



BANCA D'ITALIA
EUROSISTEMA

Mercati, infrastrutture, sistemi di pagamento

(Markets, Infrastructures, Payment Systems)

Il sistema per lo scambio
delle quote di emissione dell'UE (ETS UE)

di Mauro Bufano, Fabio Capasso,
Johnny Di Giampaolo, Nicola Pellegrini



BANCA D'ITALIA
EUROSISTEMA

Mercati, infrastrutture, sistemi di pagamento

(Markets, Infrastructures, Payment Systems)

Il sistema per lo scambio
delle quote di emissione dell'UE (ETS UE)

di Mauro Bufano, Fabio Capasso,
Johnny Di Giampaolo, Nicola Pellegrini

Numero 39 – Luglio 2023

I lavori pubblicati nella collana “Mercati, infrastrutture, sistemi di pagamento” presentano documentazioni e studi su aspetti rilevanti per i compiti istituzionali della Banca d’Italia in tema di monitoraggio dei mercati finanziari e del sistema dei pagamenti, nonché di sviluppo e gestione delle relative infrastrutture. L’intento è quello di contribuire alla diffusione della conoscenza su questi argomenti e di favorire il dibattito tra le istituzioni, gli operatori economici, i cittadini.

I lavori pubblicati riflettono le opinioni degli autori, senza impegnare la responsabilità dell’Istituto.

La serie è disponibile online sul sito www.bancaditalia.it.

Copie a stampa possono essere richieste alla casella della Biblioteca Paolo Baffi: richieste.pubblicazioni@bancaditalia.it.

Comitato di redazione: STEFANO SIVIERO, LIVIO TORNETTA, GIUSEPPE ZINGRILLO, GUERINO ARDIZZI, PAOLO LIBRI, GIUSEPPE MARESCA, ONOFRIO PANZARINO, TIZIANA PIETRAFORTE, ANTONIO SPARACINO.

Segreteria: ALESSANDRA ROLLO.

ISSN 2724-6418 (online)
ISSN 2724-640X (stampa)

Banca d’Italia
Via Nazionale, 91 - 00184 Roma - Italia
+39 06 47921

Grafica e stampa a cura della Divisione Editoria e stampa della Banca d’Italia

IL SISTEMA PER LO SCAMBIO DELLE QUOTE DI EMISSIONE DELL'UE (ETS UE)

di Mauro Bufano, Fabio Capasso,
Johnny Di Giampaolo, Nicola Pellegrini*

Sintesi

I sistemi di scambio dei permessi di emissione (*Emissions Trading Systems*, ETS) sono meccanismi sempre più utilizzati per attuare politiche di decarbonizzazione dei settori produttivi mediante meccanismi di *carbon pricing*. La teoria economica ha dimostrato che sistemi di mercato “*cap and trade*” possono essere più efficienti di sistemi di carbon tax nell'affrontare il problema della determinazione del prezzo delle esternalità derivanti dalle emissioni inquinanti. L'ETS attivo in Europa fin dal 2005 è tuttora il più sviluppato a livello internazionale, ha un ruolo centrale nelle politiche *green* europee e vi partecipano sia imprese industriali sia operatori finanziari. La presenza di questi ultimi contribuisce significativamente ad aumentare la liquidità del mercato, ma può concorrere anche ad accentuare la volatilità dei prezzi dei diritti di emissione scambiati. Nel lavoro, dopo una sintesi della letteratura sui sistemi di scambio di permessi di emissione, ci si sofferma sull'evoluzione negli anni del profilo istituzionale dell'ETS europeo, sulla dinamica dei prezzi e le relative determinanti e sul processo di armonizzazione e integrazione tra meccanismi analoghi operanti in altre giurisdizioni.

Classificazione JEL: Q35, Q38, Q52, H23, G10, G18.

Parole chiave: *emissions trading system*, *carbon pricing*, mercati finanziari, finanza sostenibile.

Abstract

Emissions Trading Systems (ETSs) are gaining importance as tools to implement decarbonization policies by means of carbon pricing mechanisms. Economic theory has demonstrated that such ‘cap and trade’ systems can be more effective than tax-based systems in pricing the externalities of pollution. The European ETS (EU-ETS), created in 2005 and currently the world's most developed emissions market, is one of the pillars of the European transition to a green economy. Manufacturing firms and financial companies both participate in the market, with the latter significantly contributing to its liquidity, but also to the volatility of the prices of traded emission rights. In this paper, we review the literature on emissions trading systems (also known as pollution rights markets) and focus on the development of the institutional framework of the EU-ETS and on market-price trends and determinants. We also consider ETSs operating under other jurisdictions and the process of international integration of these systems.

* Banca d'Italia, Dipartimento Mercati e sistemi di pagamento.

INDICE

1. Introduzione	7
2. I presupposti teorici dei mercati delle emissioni	8
3. Evidenze empiriche sui sistemi di scambio delle emissioni	9
4. Il mercato europeo (ETS UE): assetto istituzionale e struttura	12
4.1. La partecipazione al mercato ETS UE	14
4.2. Le fasi del ETS UE	15
4.3. Le allocazioni gratuite delle EUA	17
4.4. L'allocazione tramite aste delle EUA	17
5. L'andamento del mercato degli EUA	19
5.1. Il mercato dei future	21
6. Diffusione e coordinamento internazionale dei mercati dei diritti di emissione	25
6.1. Un confronto tra paesi	25
6.2. I sistemi di scambio internazionale delle quote di mitigazione	26
7. Sintesi e Conclusioni	28
Riferimenti bibliografici	30

1. Introduzione

I prezzi dei combustibili fossili hanno un ruolo significativo nell'attuazione delle politiche di transizione energetica. Prezzi che incorporino le esternalità da inquinamento derivanti dallo sfruttamento delle fonti fossili favoriscono una transizione ordinata riducendo le distorsioni derivanti da un disallineamento tra costi privati e costi sociali dell'utilizzo di fonti di energia inquinanti.

Per questo motivo tra gli strumenti a contrasto del cambiamento climatico si annoverano, oltre a sistemi di controllo e limitazione di tipo amministrativo, anche meccanismi che incidono, in vario modo, sul costo di utilizzo delle fonti inquinanti, mediante sistemi di imposizione diretta *à la Pigou* (c.d. "carbon tax"), o la creazione dei diritti di emissione negoziabili sui mercati sotto forma di certificati.

Meccanismi di quest'ultimo tipo, in particolare, sono stati elaborati e adottati fin dagli anni sessanta, dapprima nell'ambito delle politiche di contenimento dell'inquinamento delle falde acquifere, e successivamente di quelle relative all'inquinamento atmosferico¹.

I sistemi di scambio dei permessi di emissione (*Emissions Trading Systems*, ETS), sono individuati già nel protocollo di Kyoto (art. 17) e successivamente nell'accordo di Parigi del 2015, come strumenti necessari a favorire una riduzione delle emissioni carboniche globali e una transizione energetica ordinata.

In Europa opera da anni il mercato Europeo delle emissioni (ETS UE), tuttora il mercato più ampio tra quelli attivi nel mondo², che di recente ha attirato l'attenzione di un'ampia platea di investitori e intermediari finanziari, dopo che il Green deal Europeo³ ha posto il cambiamento climatico al centro dell'agenda politica dell'Unione Europea, in concomitanza con una rapida crescita dei prezzi dei diritti di emissione. Nell'ambito del pacchetto di misure cosiddetto "fit for 55", elaborato dalla Commissione nel luglio 2021, sono contenute proposte per disincentivare il ricorso alle fonti fossili nei prossimi anni e per un significativo ampliamento dei settori coperti dall'ETS europeo, estendendolo in particolare alle emissioni legate al traffico marittimo; è stata inoltre proposta l'eliminazione delle allocazioni gratuite dei permessi di emissione al settore dell'aviazione.

Il lavoro è articolato in 5 sezioni: la prima e la seconda introducono gli aspetti teorici e riassumono le evidenze empiriche sugli effetti degli ETS; la sezione 3 descrive la struttura e il funzionamento del mercato europeo dei diritti di emissione, mentre la sezione 4 ne analizza l'andamento. La sezione 5 passa in rassegna gli sviluppi in atto in altre giurisdizioni e i progressi nell'interconnessione e armonizzazione tra sistemi nazionali a sostegno dello sforzo globale per il contrasto del cambiamento climatico.

¹ Negli USA nel 1976 l'EPA (Environment Protection Agency) introdusse "crediti di riduzione delle emissioni" (ERC) nelle regioni che non risultavano in linea con gli standard qualitativi dell'aria imposti dalla normativa nazionale (Clean Air Act) e, successivamente, introdusse un meccanismo simile nell'ambito del *Sulfur Allowance Programme* del 1995 a contrasto del fenomeno delle piogge acide. In quest'ultimo caso veniva istituito un sistema ad asta competitiva presso il Chicago Board of Trade per assicurare l'allocazione dei permessi sul mercato.

² Una analisi dettagliata dei sistemi di negoziazione delle emissioni esistenti nel mondo e da cui emerge la centralità dell'ETS UE è fornita periodicamente dalla International Carbon Action Partnership (ICAP). Cfr. ICAP. (2022). *Emissions Trading Worldwide: Status Report 2022*.

³ Cfr. Commissione europea (2019).

2. I presupposti teorici dei mercati delle emissioni

L'intuizione secondo cui il problema dell'inquinamento, che rappresenta una fonte di esternalità negativa per la collettività, possa essere affrontato in maniera efficiente attraverso il mercato, trae origine dall'analisi condotta da Ronald Coase ne "Il problema del costo sociale" del 1960. Secondo la teoria di Coase gli scambi, riflettendo le preferenze della collettività in termini di inquinamento e qualità ambientale, consentono di aumentare il benessere generale minimizzando gli effetti distorsivi del controllo amministrativo diretto degli standard ambientali (*command and control*), in modo equivalente ad un sistema di tassazione delle esternalità negative *à la Pigou*⁴.

Sulla base dei presupposti identificati da Coase, Baumol e Oates (1971) e Montgomery (1972) pongono a confronto sistemi di tassazione e sistemi di scambio di permessi di emissione e dimostrano che i prezzi delle emissioni convergono agli stessi valori di equilibrio. La differenza è che i sistemi di mercato sono più efficienti nell'individuazione del valore di equilibrio, che avviene immediatamente e non, come nei sistemi di tassazione, ad esito di un processo iterativo di tipo "*trial and error*".

Weitzman (1974) si è successivamente occupato del problema della scelta del prezzo o della quantità come strumento ottimale di controllo dell'inquinamento. Le conclusioni raggiunte sono che in una situazione di incertezza può venire meno l'equivalenza tra un sistema di fissazione dei prezzi *à la Pigou* e un sistema di determinazione di limiti quantitativi alle emissioni inquinanti. Se gli effetti dell'incertezza si manifestano in misura relativamente maggiore sui benefici marginali attesi dell'abbattimento dell'inquinamento, rispetto ai relativi costi, allora è preferibile fissare un obiettivo in termini di quantità di emissioni di equilibrio, e tollerarne oscillazioni del prezzo, piuttosto che fissare quest'ultimo e lasciare che le emissioni si possano discostare rispetto alle quantità di equilibrio.

L'approccio di Coase è all'origine delle prime proposte di applicazione di sistemi di scambio dei diritti di inquinamento dei bacini idrici (Kneese, 1964) e dell'atmosfera (Crocker, 1968 e Dales, 1968), che hanno portato al successivo sviluppo dei sistemi di scambio di emissioni (Emission Trading System - ETS) oggi adottati in numerose giurisdizioni nazionali, regionali e sovranazionali.

Nei sistemi ETS l'Autorità pubblica, una volta determinato l'ammontare complessivo di emissioni consentite in un determinato arco temporale nella giurisdizione di riferimento, procede all'emissione di permessi, ciascuno rappresentativo di una quota delle emissioni totali consentite, e alla sua allocazione gratuita (*grandfathering*) o in asta (*auctioning*) ai soggetti sottoposti al regime di limitazione delle emissioni. Questi ultimi a loro volta decideranno se utilizzarli per coprire le emissioni legate alla propria attività o cederli ad altre imprese.

Se le emissioni soggette al limite (*cap*) sono inferiori al fabbisogno dell'insieme dei soggetti sottoposti alla regolamentazione, il gap tra domanda e offerta determinerà un valore economico

⁴ Pigou (1920), in *The economy of welfare*, propone l'imposizione di una tassa su ogni unità prodotta da chi genera un'esternalità negativa; la misura ottima di tale tassa eguaglia il costo marginale sostenuto da chi genera l'esternalità al costo marginale sociale. La tassa, infatti, ha l'effetto di indurre il produttore a internalizzare il costo sociale dell'inquinamento nella propria funzione di massimizzazione del profitto e dunque determina la quantità ottima da produrre rispetto alla funzione di utilità sociale.

non nullo di ciascuno dei permessi, che potranno quindi essere oggetto di scambi di mercato, tra controparti in deficit di permessi rispetto a quanto ottenuto in sede di prima assegnazione dai diritti acquisiti sul mercato primario, e controparti invece in surplus.

In alternativa all'uso dei permessi ogni impresa può investire in tecnologie per la riduzione dell'impatto ambientale. La scelta dipenderà dal divario tra il costo marginale degli investimenti e quello per l'acquisto dei permessi di emissione. Ogni impresa investirà un ammontare di risorse tale per cui il costo marginale dell'investimento sarà pari al prezzo di mercato di un permesso.

Imprese dotate di tecnologie di abbattimento delle emissioni relativamente inefficienti possono, quindi, a parità di livelli di produzione, rinunciare ad investire e colmare il deficit di diritti di emissione comprandoli da controparti più efficienti nella riduzione di emissioni, che quindi si troveranno in surplus di diritti essendo in grado di abbattere le proprie emissioni ricorrendo alle tecnologie di cui dispongono. In questo modo il sistema consente una distribuzione efficiente degli oneri di inquinamento tra imprese di settori e aree geografiche diversi e un maggiore incentivo, a livello aggregato, all'abbattimento delle emissioni.

I meccanismi di allocazione dei permessi hanno un impatto potenzialmente rilevante sull'efficacia dei sistemi di *cap and trade*: l'assegnazione gratuita dei permessi, essendo ancorata all'andamento storico delle emissioni, può ridurre l'incentivo per le imprese ad una riduzione delle nuove emissioni.

L'efficienza e la liquidità del mercato dei diritti, inoltre, può risentire di effetti dotazione (*endowment effects*) che frenano gli scambi se i beneficiari di allocazioni iniziali gratuite hanno aspettative di incrementi dei prezzi e sono quindi indotti a rinviare il ricollocamento sul mercato dei diritti.

Infine i sistemi di allocazione gratuita possono rappresentare una barriera all'ingresso per imprese nuove entranti obbligate ad acquistare i permessi sul mercato secondario.

3. Evidenze empiriche sui sistemi di scambio delle emissioni

I numerosi studi sugli ETS hanno analizzato in particolare i fattori che possono influenzare la formazione dei prezzi delle quote di emissione (Friedrich *et al.*, 2020; Hintermann *et al.*, 2014), l'effettiva capacità di questi sistemi di ridurre le emissioni carboniche nei settori regolati (Green, 2021) e le implicazioni di *risk management* (Lovcha *et al.*, 2022; Koch and Bassen, 2013; Green, 2008). Di seguito si passano in rassegna le analisi empiriche sui primi due aspetti, con specifico riferimento al sistema europeo di scambio.

Le analisi sui fattori rilevanti per la formazione dei prezzi dei permessi distinguono tra fattori che incidono sulla domanda di permessi da parte delle imprese e fattori che invece agiscono dal lato dell'offerta da parte del regolatore. Tra le prime, sono state individuate: (i) il prezzo dei combustibili fossili (Alberola *et al.*, 2008; Aatola *et al.*, 2013; Lovcha *et al.*, 2022); (ii) i margini di produzione delle centrali a carbone e a gas, più comunemente definiti rispettivamente *dark spread* e *spark spread* (Batten *et al.*, 2021); (iii) il prezzo di sostituzione tra la produzione elettrica da carbone e gas, detto *switching price* (Rickels *et al.*, 2012); (iv) il

prezzo dell'energia elettrica (Aatola *et al.*, 2013); (v) la crescita economica (Friedrich *et al.*, 2020); (vi) le condizioni metereologiche (Batten *et al.*, 2021). Dal lato dell'offerta, invece, sono stati esaminati prevalentemente gli impatti delle decisioni di *policy* e le comunicazioni inerenti la regolamentazione e il funzionamento del mercato (Salant, 2016).

Gli effetti prezzo e sostituzione legati all'utilizzo delle fonti di energia e dei diritti di emissione possono essere molteplici (Friedrich *et al.*, 2020). Un aumento (diminuzione) del prezzo del carbone dovrebbe determinare una diminuzione (aumento) del prezzo degli ETS in quanto è un combustibile ad elevate emissioni carboniche, pertanto un suo minore impiego porterebbe le imprese a dover acquistare minori permessi. All'opposto, un aumento (diminuzione) del prezzo del gas, essendo una fonte più pulita del carbone, dovrebbe determinare un aumento (diminuzione) del prezzo dei permessi, in quanto potrebbe rendere conveniente il ricorso ai combustibili a più elevate emissioni. Anche fasi di espansione (contrazione) dell'economia determinano un aumento (diminuzione) della domanda di permessi, in quanto sono accompagnate da un maggior (minore) impiego dei combustibili fossili per produrre energia e per i trasporti.

Le condizioni metereologiche, invece, possono determinare effetti contrapposti, a seconda che esse comportino un aumento della produzione elettrica da fonti fossili, come nel caso di temperature invernali molto rigide, o da fonti rinnovabili, come nel caso di abbondanti precipitazioni (per l'energia idroelettrica) o condizioni ventose favorevoli (per l'eolico). Sulla significatività di questi fattori non vi è unanimità, la loro rilevanza tende a variare a seconda del periodo preso in considerazione, dei paesi europei inclusi nell'analisi e della serie dei prezzi energetici utilizzata (Hintermann *et al.*, 2014; Rickels *et al.* 2012; Duan *et al.*, 2021).

Con riferimento alla fase I del sistema ETS UE (2005-2007; cfr. sezione 4.2), per Alberola *et al.* (2008) le variabili statisticamente significative risultano essere il prezzo del gas e del carbone e i margini di produzione al netto dei prezzi dei permessi (il cosiddetto *clean spark spread*). Guardando ai sotto periodi 2005-2006 e 2006-2007 per gli stessi autori risultano significativi anche il prezzo del petrolio, dell'elettricità, lo *switching price* e le variazioni inattese delle temperature fredde (eventi di freddo estremo).

Altri studi che si sono concentrati sulla fase I, tuttavia, sono pervenuti a risultati contrastanti riguardo alla rilevanza dei combustibili fossili e, in particolare, del carbone (Zhang and Wei, 2010; Hintermann *et al.*, 2014). Secondo Hintermann *et al.* (2014), tale incertezza sarebbe legata alla fase ancora sperimentale che viveva il mercato dei permessi di emissione in quegli anni in cui i prezzi erano influenzati soprattutto dalle decisioni politiche e dagli annunci sulla futura regolamentazione del mercato.

Con riferimento a un orizzonte temporale più ampio (2005-2010), Aatola *et al.* (2013) individuano un effetto positivo del prezzo dell'elettricità, oltre a quello del prezzo dei combustibili fossili.

Rickels *et al.* (2012), utilizzando i prezzi del periodo 2008-2012, individuano un ruolo rilevante anche dello *switching price* e dell'andamento dell'attività economica, entrambi con un effetto positivo sul prezzo dei permessi. Gli autori, inoltre, osservano che le analisi empiriche che testano la rilevanza dei combustibili fossili e che spesso arrivano a conclusioni

contrastanti, sono basati su serie di prezzi differenti che possono averne condizionato fortemente i risultati.

Più di recente, Batten *et al.* (2021), con riferimento al periodo 2013-2017, hanno rilevato essere variabili significative i prezzi del petrolio, del carbone, dell'elettricità, il margine di guadagno delle centrali a gas (*clean spark spread*) e i cambiamenti improvvisi di temperatura.

Con riferimento agli studi sui fattori dal lato dell'offerta, Hitzemann *et al.* (2015) analizzano gli effetti prodotti dalla comunicazione, nel mese di aprile di ciascun anno, delle emissioni carboniche effettive registrate nell'anno precedente. Questa informazione, può infatti incidere sulle aspettative del mercato circa l'andamento futuro della domanda di permessi. L'analisi empirica, condotta sul periodo 2005-2012, sembra confermare la rilevanza di questa comunicazione, avendo individuato dei rendimenti anomali in corrispondenza del giorno dell'annuncio, nonché un aumento dei volumi di scambio e della volatilità.

Deeney *et al.* (2016) analizzano invece gli effetti delle decisioni del Parlamento Europeo sul rendimento dei permessi. Con riferimento al periodo 2007-2014, gli autori rilevano dei rendimenti negativi anomali in corrispondenza di decisioni su proposte della Commissione o del Consiglio europeo, mentre per le decisioni su risoluzioni promosse dai partiti politici non hanno rilevato effetti significativi. Secondo gli autori, questo potrebbe essere dovuto alla maggiore copertura mediatica assicurata alle proposte dei partiti e i cui effetti sarebbero quindi già scontati nei prezzi.

Relativamente al filone di studi sull'efficacia dei sistemi di scambio, una meta-analisi di Green (2021) sulla capacità delle politiche di *carbon pricing* di ridurre il livello delle emissioni carboniche, ha preso in rassegna 37 lavori, di cui 13 relativi al sistema di scambio europeo. Da questi studi emerge un tasso di riduzione annuale delle emissioni per il mercato europeo tra lo zero e l'1,5 per cento. Come osserva l'autrice, tuttavia, questa bassa riduzione risente in modo sostanziale dell'inclusione, in molti degli articoli esaminati, della fase I (2005-2007) che aveva una funzione meramente sperimentale. Inoltre, dato che i lavori analizzati prendono a riferimento anni, settori e paesi europei diversi, non è possibile sulla base di questi calcolare una media generale in grado di esprimere l'efficacia del sistema europeo di scambio.

La riduzione delle emissioni misurata da Bayer e Aklin (2020), che escludono la fase I di avvio del sistema, risulta più elevata, circa il 3,8 per cento annuo dal 2008 al 2016. Gli autori evidenziano che la riduzione non è stata guidata da specifici paesi ma è riconducibile al funzionamento del mercato nel suo insieme, tuttavia ammettono che sul calo possano aver contribuito anche fenomeni di esternalizzazione delle produzioni ad elevate emissioni fuori dalla UE (*carbon leakage*).

Infine, Muûles *et al.* (2022), hanno misurato per le imprese francesi la riduzione delle emissioni tra un campione non soggette al sistema dei permessi di emissione e un campione di imprese che invece vi sono assoggettate. Nel campione di imprese regolate gli autori hanno rilevato una riduzione delle emissioni superiore dell'8,2 per cento rispetto alle imprese che non partecipano al sistema. Inoltre hanno osservato che per le imprese regolate non sono riscontrabili fenomeni di *carbon leakage* né di *switching* verso combustibili a minori emissioni o un maggior utilizzo di elettricità in luogo dei combustibili. Di contro, hanno rilevato un

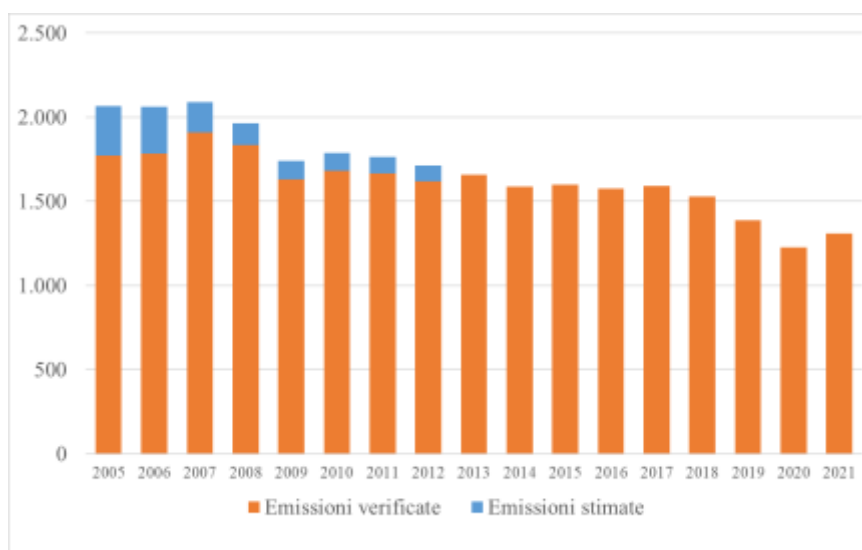
aumento negli investimenti in beni strumentali che supporterebbero l'ipotesi secondo cui il principale mezzo con il quale le imprese hanno abbattuto le emissioni sia stato il ricorso a tecnologie produttive a minori emissioni.

4. Il mercato europeo (ETS UE): assetto istituzionale e struttura

L'ETS dell'Unione Europea (ETS UE) è un sistema di *cap and trade* in cui vengono allocati permessi unitari di emissione (*European Unit Allowances*, EUA) che attribuiscono al detentore il diritto di emettere 1 tonnellata di CO₂ oppure una quantità equivalente di altri due gas serra (ossido di diazoto, N₂O, e perfluorocarburi – PFC).

La Commissione europea fissa ogni anno un limite alle emissioni totali di gas serra che possono essere emessi dagli impianti dei soggetti partecipanti al sistema (cfr. figura 1). Il limite fissato, e di conseguenza anche l'allocazione massima di EUA, è ogni anno inferiore al precedente⁵ per rispettare gli obiettivi climatici UE.

Figura 1: Evoluzione delle emissioni verificate



Nota: dati in milioni di tonnellate di CO₂ o di CO₂ equivalente. Per consentire un confronto temporale, nel periodo 2005-2012 una parte delle emissioni sono state stimate dalla European Environment Agency in modo da riflettere l'attuale perimetro del sistema ETS. I dati si riferiscono ai soli impianti fissi (sono escluse le emissioni del settore aereo).

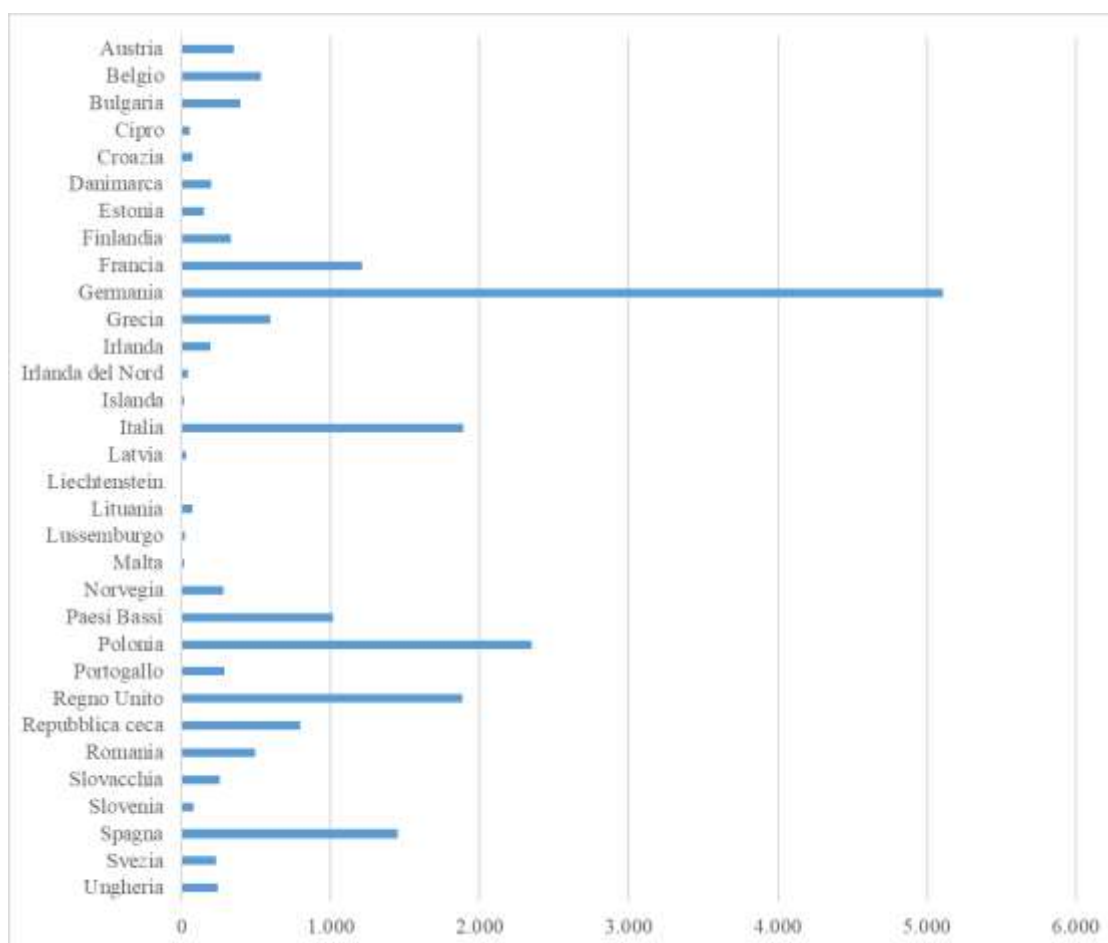
Fonte: European Environment Agency (EEA).

Il sistema ETS UE copre circa 11.000 impianti e circa il 40% del totale delle emissioni di gas serra dei paesi dell'Unione europea, Islanda, Liechtenstein e Norvegia.

Negli ultimi sette anni le emissioni in termini assoluti rilevate nei paesi aderenti al sistema ETS UE si sono concentrate in Germania, Polonia, Regno Unito, Italia e Francia (cfr. figura 2). I paesi a maggiore intensità di emissioni rispetto al PIL sono stati invece Bulgaria, Estonia e Polonia.

⁵ Dal 2021 in avanti il tasso di riduzione lineare delle quote è stato fissato al 2,2% su base annua (era invece pari a 1,74% negli anni 2013-2020), comportando una riduzione di circa 55 milioni di quote l'anno, in linea con l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra del 40% entro il 2030.

Figura 2: Distribuzione delle emissioni verificate per paese nel periodo 2013-2021



Nota: dati in milioni di tonnellate di CO₂ o di CO₂ equivalente. Escluso il settore aereo. Fonte: European Environment Agency (EEA)

A partire dal 2012 tutte le operazioni effettuate nell'ambito dell'ETS UE sono raccolte nel Registro unico dell'UE, la banca dati dell'Unione in cui sono contabilizzate le quote detenute nei conti intestati ai partecipanti, le emissioni verificate e tutte le transazioni effettuate sul mercato primario e secondario. Per ricevere gratuitamente quote di emissione, partecipare alle aste sul primario e/o negoziare EUA sul mercato secondario è necessario aprire un conto presso tale Registro, facendone richiesta all'autorità nazionale competente⁶.

Tutte le transazioni sono verificate, registrate e autorizzate automaticamente in un database centralizzato e standardizzato (lo *European Transaction Log*, EUTL), che garantisce la supervisione su tutte le transazioni sull'ETS UE, l'integrità dei processi e la conformità con la normativa vigente.

Entro il 30 aprile di ogni anno, ciascun partecipante deve versare nel Registro unico quote sufficienti a coprire interamente le emissioni dei rispettivi impianti, così come rilevate nel corso dell'intero anno precedente. In caso di restituzione di EUA per un ammontare inferiore rispetto alle emissioni, sono previste sanzioni pari a 100€ per tonnellata di CO₂ eccedentaria.

⁶ In Italia le richieste sono valutate dal Comitato ETS, un organo interministeriale presieduto dal Ministero dell'ambiente e partecipato dai Ministeri dello sviluppo economico e delle infrastrutture.

La verifica delle emissioni è effettuata da enti specializzati accreditati nei diversi paesi UE, in base a standard regolamentari fissati su base europea. In Italia le emissioni dichiarate sono verificate e convalidate da “Organismi di Terza Parte” accreditati da Accredia (Ente Italiano di Accreditamento), sottoposto alla vigilanza del Ministero dello Sviluppo Economico.

Il sistema ETS UE è a tutti gli effetti un mercato finanziario, soggetto al medesimo regime regolamentare e di sorveglianza degli altri mercati finanziari europei⁷, oltre che a direttive e regolamenti specifici. Gli scambi e le aste avvengono principalmente su piattaforme di negoziazione regolamentate, tra cui la European Energy Exchange (EEX), con sede a Lipsia, utilizzata dalla maggior parte dei paesi che partecipano all'ETS UE, l'ICE Futures Europe (ICE), che è stata quella del Regno Unito fino alla Brexit, e il NASDAQ OMX Commodities Europe. Su tali piattaforme sono negoziati sia contratti *spot* sia derivati, come *future* e opzioni. Esistono inoltre mercati *over the counter* (OTC) per gli scambi bilaterali tra controparti che sottoscrivono contratti specifici (ISDA, IETA o EFET), e altre piattaforme non regolamentate cosiddette *carbon pool*, utilizzate in particolare da piccoli emittenti, dove ordini, anonimi, di acquisto e vendita di quote sono raccolti in un book di negoziazione e poi abbinati.

L'assegnazione sul mercato primario dei diritti di emissione ai partecipanti all'ETS UE può essere sia gratuita sia onerosa. Quest'ultima ha luogo mediante aste competitive, che si tengono in date predefinite e per volumi indicativi fissati ogni volta⁸.

Almeno il 50% dei proventi della vendita all'asta deve essere destinato dagli Stati membri a finalità connesse al clima e all'energia.

4.1. La partecipazione al mercato ETS UE

Al sistema ETS UE devono partecipare le imprese appartenenti a settori a elevate emissioni⁹: produzione di energia elettrica e di calore¹⁰, industria ad alta intensità energetica¹¹; produzione di alcuni acidi¹²; aviazione commerciale, ed è in corso di discussione da parte della Commissione europea l'estensione, dal 2023, ad altri settori, tra cui il trasporto marittimo¹³. L'attività che produce più emissioni è quella relativa agli impianti di combustione (60% nel

⁷ Agli scambi di quote di emissione si applicano ad esempio le principali normative relative ai mercati finanziari europei, tra cui MiFID2/MiFIR, MAR, CSDR, EMIR, AMLD.

⁸ Nel paragrafo 4.3 e 4.4 sono illustrati i criteri di assegnazione gratuite e tramite asta.

⁹ La Direttiva ETS 2003/87/CE definisce nel dettaglio le attività soggette agli obblighi previsti dalla normativa ETS. In particolare le imprese che gestiscono impianti che rientrano nel perimetro di applicazione della Direttiva devono ricevere specifica autorizzazione per poter produrre emissioni.

¹⁰ Rientrano in tale attività gli “impianti di combustione”, non necessariamente di produzione industriale, con una potenza termica di combustione di oltre 20 MW. Per “combustione” si intende, ai sensi della normativa di riferimento, l'ossidazione di combustibili allo stato solido liquido o gassoso, indipendentemente dall'impiego che viene fatto dell'energia termica, elettrica o meccanica prodotte in tale processo, e altre attività direttamente connesse.

¹¹ Tra cui raffinerie di petrolio, acciaierie e produzione di ferro, metalli, alluminio, cemento, calce, vetro, ceramica, pasta di legno, carta, cartone, acidi e prodotti chimici organici su larga scala.

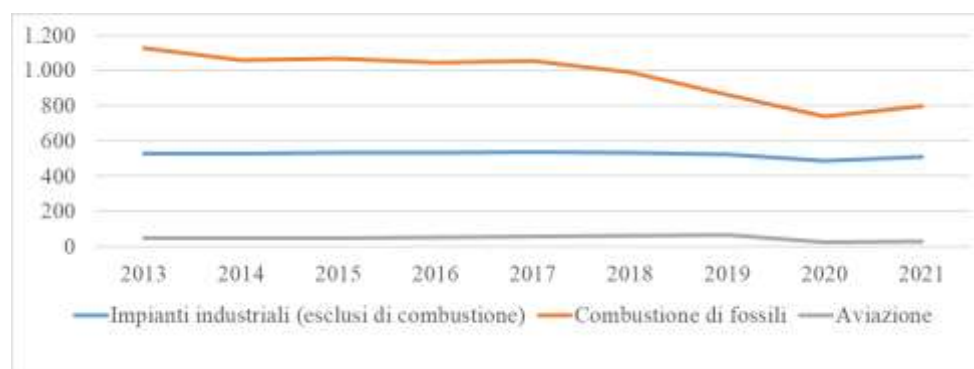
¹² Acido nitrico, adipico e gliossilico.

¹³ In alcuni settori sono inclusi soltanto gli impianti al di sopra di una certa dimensione; alcuni impianti di dimensioni ridotte possono essere esclusi qualora le amministrazioni pubbliche adottino misure di riduzione delle emissioni. Nel settore dell'aviazione, fino al 31 dicembre 2023 il sistema ETS UE si applicherà unicamente ai voli tra aeroporti situati nello Spazio economico europeo (SEE); dal 2024 saranno inclusi tutti i voli in partenza dall'UE.

2021), seguita dalle altre attività industriali (38%). Le emissioni del settore del trasporto aereo sono invece di norma inferiori al 2% (cfr. figura 3).

Possono negoziare sull'ETS anche altri soggetti, tra cui società finanziarie, banche e fondi, operando sia per conto proprio, anche per finalità speculative (cfr. sezione 5.1), sia per conto di imprese di minori dimensioni.

Figura 3: Andamento delle emissioni per settore nel periodo 2013-2021



Dati in milioni di tonnellate di CO₂ o di CO₂ equivalente. Fonte: European Environment Agency (EEA)

4.2. Le fasi del ETS UE

L'evoluzione dell'ETS EU ha attraversato quattro fasi, contrassegnate da cambiamenti nei criteri di assegnazione delle quote alle imprese e ai settori.

Nella prima fase, sperimentale, che va dal 2005 al 2007, è stato verificato il funzionamento delle regole, delle infrastrutture e dei sistemi di rilevazione e accertamento delle emissioni, in vista del passaggio alle fasi successive. In questa fase tutte le quote sono state assegnate gratuitamente agli aventi diritto, sulla base delle emissioni previste per le diverse categorie di imprese.

Nella seconda fase (2008-2012) è stata introdotta l'assegnazione mediante asta, inizialmente solo per il 10% del totale distribuito (cfr. figura 4). In questa fase, avviando la progressiva riduzione delle emissioni totali autorizzate, la Commissione ha disposto una riduzione del 6,5% rispetto alle emissioni osservate nel 2005. Nonostante ciò l'offerta è risultata significativamente superiore alla domanda, determinando prezzi delle quote quasi nulli.

A partire dalla terza fase (2013-2020) la quota assegnata in asta è salita al 60%¹⁴, e sono state adottate misure specifiche per i diversi settori produttivi:

- per le imprese produttrici di energia elettrica, che in precedenza trasferivano i costi figurativi delle emissioni pur in presenza di assegnazioni gratuite, queste ultime dal

¹⁴ La Commissione prevede che la percentuale di quote da mettere all'asta resti la stessa anche dopo il 2020.

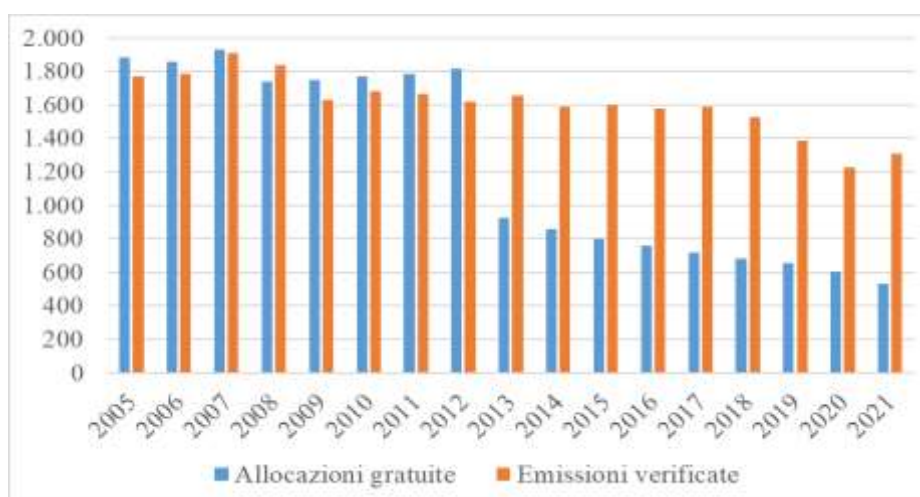
2013 sono state sospese, eccetto che in alcuni Stati membri¹⁵, in relazione a specifici programmi di investimento in ammodernamento delle tecnologie produttive;

- per il settore manifatturiero è stata disposta, durante la fase 3, una diminuzione progressiva delle quote assegnate gratuitamente, dall'80% nel 2013 al 30% nel 2020, con l'eccezione delle imprese maggiormente esposte al rischio di delocalizzazione e quindi di trasferimento delle emissioni ("carbon leakage"¹⁶);
- nel settore del trasporto aereo, che nel 2020 ha tuttavia pesato per meno del 2% sul totale delle emissioni nel sistema ETS, le assegnazioni sono state a titolo gratuito per circa l'85% del totale del settore.

Con il passaggio alla quarta fase (2021-2030) assieme a una proroga di dieci anni del sistema di assegnazione gratuita sono state adottate misure specifiche per i settori a più alto rischio di *carbon leakage*, che riceveranno gratuitamente diritti di emissione a copertura della totalità del fabbisogno stimato¹⁷.

Per i settori industriali meno esposti, invece, la quota gratuita assegnata si ridurrà gradualmente a partire dal 2026, passando al 30% fino a esaurirsi completamente alla fine del 2030.

Figura 4: Allocations gratuite vs totale emissioni



Nota: dati in milioni di tonnellate di CO₂ o di CO₂ equivalente. Fonte: European Environment Agency (EEA)

¹⁵ Deroga prevista per otto degli Stati membri entrati a far parte dell'UE dopo il 2004: Bulgaria, Cipro, Repubblica ceca, Estonia, Ungheria, Lituania, Polonia e Romania. Tali paesi devono presentare la prova che l'importo complessivo investito nel settore energetico dalle imprese sia stato almeno pari al valore delle quote assegnate a titolo gratuito.

¹⁶ Il trasferimento delle emissioni di CO₂ è un fenomeno che può verificarsi se, per ragioni di costi dovuti alle politiche climatiche, le imprese intendono trasferire la produzione in paesi in cui i limiti alle emissioni sono meno rigorosi. Ciò potrebbe portare a un aumento delle loro emissioni totali. Il rischio di trasferimento delle emissioni di CO₂, può essere più elevato in alcune industrie ad alta intensità energetica.

¹⁷ Il fabbisogno viene definito ex ante sulla base di un *benchmark* e l'assegnazione gratuita avviene a inizio anno. Le imprese hanno comunque l'incentivo a ridurre le proprie emissioni (e in tal caso possono rivendere il surplus), mentre se emettono di più del fabbisogno iniziale devono acquistare in asta o sul mercato le quote mancanti.

4.3. Le allocazioni gratuite delle EUA

L'assegnazione gratuita dei diritti di emissione avviene entro il 28 febbraio di ogni anno, mentre la restituzione delle quote relative alle emissioni dell'anno precedente deve essere effettuata, come riportato sopra, entro il 30 aprile, utilizzando le quote inutilizzate degli anni precedenti, quelle ricevute sul primario e/o quelle acquistate sul mercato secondario.

L'assegnazione gratuita di diritti è effettuata in base a parametri di riferimento (benchmark) diversi per settore e prodotto. A partire dalla fase 4 sono stati resi più flessibili i criteri di determinazione delle quote gratuite per consentire maggiore allineamento delle assegnazioni con i fabbisogni effettivi.

Per l'industria manifatturiera, in ciascuna filiera produttiva i parametri¹⁸ sono determinati in base alle emissioni medie di gas serra del 10% degli impianti più efficienti nell'UE. Gli impianti che rispettano tali parametri ricevono, in linea di principio, tutti i diritti necessari a coprire le rispettive emissioni, mentre gli impianti che non rispettano i valori di riferimento ricevono meno quote rispetto al fabbisogno e dovranno quindi ridurre le emissioni e/o acquistare quote supplementari per coprire le proprie emissioni.

Nel trasporto aereo le allocazioni sono calcolate sulla base di criteri di efficienza, moltiplicando le tonnellate-chilometro verificate di ciascun operatore aereo per un parametro fisso. Il numero totale di quote assegnate è stato calcolato come il 95% delle emissioni storiche del trasporto aereo nello Spazio economico europeo negli anni 2004-2006. Dal 2021 si applica una riduzione lineare annua delle quote gratuite assegnate pari al 2,2%. La Commissione europea ha proposto una cessazione dell'attribuzione di quote gratuite al settore aereo a partire dal 2027.

4.4. L'allocazione tramite aste delle EUA

Le quote non assegnate gratuitamente sul primario sono messe all'asta su piattaforme elettroniche. La vendita all'asta delle quote di emissione è disciplinata dall'apposito regolamento dell'ETS UE, che riguarda i tempi, la gestione e altri aspetti delle aste per garantire che si svolgano in maniera aperta, trasparente, armonizzata e non discriminatoria.

Sulla piattaforma comune di riferimento per l'Unione europea (CAP3: *European Definitive Common Auction Platform*, piattaforma d'asta definitiva comune europea), gestita dal mercato regolamentato EEX (*European Energy Exchange*, del gruppo Deutsche Boerse), le aste hanno luogo 3 volte a settimana (lunedì, martedì e giovedì) dalle 9 alle 11, secondo un calendario prestabilito e pubblicato entro il 30 settembre dell'anno precedente. Alle aste possono partecipare non solo i gestori degli impianti soggetti all'EU ETS, ma anche banche, società di

¹⁸ L'assegnazione delle quote ai singoli impianti può essere adeguata ogni anno per tener conto delle variazioni della produzione. I 54 valori dei parametri di riferimento per la determinazione del livello delle quote assegnate a titolo gratuito a ciascun impianto saranno aggiornati due volte nella fase 4 per evitare che le imprese nel tempo lucrino indebitamente sulle allocazioni iniziali a seguito dei progressi tecnologici intervenuti.

investimento e intermediari finanziari, per conto proprio o per conto terzi. Durante ogni sessione d'asta i partecipanti presentano richieste non pubbliche in termini di numero di quote e prezzo offerto; il lotto minimo richiedibile di 500 quote. Ciascuna asta ha un unico prezzo di aggiudicazione (*clearing price*) determinato dalla piattaforma che ha bandito l'asta. In aggiudicazione viene determinato il prezzo minimo tra quelli offerti per cui la quantità di quote domandata dai partecipanti eguaglia quella offerta dagli Stati membri. Nel caso in cui la domanda di quote sia inferiore all'offerta l'asta è annullata.

Le aste coprono solo una parte della domanda di emissioni, ossia di emissioni effettive che devono essere restituite. La restante parte è assegnata gratuitamente, acquistata sul secondario o coperta con emissioni “conservate” (c.d. *banking delle quote*).

Fino al 2020 ad ogni Stato membro sono state destinate, per la successiva aggiudicazione alle imprese, quote di emissione in prevalenza sulla base delle quote storiche nazionali di emissione, tenendo conto, in misura minore, delle esigenze di paesi con un maggiore fabbisogno di risorse per investimenti¹⁹.

A partire dal 2021 il 90% delle quote da vendere all'asta sarà distribuito agli Stati membri in base alla loro percentuale di emissioni verificate, mentre il 10% sarà assegnato agli Stati membri con PIL più basso in un'ottica di sostegno alla crescita.

Ciascuno stato membro dell'UE ha diversi ruoli chiave nel sistema EU ETS, disciplinati da norme armonizzate a livello dell'Unione:

- rilasciano annualmente il numero di quote da allocare gratuitamente alle imprese nazionali deciso dalla Commissione europea²⁰;
- mettono all'asta le quote ricevute in assegnazione dall'UE; qualunque partecipante può essere aggiudicatario, a prescindere dalla provenienza geografica;
- destinano i proventi delle aste a progetti per sviluppare energie rinnovabili, promuovere l'efficienza energetica, evitare la deforestazione, raccogliere e immagazzinare il CO₂ in modo sicuro, promuovere il trasporto pubblico a basse emissioni e migliorare i sistemi di teleriscaldamento;
- garantiscono che i beneficiari delle quote monitorino e riferiscano annualmente in merito alle loro emissioni;

¹⁹ In particolare:

- l'88% è stato distribuito in base alla percentuale di emissioni verificate nell'ambito del sistema ETS UE per il 2005 o alla media del periodo dal 2005 al 2007, se superiore;
- il 10% è stato assegnato agli Stati membri con minore disponibilità di risorse per aiutarli a investire in tecnologie per l'abbattimento delle emissioni.
- il rimanente 2% è stato assegnato come "Kyoto bonus" ai nove Stati membri (Bulgaria, Repubblica ceca, Estonia, Ungheria, Lettonia, Lituania, Polonia, Romania e Slovacchia) che nel 2005 avevano ridotto le loro emissioni di gas a effetto serra almeno del 20% rispetto al 1990.

²⁰ Lo Stato membro raccoglie le richieste delle singole imprese tramite un portale telematico dedicato e le comunica alla Commissione che controlla e decide gli importi effettivi da allocare gratuitamente, sulla base di criteri specifici.

- presentano alla Commissione un elenco e i dettagli degli impianti interessati dalla legislazione;
- presentano alla Commissione una relazione annuale sull'applicazione della legislazione;
- determinano sanzioni efficaci per eventuali violazioni della legge.

5. L'andamento del mercato degli EUA

La crescente adozione di politiche di contrasto al cambiamento climatico ha determinato un significativo aumento della partecipazione all'ETS europeo.

Gli EUA hanno attirato sempre più l'attenzione di investitori del settore finanziario, quali fondi di investimenti e altre istituzioni che non hanno un interesse industriale per gli EUA.

Secondo Bloomberg a marzo 2021 circa 250 fondi di investimento risultavano attivi sul mercato ETS (nel 2019 erano stati solo 140). Gli *hedge fund* hanno inoltre assunto posizioni speculative sul prezzo degli EUA, incoraggiati dalla prospettiva di crescente scarsità di tali certificati nel prossimo futuro.

L'insieme di questi fattori ha impresso una significativa accelerazione ai prezzi degli EUA negoziati sul mercato, che dalla fine del 2021 si sono mantenuti prevalentemente sopra gli 80€ per tonnellata di CO₂ (oltre 10 volte i valori osservati nel 2017; cfr. figura 5)²¹, livello che potrebbe scoraggiare l'utilizzo di fonti fossili di energia.

I prezzi degli EUA risentono in misura significativa di fattori congiunturali, come nel caso della pandemia da Covid-19, quando la contrazione della produzione industriale, della logistica e della mobilità hanno determinato un crollo delle emissioni carboniche delle imprese e di conseguenza una forte riduzione della domanda dei diritti di emissione. All'opposto, il forte aumento del prezzo del gas naturale registrato da metà 2021 ha determinato una pressione al rialzo del prezzo dei diritti di emissione. Tale aumento è connesso alla sostituzione del gas nella generazione di energia elettrica con combustibili quali il carbone (cosiddetto *switching-price*), caratterizzato da una maggiore intensità di emissioni, e il cui impiego richiede conseguentemente l'acquisto di maggiori diritti di emissione. Questa tendenza è stata osservata principalmente in Germania e in parte nei Paesi Bassi²². L'effetto dello *switching-price* sulla formazione del prezzo dei diritti è stato peraltro noto nella letteratura accademica sul tema (Alberola *et al.*, 2008, Batten *et al.* 2021).

²¹ Con lo scoppio della guerra in Ucraina e il conseguente forte rialzo del prezzo delle materie prime (in particolare il gas, che ha raggiunto il massimo storico) ha generato vendite massive di contratti EUA, il cui prezzo è tornato sotto i 70€ per tonnellata. Il movimento potrebbe essere stato generato da operatori del settore energetico che hanno venduto EUA per poter acquistare gas e petrolio a prezzi più elevati. Si sarebbero inoltre manifestati timori che la carenza di gas russo possa portare in Europa al ritorno dell'utilizzo di fonti energetiche più inquinanti (in particolare il carbone), ritardando così la transizione ecologica. Il forte calo dei prezzi delle emissioni non ha interessato altri mercati, come quello Cinese, dove le quotazioni dei permessi di emissione sono rimaste sostanzialmente stabili durante le prime fasi del conflitto ucraino.

²² Cfr. Commissione Europea, DG Energia, *Quarterly report on European gas markets*, Volume 14, Terzo trimestre 2021.

Figura 5: Andamento del prezzo degli EU ETS (scadenza 1 anno)



Fonte: Bloomberg

Le analisi empiriche disponibili sulla relazione tra prezzi EUA e variabili macroeconomiche non hanno evidenziato correlazioni significative (es. Chevallier 2009). Il mercato degli EUA risulta invece maggiormente correlato con quello di altre *commodity* energetiche²³ e quindi mostra una analoga stagionalità nelle quotazioni; inoltre è popolato da intermediari più sofisticati rispetto agli investitori con finalità di copertura.

L'accresciuta partecipazione di questi ultimi, e quindi l'aumento del volume delle operazioni con natura speculativa, ha aumentato la liquidità del mercato, ma anche la sua volatilità (cfr. De Ponti e Romagnoli, 2022).

Su quest'ultimo aspetto, se dovesse confermarsi rilevante e destinato ad aumentare, potrebbero doversi soffermare le Autorità di regolamentazione, e considerare misure volte a contenere andamenti erratici che potrebbero determinare effetti indesiderati sulle negoziazioni e, in ultima istanza, sui prezzi dell'energia (cfr. Ampudia *et al.*, 2022).

Anche la dinamica dell'offerta ha contribuito a spingere i prezzi di mercato. Con l'avvio della quarta fase nel 2021 la riduzione annuale di emissioni è aumentata al 2,2% dall'1,74% della fase precedente. La tendenza potrebbe accentuarsi ulteriormente, dopo che nel luglio 2021 la Commissione Europea ha proposto che il tasso di riduzione sia portato al 4,2%.

²³ Gli EUA presentano tendenzialmente una correlazione positiva elevata (tra 0,6 e 0,8) con i principali energetici. Dal 2021 la correlazione del prezzo degli EUA con i derivati sul gas naturale ha raggiunto livelli prossimi all'unità, con movimenti repentini dei prezzi degli EUA in seguito a shock sul mercato del gas.

Con l'avvio a gennaio 2021 della Fase 4 è stato deciso di non consentire l'uso delle nuove quote emesse tra gennaio e aprile per rispettare gli obblighi di riconsegna delle emissioni del 2020 (da adempiere entro il 30 aprile 2021). Questo ha determinato nei primi mesi dell'anno un aumento della domanda di quote sul mercato e ulteriori pressioni al rialzo sui prezzi²⁴.

Il rialzo dei prezzi degli EUA è indicato anche tra le cause dell'aumento del costo dell'approvvigionamento energetico per gli utenti finali, come riferisce a tal proposito l'Autorità di regolazione per energia reti e ambiente (ARERA)²⁵. Il fenomeno della traslazione dell'aumento dei costi degli EUA si verificato in particolare in quei paesi (soprattutto in Spagna) dove i prezzi dell'elettricità sono regolamentati solo in parte e le famiglie optano in misura più consistente per tariffe variabili²⁶.

Si tratterebbe, tuttavia, di un fenomeno transitorio, destinato a essere riassorbito e nel lungo periodo, orizzonte in cui la dinamica dei prezzi degli EUA risente quasi esclusivamente del ritmo di decarbonizzazione nella produzione di energia elettrica.

Mentre vi è ampio consenso sull'effettivo riflesso (c.d. *pass-through*) degli ETS sul mercato elettrico (cfr. riquadro 2), le evidenze empiriche²⁷ sull'impatto che i prezzi degli EUA hanno sui settori interessati dallo schermo ETS appaiono tuttora incerte, a causa della mancanza di dati e di una certa opacità del mercato.

In particolare, appare significativo il *pass-through*, pur con eterogeneità tra diversi paesi, per il settore cementizio, metallurgico e della raffinazione di carburanti. Per i settori dei fertilizzanti, della petrolchimica e della produzione di vetro la stima del *pass-through* mostra invece intervalli di confidenza piuttosto ampi, il che rende quindi maggiore l'incertezza nella stima dell'impatto sui prezzi EUA.

5.1. Il mercato dei future

Gli EUA sono stati utilizzati per investimenti soprattutto a breve termine. Grazie anche all'inclinazione positiva (c.d. *contango*²⁸) della curva EUA (cfr. figura 6), gli investitori appaiono orientati ad usare i certificati per bloccare la differenza tra prezzo spot e future²⁹.

²⁴ È stato invece confermato l'utilizzo delle quote emesse a partire dal 1° gennaio 2013 senza limitazioni temporali. Le quote emesse dal 1° gennaio 2021 saranno invece utilizzabili solo nei dieci anni successivi.

²⁵ Cfr. Autorità di regolazione per energia reti e ambiente (ARERA), Comunicato stampa del 30 dicembre 2021, https://www.arera.it/it/com_stampa/21/211230cs.htm#; Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), Analisi trimestrale del sistema energetico italiano n.3/2021.

²⁶ Cfr. Pacce *et al.* (2021).

²⁷ Cfr. Commissione Europea (2016) e Cludius *et al.* (2016).

²⁸ Il "contango" si manifesta quando il prezzo dei futures con scadenza a una certa data è più alto del prezzo spot previsto per quella data. La situazione opposta è denominata "backwardation".

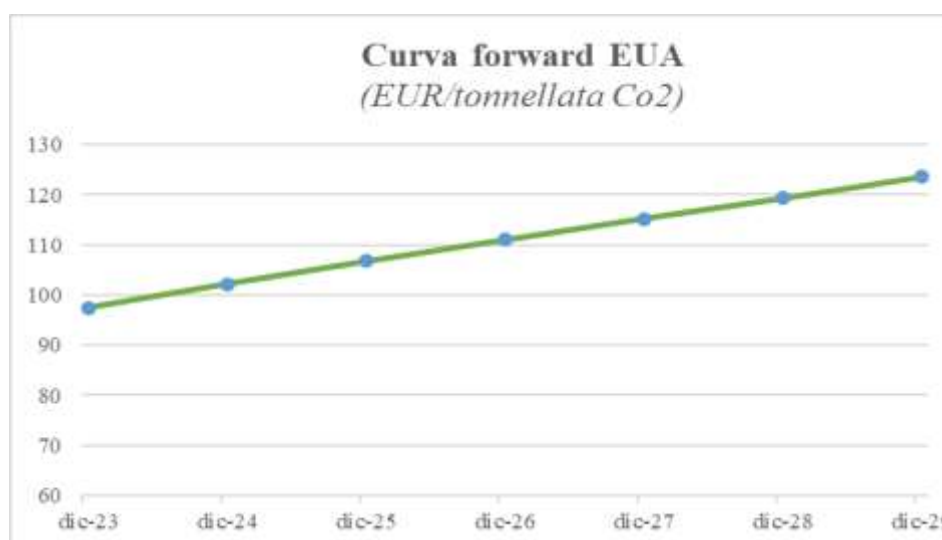
²⁹ Ciò sarebbe dovuto principalmente alla possibilità di conservare le quote di emissioni eccedenti per soddisfare future esigenze, in assenza di costi di conservazione delle quote (BCE (2021)). Sempre nel bollettino BCE, si paventa la possibilità che in futuro l'inclinazione della curva possa cambiare qualora il *convenience yield* (il rendimento derivante dallo stoccaggio delle quote), attualmente lievemente negativo, divenisse più negativo. Ciò potrebbe verificarsi nel caso in cui le autorità di regolamentazione limitino il diritto di trasferire quote di emissione da un anno all'altro (Bredin e Parsons, 2016).

Il *contango* nella curva future può essere giustificato da diversi motivi:

- Il numero delle allocazioni è ancora elevato.
- Uno dei settori più inquinanti, le *utility*, non ricevono allocazioni gratis. Devono pertanto coprirsi anno per anno basandosi sulle allocazioni EUA.
- Gli investitori offrono liquidità soprattutto sul segmento a breve della curva.
- Le previsioni sui future EUA su scadenze a più lungo termine sono molto volatili e con intervalli di confidenza molto ampi.
- L'inclinazione positiva della curva dipende anche dalla *view* degli investitori sulla direzione dei prezzi EUA, comprando soprattutto sulle scadenze più a lungo termine.

Guardando alla composizione degli investitori, le *utility* rappresentano la quota maggiore. Esse tipicamente operano sulle scadenze da 2 a 5 anni, in base alla fonte di energia prevalente, e il loro comportamento varia a seconda della struttura energetica dei diversi paesi³⁰.

Figura 6: Curva future EUA



Fonte: Bloomberg, dati al 24 febbraio 2023.

C'è ampio consenso tra gli analisti che i prezzi EUA siano destinati a un'ulteriore crescita nel lungo periodo³¹, spinti tra gli altri fattori dalle strategie di copertura delle utilities e dalla dinamica della *Market Stability Reserve* (cfr. riquadro 1).

Concorrono ad alimentare previsioni al rialzo dei prezzi, verso livelli compresi tra 130 e 150 € nel 2030, le proposte di molti partiti politici europei di introdurre per gli EUA una struttura dei prezzi di tipo *step-up* con *floor*. L'inclusione di ulteriori settori nello schema ETS (ad esempio il settore marittimo dal 2025) contribuirà inoltre all'aumento della domanda di EUA.

³⁰ Generalmente le *utility* italiane, con una struttura energetica tipicamente meno capital intensive, tendono a coprirsi sul segmento più a breve termine della curva ETS, al contrario delle utility francesi e tedesche, che preferiscono scadenze più lunghe.

³¹ Bloomberg Intelligence – Technical Outlook: Carbon Emissions 21st Century Bull – 15.03.2021.

Riquadro 1: La Market Stability Reserve (MSR)

La Riserva di stabilizzazione del mercato è uno strumento istituito nel 2015, operativo dal 2019, con l'obiettivo di evitare che il mercato ETS operi con un'ampia eccedenza strutturale di quote in circolazione.

Un'eccedenza di quote troppo ampia rischierebbe infatti di determinare un'indebita riduzione del prezzo delle quote, influenzando negativamente sulla capacità dell'ETS di contribuire a raggiungere in modo efficiente gli ambiziosi obiettivi di riduzione delle emissioni.

Lo scopo della Riserva è anche quello di rendere l'EU ETS più resiliente rispetto agli squilibri tra domanda e offerta, in modo da consentirne un funzionamento ordinato.

La Riserva di stabilizzazione del mercato entra automaticamente in funzione quando il numero totale di quote in circolazione esce da un intervallo predefinito:

- in caso di quote in circolazione eccedenti la soglia di 833 milioni, il 24% del totale delle quote sarà accantonato a Riserva, mettendone all'asta un numero inferiore in un periodo di 12 mesi a partire da settembre;
- se invece il numero totale in circolazione risulta inferiore a 400 milioni, le quote sono svincolate dalla riserva e immesse nel sistema, mettendo all'asta 200 milioni di quote in più;
- se le quote in circolazione risultano comprese tra 400 e 833 milioni, la Riserva non viene movimentata.

Il numero di quote in circolazione è pubblicato dalla Commissione europea entro il 15 maggio di ogni anno e rappresenta un elemento essenziale del funzionamento della riserva, in quanto costituisce il parametro di riferimento per stabilire se aggiungere o svincolare quote dalla Riserva.

Sostanzialmente il numero totale di quote in circolazione (TNAC) è calcolato con la seguente formula:

$$\text{TNAC} = \text{offerta} - (\text{domanda} + \text{quote di emissione nella riserva di stabilizzazione del mercato})$$

Nel 2020 il TNAC è stato pari a 1.578 milioni, superiore alla soglia di 833 milioni, pertanto 379 milioni di quote (cioè il 24% del TNAC del 2020) sono state destinate all'accantonamento a Riserva riducendo di pari importo i volumi di asta tra settembre 2021 e agosto 2022.

Dal 2023, inoltre, le quote nella Riserva che eccederanno il volume collocato in asta l'anno precedente saranno cancellate, secondo le regole a oggi vigenti. Alcuni adeguamenti ai parametri e al funzionamento della Riserva sono in corso di valutazione da parte della Commissione.

Riquadro 2: Il mercato elettrico italiano

Il Mercato Elettrico o Borsa Elettrica o IPEX (Italian Power Exchange), nata nel 2004, è un mercato telematico per la negoziazione dell'energia elettrica all'ingrosso, gestito dal Gestore dei Mercati Energetici S.p.A. (GME), nel quale il prezzo dell'energia corrisponde al prezzo di equilibrio ottenuto dall'incontro tra le quantità di energia elettrica domandate e quelle offerte dagli operatori che vi partecipano³².

L'elevato grado di complessità e coordinamento necessari a garantire il funzionamento del sistema impone l'individuazione di un dispacciatore, che in Italia è Terna S.p.A., dotato di un potere di controllo su tutti gli impianti di produzione facenti parte del sistema.

Terna ha il compito di assicurarne il funzionamento nelle condizioni di massima sicurezza per garantire la continuità e la qualità del servizio. Il dispacciatore svolge pertanto l'attività di "bilanciamento del sistema in tempo reale" (c.d. balancing), la regolazione e controllo automatici delle unità di produzione (c.d. riserva primaria e secondaria), intervenendo attivamente quando i margini operativi dei sistemi di regolazione automatici sono inferiori agli standard di sicurezza per reintegrarli.

Sul mercato elettrico le offerte sono costituite da coppie di quantità e prezzi unitari di energia elettrica, espressi in €/MWh. Nel 2021 il PUN medio dell'energia elettrica è più che triplicato rispetto al 2020 (circa 125€/MWh vs 40 €). Nei primi mesi del 2022, anche per il forte aumento dei prezzi delle commodity, si sono registrati nuovi record nei prezzi della borsa elettrica, con picchi giornalieri di oltre 500 €/MWh nel mese di marzo e una media nel trimestre di oltre 250 €/MWh (circa il doppio del 2021, che costituiva già il precedente massimo storico). Nel confronto con gli altri paesi europei si è assistito in particolare all'ampliamento del divario con Francia e Germania, mentre in Spagna si sono registrati aumenti anche superiori all'Italia, anche se il PUN resta di poco inferiore a quello italiano (circa 200 €/MWh nel primo trimestre del 2022). Secondo quanto riportato nel rapporto ENEA del terzo trimestre 2021, a determinare il rialzo dei prezzi elettrici sono stati l'andamento del prezzo del gas e quello dei permessi di emissione. Solo nel terzo trimestre del 2021, infatti, la componente energetica dell'energia elettrica è aumentata del 60%, a fronte di un calo del 17% del prezzo di dispacciamento, che ne ha attutito gli effetti per i consumatori finali (il tasso annuo di crescita dell'energia elettrica è risultato pari al 15%, comunque molto superiore al tasso di crescita dei prezzi al consumo nello stesso periodo, che si attestava intorno all'1,2% per l'Italia).

³² Maggiori dettagli sono disponibili sul sito del Gestore dei Mercati Energetici S.p.A.
<https://www.mercatoelettrico.org/it/>

6. Diffusione e coordinamento internazionale dei mercati dei diritti di emissione

Le giurisdizioni in cui sono attivi ETS rappresentano il 55% del prodotto interno globale³³. La copertura da parte dei sistemi ETS è piuttosto articolata: oltre all'unico ETS sovranazionale, quello dell'Unione Europea, meccanismi analoghi sono presenti in USA (California, Massachusetts e *Regional Greenhouse Gas Initiative*), Canada, Cina, Giappone (Tokyo), Kazakistan, Messico, Nuova Zelanda, Corea del sud, Svizzera, Regno Unito e Germania. Diversi altri sono in via di progettazione e realizzazione³⁴.

6.1. Un confronto tra paesi

Tra il 2005 e il 2012 l'unico mercato attivo è stato l'ETS UE, coprendo emissioni comprese tra 2 e 3 miliardi di tonnellate equivalenti, una quota relativamente contenuta delle emissioni globali, intorno al 5%.

Dopo una fase intermedia, in cui altri mercati si sono aggiunti, tra cui in particolare quello della California e di alcune province cinesi, la copertura è aumentata a circa 5 miliardi di tonnellate equivalenti. Nel 2021 l'ingresso del Sistema Nazionale Cinese ha fatto salire la copertura fino a quasi 9 miliardi di tonnellate (17% delle emissioni globali)³⁵.

I mercati differiscono non solo per dimensioni, ma anche rispetto ai settori coinvolti e al grado di copertura delle emissioni generate nel mercato stesso. Nuova Scozia, Quèbec, California e Corea hanno la maggiore copertura di gas serra, tra il 74% e l'87% delle rispettive emissioni totali. L'ETS della Nuova Zelanda copre il maggior numero di settori: manifatturiero, edilizia, energia, trasporti e attività forestale, ma solo il 49% delle emissioni del paese.

Gli ETS UE e quello delle province Cinesi coprono rispettivamente il 38% e il 39% delle emissioni nazionali, coinvolgendo in UE i settori manifatturiero, energia e trasporto aereo, e in Cina anche i trasporti e le costruzioni. L'ETS nazionale cinese, relativo al solo settore dell'energia, copre il 44% delle emissioni totali.

A livello locale, in Germania è stato attivato un ETS a copertura delle emissioni dei settori trasporti e costruzioni, con un grado di copertura del 38% del totale nazionale.

I prezzi dei diritti nei diversi ETS sono variati poco per molti anni, e hanno iniziato a crescere significativamente soprattutto negli ultimi 4-5 anni, in particolare nell'UE (cfr. figura 7).

Al momento sono attive connessioni tra l'ETS UE e quello Svizzero, Norvegese, Islandese. Negli USA sono attive connessioni tra gli ETS di dieci stati del Nord est degli Stati Uniti. È inoltre stato stabilito un link tra l'ETS del Québec e quello della California.

³³ Fonte: ICAP (2023)

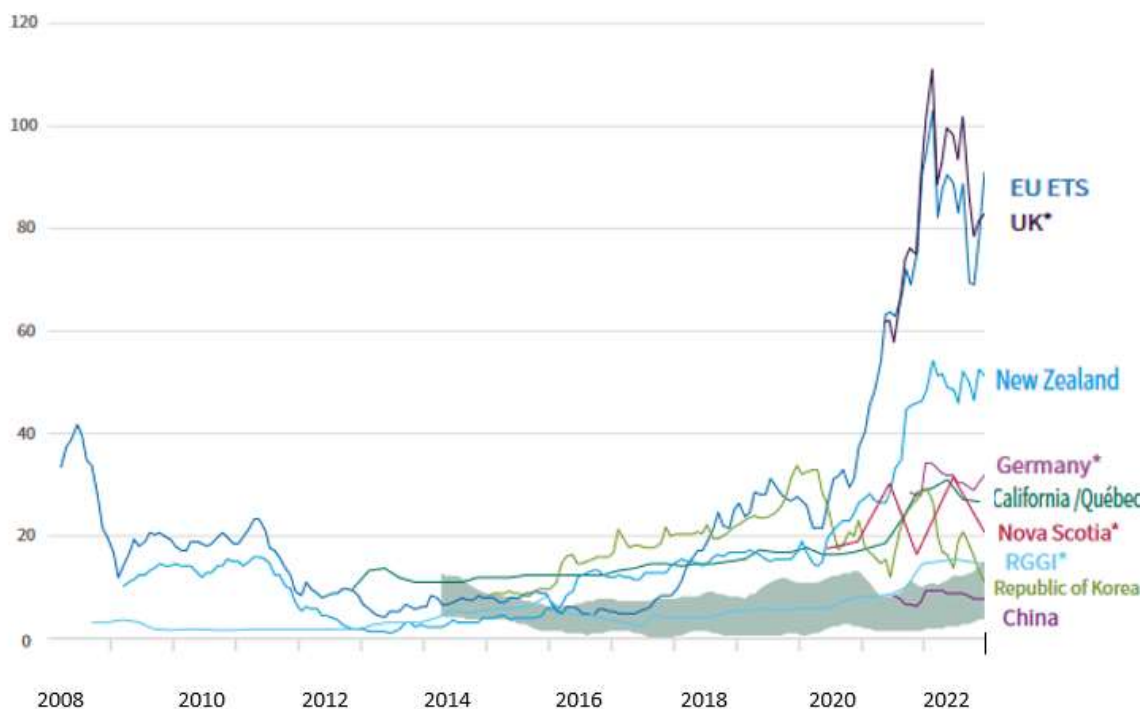
³⁴ Oregon, Washington, NYC, New Mexico, North Carolina, USA (Transportation and Climate initiative programme – aree del Nord est), Colombia, Cile, Brasile, Montenegro, Ucraina, Turchia, Pakistan, Russia (Sakhalin), Giappone, Taiwan, Filippine, Indonesia, Vietnam).

³⁵ ICAP. (2023).

6.2. I sistemi di scambio internazionale delle quote di mitigazione

Molta attenzione hanno ricevuto negli anni i sistemi di trasferimento internazionale dei diritti di inquinamento, connessi ai progetti di cooperazione per la riduzione delle emissioni atmosferiche.

Figura 7: evoluzione dei prezzi dei diritti di emissione



Nota: *prezzi sul mercato primario. Fonte: ICAP (2023).

Analogamente a quanto avviene tra le imprese nell'ambito dei sistemi ETS, anche a livello internazionale è previsto che i paesi che conseguono riduzioni delle emissioni in misura eccedente gli obiettivi fissati possano vendere la quota eccedente ad altri paesi.

Nell'ambito dell'accordo di Kyoto, il sistema del *Clean Development Mechanism (CDM)*³⁶ prevedeva fino al 2020 la possibilità per un paese aderente al protocollo di sviluppare progetti di riduzione delle emissioni in paesi in via di sviluppo e creare, a fronte dei benefici riscontrati, certificati (*Certified Emission Reductions – CER*) negoziabili e validi per l'adempimento degli impegni del protocollo.

L'insufficienza dei meccanismi di controllo sulla natura dei progetti ha fatto venire meno il requisito c.d. di "addizionalità", ovvero l'attitudine di questi sistemi a generare riduzioni di emissioni superiori a quanto potrebbe avvenire in loro assenza. Questo fenomeno avrebbe determinato negli anni una crescita del numero di CER e quindi l'esito, paradossale, di favorire maggiori emissioni, anziché ridurle.

³⁶ Cfr. United Nation Climate Change, Clean Development Mechanism (<https://cdm.unfccc.int/about/index.html>)

Per questo motivo, l'articolo 6 dell'Accordo di Parigi (2015) ha posto le basi di un approccio più efficace alla creazione e alla negoziazione di diritti rappresentativi di azioni di riduzione delle emissioni; in particolare, al primo comma si stabilisce che i meccanismi di scambio volontario bilaterale tra governi devono consentire obiettivi più ambiziosi di riduzione complessiva delle emissioni.

Tali obiettivi sono quelli previsti nell'ambito dei *Nationally Determined Contributions* (NDC), ossia gli impegni climatici assunti su base quinquennale da ciascun paese aderente all'Accordo di Parigi.

Il secondo comma dell'art. 6 prevede la possibilità di trasferire contributi al contenimento delle emissioni (ITMO, *Internationally Transferred Mitigation Outcomes*). Questi ultimi assumono il ruolo dei CER nel precedente sistema del CDM.

Lo stesso comma richiama la necessità di prevedere “robusti” meccanismi di determinazione delle quote scambiate, al fine di evitare fenomeni di *double counting*, assicurando che gli ITMO trasferiti siano correttamente accreditati e addebitati tra i paesi partecipanti allo scambio e quindi vengano incorporati nei rispettivi NDC.

Cruciale, ai fini dell'efficacia dei meccanismi di trasferimento internazionale, è la determinazione di criteri uniformi tra diversi paesi per la definizione del contenuto degli ITMO (ad esempio occorre stabilire se debbano corrispondere a mere riduzioni di emissioni, ovvero anche a maggiore ricorso a fonti rinnovabili, o anche a incrementi di superficie destinata alla riforestazione).

Il comma 4 stabilisce la creazione di un meccanismo per favorire la riduzione dei Gas serra e contribuire allo sviluppo sostenibile (c.d. *Sustainable Development Mechanism*, SDM), favorendo il coinvolgimento del settore privato nei progetti di mitigazione e consentendo che a condividere i benefici in termini di mitigazione dei gas serra siano anche paesi diversi da quello in cui sia stato realizzato il progetto.

Infine, si stabilisce che l'attuazione dell'SDM avvenga sotto la supervisione di un organismo costituito nell'ambito della Conferenza delle Parti.

In occasione della 26ma Conference of Parties (COP26) sono stati compiuti passi avanti nella definizione concreta dei principi sanciti agli articoli 6.2 e 6.4.

In particolare, per quanto riguarda l'art. 6.2, viene dato mandato ad un organismo tecnico di supporto (*Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice*, SBSTA) di elaborare linee guida metodologiche per la definizione dei cosiddetti “*correspondent adjustments*” necessari a evitare il *double counting* delle emissioni, per cui mitigazioni originate in un paese devono essere contabilizzate da quest'ultimo a favore del paese acquirente, e altrettanto deve fare quest'ultimo. Dovranno inoltre essere definite modalità uniformi di quantificazione degli ITMO, in termini di unità di misura e di metodologie di calcolo multiperiodali.

Con riferimento ai progressi per l'attuazione dell'art. 6.4, la COP26 ha costituito il *Supervisory body*, con il compito di accreditare le controparti partecipanti agli scambi di ITMO, approvare i protocolli nazionali per la definizione degli ITMO, assicurare che i progetti determinino una

mitigazione significativamente maggiore rispetto a quella ottenibile nell'ambito di attività ordinarie, tenere i registri sulla riduzione delle emissioni³⁷.

7. Sintesi e Conclusioni

I sistemi di scambio dei permessi di emissione (ETS) sono sempre più utilizzati dai governi per indurre un abbattimento progressivo delle emissioni carboniche delle imprese. La teoria economica ha dimostrato che il meccanismo della negoziazione privata dei permessi di inquinamento consente di raggiungere un equilibrio più efficiente tra livello di inquinamento e benessere sociale rispetto a soluzioni alternative basate su un sistema di regolamentazione amministrativa o di tassazione delle emissioni.

Sistemi ETS sono stati introdotti in numerosi paesi e altri sono in fase di avvio, con molte diversità in termini di settori economici coinvolti e regole di funzionamento, dovute al difficile compromesso tra tutela ambientale e sviluppo economico.

Al momento l'ETS EU è tra i mercati dei permessi di emissione più estesi ed efficienti al mondo. Dal 2021 i prezzi degli EUA di questo mercato hanno registrato un forte incremento, sospinto da diversi fattori, come ad esempio la fissazione di obiettivi climatici sempre più ambiziosi da parte dell'Unione Europea e la riduzione delle quote che sono allocate in via gratuita. La presenza sempre più attiva di operatori finanziari più sofisticati ha inoltre contribuito ad accentuare la volatilità dei prezzi. Esiste dunque un compromesso, evidenziato anche dalla letteratura sul tema, tra maggiore liquidità (con ricadute positive sul processo di formazione dei prezzi e possibili guadagni di efficienza del mercato) e maggiore volatilità dei prezzi, associata alla presenza di operatori maggiormente sofisticati, che operano su orizzonti di investimento di più breve periodo e con finalità prevalentemente speculative.

L'aumento dei prezzi degli EUA ha avuto riflessi sul costo dell'energia elettrica, sebbene quest'ultimo sia stato condizionato principalmente dal rialzo del prezzo del gas. È dunque cresciuta l'attenzione sui profili di trasparenza del mercato degli EUA³⁸, viste le sue implicazioni più generali di politica economica. In particolare appare rilevante l'interesse dei governi nel disegnare regole di funzionamento degli ETS che tutelino la competitività internazionale dei settori coperti per evitare fenomeni di *carbon leakage*, ossia delocalizzazioni verso aree con sistemi meno limitativi.

Frammentazione, eterogeneità tra sistemi e competizione tra mercati nazionali rappresentano il principale limite all'efficacia degli ETS nell'incentivare le imprese a ridurre le emissioni. Essendo il cambiamento climatico un problema globale, una maggiore integrazione tra mercati appare quindi la risposta più ovvia al tema della riduzione delle emissioni attraverso sistemi di *cap and trade*, introducendo regole comuni in grado di allineare gli incentivi tra paesi ed evitare distorsioni.

³⁷ Nell'ambito del nuovo schema di SDM sono inclusi anche i CER rivenienti da progetti nell'ambito del cessato CDM, registrati nel periodo 2013-2020, e utilizzabili solo ai fini del primo quinquennio.

³⁸ Cfr. articolo FT del 1° settembre 2021 "Resetting the market".

L'interconnessione tra ETS rappresenta pertanto l'obiettivo di lungo periodo della cooperazione internazionale tra diversi ETS. Un mercato integrato degli ETS favorirebbe infatti un'allocazione più efficiente dei diritti di emissione e un maggiore coordinamento delle politiche di sostegno del processo di decarbonizzazione.

In questo senso, l'Accordo di Parigi e gli sviluppi successivi, culminati nelle linee di azione definite dalla COP26 di Glasgow, hanno definito un percorso per una progressiva armonizzazione internazionale degli standard di calcolo dei contributi alla riduzione delle emissioni di gas serra. L'integrazione dei vari ETS e una maggiore omogeneità a livello globale irrobustirebbe la valenza di soluzioni di mercato al coordinamento internazionale tra le politiche di decarbonizzazione.

Riferimenti bibliografici

Aatola, P., Ollikainen, M. e Toppinen, A. (2013), Price determination in the EU ETS market: Theory and econometric analysis with market fundamentals, *Energy Economics*, Vol. 36.

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (2021), *Analisi trimestrale del sistema energetico italiano n.3/2021*.

Alberola, E., Chevallier J. e Chèze, B. (2008), Price drivers and structural breaks in European carbon prices 2005-2007, *Energy Policy*, Vol. 36, Issue 2, pp. 787-797.

Ampudia, M., Bua G., Kapp, D, Salakhova D. (2022), The role of speculation during the recent increase in EU emissions allowance prices, *ECB Economic Bulletin*, Issue 3/2022.

Autorità di regolazione per energia reti e ambiente (2021), *Comunicato stampa del 30 dicembre 2021*.

Batten, J., Maddox, G. e Young, M. (2021), Does weather, or energy prices, affect carbon prices?, *Energy Economics*, Vol. 96.

Baumol, W.J. e Oates, W.E. (1971), The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment, *The Swedish Journal of Economics* Vol. 73, No. 1, *Environmental Economics* (Mar., 1971), pp. 42-54.

Baumol, W.J. e Oates, W.E. (1988), *The Theory of Environmental Policy* (2nd ed.), Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

Bayer, P. e Aklin, M. (2020), The European Union Emissions Trading System reduced CO2 emissions despite low prices, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 117.

Bredin, D. e Parsons, J. (2016), Why is Spot Carbon so Cheap and Future Carbon so Dear? The Term Structure of Carbon Prices, *The Energy Journal*, Vol. 37, No. 3, 2016.

Chevallier, J. (2009), Carbon futures and macroeconomic risk factors: A view from the EU ETS, *Energy Economics*, 2009, Vol. 31, Issue 4, 614-625.

Commissione Europea (2019), *A European Green Deal*.

Commissione Europea (2019), *Un Green Deal europeo - Puntare a essere il primo continente a impatto climatico zero*.

Commissione Europea, DG Energia (2021), *Quarterly report on European gas markets*, Volume 14, terzo trimestre 2021.

Crocker, T.D. (1968), Some Economics of Air Pollution Control, *8 Nat. Resources J.* 236 (1968).

Dales, J.H. (1968), *Pollution, Property and Prices, An Essay in Policy-making and Economics*, University of Toronto Press.

De Ponti, P. e Romagnoli, M. (2022), *Financial implications of the EU Emission Trading System: an analysis of wavelet coherence and volatility spillovers*, FEEM Working Paper No. 22.

Deeney, P., Cummins M., Dowling, M. e Smeaton, A.F. (2016), *Influences from the European parliament on EU emissions prices*, *Energy Policy*, Vol. 88.

Duan, K., Ren, X., Shi, Y., Mishra, T. e Yan, C. (2021), *The marginal impacts of energy prices on carbon price variations: Evidence from a quantile-on-quantile approach*, *Energy Economics*, Vol. 95.

Friedrich, M., Mauer, E.M., Pahle, M. e Tietjen, O. (2020), *From fundamentals to financial assets: the evolution of understanding price formation in the EU ETS*, ZBW, Leibniz Information Centre for Economics.

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (2003), *Direttiva ETS 2003/87/CE*.

Gestore dei Mercati Energetici S.p.A., <https://www.mercatoelettrico.org/it/>.

Green, J.F. (2021), *Does carbon pricing reduce emissions? A review of ex-post analysis*, *Environmental Research Letters*, Vol. 16.

Green, R. (2008), *Carbon tax or carbon permits: the impacts on Generators' risk*, *The Energy Journal*, Vol. 29.

Hintermann, B., Peterson, S. e Rickels, W. (2014), *Price and market behavior in Phase II of the EU ETS*, Kiel Institute for the World Economy, Working Paper, No. 1962.

Hitzemann, S., Uhrig-Homburg, M. e Ehrhart, K.M. (2015), *Emission permits and the announcement of realized emissions: Price impact, trading volume, and volatilities*, *Energy Economics*, Vol. 51.

International Carbon Action Partnership (2022), *Emissions Trading Worldwide Status Report 2022*.

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, *Protocollo di Kyoto*, 1997.

Koch, N. e Bassen, A. (2013), *Valuing the carbon exposure of European utilities. The role of fuel mix, permit allocation and replacement investments*, *Energy Economics*, Vol. 36.

Lovcha, Y., Perez-Laborda, A. e Sikora, I. (2022), *The determinants of CO2 prices in the EU emission trading system*, *Applied Energy*, 305.

Montgomery, W.D. (1972), *Markets in licenses and efficient pollution control programs*, *Journal of Economic Theory*, Vol. 5, Issue 3, pp. 395-418.

Muûles, M., Martin, R., Colmer, J. e Wagner, U. (2022), Does Pricing Carbon Mitigate Climate Change? Firm-Level Evidence from the European Union Emissions Trading Scheme, Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper.

Nazioni Unite (2015), Accordo di Parigi del 2015 (“Paris Agreement”).

Pacce, M., Sánchez, I. e Suárez-Varela, M. (2021), Recent developments in Spanish retail electricity prices: the role played by the cost of CO2 emission allowances and higher gas prices, Occasional Paper, No. 2120, Banco de España, 2021.

Pigou, A.C. (1920), The economics of welfare.

Rickels, W., Görlich, D. e Peterson, S. (2012), Carbon price dynamics – evidence from Phase II of the European Emission Trading Scheme, Kiel Institute for the World Economy, Working Paper, No. 1804.

Salant, S.W. (2016), What ails the European Union’s emissions trading system? Journal of Environmental Economics and Management, 80.

Schnabel, I. (2022), Looking through higher energy prices? Monetary policy and the green transition, ECB, Remarks by Isabel Schnabel at a panel on “Climate and the Financial System” at the American Finance Association 2022 Virtual Annual Meeting .

UN Climate Change Conference UK 2021, 26a Conferenza delle Parti sul cambiamento climatico delle Nazioni Unite (COP26).

United Nation Climate Change, Clean Development Mechanism.

Weitzman, M.L. (1974), Prices vs. Quantities, The Review of Economic Studies, October, 41 (4):477-491.

Zhang, Y.J. e Wei, Y.M. (2010), An overview of current research on EU ETS: Evidence from its operating mechanism and economic effect, Applied Energy, Vol. 87.

PUBBLICAZIONI DELLA COLLANA MERCATI, INFRASTRUTTURE, SISTEMI DI PAGAMENTO

- n. 1 TIPS - TARGET Instant Payment Settlement - Il sistema europeo per il regolamento dei pagamenti istantanei, *di Massimiliano Renzetti, Serena Bernardini, Giuseppe Marino, Luca Mibelli, Laura Ricciardi, Giovanni M. Sabelli* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 2 Real-Time Gross Settlement systems: breaking the wall of scalability and high availability, *di Mauro Arcese, Domenico Di Giulio, Vitangelo Lasorella* (APPROFONDIMENTI)
- n. 3 Green Bonds: the Sovereign Issuers' Perspective, *di Raffaele Doronzo, Vittorio Siracusa, Stefano Antonelli* (APPROFONDIMENTI)
- n. 4 T2S - TARGET2-Securities - La piattaforma paneuropea per il regolamento dei titoli in base monetaria, *di Cristina Mastropasqua, Alessandro Intonti, Michael Jennings, Clara Mandolini, Massimo Maniero, Stefano Vespucci, Diego Toma* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 5 The carbon footprint of the Target Instant Payment Settlement (TIPS) system: a comparative analysis with Bitcoin and other infrastructures, *di Pietro Tiberi* (APPROFONDIMENTI)
- n. 6 Proposal for a common categorisation of IT incidents, *di Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution, Banca d'Italia, Commissione Nazionale per le Società e la Borsa, Deutsche Bundesbank, European Central Bank, Federal Reserve Board, Financial Conduct Authority, Ministero dell'Economia e delle Finanze, Prudential Regulation Authority, U.S. Treasury* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 7 Inside the black box: tools for understanding cash circulation, *di Luca Baldo, Elisa Bonifacio, Marco Brandi, Michelina Lo Russo, Gianluca Maddaloni, Andrea Nobili, Giorgia Rocco, Gabriele Sene, Massimo Valentini* (APPROFONDIMENTI)
- n. 8 L'impatto della pandemia sull'uso degli strumenti di pagamento in Italia, *di Guerino Ardizzi, Alessandro Gambini, Andrea Nobili, Emanuele Pimpini, Giorgia Rocco* (APPROFONDIMENTI)
- n. 9 TARGET2 - Il sistema europeo per il regolamento dei pagamenti di importo rilevante, *di Paolo Bramini, Matteo Coletti, Francesco Di Stasio, Pierfrancesco Molina, Vittorio Schina, Massimo Valentini* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 10 A digital euro: a contribution to the discussion on technical design choices, *di Emanuele Urbinati, Alessia Belsito, Daniele Cani, Angela Caporini, Marco Capotosto, Simone Folino, Giuseppe Galano, Giancarlo Goretti, Gabriele Marcelli, Pietro Tiberi, Alessia Vita* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 11 From SMP to PEPP: A Further Look at the Risk Endogeneity of the Central Bank, *di Marco Fruzzetti, Giulio Gariano, Gerardo Palazzo, Antonio Scalia* (APPROFONDIMENTI)
- n. 12 Le TLTRO e la disponibilità di garanzie in Italia, *di Annino Agnes, Paola Antilici, Gianluca Mosconi* (APPROFONDIMENTI)
- n. 13 Overview of central banks' in-house credit assessment systems in the euro area, *di Laura Auria, Markus Bingmer, Carlos Mateo Caicedo Graciano, Clémence Charavel, Sergio Gavilá, Alessandra Iannamorelli, Aviram Levy, Alfredo Maldonado, Florian Resch, Anna Maria Rossi, Stephan Sauer* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 14 L'allocazione strategica e la sostenibilità degli investimenti della banca centrale, *di Davide Di Zio, Marco Fanari, Simone Letta, Tommaso Perez, Giovanni Secondin* (APPROFONDIMENTI)
- n. 15 Climate and environmental risks: measuring the exposure of investments, *di Ivan Faiella, Enrico Bernardini, Johnny Di Giampaolo, Marco Fruzzetti, Simone Letta, Raffaele Loffredo, Davide Nasti* (APPROFONDIMENTI)

- n. 16 Cross-Currency Settlement of Instant Payments in a Multi-Currency Clearing and Settlement Mechanism, *di Massimiliano Renzetti, Fabrizio Dinacci, Ann Börestam* (APPROFONDIMENTI)
- n. 17 Quale futuro per i benchmark del mercato monetario in euro?, *di Daniela Della Gatta* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 18 Cyber resilience per la continuità di servizio del sistema finanziario, *di Boris Giannetto, Antonino Fazio* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 19 Cross-Currency Settlement of Instant Payments in a Cross-Platform Context: a Proof of Concept, *di Massimiliano Renzetti, Andrea Dimartina, Riccardo Mancini, Giovanni Sabelli, Francesco Di Stasio, Carlo Palmers, Faisal Alhijawi, Erol Kaya, Christophe Piccarelle, Stuart Butler, Jwallant Vasani, Giancarlo Esposito, Alberto Tiberino, Manfredi Caracausi* (APPROFONDIMENTI)
- n. 20 Flash crashes on sovereign bond markets – EU evidence, *di Antoine Bouveret, Martin Haferkorn, Gaetano Marseglia, Onofrio Panzarino* (APPROFONDIMENTI)
- n. 21 Report on the payment attitudes of consumers in Italy: results from ECB surveys, *di Gabriele Coletti, Alberto Di Iorio, Emanuele Pimpini, Giorgia Rocco* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 22 When financial innovation and sustainable finance meet: Sustainability-Linked Bonds, *di Paola Antilici, Gianluca Mosconi, Luigi Russo* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 23 Business models and pricing strategies in the market for ATM withdrawals, *di Guerino Ardizzi, Massimiliano Cologgi* (APPROFONDIMENTI)
- n. 24 Press news and social media in credit risk assessment: the experience of Banca d'Italia's In-house Credit Assessment System, *di Giulio Gariano, Gianluca Viggiano* (APPROFONDIMENTI)
- n. 25 The bonfire of banknotes, *di Michele Manna* (APPROFONDIMENTI)
- n. 26 Integrating DLTs with market infrastructures: analysis and proof-of-concept for secure DvP between TIPS and DLT platforms, *di Rosario La Rocca, Riccardo Mancini, Marco Benedetti, Matteo Caruso, Stefano Cossu, Giuseppe Galano, Simone Mancini, Gabriele Marcelli, Piero Martella, Matteo Nardelli, Ciro Oliviero* (APPROFONDIMENTI)
- n. 27 Uso statistico e previsivo delle transazioni elettroniche di pagamento: la collaborazione Banca d'Italia-Istat, *di Guerino Ardizzi e Alessandra Righi* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 28 TIPS: a zero-downtime platform powered by automation, *di Gianluca Caricato, Marco Capotosto, Silvio Orsini, Pietro Tiberi* (APPROFONDIMENTI)
- n. 29 TARGET2 analytical tools for regulatory compliance, *di Marc Glowka, Alexander Müller, Livia Polo Friz, Sara Testi, Massimo Valentini, Stefano Vespucci* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 30 The security of retail payment instruments: evidence from supervisory data, *di Massimiliano Cologgi* (APPROFONDIMENTI)
- n. 31 Open Banking in the payment system: infrastructural evolution, innovation and security, supervisory and oversight practices, *di Roberto Pellitteri, Ravenio Parrini, Carlo Cafarotti, Benedetto Andrea De Vendictis* (QUESTIONI ISTITUZIONALI)
- n. 32 Banks' liquidity transformation rate: determinants and impact on lending, *di Raffaele Lenzi, Stefano Nobili, Filippo Perazzoli, Rosario Romeo* (APPROFONDIMENTI)
- n. 33 Investor behavior under market stress: evidence from the Italian sovereign bond market, *di Onofrio Panzarino* (APPROFONDIMENTI)
- n. 34 Reti neurali siamesi per la rilevazione dei difetti di stampa delle banconote, *di Katia Boria, Andrea Luciani, Sabina Marchetti e Marco Viticoli* (APPROFONDIMENTI)

- n. 35 Quantum safe payment systems, *di Elena Buccioli, Pietro Tiberi*
- n. 36 Investigating the determinants of corporate bond credit spreads in the euro area, *di Simone Letta, Pasquale Mirante*
- n. 37 Smart Derivative Contracts in DatalogMTL, *di Andrea Colombo, Luigi Bellomarini, Stefano Ceri, Eleonora Laurenza*
- n. 38 Making it through the (crypto) winter: facts, figures and policy issues, *di Guerino Ardizzi, Marco Bevilacqua, Emanuela Cerrato, Alberto Di Iorio*