valutazione Scientifico Indipenden-

te della NATO (ISEG). Il gruppo di esperti ISEG è costituito da circa 30 ricercatori di diversi Paesi che vengono selezionati e nominati direttamente dalla NATO per un periodo di 3 o 4 anni sulla base dell'esperienza scientifica maturata e attestata dai rispettivi *Curriculum Vitae*. Le principali attività dei membri del gruppo consistono nella valutazione e selezione delle proposte progettuali sottoposte alla NATO per finanziamento, elaborazioni critiche di documenti sullo stato di avanzamento dei progetti pluriennali già approvati, suggerimenti o richieste di ampliamento e modifiche dei progetti, partecipazione alle riunioni periodiche presso la Sede NATO di Bruxelles. Tali *workshop* hanno lo scopo di confrontarsi con gli altri esperti del gruppo e con i referenti NATO per decidere l'approvazione o meno delle proposte pervenute, di incontrare i rappresentanti di alcuni gruppi di ricerca proponenti, di intrattenere relazioni diplomatiche con i vertici NATO e con i *Liaison Officers* nazionali. L'approvazione dei progetti, che devono includere almeno un Direttore di un Paese NATO e uno di un Paese partner, avviene in due fasi. Una prima fase prevede l'invio di una proposta sintetica che, se approvata, implica una stesura dettagliata del progetto previo modesto finanziamento della NATO per coprire gli spostamenti e i contatti fra i ricercatori dei gruppi dei Paesi proponenti. Ogni proposta sintetica viene contemporaneamente assegnata ad almeno 3 esperti ISEG, sulla base delle specifiche competenze, e i loro commenti e valutazioni vengono condivisi e discussi con gli altri membri del gruppo durante gli incontri organizzati presso la sede di Bruxelles, fino a pervenire ad una decisione finale e condivisa di approvazione, e passaggio alla fase successiva di stesura dettagliata del progetto, oppure di rifiuto.

Attività	Titolo	Inizio	Fine	Ruolo ENEA
ARW	Operational System in the Caspian Sea for the Protection of Infrastructure and the Environment	19/06/2009	31/10/2009	Coordinatore
MYP	Radar Detection of Explosives (RADEX)	01/06/2011	01/06/2013	Partner
MYP	Big City Trial (BCT)	18/06/2012	17/09/2013	Partner
MYP	Biomarkers for Radiation Detection: A panel of Biomarkers as Novel Tool for Early Detection of Radiation Exposure	07/04/2015	07/04/2018	Coordinatore

ARW = Advanced Research Workshop

MYP = Multy-Year Research & development Projects

**Tab. 1** Attività progettuali ENEA finanziate dalla NATO nell'ambito del Programma SPS dal 2009 a oggi

Fonte: elaborazione ENEA da database wPlan Gestione Contratti Attivi

Per quanto riguarda la seconda fase, le proposte dettagliate vengono prima esaminate da tutti i membri del gruppo di esperti e poi presentate di persona dai rappresentanti dei Gruppi di ricerca proponenti durante i *workshop* di Bruxelles per discutere nel dettaglio alcuni aspetti tecnico-scientifici, strategici e organizzativi dei progetti in

modo che il gruppo ISEG possa giungere unanimemente ad un'approvazione o rifiuto definitivo.

Nel corso degli ultimi anni l'ENEA ha svolto alcune attività di ricerca nell'ambito del Programma SPS (Tabella 1) ed ha avuto, ed ha tuttora, l'onore di annoverare alcuni suoi ricercatori nel gruppo di scienziati indipendenti se-

lezionati dalla NATO. Infatti proprio grazie alla peculiare multidisciplinarietà dell'Agenzia e alle molteplici attività tecnico-scientifiche svolte in diversi settori, alcuni ricercatori hanno maturato delle competenze di inestimabile valore per il Programma SPS, e tali da rappresentare un utile contributo sia nell'ambito delle valutazioni e della supervisione dei progetti proposti che durante i periodici confronti e dibattiti a Bruxelles con gli esperti di altri Paesi.

### Ringraziamenti

Si ringrazia la Dr.ssa Francesca Pacchierotti, Direttore del Laboratorio di Biosicurezza e Valutazione del Rischio dell'ENEA, per i preziosi suggerimenti e la revisione critica del manoscritto e il Dr. Stefano Rinaldi, Gestione Tecnico Funzionale del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali dell'ENEA, per le informazioni relative alle attività ENEA finanziate negli ultimi anni dal Programma SPS della NATO.

*Per saperne di più:  
raffaella.uccelli@enea.it*

## BIBLIOGRAFIA

1. North Atlantic Treaty Organization NATO - Official Homepage <http://www.nato.int/> (ultimo accesso 18/04/2018)
2. XVI Legislatura. Europa e Estero. NATO. Scheda sull'Organizzazione. [http://leg16.camera.it/62?europa\\_estero=62](http://leg16.camera.it/62?europa_estero=62) (ultimo accesso 26/09/2017)
3. North Atlantic Treaty Organization <http://www.nato.int/cps/en/natolive/78209.htm> (ultimo accesso 18/04/2018)

# Quadro attuale delle problematiche europee sulle materie prime critiche e azioni in corso

L'articolo presenta un quadro delle problematiche attuali e delle politiche comunitarie nel settore delle materie prime critiche, nonché un sommario delle iniziative in atto e delle prospettive future, volte ad assicurare un approvvigionamento sicuro e sostenibile di materie prime per l'industria europea, in un'ottica di strategia di innovazione e di crescente cooperazione internazionale

DOI 10.12910/EAI2018-48

di **Giovanni Di Girolamo** e **Dario Della Sala**, *ENEA*

**L**e materie prime hanno una importanza strategica crescente nell'economia dell'Unione Europea. La Commissione Europea ha messo in atto una serie di azioni nel contesto della *Raw Materials Initiative* (lanciata nel 2008), nell'ottica di assicurare un approvvigionamento sicuro e sostenibile delle stesse. La partnership europea di innovazione (EIP) sulle materie prime è una piattaforma di portatori di interessi che riunisce rappresentanti di industrie, pubblici servizi e organizzazioni non governative operanti lungo le catene del valore, la cui missione è di guidare la Commissione Europea, gli Stati

membri e gli attori privati verso un approccio innovativo, rinforzando l'iniziativa di EIT (*European Innovation Technology Institute*), traslando le politiche strategiche in azioni concrete e mobilizzando gli *stakeholder* per fare ciò [1].

All'interno del programma H2020, circa 600 milioni di euro di fondi sono destinati a studi e ricerche sulle materie prime. Le azioni di EIP mirano ad accelerare il trasferimento tecnologico e a garantire una fornitura sicura e costante all'industria europea apportando benefici alla società, nuovi prodotti e nuovi posti di lavoro. Il piano di implementazione strategico (SIP)

della EIP identifica specifici obiettivi e azioni che riguardano ricerca e sviluppo, politiche, disseminazione di buone pratiche, raccolta e condivisione di conoscenza e rafforzamento della cooperazione internazionale [2].

## **Materie prime critiche: approvvigionamento e problematiche tecnologiche**

Le materie prime critiche (CRM) sono individuate dalla Commissione Europea sulla base di due fattori: l'importanza economica e il rischio di approvvigionamento per l'industria europea. Il primo fattore dipende da condizio-

ni di stabilità politica ed economica, livello della concentrazione di produzione, potenziale di sostituibilità e grado di riciclo.

Il secondo fattore è indicativo dell'importanza di una materia prima nello specifico settore economico e dell'importanza del settore stesso nell'economia comunitaria.

La metodologia è stata recentemente implementata introducendo, per il calcolo del rischio di approvvigionamento, fattori legati a barriere e accordi di commercio, un approccio sistematico sui colli di bottiglia della catena della fornitura, dipendenza dalle importazioni, riciclo e miglioramento della qualità dei dati, mentre, per il calcolo dell'importanza economica, sono stati introdotti dei fattori relativi all'uso delle materie prime secondo i settori NACE (codice di classificazione statistica delle attività economiche nelle Comunità europee) e un indice di sostituzione specifico [3].

La disponibilità delle materie prime può cambiare nel tempo, in linea con i flussi commerciali e le politiche di settore. La criticità è quindi un fattore dinamico [4,5,6,7]. Le strategie e i regolamenti sono spesso frammentati, limitati o risultano poco noti ai portatori di interessi.

L'Europa deve far fronte al rischio di approvvigionamento a causa di situazioni di monopolio, alto costo, elevata domanda, instabilità politica dei Paesi

produttori, accumulo di riserve, volatilità del prezzo. Si pensi ad esempio alla crisi del 2011 che vide protagonista le terre rare e il loro maggiore produttore (Cina). A causa di risorse proprie limitate, l'Europa importa materie prime dalla Cina (antimonio, bismuto, magnesio), nonché da Marocco, Russia, Turchia, Stati Uniti, Australia, Messico, Algeria, Indonesia, Brasile, Kazakistan, Nigeria, Sudafrica. Nello specifico, l'Europa importa il 100% di antimonio, bismuto, borati, magnesio, gomma naturale, niobio, fosforo, scandio, tantalio, platino, terre rare leggere e pesanti. Importa oltre il 96% di elio e l'88% di fosfati di roccia.

La nuova lista delle 27 materie prime critiche, pubblicata nel settembre del 2017, annovera ventisette elementi (Tabella 1), di cui alcuni sono nuovi rispetto alla lista del 2014 (20 elementi), che era una versione successiva alla prima lista del 2011 (14 elementi) [8]. Questa lista costituisce un riferimento per il commercio, l'innovazione e le politiche industriali. Viene, infatti, adoperata dalla Commissione Europea per negoziare accordi commerciali, promuovere ricerca e innovazione, mettere a punto misure per evitare distorsioni commerciali. La lista è soggetta a regolare aggiornamento (almeno ogni tre anni), in linea con lo sviluppo produttivo, tecnologico e del mercato di settore.

È facile comprendere come vi possano

essere delle materie prime che, pur non essendo classificate fra quelle critiche, sono tuttavia strategiche e a rischio, a causa della crescente domanda o dell'avanzamento della tecnologia.

Nell'ottica di garantire un rifornimento sicuro e sostenibile, *in primis* occorre individuare i *trend* tecnologici, sociali e legali, che possono influenzare la futura domanda ed il mercato delle materie prime.

In primo luogo, una corretta politica di sfruttamento delle risorse primarie impone una mappatura delle stesse e un approfondimento delle attività di esplorazione di nuovi giacimenti, di estrazione di residui minerari, nonché lo sviluppo di nuovi processi di estrazione a ridotto consumo di acqua ed energia.

Il potenziale minerario è spesso parzialmente valorizzato, e le miniere urbane costituiscono una risorsa di difficile individuazione e valorizzazione. Tuttavia esse, insieme al riciclo dei prodotti a fine vita, costituiscono una risorsa imprescindibile ai fini di una corretta politica sulle materie prime, che dovrebbe includere la valorizzazione di risorse come rifiuti di miniera, rifiuti industriali, scarti di fabbricazione, miniere urbane.

Anche le tematiche di impatto ambientale, sicurezza dei lavoratori nelle miniere, nonostante l'automazione, consapevolezza e conoscenza della società sulle attività minerarie necessita-

Antimonio	Barite	Berillio	Bismuto	Borati	Cobalto	Carbone da coke
Elio	Fluorite	Fosfato di roccia	Fosforo	Gallio	Germanio	Gomma naturale
Grafite naturale	Hafnio	Indio	Magnesio	Niobio	Platino ed elementi del suo gruppo	Scandio
Silicio metallico	Tantalio	Terre rare leggere	Terre rare pesanti	Tungsteno	Vanadio	

Tab. 1 Lista delle 27 materie prime critiche individuate dalla Commissione Europea nel 2017



no approfondimenti.

Oltre a ciò, le tematiche di riciclo sono spesso sottovalutate e il grado di riciclo dei materiali è ridotto a causa di gap tecnologici e di alti costi che rendono dubbiose le aziende sulla possibilità di utilizzare materie prime secondarie anche con più bassa qualità di quella iniziale. Occorrono, quindi, politiche strategiche che facilitino la dismissione di impianti e prodotti, la raccolta dei rifiuti, la separazione, il trattamento per il recupero delle materie prime ed il loro riuso, in base a standard di qualità che sono confinati a pochi settori ed applicazioni. Purtroppo, spesso i prodotti a fine vita vengono spediti e trattati illegalmente.

La conoscenza dei flussi dei rifiuti è fondamentale per attuare una politica di economia circolare a rifiuto quasi pari a zero, con maggiore efficienza delle risorse, nell'ottica di favorire lo sviluppo di una società a basso inquinamento. Occorrono direttive e processi, *in primis* occorre individuare i *gap* che limitano la *performance* ambientale delle catene di processo, impedendo la chiusura dei cicli. I principi di eco-design vanno applicati in modo da ridurre la produzione di rifiuti e migliorare l'efficienza delle risorse. Secondo i dati della Commissione Europea, il *rate* di riciclo da prodotti a fine vita è ridotto, pari al 28% per l'antimonio, al 17% per i fosfati di roccia, 9% per il magnesio, 42% per il tungsteno, 44% per il vanadio, 14% per il platino, 8% per le terre rare leggere [8]. Tuttavia è zero o pari a zero, per berillio, borati, cobalto, carbone da coke, gallio, indio, niobio, fosforo, scandio, silicio; solo l'1% per tantalio, barite, bismuto, fluorite, hafnio, elio e gomma naturale.

Per migliorare il grado di riciclo occorre migliorare la conoscenza degli utilizzatori e sviluppare dei processi di trattamento idro- e piro-metallurgici per il recupero dei materiali. Oggi

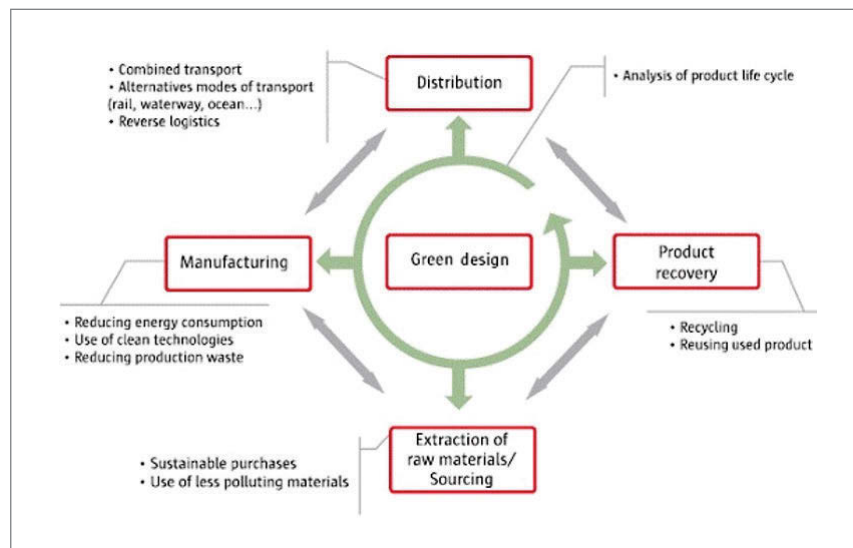


Fig. 1 Esempio di catena della fornitura

Fonte: 2008 Supply Chain Monitor "How mature is the Green Supply Chain?"

sono già disponibili processi per il recupero di materiali da circuiti stampati; metalli preziosi (platino, rodio, palladio) da catalizzatori industriali e automobilistici; Ni, Cd, terre rare e manganese dalle batterie dei cellulari; cobalto e manganese dai catalizzatori industriali esausti; vanadio dalla gassificazione di frazioni residue di oli pesanti; antimonio, manganese e terre rare dalle lampade fluorescenti; indio e antimonio da monitor LCD. Anche i materiali plastici contenuti nei WEEE (rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche) possono essere recuperati mediante pirolisi.

Le problematiche di approvvigionamento, riciclo e processamento devono essere analizzate a fondo considerando tutte le tappe della catena del valore riferita ad ogni materia prima ed applicazione o settore di riferimento. Le catene del valore andrebbero analizzate in relazione all'importanza economica che rivestono (in termini di volumi trattati e di mercato, nonché alla disponibilità di materie prime e di soluzioni sostitutive).

Individuare la catena del valore non è affatto semplice, giacché molte di esse mutano nel tempo e sono fortemente interconnesse, per cui un buon approccio è quello di fare riferimento a settori o applicazioni di rilievo, come nel caso del settore dell'energia e relative applicazioni (magneti permanenti nelle turbine eoliche, che contengono disprosio, film sottili CIGS nei pannelli fotovoltaici, batterie a litio contenenti cobalto), degli impianti elettrici ed elettronici (lampade a LED, schermi e display, fibre ottiche, magneti permanenti nelle lavatrici), del settore automobilistico (catalizzatori contenenti palladio e platino, magneti permanenti di motori elettrici, leghe di magnesio, superleghe, batterie a litio); del settore aeronautico (freni a base di berillio, sistemi di navigazione contenenti magnesio e germanio).

Un approccio basato sulla catena del valore (Figura 1) è quanto mai opportuno, così come la conoscenza dei flussi di materiali e rifiuti da prodotti a fine vita, il cui ciclo di vita va analizzato mediante LCA (*life cycle assessment*).

Laddove il fabbisogno non può essere coperto con le risorse primarie e le risorse secondarie recuperate col riciclo, occorre trovare materiali alternativi. La sostituzione, al momento, è un concetto poco sviluppato, giacché non è sempre chiaro il suo *range* di intervento. La sostituzione dovrebbe garantire parità di *performance* e minor costo. Ad oggi, la quasi totalità dei materiali critici non è sostituibile o lo è solo in applicazioni limitate, come evidenziato dagli studi parzialmente pubblicati dalla Commissione Europea. Non sono praticamente sostituibili berillio, borati, cobalto, germanio, fosfati, silicio. Altri elementi risultano

sostituibili per una percentuale fra il 5 e il 10% (tantalio, vanadio, platino, terre rare leggere, antimonio, barite, carbone da coke, elio, magnesio, gomma naturale, niobio, fosforo, scandio, ad esempio), o compresa fra l'1 e il 5% (bismuto, fluorite, gallio, hafnio, elio, indio, grafite, tungsteno) [8].

### Iniziative e progetti sulle materie prime critiche

Il quadro descritto pone l'esigenza di approfondire la ricerca tecnologica e di rinforzare la collaborazione a livello regionale, comunitario e internazionale, al fine di garantire soluzioni tecno-

logiche ad hoc e politiche future tali da assicurare un approvvigionamento sicuro delle materie prime. Esistono dei *gap* tecnologici da colmare, ma anche delle lacune e delle barriere in materia di leggi e regolamenti.

Oggi le attività intraprese dalla CE hanno portato a molti network e progetti sulle tematiche dei CRM, fra cui progetti finanziati da FP7 e H2020 (Tabella 2), nonché progetti finanziati da EIT *Raw Materials* (Tabella 3). ENEA è partner del progetto SCRREEN *Solutions for CRITICAL Raw materials - a European Expert Network*, cui partecipa con le divisioni PROMAS e USER nelle attività di creazione e coordina-

Project	Full title
MICA	Mineral Intelligence Capacity Analysis
ProSUM	Prospecting Secondary raw materials in the Urban mine and Mining waste
VERAM	Vision and Roadmap for European Raw Materials
STRADE	Strategic Dialogue on Sustainable Raw Materials for Europe
INTRAW	International cooperation on RAW Materials
CRM_INNONET	Substitution of Critical Raw Materials
ERAMIN 2	Implement a European-wide coordination of research and innovation programs on raw materials to strengthen the industry competitiveness and the shift to a circular economy
FORAM	Towards a World Forum on Raw Materials
SMART GROUND	SMART data collection and inteGRation platform to enhance availability and accessibility of data and information in the EU territory on SeconDary Raw Materials
NEW INNONET	The Near-Zero European Waste Innovation Network
R4R	Improving research and cooperation in the areas of resources and energy efficiency in the Chemicals Industry
MSP-REFRAM	Multi-Stakeholder Platform for a Secure Supply of Refractory Metals
ITERAMS	Ensuring the sustainable supply of non-energy and non-agricultural raw materials
NCPs CaRE	National Contact Points for Climate action, Raw materials, Environment and Resource Efficiency
CHROMIC	effiCient mineral processing and Hydrometallurgical RecOvery of by-product Metals from low-grade metal containing seCondary raw materials
HISER	Holistic Innovative Solutions for an Efficient Recycling and Recovery of Valuable Raw Materials from Complex, Construction and Demolition Waste

Tab. 2 Esempi di progetti finanziati da FP7 e H2020 sulle materie prime

Project	Full title
EXTREME	Substitution of CRM in components and coatings used under extreme conditions
NANOGREAT	Graphene NANOCOMPOSITES REACTORS at preindustrial Technology readiness
OPTNEWOPT	Materials substitution in optoelectronic devices
LIGHTWEIGHT MATERIALS	Metal-based Lightweight materials
PCRec	Product Centric Recycling
SSIC	Sustainability Support and Information Centre
ERMAT	Efficient use of Residual MATERIALS
ECOCOMBAT	ECOLOGICAL COMPOSITES for high-efficient Li-Ion BATTERIES
AVAR	Added Value Alumina Refining
STORM	Industrial Symbiosis for the Sustainable Management of Raw Materials
RefresCO	Professional Refresher Courses
RMProSchool	EIT RM High Level Professional School
RAMSES	Advanced School on Critical Raw Materials Substitution for Energetics and Photonics
REVALUE	Recycled carbon fibres for high value composites
ReSIELP	Recovery of Silicon and other materials from End-of-Life Photovoltaic Panels
DISPLAY	Upscale of material recovery from display applications and Printed Circuit Boards
SPARK	Substitution and recycling of critical elements in materials for ionizing radiation detection

Tab. 3 Esempi di progetti finanziati da EIT-RM sulle materie prime, in cui ENEA è coordinatore o partner

mento del Network, di studio su materiali sostitutivi e *gap* tecnologici nella produzione di materie secondarie.

È, inoltre, fondamentale incrementare la conoscenza e rendere operativi dei programmi di educazione per il pubblico e per gli *stakeholder*, di cui occorre conoscere i bisogni e le problematiche, al fine di individuare la domanda di materie prime, i flussi, le applicazioni e i settori a rischio. I programmi di educazione dovrebbero essere mirati a creare consapevolezza sull'importanza delle materie prime, sul loro uso, sull'impatto ambientale, producendo dei dati normalizzati e di facile utilizzo per la società, l'industria, le istituzioni. Il JRC ha sviluppato un sistema informativo sulle materie prime (RMIS), ovvero un database online contenente

informazioni su politiche, dati, metodi, approcci e attività relative al settore delle materie prime. La prima versione è stata lanciata nel marzo del 2015. La nuova versione RMIS 2.0 mira a diventare un portale di informazione e un centro di servizio di conoscenza mediante opportuni strumenti (*raw material scoreboard*, *CRM assessment*), volti a supportare i portatori di interesse, con ciò incrementando la competitività delle industrie europee e supportando le politiche dell'Unione Europea nel campo delle materie prime (primarie e secondarie).

Per completare lo scenario, non bisogna dimenticare il consueto workshop trilaterale Stati Uniti, Unione Europea-Giappone che si tiene annualmente e rappresenta un'occasione di confronto

fra le criticità di alcune aree geo-industriali fra le più rappresentative.

### Prospettive future

In linea generale, le future strategie sono essenzialmente mirate a:

- diversificazione delle risorse e migliori pratiche di gestione delle risorse esterne (mediante nuovi accordi internazionali con i Paesi produttori) e domestiche;
- nuove esplorazioni per giacimenti sconosciuti o non totalmente sfruttati all'interno dell'Unione Europea e sfruttamento delle miniere urbane, con recupero dei rifiuti di miniera, dei residui minerari, degli scarti di lavorazione. La possibilità di attingere a risorse interne con-

- tribuisce a una corretta strategia di mitigazione del fabbisogno;
- sviluppo di nuovi processi per l'estrazione e il trattamento dei minerali, che permettano di ridurre i consumi e migliorino la salute e la sicurezza di persone ed impianti;
  - studio di nuovi regolamenti e standard riguardo alla dismissione, raccolta, trattamento, recupero, riciclo e riuso dei rifiuti, per categorie specifiche di prodotti/setto-
- ri/applicazioni ad ampio mercato (dispositivi elettrici ed elettronici, batterie);
- sviluppo di tecnologie e procedure per il riciclo e nuovi processi (idro- e piro-metallurgici) per il recupero e la separazione, al fine di incrementare la frazione riciclata e ridurre i costi di trattamento, in congiunzione con l'adozione di norme di eco-design che facilitino, già in fase di progettazione, la dismissione, la separazione e il recupero dei materiali a fine vita;
  - riduzione dell'uso delle materie prime nelle applicazioni e ricerca di sostituti, non solo a livello di elementi e sostanze, ma anche di processi e servizi.

*Per saperne di più:  
giovanni.digirolamo@enea.it*

## BIBLIOGRAFIA

1. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/content/european-innovation-partnership-eip-raw-materials>
2. Strategic Implementation Plan for the European Innovation Partnership on Raw Materials Part I - EIP objectives, targets & methodology; overall strategy; Part II - Priority Areas, Action Areas & Actions targeting sector-specific stakeholders & practitioners. 18/09/2013
3. G.A. Blengini, P. Nuss, J. Dewulf, V. Nita, L.T. Peirò, B. Vidal-Legas, C. Latunussa, L. Mancini, D. Blagoeva, D. Pennington, M. Pellegrini, A. Van Maercke, S. Solar, M. Grohol, C. Ciupagea, *Resources Policy*, 53 (2017), 12-19
4. S. Glöser-Chahoud, L. Tercero Espinoza, Luis, R. Walz, M. Faulstich, *Resources*, 5 (2016), 45
5. S. Glöser, L. Tercero Espinoza, C. Gandenberger, M. Faulstich, *Resources Policy*, 44 (2015), 35-46
6. S. Glöser, M. Soulier, L. Tercero Espinoza, *Environmental Science & Technology*, 47 (2013), 6564-6572
7. B. Buijs, H. Sievers, L. Tercero Espinoza, In: *Proceedings of the ICE - Waste and Resource Management*, 165 (2012), 201-208
8. European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, on the 2017 list of critical raw materials for the EU, Brussels, 13/09/2017, COM(2017) 490

# Monitoraggio dei prezzi del GPL nel settore residenziale: le differenze a livello locale

A differenza dei principali prodotti energetici utilizzati in ambito domestico (energia elettrica, gas naturale, gasolio) per il gas di petrolio liquefatto (GPL) distribuito sfuso o in bombole non esiste un'Autorità che raccolga periodicamente i prezzi al consumatore a livello nazionale, bensì i dati sono pubblicati dalle singole Camere di Commercio. Dal monitoraggio e dall'analisi dei database provinciali nel periodo compreso tra il 2012 e il 2017 sono emerse significative differenze locali nei prezzi di listino, che riflettono un contesto di mercato liberalizzato

DOI 10.12910/EAI2018-49

di **Stefano Trossarello** e **Sebastiano Caruso**, Politecnico di Torino; **Matteo Caldera**, ENEA

Il gas di petrolio liquefatto (GPL) è una valida alternativa al gas naturale nelle zone non raggiunte dai metanodotti. In ambito residenziale viene generalmente venduto in bombole (principalmente per usi cottura) o sfuso per il rifornimento di serbatoi, mentre le reti di distribuzione canalizzate sono sporadiche e concentrate in poche località. In base alla relazione annuale di ARERA (ex AEEGSI) [1], a fine 2015 erano in esercizio in Italia 3.950 km di reti alimentate a GPL, principalmente

installate in Sardegna (regione non metanizzata), Lombardia (principalmente per usi industriali) e Toscana (in circa metà dei Comuni).

Il prezzo del GPL è definito dalle aziende distributrici in un contesto di libero mercato. Il prezzo delle bombole varia in base alla zona geografica, alle caratteristiche del gas, al tipo di rivenditore (grossista, negozio al dettaglio) e al servizio a domicilio eventualmente richiesto. Per le bombole fino a 15 kg, alla quota energia e alle spese di trasporto (se la consegna

è effettuata a domicilio) vanno sommate l'accisa e l'IVA ridotta al 10%. Nel caso di approvvigionamento sfuso, l'aliquota IVA è ordinaria e il costo del GPL dipende dalla tipologia di contratto sottoscritto con il fornitore, dal consumo annuo, dalla zona geografica oltre che dai servizi connessi al serbatoio. A fronte delle spese per l'installazione dell'impianto e per la manutenzione periodica, con il serbatoio di proprietà il cliente può scegliere il fornitore e può usufruire di prezzi inferiori rispetto a un serbatoio conces-



so in comodato d'uso. La rilevazione del prezzo del GPL per usi domestici è effettuata dalle Camere di Commercio provinciali (CCIAA) con cadenza quindicinale.

Il monitoraggio effettuato ha preso in considerazione i prezzi di listino del GPL per usi domestici degli ultimi cinque anni (tra il primo trimestre 2012 e il primo trimestre 2017), partendo dalle serie storiche dei prodotti petroliferi pubblicati dalle CCIAA. Si è quindi ricavato il prezzo finale al kilowattora che è stato confrontato con i prezzi per unità di energia del gas naturale e dell'energia elettrica per i clienti residenziali che aderiscono al Servizio di tutela. Lo studio è collegato all'attività di analisi e modellazione dei consumi energetici delle famiglie italiane condotta da ENEA in collaborazione con ISTAT nell'ambito dell'accordo di programma ENEA – MiSE per la Ricerca di Sistema elettrico [2]. L'indagine si propone di dare un contributo informativo sulla distribuzione dei prezzi del GPL a livello locale, in assenza di un database nazionale di pubblico accesso che raccolga periodicamente le rilevazioni.

### Approccio metodologico

Per ogni regione è stata selezionata una provincia di riferimento. In assenza di dati sull'entità dei consumi di GPL per usi domestici, le province monitorate sono selezionate sulla base della popolazione, come riportato in Tabella 1. Qualora per una provincia le serie storiche siano risultate incomplete si è proceduto con l'integrazione dei dati da altre province ubicate nella stessa regione. Basilicata, Sicilia e Calabria sono escluse dall'indagine in quanto le serie storiche non sono disponibili oppure coprono un periodo molto limitato.

Cod. ISTAT	Ambito territoriale	Regione	Provincia
01	NW	Piemonte	Cuneo
02	NW	Valle d'Aosta	Aosta
03	NE	Lombardia	Brescia-Varese
04	NE	Trentino A.A.	Trento
05	NE	Veneto	Treviso
06	NE	Friuli V.G.	Trieste
07	NW	Liguria	Genova
08	NE	Emilia Romagna	Bologna-Reggio Emilia
09	C	Toscana	Firenze
10	C	Umbria	Perugia
11	C	Marche	Pesaro Urbino
12	CSW	Lazio	Roma
13	CSE	Abruzzo	L'Aquila
14	CSE	Molise	Campobasso
15	CSW	Campania	Caserta
16	CSE	Puglia	Bari
20	-	Sardegna	Cagliari-Sassari

Tab. 1 Province considerate nel monitoraggio dei prezzi del GPL per usi domestici

Dall'analisi delle serie storiche è emerso che i dati maggiormente disponibili riguardano il GPL sfuso per il rifornimento di serbatoi di proprietà del rivenditore in comodato d'uso (prezzo in €/litro) e il GPL in bombole da 10 kg e da 15 kg franco rivenditore (prezzo in €/bombola). Per omogeneizzare l'analisi, i prezzi del GPL in bombole sono aggregati in un'unica serie facendo una media pesata sulla massa del combustibile. Il prezzo del GPL in bombole è confrontato con quello sfuso sulla base di una densità media pari a 0,512 kg/litro in fase liquida a 15 °C. I prezzi unitari sono quindi riferiti all'unità di energia (in €/kWh) utilizzando un potere calorifico superiore medio PCS = 13,95 kWh/kg.

Partendo dai prezzi di listino rilevati dalle CCIAA si è determinato il prezzo al kilowattora (Cs) su base mensile. Sono quindi determinati valori medi annuali e lo scostamento percentuale del prezzo per ogni anno y rispetto all'anno precedente  $y_1$  ( $\Delta C_{s,y-y_1}$ ) e la variazione percentuale tra la mediana del 2016 (ultimo anno di cui sono disponibili i prezzi su tutti i 12 mesi) e quella degli anni precedenti ( $y_1 = 2016$ ), tramite la seguente relazione:

$$\Delta C_{(s,y-y_1)} = \frac{(C_{s,y} - C_{s,y_1})}{C_{s,y_1}} \times 100\%$$

L'andamento del prezzo al kilowattora del GPL nei cinque anni di indagine è stato confrontato con quello del gas naturale e dell'energia elettrica, utiliz-

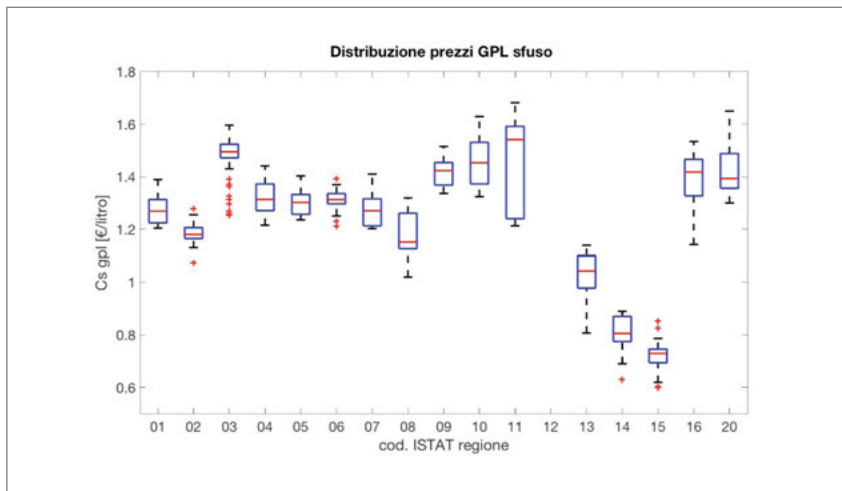


Fig. 1 Prezzi di listino del GPL sfuso nel periodo tra gennaio 2012 e gennaio 2017  
Fonte: elaborazioni ENEA su dati CCIAA

zando le condizioni tariffarie vigenti nel Servizio di tutela definite da ARERA. In base al Rapporto ENEA sull'efficienza energetica [3], queste tre fonti hanno coperto il 73% circa dei consumi di energia nel settore residenziale nel 2015. Per quanto riguarda il gas naturale, nel 2015 la maggioranza dei clienti domestici ha aderito al mercato tutelato, sia in termini di volumi di gas venduti (60%) che di punti di riconsegna (67%) [1], anche se in contrazione rispetto al passato (tali quote erano superiori all'80% nel 2012 [4]). Anche per l'energia elettrica il 68% dei punti di prelievo e il 64% delle vendite finali nel settore domestico nel 2015 sono associati al Servizio di tutela. Il confronto per l'energia elettrica è stato eseguito considerando la tariffa D2 per un'utenza residenziale con contatore da 3 kW, e la tariffa D1 dedicata alle PdC, mentre i prezzi al kilowattora del gas sono calcolati sulla base del potere calorifico superiore PCS=10,7 kWh/Sm<sup>3</sup>.

### Andamento dei prezzi del GPL

Le variazioni dei prezzi di listino (imposte incluse) del GPL sono riassunte

in Figura 1 e Figura 2. Per esigenze grafiche, il nome della provincia è sostituito con il numero identificativo della regione secondo i codici ISTAT riportati in Tabella 1. Si può notare una discreta variabilità dei prezzi, con significative differenze geografiche nell'arco dei 5 anni sia per il GPL sfuso sia per il GPL in bombole. Per il primo metodo di rifornimento, dal 2015 i prezzi si stabilizzano nell'in-

tervallo compreso tra 1,20 €/L e 1,35 €/L, ad eccezione di L'Aquila, Caserta e Campobasso. Per il GPL in bombole i prezzi presentano maggiori variabilità su tutto il periodo di indagine, con un massimo nel quarto trimestre 2013.

Dai dati mensili sono ricavati i prezzi medi annuali e la variazione percentuale rispetto al 2016, come riportato in Figura 3 e Figura 4 dove variazioni positive indicano un prezzo superiore rispetto a quello medio registrato nel 2016. Ad eccezione delle province considerate per l'Emilia-Romagna (per il GPL sfuso), la Puglia e la Sardegna (per il GPL in bombole), i prezzi nel 2016 sono generalmente inferiori a quelli registrati negli anni precedenti. L'andamento dei prezzi evidenzia un aumento generalizzato dal 2012 al 2014 (soprattutto per il GPL in bombole) seguito da una diminuzione nel periodo successivo.

I due metodi di approvvigionamento sono stati confrontati convertendo il prezzo dall'unità di massa (bombole) o volume (sfuso) in unità di energia (kilowattora). Come evidenziato in Figura 5, mediamente nel periodo di analisi il prezzo del GPL in bombole

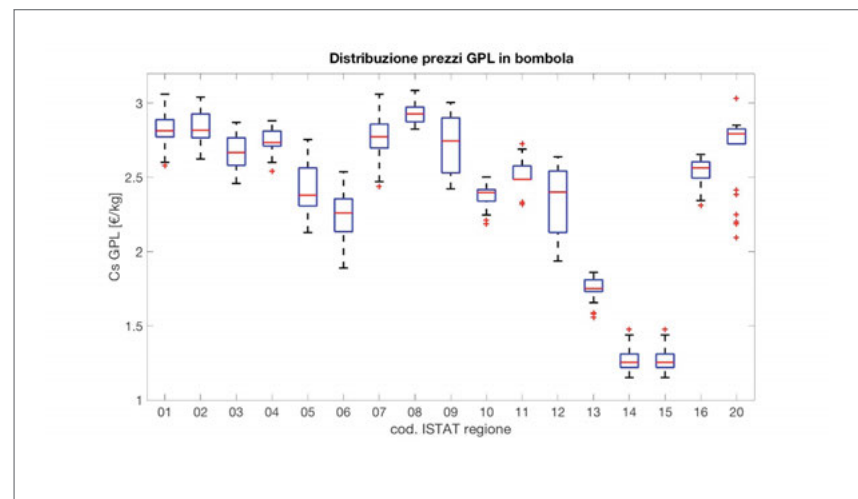


Fig. 2 Prezzi di listino del GPL in bombole nel periodo tra gennaio 2012 e gennaio 2017  
Fonte: elaborazioni ENEA su dati CCIAA

è stato più conveniente del GPL sfuso, con una differenza di prezzo di circa 3 c€/kWh e con punte di 8 c€/kWh, soprattutto per effetto dell'IVA agevolata di cui gode il GPL in bombole.

### Confronto del GPL con le altre fonti di energia

Il confronto dell'andamento dei prezzi al kilowattora del GPL con il gas naturale e l'energia elettrica per le utenze domestiche è riportato in Figura 6.

Nel dettaglio:

- Per il GPL sfuso e in bombole sono calcolate le medie per ogni trimestre per le province monitorate ad esclusione di Caserta, L'Aquila e Campobasso, in quanto elaborazioni preliminari hanno mostrato che la mancanza di dati nelle serie storiche di tali province portava a significative sottostime dei prezzi medi aggregati;
- Per il gas naturale il prezzo è determinato sulla base dell'utenza-tipo domestica utilizzata da ARERA per le condizioni economiche di fornitu-

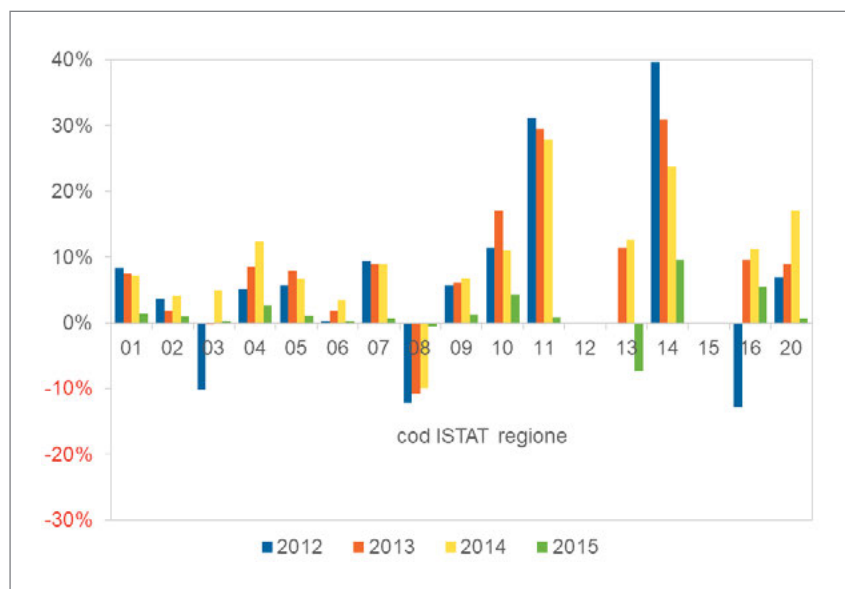


Fig. 3 Variazione percentuale dei prezzi medi annuali rispetto al 2016 per il GPL sfuso  
Fonte: elaborazioni ENEA su dati CCIAA

ra, caratterizzata da un consumo pari a 1400 Sm<sup>3</sup>, sommando quota fissa e quota consumo, accise e imposte;

- Per l'energia elettrica il prezzo a kilowattora è determinato considerando

sia l'utente-tipo domestico con tariffa D2, caratterizzato da un consumo annuale pari a 2700 kWh per l'abitazione di residenza anagrafica, sia un utente con tariffa D1 per PdC per il riscaldamento nell'abitazione di residenza anagrafica, caratterizzato da un consumo annuale pari a 6800 kWh, ottenuto dalla somma dei consumi per le apparecchiature elettriche (2700 kWh) e per il funzionamento della PdC (4100 kWh).

Quest'ultimo valore è stato ottenuto sulla base dello stesso fabbisogno netto considerato per il gas naturale, una PdC elettrica con SCOP = 3,1 e un rendimento dei sottosistemi di utilizzazione pari a 81% secondo il Decreto sui Requisiti minimi (DM 26 giugno 2015). In entrambi i casi il prezzo finale è ottenuto sommando quota fissa, quota potenza e quota consumo, accise e imposte incluse.

I risultati sono interpolati linearmente con riferimento al primo anno di indagine (2012), ad eccezione della tariffa D1 dedicata alle pompe di ca-

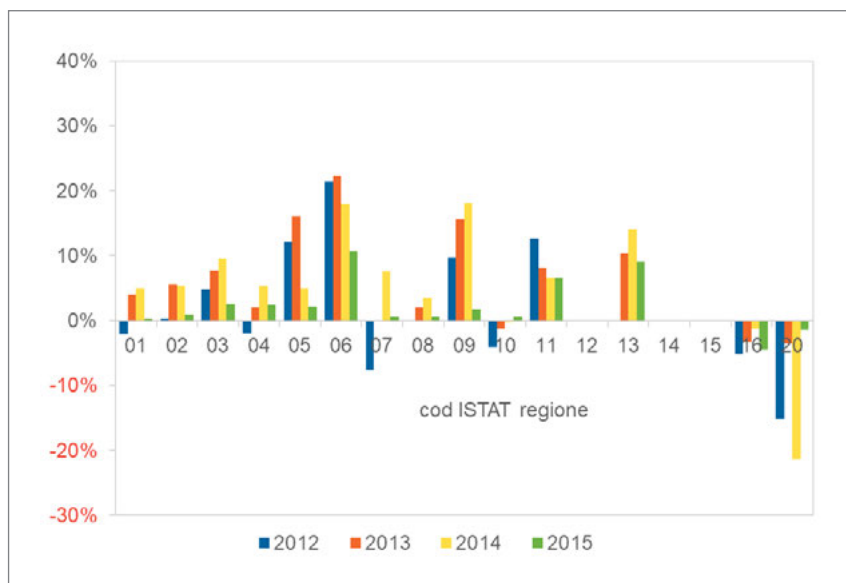


Fig. 4 Variazione percentuale dei prezzi medi annuali rispetto al 2016 per il GPL bombole  
Fonte: elaborazioni ENEA su dati CCIAA

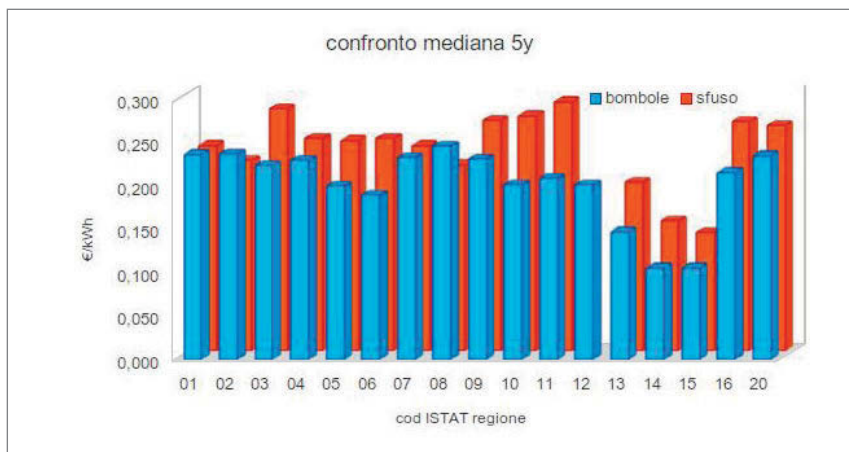


Fig. 5 Prezzi medi del GPL nel periodo gennaio 2012 - dicembre 2016  
Fonte: elaborazioni ENEA su dati CCIAA

lore, che è stata avviata dal 1° luglio 2014. Le formule riportate in Tabella 2 forniscono un'indicazione globale sul trend dei prezzi al kilowattora nel quinquennio di indagine, mentre non rappresentano con sufficiente livello di accuratezza la variabilità dei prezzi nel breve periodo, come dimostra il coefficiente di determinazione (più comunemente noto come R2), che è accettabile nel caso del gas naturale (R2 = 0,82), mentre si riduce a R2 = 0,29 nel caso del GPL sfuso ed è prossimo a zero nel caso di GPL in bombole e energia elettrica.

L'analisi dei dati mostra come nei cinque anni di indagine il combustibile più economico è stato il gas naturale, con un prezzo medio pari a 8,56 cent€/kWh, mentre il GPL in bombole (20,63 cent€/kWh) e il GPL sfuso (22,54 cent€/kWh) hanno avuto un costo superiore. Si ricorda comunque come i prezzi del GPL siano ricavati da valori di listino, che generalmente sono maggiori ai prezzi reali praticati agli utenti domestici. L'energia elettrica con tariffa D1 ha un prezzo medio di 23,17 cent€/kWh superiore al prezzo medio che caratterizza la tariffa D2, pari a 18,80 cent€/kWh. Anche in que-

sto caso va posta cura nel confronto, in quanto i prezzi al kilowattora per le tariffe D1 e D2 sono stati ricavati con due consumi annuali differenti, mentre a parità di consumo (6800 kWh) la tariffa D2 sarebbe stata meno conveniente. Come mostrato in Figura 6, dal primo trimestre 2017 le diffe-

renze tra le due tariffe D1 e D2 sono praticamente scomparse, a seguito di provvedimenti amministrativi volti a superare la struttura progressiva delle tariffe dell'energia elettrica. Infatti, dal 1° gennaio 2017 esistono solo due fasce di consumo per la tariffa D2, fino a 1800 kWh (F1) e oltre 1800 kWh (F2). Per tutte le fonti di energia si osservano diminuzioni dei prezzi finali nel periodo compreso tra il 2012 e il primo trimestre 2017. In particolare, risultano riduzioni medie del 6,97% e dello 0,67% per il GPL sfuso e in bombole, rispettivamente, di -10,6% per il gas e di -1,63% per la tariffa elettrica D2. Le interpolazioni ottenute per l'energia elettrica e il gas naturale trovano riscontro nelle elaborazioni ARERA sui dati ISTAT, che indicano una riduzione media del prezzo dell'energia elettrica dell'1% nel biennio 2014-2016, e nelle statistiche elaborate da Eurostat che mostrano una riduzione compresa tra l'1% e il 2% [5]. Per il gas, elaborazioni ARERA [1] indicano una varia-

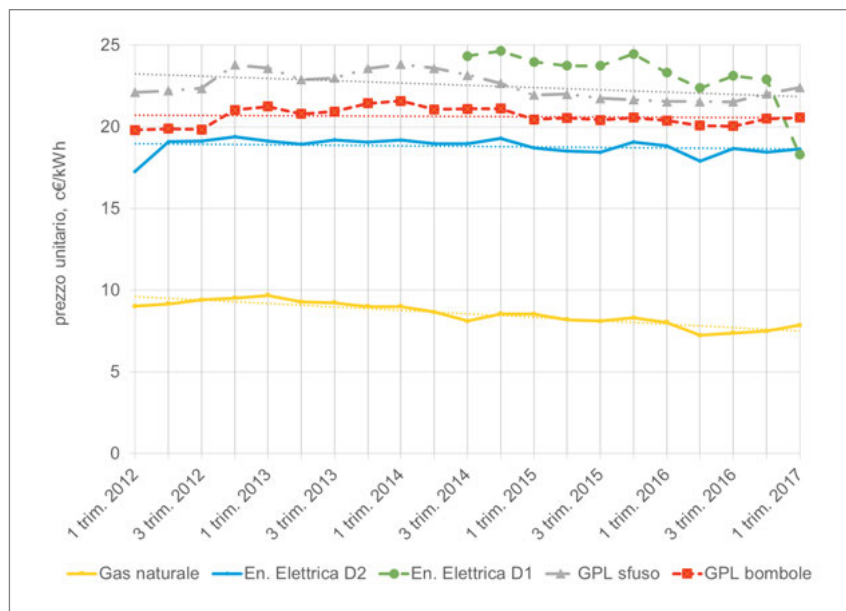


Fig. 6 Prezzi medi annuali delle fonti di energia nei cinque anni di analisi  
Fonte: elaborazioni ENEA su dati CCIAA (per il GPL) e ARERA (per il gas e l'energia elettrica)

Combustibile	$C_s$ [c€/kWh]
GPL sfuso	$23,30 - 6,97 \times 10^{-2} \cdot (y - 2012)$
GPL bombole	$20,71 - 0,67 \times 10^{-2} \cdot (y - 2012)$
Energia lettrica (tariffa D2)	$18,98 - 1,63 \times 10^{-2} \cdot (y - 2012)$
Gas naturale	$9,72 - 10,60 \times 10^{-2} \cdot (y - 2012)$

Tab. 2 Interpolazione lineare dei prezzi medi dal 1° trim. 2012 al 1° trim. 2017 (y = anno)

zione media dei prezzi del gas per le famiglie pari a -10% nel periodo 2013-2015 e di -21% nel periodo 2012-2016 se si considerano i prezzi medi di vendita al netto delle imposte sul mercato finale nella classe di consumo annuo inferiore a 5.000 m<sup>3</sup>.

## Conclusioni

Una corretta analisi tecnico-economica non può prescindere dalla conoscenza dei prezzi attuali dei combustibili e del loro andamento nel tempo. Mentre questi dati risultano relativamente agevoli da reperire a livello nazionale per i settori regola-

ti (gas naturale ed energia elettrica) e per il gasolio (statistiche dell'energia disponibili dal MiSE), per il GPL per usi domestici non vi è un'Autorità che svolga la funzione di collettore delle rilevazioni a livello provinciale.

In quest'ottica, è stato condotto un monitoraggio sui prezzi di listino del GPL per usi domestici degli ultimi cinque anni (tra il primo trimestre 2012 e il primo trimestre 2017), partendo dai listini dei prodotti petroliferi pubblicati dalle Camere di Commercio. L'indagine ha mostrato una certa disomogeneità nelle serie storiche pubblicate dalle varie CCIAA, sia in termini formali (unità di misura, prezzi forniti

a volte imposte incluse a volte imposte escluse) sia in termini di diponibilità (in alcune CCIAA i dati sono incompleti). Da un punto di vista dei prezzi, si è notata una significativa variabilità a livello provinciale, seppur in presenza di una stabilizzazione dei prezzi successivamente al 2014. L'aliquota IVA, che dipende dal metodo di rifornimento, influisce sul prezzo finale che risulta tipicamente maggiore per il GPL sfuso rispetto al GPL in bombole. I risultati ottenuti nel corso del monitoraggio hanno consentito di confrontare i prezzi finali al kilowattora del GPL con quelli del gas naturale e dell'energia elettrica per i clienti residenziali che aderiscono al Servizio di tutela. Sarà interessante aggiornare questo confronto in seguito alla soppressione del mercato tutelato, per valutare gli effetti della liberalizzazione sulle tariffe del gas e dell'energia elettrica.

*Per saperne di più:  
matteo.caldera@enea.it*

## BIBLIOGRAFIA

1. AEEGSI, Relazione annuale sullo stato dei servizi e sull'attività svolta, Vol. I - Stato dei Servizi (2016) [http://www.autorita.energia.it/allegati/relaz\\_ann/16/RAVolumel\\_2016.pdf](http://www.autorita.energia.it/allegati/relaz_ann/16/RAVolumel_2016.pdf)
2. M. Caldera, G. Puglisi, F. Zanghirella, F. Margiotta, P. Ungaro, V. Talucci, G. Cammarata, Proposal of a survey-based methodology for the determination of the energy consumption in the residential sector, International Journal of Heat and Technology, 35 (2017) S152-S158, DOI: 10.18280/ijht.35Sp0121
3. ENEA, Rapporto annuale efficienza energetica – Analisi e risultati delle policy di efficienza energetica del nostro Paese (2017) <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-volumi/raee-2017.pdf>
4. AEEGSI, Monitoraggio Retail – Aggiornamento del rapporto per gli anni 2014 e 2015, Rapporto 168/2017/I/COM, <http://www.autorita.energia.it/allegati/docs/17/168-17.pdf>
5. Eurostat, Electricity price statistics, (giugno 2017) [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_price\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_price_statistics)





## COSA SUCCEDE IN CITTÀ

# Decarbonizzazione e mobilità condivisa

di **Bruna Felici**, *ENEA*

DOI 10.12910/EAI2018-050

**Nello sviluppo urbano un grande ruolo può essere svolto dalla dimensione comportamentale nella gestione della mobilità urbana. La mobilità condivisa è una nuova forma di organizzazione e gestione degli spostamenti in ambito urbano, i cui impatti possono risultare utili agli obiettivi di decarbonizzazione**

**L**e trasformazioni urbane di questi anni, di cui si è diffusamente parlato in diversi articoli in questa rubrica, creano luoghi attraversati da contraddizioni e tensioni sociali da cui possono nascere esperienze d'innovazione basate sulla partecipazione e l'inclusione sociale. A Milano, modello di buona *governance* anche a livello internazionale, si parla di un nuovo rapporto tra economia e società nel quale risulta "strategico attivare nuove alleanze e nuove forme di collaborazione tra pubblica amministrazione, imprese, associazioni e singoli cittadini, nel quadro di un ecosistema dove i diversi attori non si intendono esclusivamente come portatori di interesse (stakeholder) in conflitto o in antitesi con il pubblico, ma si relazionano come *solution holders* in un processo virtuoso di reciprocità generativa per co-progettare, co-sviluppare e co-gestire pratiche,

spazi, beni e servizi" [1].

Si fa largo l'idea che, per rovesciare un insostenibile approccio "sviluppista", le città contemporanee debbano puntare soprattutto su forme di cooperazione e condivisione per ricostruire spazi di vivibilità urbana più inclusivi.

Le nuove pratiche presentano tratti comuni [2] che puntano ad armonizzare il comportamento individuale con gli interessi e le istanze delle comunità in cui si vive.

Anche nell'ambito della mobilità sono in atto profonde trasformazioni che riguardano non solo l'innovazione tecnologica ma anche la dimensione comportamentale. La rapida diffusione di nuove pratiche di mobilità fa sperare che un significativo contributo agli obiettivi di decarbonizzazione possa pervenire nei prossimi anni dal cambiamento radicale di alcune abitudini quotidiane.



## Pillole di mobilità

Per valutare l'entità dell'impatto del settore della mobilità sulla qualità della vita è sufficiente fornire pochi semplici dati.

I cittadini europei passano in media 10 ore a settimana sui mezzi di trasporto spendendo circa il 13% delle loro risorse economiche [3].

In Italia ogni giorno si spostano quasi 29 milioni di persone, 19 per lavoro, e 10 per motivi di studio. Si parla di un incremento di due milioni di persone in dieci anni.

Gli italiani si spostano prevalentemente con il mezzo privato; più della metà utilizzano l'automobile e, da recenti rilevazioni, il dato tende a crescere a scapito dell'utilizzo dei mezzi pubblici [4].

Con 62,4 automobili ogni 100 abitanti, deteniamo il record del più alto tasso di motorizzazione in Europa.

Tale massa di persone in movimento si concentra soprattutto nelle aree metropolitane, luoghi di maggiore concentrazione dell'intera domanda di mobilità.

Considerata l'entità del fenomeno, ci si chiede quanto sia realistico ribaltare la logica della mobilità considerata come una irrinunciabile necessità e quanto invece si possa limitare lo spostamento di una parte dei lavoratori che potrebbero svolgere la propria attività quotidiana da casa, o nei pressi della propria abitazione.

Questo comporta fare leva sulla domanda di mobilità, proponendo ipotesi per limitare gli spostamenti, disincentivare il trasporto privato a favore dell'utilizzo di modalità e mezzi che riducono l'impatto ambientale e i consumi energetici. E' l'idea sottesa all'approccio ASI, acronimo che sta per:

- *avoid/reduce*: interventi per evitare o ridurre la domanda di trasporto
- *shift*: interventi per modificare le scelte sui modi e mezzi di trasporto;
- *improve*: interventi per migliorare l'efficienza dei veicoli.

Un contributo importante può venire dall'utilizzo delle nuove forme di organizzazione del lavoro a distanza come il *telelavoro*, il *lavoro agile* oppure promuovendo i centri di *coworking* più prossimi alle abitazioni.

I dati dell'ultimo rapporto dell'*Osservatorio sullo smart working* [5] indicano l'aumento del numero di dipendenti del settore privato, il 6% pari a circa 300 mila dipendenti, che lavorano fuori dall'abituale sede di lavoro con modalità flessibili. Nel pubblico impiego la percentuale è decisamente più bassa [6] ma l'applicazione dell'articolo 14 della Legge Madia, fa prevedere per i prossimi anni una decisa crescita anche nel settore pubblico.

Tutto ciò si traduce in una riduzione di emissioni e consumi energetici, la cui stima è tuttora in fase di valutazione. Laddove invece lo spostamento risulti indispensabile, gli

interventi possono fare leva sulla dimensione comportamentale, disincentivando l'utilizzo dei mezzi privati verso forme diverse di mobilità multimodali e a minore impatto. La *mobilità condivisa* rientra in tale ambito di soluzioni.

La progressiva riduzione e sostituzione del parco delle auto private rientrerebbe nelle politiche di decarbonizzazione. Secondo l'Osservatorio Nazionale Sharing Mobility, "possedere un veicolo o non possederlo, induce comportamenti assai diversi, i quali si riflettono a loro volta sull'efficienza complessiva del sistema dei trasporti [...] se non si è proprietari di un mezzo di trasporto, si può scegliere la soluzione migliore, spostamento per spostamento. [...] Viceversa chi usa il proprio veicolo, tende ad impiegarlo quanto più possibile anche in condizioni sub-ottimali. [...] Per questo motivo un sistema dei trasporti che si fonda sull'uso di servizi condivisi è più efficiente e comporta minori costi esterni rispetto ad uno centrato sulla proprietà del veicolo e con tassi di motorizzazione molto elevati." [7]

## La mobilità condivisa in Italia

L'art. 4 del Decreto sulla Mobilità sostenibile nelle aree urbane introduce per la prima volta il concetto di mobilità condivisa. Il decreto prevede che i Comuni spingano "associazioni o imprese ad organizzare servizi di uso collettivo ottimale delle autovetture (*Carpooling*), nonché a promuovere e sostenere forme di multiproprietà delle autovetture destinate ad essere utilizzate da più persone, dietro pagamento di una quota proporzionale al tempo d'uso ed ai chilometri percorsi (*Car sharing*)".

Milano è tra le prime città a sperimentare nel 2001 il *car sharing* che dal 2013 in poi si diffonde sul territorio con servizi più ampi sia numericamente che qualitativamente.

Per comprendere il nuovo modello di mobilità, occorre fare riferimento al 1° Rapporto Nazionale della Sharing Mobility del 2016.

Uno dei punti cardine del nuovo approccio è costituito dal superamento della visione della mobilità individuale che va verso un *approccio collettivo e condiviso*. La diffusione e l'utilizzo delle *piattaforme digitali* consentono quindi maggiori possibilità per l'incontro tra domanda e offerta. Si tratta di due elementi che diventano propedeutici per la creazione di una *community*, comunità di utenti che interagisce e formula le soluzioni che vengono condivise. Infine, ma certamente non meno importante, è il concetto di pieno utilizzo del *mezzo messo in condivisione*. Rispetto alla mobilità tradizionale c'è l'ottimizzazione della capacità residua dei veicoli sia per il tempo che per il numero di persone potenzialmente trasportabili.

I servizi che stanno si stanno diffondendo in tutta Italia, in Figura 1, presentano più soluzioni di mobilità integrata e diverse modalità e modelli d'uso: cresce la multimodalità, l'utilizzo di più mezzi di trasporto, e la mobilità condivisa come forma di spostamento quotidiano.

Nell'ultimo triennio sono complessivamente cresciuti tutti i servizi che rientrano sotto la definizione di *sharing mobility*. Tra questi, oltre ai servizi di *bike sharing*, ci sono lo *scooter sharing*, il *car sharing* e il meno noto *carpooling* che consente l'uso di automobili private tra un gruppo di persone. Uno dei più famosi è il BlaBlaCar, utilizzato soprattutto per condividere lunghi tratti di strada assieme ad altre persone e pertanto a minor costo.

Tra le diverse soluzioni prevalgono i servizi di *bike sharing* che risultano essere il 76% sul totale dei servizi esistenti.

Guardando alle città italiane a maggiore diffusione della mobilità condivisa, Milano si distingue per alcune caratteristiche favorevoli alla penetrazione di innovazioni anche in ambito di mobilità sostenibile. La città infatti ha un minore utilizzo di automobili rispetto ad altri grandi centri urbani ed è in linea con le grandi città europee per i dati che riguardano gli spostamenti su mezzi pubblici e in bicicletta.

Nel confronto con Roma e Napoli, Milano risulta decisamente più virtuosa con il 43% degli spostamenti verso la sede di lavoro che vengono effettuati in auto, contro il 66% di Roma e il 54% di Napoli.

## Car sharing

Il *car sharing* è un servizio che consente di noleggiare automobili per breve tempo senza bisogno di assistenza da parte di personale.

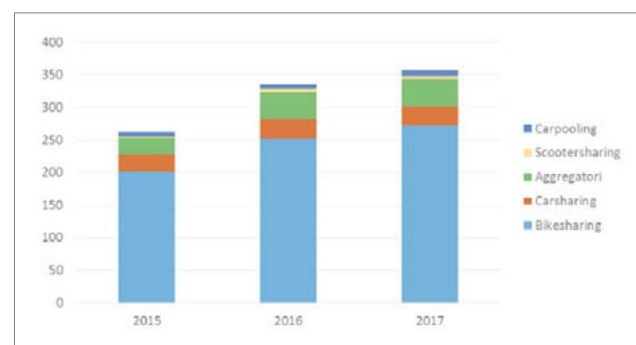


Fig. 1 Numero dei servizi di sharing mobility in Italia nel triennio 2015-2017

Fonte: Osservatorio Nazionale Sharing Mobility

Il servizio si presenta secondo quattro diverse modalità:

- *station based*, con prelievo del mezzo attraverso l'utilizzo di una app
- *free floating*, con prelievo del mezzo senza un luogo predefinito ed attraverso la localizzazione GPS
- *peer to peer*, con un servizio tra privati che si ottiene mediante iscrizione ad un portale
- *car sharing* di nicchia, sistemi legati a comunità chiuse, di lavoro o residenziali.

I numeri del *car sharing* cominciano ad essere significativi. I servizi si concentrano soprattutto nelle grandi aree urbane, con il 90% dei 7679 veicoli circolanti nelle sole città di Milano, Roma, Torino e Firenze. Del milione di iscritti la maggior parte si trova nel nord Italia (61%) e Milano è in testa con un abitante su tre a possedere un abbonamento di *car sharing*.

L'arrivo del sistema del *free floating* è stato importante nel far crescere il numero e la qualità dei servizi, ulteriormente implementati dalla diffusione dei veicoli elettrici. Attualmente un'automobile su quattro è alimentata elettricamente.

## Bike sharing

Il *bike sharing* è presente in 265 comuni italiani che dispongono complessivamente di 39.500 bici condivise. Oggi l'Italia è il paese europeo con il più alto numero di servizi di *bike sharing*.



Riguardo il funzionamento fino al 2016 prevaleva il sistema delle stazioni di parcheggio fisse che non prevedevano tecnologie avanzate.

Dal 2017 l'arrivo dei grandi operatori *free floating*, con tecnologie a localizzazione geografica, ha portato alla diffusione di sistemi a flusso libero per consentire una maggiore diffusione territoriale. Il vantaggio di tali sistemi è la facile localizzazione con *smartphone* che tramite una app consente lo sbloccaggio del lucchetto.

Il servizio *free floating* si è sviluppato soprattutto nelle maggiori città italiane quali Milano, Roma, Firenze, Torino anche se, nei primi mesi dell'anno, diversi episodi di vandalismo hanno evidenziato i principali limiti che può incontrare il servizio *bike sharing* nelle nostre aree urbane. Si tratta di un fenomeno che ha riguardato non solo l'Italia ma anche altri paesi europei al punto che Gobee, uno dei più grandi operatori del mercato mondiale, ha deciso di ritirarsi non solo dal mercato italiano ma da tutto il mercato europeo.

Un nuovo sistema verrà sperimentato nei prossimi mesi nel Comune di Milano. *Bitride* diventerà il primo servizio innovativo *free floating* elettrico a flusso libero realizzato in Italia. Il servizio nasce grazie al finanziamento europeo Horizon 2020 di 2,5 milioni di euro, che ha portato alla nascita della collaborazione tra Vodafone e Zehus, *startup* italiana nata con l'aiuto del Politecnico di Milano. La tecnologia sviluppata dispone di ausili per la circolazione e il parcheggio nei centri urbani, un *sistema di tracking* che assieme ad alcuni algoritmi permettono di suggerire il parcheggio verso alcune "virtual rack", rastrelliere virtuali ritenute più idonee per la sosta. Le biciclette saranno dotate di gomme piene antiforatura, sistemi di localizzazione e sensori che garantiranno il sistema da furti, usi scorretti o danneggiamenti volontari.

Il futuro della mobilità sostenibile ha certamente bisogno di una continua evoluzione tecnologica ma, come si è visto, soprattutto di un cambiamento culturale legato al passaggio dalla logica di possesso a quella di utilizzo del mezzo di trasporto.

Una simulazione sulla mobilità sostenibile condotta nella città di Lisbona ha mostrato la fondamentale importanza di un cambio di paradigma nelle abitudini quotidiane. Nello studio si dimostra che se si usassero solo veicoli condivisi e trasporto pubblico in città, per lo stesso numero di spostamenti giornalieri, si avrebbe una riduzione sino al 90% del numero di auto, con vantaggi sulla qualità dell'aria, sulle emissioni di CO<sub>2</sub> e sulla congestione del traffico. Se invece la diffusione dei veicoli elettrici e a guida autonoma –

prevista per i prossimi anni – non fosse accompagnata alla promozione di politiche di *sharing mobility*, di massiccio utilizzo del trasporto pubblico e di elettrificazione, ci sarebbero effetti imprevedibili e contrari a quanto auspicato, con

il possibile aumento dei km percorsi ogni giorno dai veicoli in circolazione.

Molti sono gli aspetti e le potenzialità di un settore ancora tutto da scoprire e valutare.



## BIBLIOGRAFIA

1. Linee di indirizzo per promuovere e governare lo sviluppo di iniziative di economia della condivisione e collaborazione. Delibera Giunta Comune di Milano n. 2676 del 19/12/2014 <http://www.milanosmartcity.org>
2. “L’innovazione sociale, pratiche di rigenerazione urbana in un quartiere di Torino”, in *Energia, ambiente e innovazione* 1/2018, <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/EAI/anno-2018/n-1-gennaio-marzo/2019innovazione-sociale-pratiche-di-rigenerazione-urbana-in-un-quartiere-di-torino-tra-intervento-pubblico-e-autoproduzione-sociale>
3. Boston Consulting Group/IPSOS, Observatoire Européen des Mobilités Première édition Les attentes des Européens en matière de mobilité, aprile 2017, <http://www.ipsos.fr/decrypter-societe/2017-04-26-lundi-au-vendredi-europeens-passent-en-moyenne-9h35-se-deplacerh>
4. *Green Mobility*, Rilevazione della Lorien Consulting, aprile 2018
5. Osservatorio Smart Working, 2017
6. M. Penna, *Modalità flessibili di lavoro nel pubblico impiego: diffusione e caratteristiche*, ENEA 2018, <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/edizioni-enea/2018/report-telelavoro-pa>
7. 2° Rapporto Nazionale sulla Sharing Mobility, p. 12

# La prossima rivista in uscita a settembre su:

[eai.enea.it](http://eai.enea.it)

---



Visita il sito!

