



GRUPPO DEI 20 - CNEL

TEMI DI DISCUSSIONE

**Costo dell'energia, decarbonizzazione e competitività:
una rassegna**

di Luigi Paganetto, Francesco Salustri, Carmine Soprano

***Costo dell'energia, decarbonizzazione e competitività:
una rassegna***

Documento redatto a cura di Luigi Paganetto, Francesco Salustri e Carmine Soprano nell'ambito del ciclo di incontri Gruppo dei 20-CNEL 2025/2026.

Coordinamento e Segreteria editoriale Michela Porinelli.

1. L'attuale divario energetico in Europa

L'Europa si trova oggi ad affrontare una sfida strutturale di competitività industriale, nella quale il costo dell'energia rappresenta un fattore determinante. La dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili, che hanno raggiunto 375 miliardi di euro nel 2024, ha creato un divario significativo rispetto ai principali competitor globali, con conseguenze dirette sulla competitività del sistema economico europeo. Il 64,4% del fabbisogno energetico complessivo dell'Unione proviene da importazioni (*State of the Energy Union Report 2025*).

Tale situazione espone l'economia europea a shock esterni sui prezzi e a rischi geopolitici che si sono manifestati con particolare intensità negli ultimi anni, specialmente in seguito alla crisi energetica del 2022 e alle conseguenze dell'aggressione russa all'Ucraina. Nel 2024, l'Europa ha importato 273 miliardi di metri cubi di gas naturale, circa il 90% del fabbisogno totale, evidenziando una vulnerabilità strutturale che pesa non solo sui conti pubblici, ma anche sulla stabilità dei prezzi energetici e sulla sicurezza degli approvvigionamenti.

Fino al 2021, la Russia rappresentava il principale fornitore di gas dell'Unione Europea, con una quota di mercato del 45% che rendeva il sistema energetico europeo particolarmente vulnerabile a shock geopolitici (Tabella 1). L'aggressione russa all'Ucraina nel febbraio 2022 ha innescato una crisi energetica senza precedenti, costringendo l'Europa a una rapida e costosa diversificazione delle fonti di approvvigionamento. Tra il 2021 e l'agosto 2025, le importazioni di gas russo sono diminuite del 73%, passando dal 45% al 12% del totale.

Questo risultato è stato ottenuto attraverso una combinazione di diverse misure: aumento delle importazioni di gas naturale liquefatto da fornitori alternativi, riduzione della domanda attraverso misure di efficienza energetica e sostituzione parziale del gas con altre fonti energetiche.

Tuttavia, questa diversificazione ha avuto un costo elevato: il gas naturale liquefatto importato via nave risulta generalmente più costoso del gas trasportato via gasdotto.

Tabella 1. Dipendenza dell'Unione Europea dalle importazioni di gas dalla Russia

Anno	% Importazioni gas in UE	Riduzione
2021	45%	//
2024	19%	-58%
2025 (agosto)	12%	-73%

Fonte: State of the Energy Union Report 2025.

Nel 2022, la fattura energetica dell'Unione Europea per l'importazione di combustibili fossili ha raggiunto la cifra record di 604 miliardi di euro, rispetto a un minimo storico di 163 miliardi nel 2020. Sebbene i prezzi siano successivamente diminuiti rispetto ai picchi del 2022, nel 2024 la fattura delle importazioni si è attestata a 375 miliardi di euro, un livello ancora considerevolmente elevato rispetto agli standard storici.

Secondo le stime della Commissione Europea, senza la transizione energetica in corso, la fattura delle importazioni di combustibili fossili nel 2025 sarebbe di 45 miliardi di euro superiore rispetto al 2019, rappresentando lo 0,25% del PIL dell'Unione.

2. Le cause strutturali del divario e l'impatto sulla competitività

Gas e prezzi dell'elettricità

Il gas naturale svolge un ruolo determinante nella formazione dei prezzi dell'elettricità all'ingrosso in Europa, ben oltre la sua quota nella generazione elettrica. Il meccanismo del *merit order*, secondo cui il prezzo dell'elettricità è fissato dalla centrale più costosa necessaria a soddisfare la domanda, fa sì che il gas determini il prezzo di mercato anche quando la maggior parte dell'elettricità proviene da fonti a costo marginale più basso, come le rinnovabili o il nucleare. Nel 2022, nonostante il gas rappresentasse solo il 28,9% dell'elettricità generata nell'Unione Europea, le centrali a gas hanno fissato il prezzo di mercato per il 55% del tempo in media (State

of the Energy Union Report 2025). Questo fenomeno spiega perché l'aumento del prezzo del gas ha avuto un impatto così significativo sui costi dell'elettricità, anche nei Paesi con una bassa dipendenza dal gas per la generazione elettrica.

Il differenziale di prezzo sull'elettricità che ne segue tra l'Europa e i suoi principali competitor rappresenta una delle preoccupazioni più rilevanti per la competitività industriale. I dati della Commissione Europea mostrano che nel secondo trimestre del 2024, i prezzi al dettaglio dell'elettricità per l'industria nell'Unione Europea risultavano essere 2,2 volte superiori a quelli degli Stati Uniti, il doppio rispetto alla Cina, e 1,2 volte più elevati rispetto al Giappone (Action Plan for Affordable Energy 2025).

All'interno del panorama europeo, l'Italia occupa una posizione particolarmente problematica. Il prezzo del gas in Italia (PSV) resta del 20% superiore a quello europeo (TTF), con impatti diretti sulla produzione elettrica che per metà dipende dal metano. I dati dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA, 2024) evidenziano che nel 2023 l'Italia ha prodotto il 46% dell'energia elettrica utilizzando il gas naturale, una percentuale significativamente superiore rispetto alla Spagna (22,5%), alla Germania (17,1%) e soprattutto alla Francia (5,9%).

Tabella 2. Divario di prezzo in alcuni Paesi europei (2024-2025)

Paese	Prezzo 2024 (€/MWh)	Q1 2025 (€/MWh)	Differenziale
Italia	109,0	136,2	+44%
Germania	78,0	108,0	+25%
Spagna	63,0	92,0	+48%
Francia	58,0	97,0	+40%

Fonte: State of the Energy Union Report 2025.

Questa elevata dipendenza dal gas ha conseguenze dirette e immediate sul costo dell'energia elettrica. Quando i prezzi del gas sul mercato internazionale aumentano, l'impatto sui prezzi dell'elettricità in Italia è proporzionalmente più marcato rispetto ad

altri Paesi che dispongono di un mix energetico più diversificato. La Tabella 2 mostra il divario significativo che separa il mercato italiano da quelli di altri grandi Paesi europei.

Nel 2024, il prezzo all'ingrosso dell'energia elettrica in Italia si è attestato a 109 euro per megawattora, un valore significativamente superiore rispetto ai 78 euro della Germania, ai 63 euro della Spagna e ai 58 euro della Francia. Questo differenziale si è ulteriormente accentuato nel primo trimestre del 2025, quando il prezzo italiano ha raggiunto i 136,2 euro per megawattora.

Questo scenario penalizza pesantemente la competitività delle imprese italiane, in particolare quelle ad alta intensità energetica, e rappresenta un onere significativo per le famiglie. Per le famiglie italiane, il costo dell'elettricità si attesta a 0,3274 euro per kilowattora, ben superiore alla media mondiale di 0,15 euro per kilowattora, con un differenziale del 54% che rende l'energia una delle voci di spesa più pesanti nel bilancio familiare. In termini di potere d'acquisto, l'Italia figura tra i Paesi europei dove la bolletta elettrica incide maggiormente sul reddito disponibile, contribuendo al fenomeno della povertà energetica che colpisce oltre 46 milioni di europei, con un impatto sproporzionato sui gruppi più vulnerabili della popolazione.

Composizione della bolletta: tasse, oneri di sistema e prezzi diversi per categorie diverse

Uno dei punti cruciali da affrontare quando si parla dei prezzi riguarda la forte eterogeneità del prezzo dell'energia per famiglie, imprese piccole e imprese grandi e fra Paesi diversi. Questa situazione nasce da una combinazione di fattori tecnici, economici e regolatori che creano profonde asimmetrie nel sistema energetico.

Un'analisi dettagliata della composizione delle bollette dell'energia elettrica nell'UE rivela che il costo finale per i consumatori non è determinato unicamente dal prezzo dell'energia all'ingrosso. La bolletta include componenti significative di tasse e oneri di sistema che variano considerevolmente tra Stati membri e tra diverse categorie di utenti (*Action Plan for Affordable Energy 2025*).

La Figura 1 mostra chiaramente la diversa struttura tariffaria. Per le famiglie, le tasse e gli oneri di sistema possono rappresentare fino al 40-50% del costo totale della bolletta in alcuni Paesi europei. Questa percentuale include l'IVA, accise specifiche sull'energia, e gli oneri di sistema destinati a finanziare le politiche energetiche

nazionali, quali gli incentivi alle rinnovabili, i costi di dispacciamento e le compensazioni territoriali. Per le imprese, la struttura tariffaria è diversa e generalmente prevede un'incidenza minore delle componenti fiscali, soprattutto per i grandi consumatori energivori che beneficiano di esenzioni o riduzioni significative degli oneri di sistema. Le piccole imprese italiane con consumi fino a 20 MWh pagano il maggior prezzo per l'energia in tutta l'Unione Europea, trovandosi in una situazione di grave svantaggio competitivo.

Figura 1. Composizione del prezzo dell'energia per famiglie e imprese



Fonte: Action Plan for Affordable Energy 2025.

Il Rapporto Draghi

Nel settembre 2024, Mario Draghi ha presentato alla Commissione Europea un rapporto dal titolo *"The Future of European Competitiveness"* che ha delineato un quadro particolarmente preoccupante della situazione economica europea. Il rapporto evidenzia come l'Europa abbia perso il 15% della produttività rispetto agli Stati Uniti negli ultimi trent'anni, un divario che si è progressivamente ampliato e che mette a rischio la capacità del continente di mantenere gli standard di vita attuali e di competere nell'economia globale.

Draghi identifica tre vincoli principali che limitano la competitività europea. Il primo è la fine del boom commerciale multilaterale che aveva caratterizzato i decenni precedenti, con l'emergere di nuove forme di protezionismo e la frammentazione delle catene del valore globali. Il secondo vincolo, particolarmente rilevante per la questione energetica, è l'impossibilità di fare affidamento sull'energia russa a basso costo dopo l'invasione dell'Ucraina. Il terzo è la necessità di costruire una capacità di difesa europea autonoma in un contesto geopolitico sempre più instabile.

Nel settore tecnologico, la situazione appare particolarmente critica. Solo quattro delle cinquanta aziende tecnologiche più importanti al mondo sono europee, e l'Europa ha progressivamente perso terreno nei settori di punta dell'innovazione. Il rapporto descrive una situazione in cui l'Europa è caduta nella "trappola delle medie tecnologie", eccellendo in settori maturi ma rimanendo indietro nelle tecnologie emergenti che definiranno l'economia del futuro. I settori industriali più colpiti dal caro energia sono quelli ad alta intensità energetica: chimica, siderurgia, carta, cemento, vetro e metallurgia.

Confindustria ha stimato per il 2025 un aumento del 28% della spesa per l'elettricità delle imprese italiane, un incremento che per molte aziende potrebbe risultare insostenibile e accelerare processi di delocalizzazione o ridimensionamento produttivo. Nel 2023, per un consumatore industriale di medie dimensioni, i prezzi dell'energia sono rimasti del 97% superiori alla media del periodo 2014-2020, evidenziando come la crisi non sia stata una parentesi temporanea ma abbia determinato un nuovo e più oneroso equilibrio strutturale (*The Future of European Competitiveness - Rapporto Draghi, settembre 2024*).

3. Le inefficienze del sistema elettrico e i costi di rete

La Commissione Europea ha quantificato i maggiori costi che sono legati all'esigenza di gestire la congestione della rete con il *re-dispatching*, nonché dalla necessità di ridurre forzatamente la produzione di energia rinnovabile quando la rete non è in grado di assorbirla (*curtailment*). Questi costi rappresentano una delle principali inefficienze del sistema elettrico europeo (*Action Plan for Affordable Energy 2025*).

Il *re-dispatching* consiste nell'intervento del gestore della rete per modificare i programmi di immissione e prelievo di energia al fine di risolvere congestioni fisiche. Questo processo genera costi significativi - quasi raddoppiati dal 2020 al 2022 fino a raggiungere 4,2 miliardi di euro - perché richiede di fermare impianti di generazione economicamente più convenienti e di attivare impianti meno efficienti ma localizzati in zone strategiche della rete.

Nel 2022, i costi delle inefficienze del sistema elettrico hanno raggiunto i 5,2 miliardi di euro annui (Tabella 3). Senza interventi adeguati di ammodernamento e digitalizzazione delle reti, queste inefficienze potrebbero crescere fino a 26 miliardi di

euro entro il 2030, rappresentando un peso insostenibile per il sistema energetico europeo.

Un altro costo significativo è rappresentato dal curtailment dell'energia rinnovabile, un paradosso del sistema attuale. Quando la produzione da fonti rinnovabili (solare ed eolico) supera la capacità di assorbimento della rete o le necessità istantanee di consumo, gli operatori sono costretti a ridurre forzatamente la produzione, sprecando energia pulita già disponibile a costo marginale zero.

Questo fenomeno genera un doppio danno economico e ambientale. Da un lato si perde energia rinnovabile che potrebbe essere utilizzata, dall'altro si devono mantenere attive centrali termiche a combustibili fossili per garantire la stabilità e la sicurezza della rete. Il curtailment è destinato ad aumentare con la crescita della capacità rinnovabile installata, se non si interviene per potenziare le infrastrutture di rete e i sistemi di accumulo.

Nel 2023, solo in Germania, il curtailment dell'energia rinnovabile è costato oltre 3 miliardi di euro, con la conseguente perdita dei benefici di questa energia economica per consumatori e imprese.

Il *curtailment* evidenzia il paradosso di un sistema che dispone di capacità di generazione rinnovabile a basso costo ma non è in grado di sfruttarla pienamente a causa di limitazioni infrastrutturali. Le tariffe di rete, che rappresentano una componente significativa del costo finale dell'energia per i consumatori, potrebbero aumentare fino al 60% entro il 2050 rispetto al 2022 se non si interviene con investimenti massicci in potenziamento e digitalizzazione delle reti.

Tabella 3. Costo delle inefficienze del sistema elettrico

Tipologia di Costo	Importo (miliardi di euro)
Congestione rete (2022)	5,2
Proiezione 2030 (senza interventi)	26,0
Curtailment rinnovabili Germania (2023)	3,0
Re-dispatching (2020-2022)	Raddoppiato a 4,2

Fonte: Action Plan for Affordable Energy, Commissione Europea.

In aggiunta alle inefficienze del sistema, esiste un evidente problema distributivo

nell'allocazione dei costi del sistema energetico. I costi del re-dispatching, del curtailment e degli oneri di sistema vengono socializzati e scaricati sulle bollette di tutti i consumatori, ma con un'incidenza molto diversa tra le varie categorie di utenti. Le famiglie e le piccole e medie imprese sopportano una quota sproporzionata di questi oneri rispetto ai grandi consumatori industriali. Questa discriminazione tariffaria non solo penalizza le PMI italiane rispetto ai competitor europei, ma genera anche distorsioni interne al mercato nazionale, favorendo ingiustamente le grandi imprese a scapito del tessuto produttivo più diffuso.

Rimane aperta la questione centrale di come fare a ridurre il peso del costo dell'energia e ripartirlo in modo più equo tra i diversi attori del sistema energetico: famiglie, imprese piccole e grandi e imprese energivore.

4. Regolazione del mercato e problemi di concorrenza

L'assenza di concorrenza effettiva sul prezzo dell'energia

Una delle criticità fondamentali del mercato energetico italiano ed europeo è la questione della regolazione e la limitata concorrenza effettiva sul prezzo dell'energia. Nonostante la liberalizzazione formale del settore, avviata ormai da oltre due decenni, il mercato presenta ancora caratteristiche oligopolistiche che impediscono la formazione di prezzi pienamente concorrenziali. Il meccanismo del *merit order*, pur essendo teoricamente efficiente nell'allocare le risorse produttive, genera situazioni in cui tutti i produttori ricevono il prezzo marginale determinato dall'ultima centrale chiamata a produrre (tipicamente quella a gas). Questo sistema crea rendite inframarginali significative per i produttori con costi più bassi (rinnovabili, idroelettrico, nucleare), senza che questi extra-profitti si traducano in riduzioni dei prezzi per i consumatori finali. Inoltre, la struttura del mercato è caratterizzata dalla presenza di pochi grandi operatori integrati verticalmente, che controllano sia la generazione sia la vendita al dettaglio. Questa integrazione verticale può creare barriere all'ingresso per nuovi operatori e limitare gli incentivi alla riduzione dei prezzi.

Grandi produttori e distributori: assenza di incentivi alla riduzione dei prezzi

Un'analisi realistica del mercato energetico deve riconoscere che nessuno ha

realmente interesse ad abbassare il prezzo dell'energia: né i grandi produttori né i grandi distributori. I grandi produttori beneficiano delle rendite inframarginali generate dal *merit order* e non hanno incentivi economici immediati a rinunciare a questi extra-profitti, anche quando producono energia a costi molto bassi grazie alle rinnovabili o all'idroelettrico. In Italia, per esempio, gli impianti idroelettrici, con investimenti ormai ammortizzati, producono a 20 euro/MWh ma vendono a oltre 110 euro/MWh, generando rendite di posizione. I grandi distributori, dal canto loro, hanno modelli di business basati su margini percentuali o su commissioni calcolate sul valore dell'energia venduta.

In un mercato con prezzi elevati, i loro ricavi assoluti sono maggiori, creando un disallineamento di incentivi tra i loro interessi commerciali e l'interesse dei consumatori a prezzi più bassi. Questa situazione richiede un intervento regolatorio più incisivo, capace di modificare gli incentivi di mercato e di introdurre meccanismi che favoriscano effettivamente la riduzione dei prezzi a beneficio dei consumatori finali, soprattutto delle categorie più vulnerabili come le PMI e le famiglie.

Le proposte della Commissione Europea

La Commissione dice che occorrerebbe accettare la logica del mercato unico dell'energia con acquisti comuni di gas. L'idea è che una maggiore coordinazione negli approvvigionamenti possa aumentare il potere contrattuale dell'UE nei confronti dei fornitori internazionali e ridurre la volatilità dei prezzi. Ma ogni Paese ha esigenze diverse da far valere e questa prospettiva rimane lontana dalla realizzazione pratica (*Action Plan for Affordable Energy, 2025*). Sono previsti interventi nei settori ad alta intensità di energia. È possibile una revisione degli aiuti di Stato e il disaccoppiamento prezzo gas-prezzo energia attraverso meccanismi come i *Contracts for Difference*. Va affrontato il problema dell'allocazione dei costi del sistema energetico tra industria, piccoli e grandi consumatori di energia e famiglie.

L'impegno per la digitalizzazione della rete può portare sensibili benefici di costo, attraverso il miglior uso dell'energia rinnovabile e la riduzione dei problemi di congestione. Effetti positivi nascono dalla maggior efficienza energetica e dalla sollecitazione dei consumatori industriali all'autoproduzione di energia da rinnovabili e al suo consumo nelle ore a minor costo.

5. Il ruolo delle energie rinnovabili nella transizione energetica

La crescita delle rinnovabili in Europa e in Italia

Nel 2024 le rinnovabili hanno raggiunto un traguardo storico, generando il 48% dell'elettricità dell'Unione Europea rispetto al 41% del 2022, per via dell'aumento della capacità di generazione. L'Italia ha performato ancora meglio, raggiungendo una quota del 52,5% di elettricità prodotta da fonti rinnovabili (*State of the Energy Union Report 2025; Eurostat, 2025; WindEurope, 2024; Solar Power Europe, 2024*). La composizione del mix rinnovabile italiano vede il contributo predominante dell'idroelettrico (43,5%), seguito dal fotovoltaico (31,4%), dalle biomasse (12,1%), dall'eolico (9,2%) e dal geotermico (3,8%). Questa diversificazione rappresenta un punto di forza del sistema italiano, anche se rimane ampio spazio per ulteriori incrementi, soprattutto nell'eolico offshore. La capacità di generazione installata continua a crescere rapidamente in tutta Europa. Nel 2024 sono stati installati 77 gigawatt di nuova capacità rinnovabile, rappresentando un aumento del 17% rispetto all'anno precedente (Tabella 4). Gli investimenti nel settore sono sostenuti dalla riduzione dei costi delle tecnologie, dagli obiettivi di decarbonizzazione fissati dall'UE, e dall'aumentata consapevolezza della necessità di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili importati.

Tabella 4. Capacità di generazione dell'energia proveniente da fonti rinnovabili

Anno	Solare (GW)	Eolico (GW)	Totale (GW)
2023	56,2	11,0	67,2
2024	65,5	12,9	78,4
Crescita	+17%	+17%	+17%

Fonte: *State of the Energy Union Report 2025, Eurostat, WindEurope, Solar Power Europe.*

Il costo livellato dell'energia e la competitività delle rinnovabili

Un indicatore fondamentale per valutare la competitività economica delle diverse fonti energetiche è il *Levelized Cost of Energy* (LCOE), che rappresenta il costo medio

attualizzato di produzione di un kilowattora di energia elettrica durante l'intera vita utile di un impianto di generazione. Secondo il rapporto Lazard del 2025, il LCOE del fotovoltaico ed eolico è oggi intorno ai 50 dollari per MWh, un valore straordinariamente competitivo rispetto a tutte le altre fonti di generazione, incluse quelle fossili (*Lazard, LCOE Report, 2025*). Questo dato rappresenta una rivoluzione economica: le rinnovabili non sono più semplicemente una scelta ambientalmente responsabile, ma sono diventate la soluzione economicamente più conveniente per la produzione di energia elettrica.

La sfida principale rimane quella dello storage. Le fonti rinnovabili intermittenti (solare ed eolico) richiedono sistemi di accumulo per garantire la continuità della fornitura. Il costo delle batterie al litio sta però diminuendo rapidamente, e si prevede che scenda sotto i 100 euro per kWh entro il 2030, rendendo economicamente sostenibili anche i grandi sistemi di accumulo di rete (*BloombergNEF, 2024*).

Decarbonizzazione, storage di energia e reti intelligenti: le condizioni per la competitività delle rinnovabili

La decarbonizzazione attraverso le fonti rinnovabili presenta oggi un vantaggio economico strutturale rispetto ai combustibili fossili. Il costo livellato dell'energia (LCOE) da fotovoltaico ed eolico si attesta intorno ai 50 dollari per MWh, confermando la competitività economica di queste tecnologie. Tuttavia, la piena realizzazione del potenziale di riduzione dei costi offerto dalle rinnovabili richiede investimenti mirati in due tecnologie abilitanti fondamentali: i sistemi di accumulo energetico e la digitalizzazione delle reti elettriche.

Lo storage di energia rappresenta un elemento cruciale per massimizzare l'utilizzo delle fonti rinnovabili e ridurre le inefficienze di sistema. Le batterie agli ioni di litio, tecnologia dominante nel settore dello storage, stanno attraversando una fase di significativa riduzione dei costi: secondo le previsioni, il costo di investimento (CAPEX) dovrebbe scendere sotto i 100 euro per kWh entro il 2030, rendendo economicamente vantaggiosa l'integrazione massiccia di sistemi di accumulo nella rete elettrica. Questa evoluzione tecnologica è essenziale per affrontare la natura intermittente della generazione da fonti rinnovabili, permettendo di immagazzinare l'energia prodotta nei momenti di picco per rilasciarla quando la domanda supera l'offerta istantanea.

La digitalizzazione delle reti elettriche costituisce il secondo pilastro fondamentale

per rendere economicamente sostenibile l'espansione delle rinnovabili. Una rete intelligente e digitalizzata consente di ottimizzare in tempo reale i flussi energetici, riducendo drasticamente i problemi di congestione che oggi generano costi rilevanti attraverso il re-dispatching e il curtailment. Come affrontato precedentemente, questo fenomeno rappresenta uno spreco economico significativo che può essere minimizzato attraverso una gestione digitale avanzata della rete. L'integrazione tra sistemi di accumulo distribuiti e reti digitalizzate permette inoltre di bilanciare domanda e offerta su scala locale, riducendo la necessità di interventi centralizzati costosi e migliorando la stabilità complessiva del sistema.

La combinazione di storage e digitalizzazione della rete non è quindi un semplice complemento alla transizione verso le rinnovabili, ma una preconditione necessaria per tradurre il vantaggio economico delle fonti pulite in una riduzione effettiva e duratura dei costi energetici per famiglie e imprese. Senza questi investimenti, il potenziale di competitività offerto dalla decarbonizzazione rischia di rimanere parzialmente inespresso, mantenendo il sistema esposto a inefficienze strutturali e costi evitabili.

Transizione energetica e mercato delle tecnologie per le rinnovabili: una spinta per una green growth

Tra il 2021 e il 2023, i consumatori europei di elettricità hanno risparmiato complessivamente 100 miliardi di euro grazie all'elettricità generata da nuove capacità solari ed eoliche installate in quel periodo. Questo dato dimostra concretamente l'importanza di accelerare la diffusione delle energie rinnovabili per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e contenere i costi.

L'occupazione nel settore delle energie rinnovabili ha raggiunto circa 1,8 milioni di persone nell'Unione Europea nel 2023, con un fatturato totale stimato di circa 233 miliardi di euro, evidenziando come la transizione energetica stia diventando anche un motore di crescita economica e occupazione.

L'*Action Plan for Affordable Energy* presentato dalla Commissione Europea nel febbraio 2025 prevede risparmi significativi derivanti dalla riduzione delle importazioni di combustibili fossili.

L'implementazione dell'*Action Plan* consentirà all'Unione Europea di ridurre la fattura delle importazioni di combustibili fossili di 130 miliardi di euro all'anno entro il

2030, pari a circa lo 0,65% del PIL dell'Unione. Questi risparmi cresceranno fino a 260 miliardi di euro entro il 2040, rappresentando circa l'1,2% del PIL stimato (*Action Plan for Affordable Energy, febbraio 2025*). Tali risparmi derivano principalmente da tre fattori: l'aumento dell'elettrificazione e dell'efficienza energetica, che riducono la domanda totale di combustibili fossili (contribuendo per circa il 25% ai risparmi); la sostituzione della domanda residua di combustibili fossili nella generazione elettrica con energia pulita (50% dei risparmi); e il rafforzamento delle capacità di rete, delle infrastrutture intelligenti e della flessibilità del sistema energetico (25% dei risparmi).

Le misure di efficienza energetica, inclusi gli aggiornamenti delle normative sull'etichettatura energetica e sull'*ecodesign*, hanno già portato a risparmi stimati di circa 120 miliardi di euro sulle bollette energetiche nel 2023. Si prevede che questi risparmi aumenteranno a circa 162 miliardi di euro entro il 2030, dimostrando come gli investimenti in efficienza energetica non solo riducano le emissioni ma generino anche benefici economici diretti per consumatori e imprese.

Un sistema elettrico completamente decarbonizzato, basato sull'integrazione di mercato, sulla generazione rinnovabile e sulla capacità flessibile, potrebbe portare a prezzi all'ingrosso dell'elettricità inferiori del 40% in media nell'Unione Europea rispetto allo scenario attuale.

Se è vero che la povertà di combustibili fossili costringe l'UE ad una forte dipendenza dall'estero, è anche vero che l'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA, 2024) prevede una forte crescita del mercato delle principali tecnologie per l'energia pulita che oggi sono un vero asset competitivo per l'Europa. Secondo la IEA, solare fotovoltaico, turbine per il vento, batterie, elettrolizzatori, pompe di calore e auto elettriche passeranno dal valore di 700 miliardi di dollari del 2023 a più di 2 trilioni di dollari nel 2035, pari al valore dell'intero mercato dell'olio greggio degli ultimi anni.

Questo mercato rappresenta un'opportunità storica per l'Europa di convertire uno svantaggio strutturale (la dipendenza energetica) in un vantaggio competitivo (la leadership tecnologica nelle energie pulite). Anche a livello di commercio internazionale, le tecnologie pulite sono viste in forte aumento, con una crescita del 50% maggiore di quella del commercio globale del gas naturale. Questo dato suggerisce che gli investimenti europei nella manifattura di tecnologie per la transizione energetica possono generare ritorni economici significativi attraverso le esportazioni verso i mercati emergenti.

I risultati ottenuti sulle emissioni: cambiamento tecnologico e carbon trading

L'Unione Europea ha compiuto progressi significativi nella riduzione delle emissioni di gas serra negli ultimi decenni, dimostrando che è possibile disaccoppiare la crescita economica dalle emissioni. Nel 2024, le emissioni nette di gas serra, includendo il settore dell'uso del suolo e le emissioni marittime e aeree internazionali nel perimetro degli obiettivi dell'Unione, sono diminuite del 2,5% rispetto al 2023, proseguendo il percorso discendente osservato dopo l'eccezionale calo del 9% registrato nel 2023.

Nel 2024, le emissioni erano -37,2% rispetto al 1990, mentre il PIL è cresciuto del 71%, dimostrando il *decoupling*. Le proiezioni indicano -54% entro il 2030 (obiettivo 55%), con proposta -90% per il 2040 (Tabella 5).

Tabella 5. Riduzione delle emissioni in Europa

Anno	Riduzione vs 1990	Variazione annua
2023	-39%	-9%
2024	-37,2%	-2,5%
Proiezione 2030	~-54%	—
Proposta 2040	-90%	—

Fonte: *State of the Energy Union Report 2025, EEA.*

Nel 2024, le emissioni erano inferiori del 37,2% rispetto ai livelli del 1990, mentre il PIL nello stesso periodo è cresciuto del 71%, dimostrando in modo inequivocabile che la crescita economica può essere disaccoppiata dalle emissioni di gas serra. Questo *decoupling* rappresenta uno dei risultati più significativi della politica climatica europea degli ultimi tre decenni e smentisce l'idea che la decarbonizzazione debba necessariamente comportare una riduzione del benessere economico.

Nel 2024, il sistema di scambio delle quote di emissione dell'Unione Europea (*carbon trading*) ha registrato un'ulteriore riduzione del 5,8% delle emissioni provenienti da impianti industriali e di generazione elettrica rispetto al 2023, portando queste emissioni a circa il 50% sotto i livelli del 2005. Questo risultato dimostra l'efficacia del meccanismo del *cap-and-trade* nel guidare la decarbonizzazione dei settori coperti. Le emissioni dell'aviazione coperte dal sistema sono aumentate di circa

il 15% rispetto al 2023, anche se circa la metà di questo incremento è dovuto a un ampliamento dell'ambito geografico del sistema con la reintroduzione dei voli non domestici da e per gli aeroporti nelle regioni ultra periferiche. Nei settori coperti dall'*Effort Sharing*, che include trasporti, edifici, agricoltura e piccole industrie, le emissioni sono rimaste a un livello simile rispetto al 2023. I dati provvisori per il 2024 sulle emissioni e gli assorbimenti dal settore dell'uso del suolo, dei cambiamenti di uso del suolo e della silvicoltura mostrano un aumento dei pozzi di carbonio netti di circa il 7%, pari a 15 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente rispetto al 2023, anche se questi dati approssimati rimangono soggetti a revisioni significative.

Per quanto riguarda la transizione dal carbone, l'Unione Europea ha compiuto progressi notevoli. Dal 2018 al 2024, il consumo di carbone sia duro che di lignite è stato circa dimezzato. La produzione e il consumo di carbone continuano a diminuire costantemente, e le importazioni di carbone russo sono state completamente eliminate. Questo rappresenta un cambiamento radicale rispetto alla situazione di appena un decennio fa, quando il carbone rappresentava ancora una quota significativa del mix energetico europeo.

I consumi di energia da fonti fossili sono ancora alti, nonostante gli sforzi

Nel 2023, il consumo di energia primaria nell'Unione Europea ha raggiunto 1.209 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio, un valore che rappresenta una riduzione del 4,1% rispetto al 2022. Tuttavia, questo livello rimane del 22% superiore all'obiettivo fissato per il 2030 di 992,5 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. Il consumo di energia finale si è attestato a 894 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio, in diminuzione del 3% rispetto al 2022, ma ancora del 17% superiore all'obiettivo del 2030 di 763 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio, che corrisponde a una riduzione dell'11,7% rispetto alle proiezioni. La riduzione media annua del consumo energetico dall'inizio della transizione risulta insufficiente rispetto a quanto necessario per raggiungere gli obiettivi.

Per il consumo primario, è necessaria una riduzione media annua più intensa di quella registrata negli ultimi anni. Per il consumo finale, sarà necessario un tasso di riduzione annuo medio del 2,2% nel periodo 2023-2030, un ritmo significativamente più ambizioso rispetto al 2% medio registrato dal 2019 al 2023. Nel 2023, il consumo di energia finale è diminuito del 6,1% nel settore residenziale, del 5,4% nel settore

industriale e del 3% nel settore dei servizi rispetto ai livelli del 2022. I dati corretti per il clima nel settore residenziale mostrano una riduzione del 3,5% rispetto al 2022, suggerendo che la diminuzione è in parte legata a un inverno più mite, ma riflette anche un miglioramento reale della prestazione energetica degli edifici residenziali. Tuttavia, il ritmo di ristrutturazione degli edifici rimane insufficiente. Sebbene nel 2022 siano state installate 2,8 milioni di unità di pompe di calore, questo numero è sceso a 2,7 milioni nel 2023 e a 2 milioni nel 2024, indicando un rallentamento preoccupante in un'area cruciale per la decarbonizzazione del riscaldamento.

La strada per raggiungere gli obiettivi climatici

L'efficienza energetica rappresenta uno dei pilastri fondamentali della strategia europea per la riduzione dei costi energetici e il raggiungimento degli obiettivi climatici. Ogni punto percentuale di miglioramento nell'efficienza energetica si traduce in una riduzione del 2,6% delle importazioni di gas, evidenziando il legame diretto tra efficienza e sicurezza energetica. La valutazione dei Piani Nazionali per l'Energia e il Clima aggiornati indica che, se gli Stati membri implementano i loro piani insieme alle politiche dell'Unione Europea, l'Unione sarà in grado di avvicinarsi ai suoi obiettivi del 2030 per la riduzione delle emissioni di gas serra e per le energie rinnovabili.

Secondo le proiezioni, l'Unione potrebbe raggiungere una riduzione delle emissioni nette di gas serra di circa il 54% nel 2030 rispetto al 1990, vicinissima all'obiettivo di almeno il 55%. Tuttavia, rimane un gap significativo in termini di efficienza energetica, indicando che misure aggiuntive e un'implementazione più forte saranno necessarie per raggiungere l'obiettivo di riduzione del consumo energetico dell'11,7% entro il 2030.

Il completamento della transizione energetica richiede un impegno finanziario massiccio e prolungato nel tempo. Nonostante i progressi registrati negli ultimi anni, l'Unione Europea rimane significativamente lontana dal raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica fissati per il 2030. Per raggiungere gli obiettivi energetici e climatici, l'Unione Europea necessita di oltre 660 miliardi di euro annualmente nel periodo 2026-2030 e di 695 miliardi di euro annualmente dal 2031 al 2040 per investimenti nel sistema energetico, inclusi rinnovabili, efficienza energetica e capacità di rete. Questi investimenti devono coprire l'espansione, la digitalizzazione e la modernizzazione delle infrastrutture elettriche, la produzione domestica di

tecnologie pulite, e lo sviluppo di sistemi di accumulo energetico. Una parte significativa di questi investimenti, stimata in circa 241 miliardi di euro all'anno, deve essere dedicata alla ristrutturazione degli edifici residenziali esistenti, inclusi interventi di efficientamento energetico e la transizione verso sistemi di riscaldamento e raffreddamento decarbonizzati.

Si stima inoltre che entro il 2040 saranno necessari investimenti per circa 1 trilione di euro in reti elettriche e sistemi di flessibilità, elementi essenziali per gestire l'intermittenza delle fonti rinnovabili e garantire la stabilità del sistema. Il finanziamento pubblico svolge un ruolo cruciale nell'indirizzare e mobilitare gli investimenti privati.

L'*Innovation Fund*, finanziato interamente dal sistema di scambio delle quote di emissione dell'Unione Europea, dispone di circa 40 miliardi di euro per il periodo 2020-2030 per sostenere progetti di innovazione nelle tecnologie pulite.

Il *Recovery and Resilience Facility* ha destinato 106,5 miliardi di euro agli investimenti in efficienza energetica, rappresentando il 15% dei fondi totali disponibili. Per il settore nucleare, lo scenario base del Programma Illustrativo Nucleare richiede investimenti stimati in 241 miliardi di euro fino al 2050, di cui 205 miliardi per nuovi reattori di grande scala e 36 miliardi per l'estensione della vita degli impianti esistenti.

La proposta di *Multiannual Financial Framework* per il periodo 2028-2034, con un ammontare di 1,98 trilioni di euro in prezzi correnti, prevede un aumento di cinque volte del budget del *Connecting Europe Facility* per le infrastrutture energetiche transfrontaliere, evidenziando la necessità assoluta di incrementare significativamente gli investimenti nelle reti europee. Questo aumento riflette il riconoscimento che il completamento del mercato interno dell'energia e l'integrazione delle rinnovabili richiedono un salto di scala negli investimenti in interconnessioni e modernizzazione delle reti.

L'Europa ha già investito centinaia di miliardi di euro nella decarbonizzazione e nelle tecnologie pulite. Questi investimenti stanno creando un vantaggio comparato che non può essere abbandonato senza costi economici e strategici elevatissimi. Mentre gli Stati Uniti e la Cina investono massicciamente nelle tecnologie pulite del futuro, un'Europa che scegliesse di tornare ai combustibili fossili si condannerebbe alla dipendenza strutturale dalle importazioni e alla marginalità tecnologica. Al contrario, completare la transizione energetica significa conquistare l'indipendenza energetica e posizionarsi come leader nelle industrie del futuro: rinnovabili, batterie, idrogeno verde, efficienza energetica.

6. Alcune proposte concrete

Digitalizzazione delle reti elettriche

La digitalizzazione della rete elettrica rappresenta una delle leve più promettenti per ridurre i costi del sistema energetico. Le *smart grid* - reti intelligenti dotate di sensori, contatori digitali e sistemi di gestione automatizzati - permettono di ottimizzare il flusso di energia in tempo reale, riducendo le perdite di trasmissione e distribuzione e migliorando la gestione della congestione. Attraverso la digitalizzazione è possibile integrare più efficacemente le fonti rinnovabili intermittenti, prevedere con maggiore accuratezza la domanda e l'offerta, e attivare meccanismi di *demand response* che incentivano i consumatori a spostare i consumi nei momenti di maggiore disponibilità di energia rinnovabile. Questo può tradursi in riduzioni significative dei costi di bilanciamento, re-dispatching e curtailment.

Gli investimenti necessari per la digitalizzazione sono significativi - si stimano circa 1 trilione di euro entro il 2040 per le reti elettriche e i sistemi di flessibilità in Europa - ma i ritorni in termini di efficienza e riduzione dei costi operativi giustificano pienamente queste spese. Il potenziamento delle interconnessioni transfrontaliere, previsto nel *Multiannual Financial Framework 2028-2034* con un aumento di cinque volte del budget del *Connecting Europe Facility*, è essenziale per completare il mercato interno dell'energia.

Efficienza energetica e autoproduzione

La promozione dell'efficienza energetica rappresenta il modo più diretto per ridurre i costi: meno energia consumata significa meno energia da produrre e da pagare. Gli interventi di efficientamento possono riguardare sia il patrimonio edilizio (isolamento termico, sostituzione di infissi, installazione di pompe di calore) sia i processi produttivi industriali (motori ad alta efficienza, recupero di calore di scarto, illuminazione LED).

Gli investimenti in efficienza energetica dovrebbero generare risparmi crescenti, da 120 miliardi di euro nel 2023 a 162 miliardi di euro entro il 2030. L'efficientamento degli edifici residenziali richiede circa 241 miliardi di euro all'anno, ma i benefici economici e ambientali giustificano ampiamente questi investimenti.

Parallelamente, la diffusione dell'autoproduzione di energia da fonti rinnovabili -

principalmente fotovoltaico per le utenze residenziali e commerciali, come per esempio attraverso le comunità energetiche rinnovabili - può ridurre la dipendenza dalla rete e contenere la bolletta energetica. Le imprese industriali possono beneficiare di impianti fotovoltaici dimensionati per coprire i propri fabbisogni diurni, eventualmente integrati con sistemi di accumulo per utilizzare l'energia autoprodotta anche nelle ore serali. È cruciale incentivare i consumatori a concentrare i propri consumi nelle ore di maggiore produzione rinnovabile (tipicamente le ore centrali del giorno per il solare). Questo richiede tariffe dinamiche che riflettano l'effettiva disponibilità di energia a basso costo nelle diverse fasce orarie, stimolando comportamenti virtuosi che riducono la pressione sulla rete.

Riforma dell'allocazione degli oneri di sistema

Come evidenziato precedentemente, l'attuale sistema di allocazione degli oneri di sistema tra diverse categorie di utenti presenta evidenti problemi di equità. Una riforma strutturale dovrebbe perseguire diversi obiettivi complementari. In primo luogo, ridurre significativamente il peso sulle piccole e medie imprese per migliorarne la competitività internazionale. Questo non significa necessariamente aumentare gli oneri sui grandi consumatori, che potrebbero perdere competitività, ma piuttosto rivedere l'intera struttura degli oneri, eliminando inefficienze e duplicazioni, e finanziando parte dei costi attraverso la fiscalità generale piuttosto che tramite le bollette. In secondo luogo, introdurre maggiore progressività nella struttura tariffaria, in modo che il costo unitario dell'energia cresca con i livelli di consumo. Questo incentiverebbe il risparmio energetico e l'efficienza, riducendo al contempo il peso relativo sugli utenti più piccoli. Infine, andrebbe valutata la possibilità di socializzare su base fiscale (e non tariffaria) alcuni costi che hanno natura di politica pubblica, come gli incentivi alle rinnovabili o i sostegni alle aree svantaggiate. Questo renderebbe più trasparente e equa la distribuzione dei costi complessivi del sistema energetico.

Il ruolo di ARERA

In questo contesto, un ruolo significativo può essere svolto dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA). Per esempio, la nostra analisi

mostra come risulta essenziale rivedere la struttura degli oneri di sistema riducendo il peso sulle PMI, eliminando duplicazioni e trasferendo parte dei costi alla fiscalità generale con maggiore progressività tariffaria. Inoltre, ridurre le inefficienze di rete stabilendo obiettivi vincolanti di riduzione del *re-dispatching* e *curtailment*, accelerando la digitalizzazione e promuovendo sistemi di accumulo porterebbe un significativo avanzamento nell'infrastruttura e nell'efficienza.

Un altro punto importante è quello di estendere le tariffe dinamiche che riflettono i prezzi orari dell'energia, incentivando contatori intelligenti, *demand response* e comunità energetiche, per favorire l'utilizzo più efficiente e il consumo più responsabile. A livello di mercato, si potrebbe rafforzare la concorrenza monitorando le rendite inframarginali, facilitando l'ingresso di nuovi operatori, garantendo la separazione funzionale tra generazione e vendita, e valutando il disaccoppiamento gas-elettricità. In termini redistributivi, risulta inoltre importante il disegno di misure per proteggere i consumatori vulnerabili con tariffe sociali per famiglie in povertà energetica e microimprese, programmi di efficientamento gratuito e contrasto alle pratiche commerciali scorrette.

7. Conclusioni

L'analisi condotta in questo documento evidenzia che il costo dell'energia in Italia rappresenta un problema strutturale che richiede interventi coordinati su più fronti. La dipendenza dal gas naturale, che nel nostro Paese raggiunge il 46% della generazione elettrica, espone l'economia italiana a una volatilità dei prezzi superiore rispetto ai partner europei e crea un divario di competitività insostenibile nel medio-lungo periodo.

L'Europa si trova a un punto di svolta cruciale, dove le scelte compiute nei prossimi anni determineranno la competitività economica, la sicurezza energetica e il benessere dei cittadini per i decenni a venire. Le sfide attuali sono rilevanti e richiedono risposte coordinate a livello europeo. Il costo dell'energia rimane significativamente più elevato in Europa rispetto ai principali competitor globali, con l'Italia che paga prezzi dell'elettricità di molto superiori a molti Paesi europei e agli Stati Uniti. La dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili espone l'economia europea a shock esterni e volatilità dei prezzi. Le inefficienze del sistema elettrico generano costi crescenti. Il gap di competitività rispetto agli Stati Uniti si è ampliato del 15% in termini

di produttività negli ultimi trent'anni, e solo quattro delle cinquanta principali aziende tecnologiche mondiali sono europee. Tuttavia, i progressi realizzati negli ultimi anni dimostrano che la transizione energetica è non solo possibile ma anche economicamente vantaggiosa. Le energie rinnovabili sono in costante e rapido aumento e le emissioni di gas serra sono diminuite negli ultimi 30 anni, mentre il PIL - a livello globale - è cresciuto del 71%, confermando il *decoupling* tra crescita economica ed emissioni.

Il sistema attuale presenta tre ordini di problemi interconnessi. In primo luogo, un problema di efficienza: le inefficienze di rete (*re-dispatching* e *curtailment*) generano costi che nel 2022 hanno raggiunto i 5,2 miliardi di euro e che potrebbero crescere fino a 26 miliardi entro il 2030 senza interventi adeguati. In secondo luogo, un problema di equità distributiva: famiglie e PMI sopportano un peso sproporzionato degli oneri di sistema rispetto ai grandi consumatori energivori. In terzo luogo, un problema di regolazione: la limitata concorrenza effettiva e l'assenza di incentivi alla riduzione dei prezzi per i grandi operatori mantengono i costi strutturalmente elevati.

La transizione verso le energie rinnovabili offre una soluzione economicamente vantaggiosa a questi problemi. Il costo livellato dell'energia da fonti rinnovabili (circa 50 dollari per MWh per eolico e fotovoltaico) è ormai inferiore a quello di qualsiasi fonte fossile. Le rinnovabili in Italia hanno già raggiunto il 52,5% della generazione elettrica nel 2024, dimostrando la fattibilità tecnica di un sistema sempre più decarbonizzato.

Tuttavia, per realizzare pienamente il potenziale di riduzione dei costi offerto dalla transizione energetica sono necessari investimenti massicci nelle reti elettriche (stimati in circa 1 trilione di euro entro il 2040 a livello europeo) e riforme strutturali del mercato. La digitalizzazione delle reti, lo sviluppo di sistemi di accumulo, l'introduzione di tariffe dinamiche e l'efficientamento energetico sono tutti elementi indispensabili per massimizzare l'utilizzo delle energie rinnovabili e minimizzare i costi di sistema.

Il completamento della transizione energetica non è solo una necessità ambientale, ma rappresenta la strada più economica e sicura per garantire all'Italia e all'Europa un sistema energetico competitivo, indipendente dalle importazioni di combustibili fossili, e in grado di sostenere la crescita economica nel lungo periodo. I dati evidenziano che l'Europa si trova di fronte a una scelta fondamentale. Da un lato, il mantenimento dello status quo comporterebbe costi energetici strutturalmente

elevati, dipendenza persistente dalle importazioni di combustibili fossili con i relativi rischi geopolitici, e una perdita progressiva di competitività rispetto a economie che stanno investendo massicciamente nelle tecnologie del futuro. Dall'altro lato, il completamento della transizione energetica offre la prospettiva di un sistema energetico più economico, sicuro e competitivo, basato su fonti domestiche e rinnovabili.

La realizzazione di questa prospettiva richiede però un impegno coordinato a livello europeo, con investimenti massicci in infrastrutture, riforme del mercato elettrico, e politiche di sostegno mirate.

Principali riferimenti bibliografici

BloombergNEF (2024). *Battery Price Survey 2024*, London.

Commissione Europea (2025a). *State of the Energy Union Report 2025*, COM(2025) 667 final, 6 novembre 2025.

Commissione Europea (2025b). *Action Plan for Affordable Energy*, COM(2025) 79 final, febbraio 2025.

Commissione Europea (2025c). *Clean Industrial Deal*, febbraio 2025.

Draghi, M. (2024). *The Future of European Competitiveness*, Rapporto presentato alla Commissione Europea, settembre 2024.

Eurostat (2025). *Energy statistics - an overview*, Statistics Explained, Lussemburgo.

Heussaff, C., McWilliams, B. (2024). *Decarbonising for competitiveness: four ways to reduce European energy prices*, Policy Brief, Bruegel, dicembre 2024. Disponibile online: <https://www.bruegel.org/policy-brief/decarbonising-competitiveness-four-ways-reduce-european-energy-prices>

International Energy Agency - IEA (2024). *World Energy Outlook 2024*, Paris: OECD/IEA.

Lazard (2025). *Levelized Cost of Energy Analysis - Version 17.0*, New York.

Solar Power Europe (2024). *EU Market Outlook for Solar Power 2024-2028*, Brussels.

WindEurope (2024). *Wind energy in Europe: 2024 Statistics and the outlook for 2025-2030*, Brussels.