



Bruxelles, 24.10.2023
COM(2023) 652 final

**RELAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO E AL
CONSIGLIO**

Progressi compiuti nella competitività delle tecnologie per l'energia pulita

RELAZIONE 2023 SUI PROGRESSI COMPIUTI NELLA COMPETITIVITÀ DELLE TECNOLOGIE PER L'ENERGIA PULITA

SINTESI	2
1. INTRODUZIONE	6
2. VALUTAZIONE DELLA COMPETITIVITÀ DEL SETTORE DELL'ENERGIA PULITA NELL'UE	8
2.1 Impatto del rincaro dei prezzi dell'energia e delle materie prime sul settore dell'energia pulita dell'UE..	8
2.2 Dalle risorse all'assemblaggio: rafforzare il potere industriale dell'UE.....	11
2.3 Capitale umano e competenze: colmare le carenze di competenze e di forza lavoro per evitare strozzature	16
2.4 Tracciare il buon percorso che porta dalla ricerca e innovazione al mercato	18
2.5 Il capitale di rischio: attrarre capitali nell'UE	20
3. VALUTAZIONE DELLA COMPETITIVITÀ DELLE TECNOLOGIE STRATEGICHE A ZERO EMISSIONI NETTE	23
3.1 Energia solare fotovoltaica	23
3.2 Energia solare termica.....	26
3.3 Energia eolica onshore e offshore	27
3.4 Energia oceanica	29
3.5 Batterie	30
3.6 Pompe di calore	33
3.7 Energia geotermica	35
3.8 Elettrolisi dell'acqua per la produzione di idrogeno rinnovabile.....	36
3.9 Tecnologie del biogas e del biometano sostenibile.....	38
3.10 Cattura e stoccaggio del carbonio (CCS).....	41
3.11 Tecnologie di rete: l'esempio dei sistemi in corrente continua ad alta tensione.....	43
4. CONCLUSIONE	47

SINTESI

In risposta alla perturbazione senza precedenti del sistema energetico mondiale, causata dalla pandemia di COVID-19 e aggravata dall'aggressione militare non provocata e ingiustificata della Russia nei confronti dell'Ucraina, **l'UE ha deciso di accelerare la transizione verso l'energia pulita.**

Nonostante l'aumento dei prezzi dovuto al picco dei costi dell'energia e dei materiali nel 2022, **le tecnologie per l'energia pulita rimangono altamente competitive dal punto di vista dei costi. Il loro tasso di diffusione è in aumento nell'UE:** per l'energia solare ed eolica è aumentato di circa 50 % nel 2022 rispetto al 2021. Questa tendenza non dovrebbe però far dimenticare le sfide cui è confrontata l'industria manifatturiera dell'energia pulita dell'UE. Anche in settori come l'eolico o le pompe di calore, in cui l'UE ha una solida base manifatturiera, le sue quote di mercato sono in calo.

Nell'insieme, **dalle materie prime ai componenti intermedi essenziali alle tecnologie finali per l'energia pulita, l'UE dipende sempre più dalle importazioni da paesi terzi.** Oltre il 60 % della capacità di produzione mondiale nei segmenti fondamentali della catena del valore delle batterie e dell'energia solare si trova in Cina, così come più del 90 % di quella dei wafer e dei lingotti necessari per la fabbricazione delle tecnologie fotovoltaiche.

Il piano industriale del Green Deal, la normativa sull'industria a zero emissioni nette e la normativa sulle materie prime critiche sono tra le iniziative fondamentali prese dall'UE per ridurre la dipendenza dalle importazioni di tecnologie a zero emissioni nette, rafforzare la resilienza delle catene del valore e costruire una solida base manifatturiera interna. Con queste iniziative s'intende affrontare le sfide più urgenti. Una di queste consiste nel **migliorare le competenze, garantire posti di lavoro di qualità e trasformare l'innovazione in produzione industriale.** Nonostante la tendenza positiva osservata nell'occupazione, dagli ultimi dati emerge che **le carenze di competenze e di forza lavoro** riscontrate dal 2021 potrebbero frenare la crescita del settore dell'energia pulita. Nel 2023 quasi quattro piccole e medie imprese su cinque hanno dichiarato che è generalmente difficile trovare lavoratori con le giuste competenze.

La competitività dell'industria dell'energia pulita non può prescindere da un **percorso di ricerca e innovazione (R&I) efficace:** l'UE continua ad essere all'avanguardia nella ricerca sull'energia pulita, mantiene una posizione solida nei brevetti protetti a livello internazionale ed è leader nelle energie rinnovabili e nell'efficienza energetica. È tuttavia indispensabile, perché questo percorso dia i risultati voluti, intensificare gli sforzi per un uso sinergico dei programmi nazionali e unionali e definire obiettivi nazionali chiari di R&I per il 2030 e il 2050.

L'UE deve rimanere un luogo attraente per gli investimenti, la produzione e la diffusione di tecnologie per l'energia pulita. Nel 2022 gli investimenti in capitale di rischio nell'energia pulita nell'UE sono aumentati del 42 % rispetto al 2021 e hanno rappresentato una quota crescente degli investimenti complessivi in capitale di rischio nelle imprese attive nel settore delle tecnologie per l'energia pulita, collocando l'UE al terzo posto dopo gli Stati Uniti e la Cina. Se però si considerano le tecnologie strategiche a zero emissioni nette, quali definite nella normativa sull'industria a zero emissioni nette, ad eccezione delle batterie, l'UE non ha ancora

sfruttato appieno la sua capacità di concludere accordi che generino una crescita maggiore, come hanno fatto gli Stati Uniti e la Cina. Al fine di rafforzare competitività, resilienza e leadership, l'UE sta modificando i propri quadri normativi e finanziari per attrarre gli investimenti e garantire che le imprese dell'UE non cessino di disporre di capitali nella misura richiesta.

Le questioni appena illustrate sono comuni a tutte le tecnologie a zero emissioni nette, ciascuna delle quali ha anche sfide e opportunità specifiche.

Il 2022 è stato un anno record per la capacità installata in termini di produzione di energia solare fotovoltaica nell'UE. Tuttavia, dal punto di vista della catena del valore, l'UE è fortemente dipendente dalle importazioni cinesi. Affinché possa colmare la differenza di costo rispetto ai suoi concorrenti, l'UE deve, sulla base delle misure previste, aumentare il numero degli impianti di fabbricazione e concentrarsi su prodotti innovativi e processi produttivi avanzati e più sostenibili.

L'UE detiene la leadership tecnologica nel solare termico, tuttavia si trova ad affrontare la crescente concorrenza da parte degli operatori asiatici. Le soluzioni innovative e i continui progressi tecnologici sono fondamentali per rafforzare la competitività. Anche la domanda elevata nell'UE di calore industriale nell'intervallo 150-400 °C rappresenta una buona opportunità per la diffusione dell'energia solare termica.

Il **settore eolico** dell'UE rimane uno dei più forti al mondo; nel 2022 i produttori dell'UE rappresentavano il 30 % della quota di mercato mondiale, seppur in calo rispetto al 42 % del 2019. Il settore fa fronte a sfide specifiche, tra cui l'incertezza della domanda, i problemi di progettazione delle aste e la lentezza delle procedure di autorizzazione. Al fine di affrontare tali problemi, la Commissione ha adottato il **piano d'azione per l'energia eolica**, che contribuirà ad accelerare ulteriormente il rilascio delle autorizzazioni, a migliorare i sistemi di vendita all'asta in tutta l'UE, ad agevolare l'accesso ai finanziamenti e a rafforzare le catene di approvvigionamento.

L'industria dell'UE delle tecnologie per l'energia oceanica è un forte innovatore. Per aumentare la competitività di tale settore, agli investitori occorrono rassicurazioni. Anche la gestione di aste specifiche per la tecnologia o lo sviluppo di usi molteplici (ad esempio con altri impianti di energie rinnovabili o per attività plurime) andrebbero a sostegno dell'industria.

L'UE è sulla buona strada per soddisfare la domanda di batterie prevista per il 2025 e il 2030. Il numero di gigafactory di batterie agli ioni di litio annunciato è passato da 26 a 30 nel 2022 e continua ad aumentare. Mentre la quota europea degli annunci di investimenti globali a favore della capacità di produzione di batterie agli ioni di litio è scesa dal 41 % nel 2021 al 2 % nel 2022, la costruzione di fabbriche di batterie è sempre più rapida in tutta Europa e si prevede che entro il 2030 queste soddisferanno la maggior parte della domanda dell'UE. L'aumento relativo maggiore necessario per conseguire l'obiettivo del 2030 riguarda il riciclaggio.

Il mercato dell'UE delle pompe di calore individuali è in crescita. Le stime indicano che le vendite di pompe di calore individuali sono aumentate del 41 % nel 2022. Tuttavia tale crescita

è stata parzialmente intercettata dalle importazioni e dal 2021 al 2022 si è registrato un raddoppio del deficit della bilancia commerciale. Secondo le stime, nel 2021 la capacità di produzione dell'UE avrebbe soddisfatto il 75 % della domanda di pompe di calore idroniche individuali, tuttavia i produttori dell'UE dipendono dalle importazioni di componenti quali i compressori e i refrigeranti sintetici. La Commissione sta elaborando un piano d'azione dell'UE per accelerare la diffusione delle pompe di calore.

Sebbene disponga di una capacità installata limitata, il settore geotermico dell'UE presenta potenzialità per contribuire agli obiettivi di REPowerEU e alla sicurezza dell'approvvigionamento di materie prime. Il settore ha bisogno di una maggiore disponibilità di dati in sottterraneo per aumentare il tasso di successo e la prevedibilità dei nuovi progetti geotermici, nonché per migliorare la tecnologia. Esso trarrebbe inoltre beneficio da azioni volte a semplificare il processo di rilascio delle licenze, da strumenti di riduzione dei rischi, da una maggiore sensibilizzazione del pubblico e da una forza lavoro più qualificata.

Gli investimenti nell'UE per la produzione di idrogeno rinnovabile attraverso l'elettrolisi dell'acqua hanno consentito a diversi produttori di costruire nuove fabbriche di elettrolizzatori in Europa. Al contempo l'UE deve affrontare le sfide legate al potenziamento dell'energia rinnovabile ed efficiente in termini di costi per alimentare detti elettrolizzatori ed evitare qualsiasi impatto negativo sulla disponibilità di acqua dolce, in modo da consentire la diffusione di tale tecnologia. Sono necessarie ulteriori azioni per aumentare la capacità di riciclaggio in Europa, ivi compreso delle materie prime critiche necessarie per la produzione degli elettrolizzatori.

Nel 2022 l'UE era il maggior produttore di biogas e deteneva oltre il 67 % della produzione mondiale. L'UE è anche leader nella R&I del biogas sostenibile. La riduzione dei costi di produzione, in particolare attraverso l'innovazione, la replicazione e l'istituzione di un quadro normativo stabile, potrebbe contribuire ad aumentare la competitività dell'UE nel settore.

Per quanto riguarda la cattura e lo stoccaggio del carbonio (CCS), nell'UE tale gamma di tecnologie ha raggiunto la maturità, è collaudata e prontamente disponibile. Tuttavia, al fine di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050, la CCS deve essere diffusa su larga scala. L'UE si trova in una posizione relativamente ideale per quanto riguarda le tecnologie di cattura della CO₂ e in termini di R&I, ma non ha ancora sviluppato catene del valore complete per la gestione industriale del carbonio e reso operativi gli impianti su base commerciale. Saranno necessari finanziamenti pubblici, sia a livello nazionale che dell'UE, per attrarre capitali privati. Inoltre sarà fondamentale proporre modelli imprenditoriali per tale mercato emergente. L'UE dispone di diversi strumenti politici a sostegno dello sviluppo della CCS. La Commissione sta ora lavorando all'elaborazione di una strategia di gestione industriale del carbonio, prevista per il primo trimestre del 2024.

L'istituzione di grandi parchi eolici offshore e di interconnessioni regionali ha reso il mercato europeo molto attraente per gli sviluppatori di sistemi in **corrente continua ad alto voltaggio (HVDC)** e per i fornitori di tecnologie. Tuttavia il settore dovrà superare sfide quali l'aumento della domanda mondiale di componenti e il rischio di perturbazioni nella catena di approvvigionamento. La creazione di una collaborazione più stretta tra i portatori di interessi è

fondamentale, così come il sostegno all'armonizzazione e alla standardizzazione, in particolare al fine di promuovere gli investimenti nella capacità di produzione da parte dei fornitori dell'UE. L'introduzione di procedure di appalto semplificate e dell'aggregazione volontaria della domanda da parte degli acquirenti dell'UE potrebbe contribuire a risolvere i principali problemi legati alla catena di approvvigionamento.

La competitività del settore dell'energia pulita è stata oggetto di crescente attenzione nell'ultimo anno. L'UE ha reagito prontamente per sostenere l'industria nell'affrontare le sfide attuali e proseguirà un'azione coordinata a tal fine. L'edizione 2023 della relazione sui progressi riguardo alla competitività è particolarmente attuale, in quanto in essa sono fornite indicazioni su fattori, opportunità e ostacoli principali in materia di competitività nel settore dell'energia pulita dell'UE.

1. INTRODUZIONE

La pandemia di COVID-19 e l'aggressione militare non provocata e ingiustificata della Russia nei confronti dell'Ucraina hanno causato gravi perturbazioni del sistema energetico mondiale. I prezzi dell'energia ai massimi storici e l'interruzione delle catene di approvvigionamento mondiali hanno messo a dura prova il sistema energetico dell'UE come mai prima d'ora e hanno richiesto interventi per fornire ai cittadini energia sicura e a prezzi accessibili. In risposta a questa situazione, **l'UE è intervenuta in modo deciso per diversificare l'approvvigionamento energetico e accelerare la transizione verso l'energia pulita.**

Dal 2020, grazie alle politiche di ripresa economica dell'UE adottate in risposta alla pandemia, come il **dispositivo per la ripresa e la resilienza**, sono aumentati notevolmente gli investimenti in soluzioni energetiche pulite. Le riforme e gli investimenti proposti dagli Stati membri nei loro piani per la ripresa e la resilienza rappresentano da soli circa 203 miliardi di EUR di spesa connessa al clima¹. Inoltre i fondi della politica di coesione prevedono altri 46 miliardi di EUR di investimenti nel settore dell'energia pulita.

Nel 2022 l'UE ha adottato il **piano REPowerEU**², che definisce la linea d'azione per affrancare gradualmente l'UE, quanto prima, dalla dipendenza dalle importazioni di energia russa. Il piano prevede misure per il risparmio energetico, la diversificazione dell'approvvigionamento energetico e l'accelerazione della diffusione delle energie rinnovabili.

Tali azioni hanno prodotto risultati sostanziali. La quota di gas russo via gasdotto sul totale delle importazioni di gas dell'UE è diminuita, passando da circa il 45-50 % prima della pandemia a circa il 10 % tra gennaio e giugno 2023. Il tasso di diffusione dell'energia solare ed eolica nell'UE è aumentato di circa il 50 % rispetto al 2021. L'energia eolica e quella solare hanno rappresentato il 22 % della produzione di energia elettrica dell'UE, superando per la prima volta il gas naturale. Inoltre l'UE ha adottato obiettivi più ambiziosi in materia di efficienza energetica e di energie rinnovabili per il 2030.

Tale transizione energetica accelerata e su larga scala deve essere sostenuta da **misure che garantiscano un approvvigionamento resiliente di tecnologie per l'energia pulita.** Queste misure comprendono l'aumento della capacità di produzione interna, la diversificazione delle catene di approvvigionamento e l'applicazione di misure di economia circolare. **Ciò è fondamentale per rafforzare l'autonomia strategica aperta dell'UE.** Queste misure non solo sono importanti per la sicurezza dell'approvvigionamento dell'energia, ma possono anche creare posti di lavoro e crescita. Si prevede che il mercato mondiale delle tecnologie chiave a zero emissioni nette prodotte in serie triplicherà entro il 2030 rispetto al livello attuale, raggiungendo un valore annuo di circa 600 miliardi di EUR³.

Oggi l'industria manifatturiera dell'energia pulita nell'UE si trova di fronte a difficoltà. Anche in settori come quelli dell'energia eolica o delle pompe di calore, in cui l'UE ha una solida base manifatturiera, le quote di mercato sono in calo. Altre regioni del mondo hanno adottato iniziative su larga scala per dare impulso alla loro industria a zero emissioni nette e la concorrenza è sempre più agguerrita e veloce.

¹ Dal 1° giugno 2023. Secondo la metodologia di controllo del clima di cui all'allegato VI del regolamento dispositivo per la ripresa e la resilienza (RRF).

² COM(2022) 230 final.

³ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Energy Technology Perspectives*, 2023.

Per questo motivo nel febbraio 2023 la Commissione europea ha presentato il **piano industriale del Green Deal**⁴. Il piano si propone di promuovere la competitività dell'industria a zero emissioni nette dell'UE, migliorando il quadro normativo, accelerando l'accesso ai finanziamenti, investendo nelle competenze e sostenendo il commercio. Al piano hanno fatto seguito nel marzo 2023 le proposte di una **normativa sull'industria a zero emissioni nette**⁵ e di una **normativa sulle materie prime critiche**⁶. L'obiettivo di queste iniziative è semplificare il quadro normativo, consolidare la leadership industriale dell'UE nella produzione di tecnologia a zero emissioni nette, garantire la sostenibilità dell'approvvigionamento di materie prime critiche, ridurre la dipendenza dell'UE dalle importazioni altamente concentrate e aumentare il tasso di riciclaggio delle materie prime strategiche. Queste azioni si basano su altre iniziative esistenti, come il piano d'azione per l'economia circolare e le nuove norme sulle batterie.

Altre iniziative, tra cui le comunicazioni intitolate *30 anni di mercato unico*⁷ e *Competitività a lungo termine dell'UE: prospettive oltre il 2030*⁸, completano il piano industriale del Green Deal, definendo un approccio sostenibile e globale a lungo termine per rafforzare la competitività dell'UE. La comunicazione intitolata *Strategia europea per la sicurezza economica*⁹ mira a ridurre al minimo i rischi derivanti da determinati flussi economici, mantenendo al contempo i massimi livelli di apertura e dinamismo economici. Infine la piattaforma per le tecnologie strategiche per l'Europa (STEP) promuove la capacità di investimento nelle tecnologie critiche, comprese quelle per l'energia pulita.

Al fine di monitorare i progressi di tali iniziative, queste misure devono essere sostenute da dati, il che richiede un **monitoraggio continuo della competitività del settore dell'energia pulita dell'UE**. La presente **relazione Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita**¹⁰ si inserisce in detto processo di monitoraggio sotto diversi aspetti. In primo luogo in essa sono fornite indicazioni su fattori, opportunità e ostacoli principali riguardanti la competitività nel settore dell'energia pulita dell'UE nel suo complesso e sono esaminate le sfide sia tecnologiche che non tecnologiche legate ai prezzi elevati dell'energia e dei materiali, al rischio di perturbazioni nella catena del valore, alla carenza di competenze e di manodopera e al panorama dell'innovazione. In secondo luogo è valutata la competitività delle tecnologie energetiche strategiche individuate nella proposta di normativa sull'industria a zero emissioni nette, evidenziando i segmenti delle catene del valore che richiedono attenzione.

La Commissione pubblica la presente relazione ogni anno a partire dal 2020, in conformità dell'articolo 35, paragrafo 1, lettera m), del regolamento sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima. La presente relazione accompagna le relazioni sullo stato dell'Unione dell'energia ed è basata sui dati dell'Osservatorio delle tecnologie dell'energia pulita (CETO)¹¹.

⁴ COM(2023) 62 final.

⁵ COM(2023) 161 final, SWD(2023) 68 final.

⁶ COM(2023) 160 final.

⁷ COM(2023) 162.

⁸ COM(2023) 168 final.

⁹ JOIN(2023) 20 final.

¹⁰ Per ulteriori informazioni: [Clean energy competitiveness](https://european-council.europa.eu/media/en/press-room/pages/press-room-item.aspx?id=22300) (europa.eu) e l'edizione 2022 della relazione *Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita* (COM(2022) 643 final).

¹¹ Per ulteriori informazioni: [Clean Energy Technology Observatory \(CETO\)](https://ceto.eu).

2. VALUTAZIONE DELLA COMPETITIVITÀ DEL SETTORE DELL'ENERGIA PULITA NELL'UE

2.1 Impatto del rincaro dei prezzi dell'energia e delle materie prime sul settore dell'energia pulita dell'UE

Nel 2022 l'aggressione militare non provocata e ingiustificata della Russia nei confronti dell'Ucraina e i tentativi di manipolare il mercato dell'energia hanno portato i prezzi ai massimi storici nell'UE e nel resto del mondo. I prezzi del gas all'ingrosso nell'UE hanno raggiunto un picco senza precedenti nell'agosto 2022 (294 EUR/MWh¹²) e sono rimasti molto alti fino alla fine dell'anno. Nonostante la maggior parte dell'energia elettrica sia prodotta da fonti a basso costo (41 % rinnovabili e 23 % nucleare), i suoi prezzi riflettono ancora ampiamente quelli del gas naturale¹³. Di conseguenza nel 2022 i prezzi dell'energia elettrica hanno raggiunto livelli record sui mercati all'ingrosso (474 EUR/MWh¹⁴), mettendo alla prova la competitività dell'UE.

L'UE ha adottato azioni decisive già a partire dal 2021¹⁵. Grazie a una strategia basata sulla diversificazione dell'approvvigionamento, su livelli obbligatori di stoccaggio, su uno sforzo concertato per migliorare l'efficienza energetica, sulla riduzione della domanda di energia e su una più rapida diffusione delle fonti rinnovabili, i prezzi del gas naturale sono scesi significativamente rispetto ai massimi storici registrati lo scorso anno. I mercati europei del gas e dell'energia elettrica, favoriti da un inverno mite, si sono stabilizzati alla fine del 2022 e i prezzi hanno iniziato a registrare una persistente tendenza al ribasso. Dal loro picco storico, i **prezzi del gas** all'ingrosso sono scesi a 130-140 EUR/MWh alla fine del 2022, per poi diminuire costantemente nella prima metà del 2023, raggiungendo 30-40 EUR/MWh nell'agosto 2023. Parallelamente al calo dei prezzi del gas, anche i **prezzi dell'energia elettrica** sono gradualmente diminuiti rispetto ai massimi storici, grazie alla riduzione della domanda, all'aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili e al recupero delle scorte idroelettriche. I prezzi dell'energia elettrica sul mercato all'ingrosso sono scesi a 74 euro/MWh nella prima settimana di agosto 2023.

Nonostante il miglioramento dei fondamentali del mercato grazie all'azione politica dell'UE e alle forze di mercato che hanno portato all'equilibrio tra domanda e offerta di energia e la garanzia di nuove fonti di approvvigionamento di gas¹⁶, i prezzi dell'energia elettrica e del gas

¹² Prezzo medio settimanale nel Title Transfer Facility (TTF).

¹³ Gasparella, A., Koolen, D. and Zucker, A., *The Merit Order and Price-Setting Dynamics in European Electricity Markets*, Commissione europea, Petten, 2023, JRC134300.

¹⁴ Media ponderata dei prezzi nei cinque principali mercati dell'energia elettrica dell'UE (DE, ES, FR, NL) e nel mercato Nordpool (NO, DK, FI, SE, EE, LT, LV).

¹⁵ Tra le misure figurano la comunicazione "Risposta all'aumento dei prezzi dell'energia: un pacchetto di misure d'intervento e di sostegno" (COM(2021) 660 final), la comunicazione "Sicurezza dell'approvvigionamento e prezzi dell'energia accessibili" (COM(2022) 473 final), il regolamento sullo stoccaggio del gas (COM(2022) 135 final – regolamento (UE) 2017/1938), il regolamento sulla riduzione della domanda di gas (COM(2022) 361 final – regolamento (UE) 2022/1369 del Consiglio), il regolamento per far fronte ai prezzi elevati dell'energia (COM(2022) 473 final – regolamento (UE) 2022/1854 del Consiglio), il regolamento sulla solidarietà (COM(2022) 549 final – regolamento (UE) 2022/2576 del Consiglio), il meccanismo di correzione del mercato (COM(2022) 668 final – regolamento (UE) 2022/2578 del Consiglio), il regolamento sulle procedure autorizzative (COM(2022) 591 final – regolamento (UE) 2022/2577 del Consiglio).

¹⁶ In particolare l'UE ha aumentato le importazioni di GNL dagli Stati Uniti e il rifornimento via gasdotto dalla Norvegia, dall'Azerbaijan e dal Regno Unito.

per uso industriale rimangono più alti rispetto alla media pre-crisi¹⁷. Anche il divario con altre economie globali è aumentato¹⁸. Si tratta sia di un'opportunità sia di una sfida per la competitività del settore dell'energia pulita.

Da un lato **i prezzi elevati dell'energia rendono le soluzioni energetiche pulite ancora più competitive rispetto alle opzioni basate sui combustibili fossili e promuovono tassi di adozione più elevati**. I prezzi elevati dell'energia e l'aggressione militare non provocata e ingiustificata della Russia nei confronti dell'Ucraina hanno comportato un aumento significativo degli investimenti pubblici e privati dell'UE nell'efficienza energetica e nelle fonti di energia rinnovabili. Ciò include un aumento dei finanziamenti pubblici per le infrastrutture energetiche, in particolare attraverso il contributo del dispositivo per la ripresa e la resilienza (RRF) al piano REPowerEU¹⁹.

I prezzi elevati dei combustibili e del carbonio hanno determinato un calo della quota di combustibili fossili nella produzione del mix elettrico dell'UE (dal 34 % nel 2021 al 32 % nel 2023), mentre la quota di energie rinnovabili è aumentata dal 37 % nel 2021 al 42 % nel 2023. Le misure politiche dell'UE hanno svolto un ruolo importante nell'accelerare la diffusione delle tecnologie per l'energia pulita: nel 2022 l'installazione di capacità solare ed eolica è aumentata rispettivamente del 60 % e del 45 % e per la prima volta la quota di energia elettrica prodotta dall'eolico e dal solare ha superato quella generata con gas e carbone.

Dall'altro lato **i prezzi elevati dell'energia combinati con gli alti tassi di interesse hanno anche un impatto negativo, diretto e indiretto, sulle catene del valore delle tecnologie per l'energia pulita dell'UE**. Dal 2020 le turbolenze economiche e geopolitiche mettono a dura prova le catene di approvvigionamento dell'energia pulita e hanno temporaneamente arrestato la tendenza al ribasso dei costi di diffusione. Questa combinazione di fattori ha fatto aumentare i costi di produzione e di installazione dei progetti eolici e, in misura minore, di quelli solari. Secondo le stime del settore²⁰, nel 2023 il costo di costruzione dei parchi eolici offshore è aumentato del 40 % nell'UE.

L'aumento dei tassi di interesse ha avuto un effetto negativo anche sul finanziamento dei progetti di energia rinnovabile, dal momento che i costi di capitale iniziali rappresentano la maggior parte dei costi del progetto. Tale problema è particolarmente sentito per l'energia eolica offshore a causa degli elevati investimenti iniziali necessari. Si stima che un aumento del 3,2 % dei tassi di interesse comporti un rialzo dei costi dei progetti offshore pari al 25 %²¹. Di conseguenza non sono state adottate nuove decisioni definitive di investimento in parchi eolici offshore. Gli ordini di nuove turbine eoliche sono diminuiti del 47 % nel 2022 rispetto al 2021 in Europa²². Tuttavia tale tendenza si è invertita nel 2023. Nei primi sei mesi del 2023

¹⁷ I prezzi del gas all'ingrosso sono ancora il doppio della media dei 15 anni precedenti l'aggressione della Russia nei confronti dell'Ucraina. I prezzi dell'energia elettrica prima della crisi erano a 40-60 EUR/MWh. Si veda anche: [EU fossil generation hits record low as demand falls](#)

¹⁸ A partire dalla crisi energetica e dalla guerra in Ucraina, i prezzi del gas nell'UE sono tra i più alti del mondo. Sebbene il mercato si sia stabilizzato, i prezzi del gas nell'UE sono stati da quattro a cinque volte superiori a quelli degli Stati Uniti nel periodo compreso tra gennaio e luglio 2023, anche se paragonabili ai prezzi del Regno Unito e di altri paesi importatori di gas come Cina e Giappone.

¹⁹ Regolamento (UE) 2023/435.

²⁰ WindEurope, comunicato stampa: [Investments in wind energy are down – Europe must get market design and green industrial policy right](#), 31 gennaio 2023.

²¹ M. Dukan, A. Gumber, F. Egli, B. Steffen, *The role of policies in reducing the cost of capital for offshore wind*, 2023.

²² Sulla base di Enerdata, [Daily Energy and Climate News](#), 1° marzo 2023.

sono stati raccolti quasi 9,3 miliardi di EUR per la realizzazione di quattro parchi eolici nell'UE con una capacità di produzione di 2,7 GW.

L'approvvigionamento di materie prime e il relativo andamento dei prezzi rappresentano un'altra sfida alla competitività del settore dell'energia pulita dell'UE, in quanto incidono sui costi delle tecnologie per l'energia pulita. Tra il 2021 e l'inizio del 2022 il prezzo di diverse materie critiche (litio e nichel in particolare) è aumentato, così come è aumentata nettamente la sua volatilità²³. Sebbene abbiano iniziato a frenare nella seconda metà del 2022 e all'inizio del 2023, i prezzi sono rimasti ben al di sopra della media storica.

I prezzi del **carbonato di litio** hanno continuato a salire anche nel 2022, quasi raddoppiando tra gennaio 2022 e gennaio 2023. All'inizio del 2023 i prezzi del litio erano sei volte superiori alla media del periodo 2015-2020, per poi scendere del 20 % tra gennaio e marzo 2023, tornando ai livelli di fine 2022. I **prezzi del cobalto**, dopo aver raggiunto un picco di 80 000 USD (72 600 EUR²⁴) per tonnellata nel marzo 2022, sono successivamente scesi costantemente e sono rimasti intorno ai 50 000 USD (47 485 EUR²⁵) per tonnellata per tutto il resto dell'anno. Nel 2023 si prevede che rimangano bassi a causa dell'eccesso di offerta. Il litio e il cobalto sono entrambi componenti fondamentali delle batterie ed essenziali per la transizione verso l'energia pulita.

I **prezzi elevati dell'energia e delle materie prime** hanno avuto un impatto sulla tendenza decennale alla diminuzione dei costi delle tecnologie per l'energia pulita grazie all'innovazione e alle economie di scala²⁶. Ad esempio il prezzo delle turbine eoliche e dei moduli dei sistemi solari fotovoltaici è aumentato tra il 2020 e il 2022. Tuttavia nel 2023 i prezzi sono di nuovo in calo. Nonostante tali dinamiche di prezzo, i prezzi di tutte le tecnologie per l'energia pulita sono ancora significativamente più bassi oggi rispetto a dieci anni fa. Sebbene i prezzi elevati dell'energia e delle materie prime abbiano avuto un impatto sul settore dell'energia pulita, l'energia prodotta dalle tecnologie per l'energia pulita rimane altamente competitiva dal punto di vista dei costi nell'UE²⁷.

La figura 1 dà un'istantanea dei calcoli dei costi livellati dell'energia elettrica (*Levelised Cost of Electricity*, LCOE) relativi al 2022 in tutta l'UE per una serie di condizioni rappresentative²⁸. Dai risultati emerge che nel 2022 i parchi tecnologici con bassi costi variabili (compresi i costi operativi variabili e i costi del combustibile), come quelli per la produzione di energia rinnovabile, avevano costi livellati più bassi rispetto alle tecnologie di produzione con alti costi variabili, come quelle per la produzione a combustibile fossile.

²³ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Critical Minerals Market Review*, 2023.

²⁴ Utilizzando il tasso di cambio medio di marzo 2022, pari a 0,9075 EUR per 1 USD. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

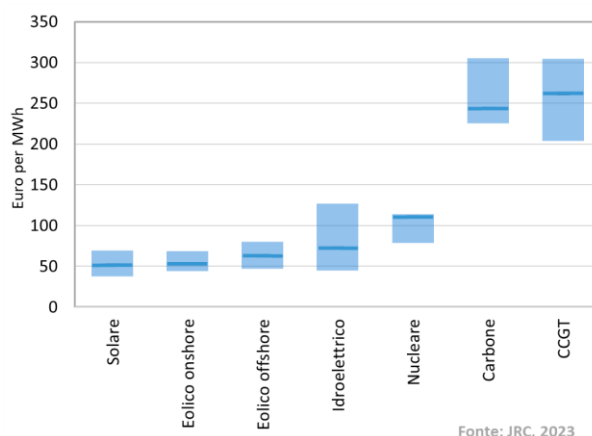
²⁵ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2022, pari a 0,9497 EUR per 1 USD. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

²⁶ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Clean energy equipment price index, 2014-2022*, 2023.

²⁷ Questa sezione verte sull'analisi dei costi. Ulteriori informazioni sul valore di mercato: [The development of renewable energy in the electricity Market](#), giugno 2023.

²⁸ Per filtrare i valori anomali, i punti di dati sono visualizzati dal primo al terzo intervallo interquartile.

Figura 1: panoramica dei costi livellati dell'energia elettrica (LCOE) specifici per parco tecnologico nel 2022. (Le barre azzurre indicano l'intervallo riferito all'UE e le linee spesse di colore blu indicano la mediana)²⁹.



Fonte: simulazione del modello METIS del JRC, 2023³⁰

2.2 Dalle risorse all'assemblaggio: rafforzare il potere industriale dell'UE

L'attuale contesto geopolitico ha avuto ripercussioni anche sugli equilibri mondiali della concorrenza nel settore dell'energia pulita, perché ha innescato nuove dinamiche politiche e tendenze di mercato.

Globalmente **le tecnologie a zero emissioni nette sono in rapida crescita**. Si prevede che il mercato mondiale delle tecnologie chiave a zero emissioni nette prodotte in serie triplicherà entro il 2030, raggiungendo un valore annuo di circa 600 miliardi di EUR³¹. L'aumento della domanda va di pari passo con una maggiore richiesta di risorse e materiali. Le stime indicano che la domanda mondiale di alcune materie prime fondamentali per le catene del valore delle tecnologie per l'energia pulita aumenterà notevolmente nei prossimi decenni. Nel 2050 si prevede che la domanda mondiale di terbio, gallio o litio³² sia pari a circa il 100 % dell'approvvigionamento attuale, anche in uno scenario di bassa domanda³³. Tali proiezioni mettono in luce i rischi che potrebbero insorgere per le economie che dipendono fortemente dall'approvvigionamento di queste materie prime critiche.

Dalle materie prime ai componenti intermedi essenziali e alle tecnologie finali per l'energia pulita, **l'UE dipende sempre più dalle importazioni da paesi terzi**. La situazione varia a seconda della tecnologia, tuttavia per la maggior parte delle tecnologie l'UE dipende dalla Cina per almeno una fase della catena del valore. La Cina svolge un ruolo fondamentale

²⁹ Nella figura per CCGT si intende ciclo combinato a gas naturale.

³⁰ Gasparella, A., Koolen, D. and Zucker, A., *The Merit Order and Price Setting Dynamics in European Electricity Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2023, JRC134300.

Calcolo basato sui costi annualizzati per l'anno 2022. Spese in conto capitale e spese operative basate sullo scenario PRIMES 2022, annualizzate in base alle durate tecniche e al costo medio ponderato del capitale. I costi annualizzati sono livellati utilizzando i fattori di capacità derivati dal modello METIS. I costi variabili si basano sui prezzi delle materie prime, sulle spese operative variabili e sul dispacciamento relativi al 2022 nella simulazione METIS.

³¹ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Energy Technology Perspectives*, 2023.

³² Il terbio è uno degli elementi del gruppo delle terre rare, materie fondamentali per i magneti delle turbine eoliche. Il gallio è utilizzato in alcuni pannelli fotovoltaici, oltre che nell'elettronica, nelle reti di dati, nella robotica e nei satelliti. Il litio è imprescindibile per la produzione di batterie.

³³ Carrara, S. et al., *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/386650, JRC132889.

nell'approvvigionamento delle **materie prime critiche**, un settore in cui l'UE dipende fortemente dalle importazioni provenienti da un numero limitato di paesi. Ad esempio l'UE importa il 98 % del suo approvvigionamento di terre rare e il 97 % del suo magnesio dalla Cina³⁴, circa l'80 % del suo litio dal Cile e più del 60 % del suo cobalto dalla Repubblica democratica del Congo³⁵. Anche per quanto riguarda la **produzione** di tecnologie per l'energia pulita, la Cina occupa una posizione dominante nell'ambito delle diverse tecnologie. Oltre il 60 % della capacità di produzione mondiale nei segmenti fondamentali della catena del valore delle batterie e del solare fotovoltaico si trova in Cina, così come più del 90 % di quella dei wafer e dei lingotti necessari per la fabbricazione delle tecnologie fotovoltaiche³⁶.

Per quanto riguarda la produzione di turbine eoliche, la quota della Cina nella produzione mondiale è aumentata dal 23 % nel 2017 al 50 % nel 2022³⁷. Nello stesso arco di tempo la quota dell'UE è scesa dal 58 % del 2017 al 30 %^{38,39}. Per quanto riguarda i chip, componente fondamentale nella produzione di tecnologie per l'energia pulita, nell'ambito dell'aggiornamento del 2021 della strategia industriale dell'UE⁴⁰ la Commissione ha confermato che l'UE dipende fortemente dagli Stati Uniti per gli strumenti di progettazione generale e dall'Asia per la fabbricazione di chip avanzati.

Per quanto riguarda i semiconduttori, nel 2022 la Taiwan Semiconductor Manufacturing Co (TSMC) rappresentava il 92 % della produzione di semiconduttori più avanzata al mondo, rendendo Taiwan responsabile di circa la metà della produzione mondiale di semiconduttori⁴¹. L'UE detiene una quota significativa della produzione mondiale di componenti digitali, tuttavia produce solo il 9 % dei semiconduttori e dei microprocessori⁴².

Le interruzioni delle catene di approvvigionamento mondiali innescate dalla pandemia di COVID-19 e aggravate dall'aggressione militare non provocata e ingiustificata della Russia nei confronti dell'Ucraina hanno dimostrato che è fondamentale potenziare la capacità e la competitività dell'UE per produrre le tecnologie e i componenti necessari per la transizione verso la neutralità climatica. La progettazione di nuovi materiali con proprietà che ottimizzano le prestazioni delle tecnologie a zero emissioni nette dovrebbe anche aprire nuove possibilità per le industrie⁴³.

³⁴ [RMIS - Raw Materials Information System \(europa.eu\)](https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585), 2023.

³⁵ Commissione europea, direzione generale del Mercato interno, dell'industria, dell'imprenditoria e delle PMI, Grohol, M., Veeh, C., *Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>.

³⁶ BloombergNEF, *Localizing clean energy supply chains comes at a cost*, 2022.

³⁷ Carrara, S. et al., *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/386650, JRC132889.

³⁸ Le stime indicano che nel 2022 le installazioni onshore fuori dell'UE e della Cina sono state realizzate per il 51 % da imprese unionali, per il 34 % da imprese statunitensi e per il 9 % da imprese cinesi. Per le installazioni offshore le imprese dell'UE rappresentavano il 94 % e quelle cinesi il 6 %. Fonte: JRC sulla base di Wood Mackenzie e 4C Offshore.

³⁹ Tapoglou, E., Tattini, J., Schmitz, A., Georgakaki, A., Długosz, M., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Ince, E., Shtjefni, D., Joanny Ordóñez, G., Eulaerts, O.D. and Grabowska, M., *Clean Energy Technology Observatory: Wind energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/618644 (online), JRC135020.

⁴⁰ COM(2021) 350 final.

⁴¹ Netherlands Enterprise Agency, *Research on the Next Generation Semiconductor Industry in Taiwan*, 2022.

⁴² Commissione europea, direzione generale dell'Energia, Guevara Opinska, L., Gérard, F., Hoogland, O., et al., *Study on the resilience of critical supply chains for energy security and clean energy transition during and after the COVID-19 crisis – Final report*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/946002>.

⁴³ Per maggiori informazioni si veda l'iniziativa "Materiali avanzati per la leadership industriale" annunciata durante il discorso sullo Stato dell'Unione del 2023.

Per quanto riguarda le principali economie, la **legge statunitense sulla riduzione dell'inflazione** (*Inflation Reduction Act*, IRA)⁴⁴ del 2022 si prefigge di catalizzare gli investimenti nella capacità di produzione interna stanziando un importo stimato di 400 miliardi di USD (380 miliardi di EUR⁴⁵) di finanziamenti federali per l'energia pulita, soprattutto attraverso sovvenzioni e incentivi fiscali. Nel 2021 gli Stati Uniti hanno anche adottato l'accordo bipartisan sulle infrastrutture (legge sugli investimenti nelle infrastrutture e sull'occupazione, *Infrastructure Investment and Jobs Act*) che include 1,5 miliardi di USD (1,27 miliardi di EUR⁴⁶) a sostegno dell'elettrolisi dell'idrogeno e 8 miliardi di dollari (6,7 miliardi di EUR) volti a finanziare un ampio programma di hub regionali per l'idrogeno pulito (*Regional Clean Hydrogen Hubs program*). Tali hub creeranno reti di ecosistemi situati in uno stesso luogo per la produzione, la distribuzione, lo stoccaggio e l'utilizzo finale dell'idrogeno pulito. Gli Stati Uniti hanno inoltre pubblicato una strategia e una tabella di marcia nazionali per l'idrogeno pulito (*U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap*). Più recentemente nel luglio 2023 gli Stati Uniti hanno adottato un provvedimento esecutivo *Invent it here, make it here*, in cui si afferma che le agenzie federali dovranno dare priorità alla produzione interna nel caso in cui siano immesse sul mercato tecnologie innovative finanziate dagli Stati Uniti.

L'iniziativa decennale di politica tecnologica **Made in China 2025**⁴⁷, pubblicata nel 2015, mira a modernizzare la capacità industriale della Cina, anche sostituendo la sua dipendenza dalle importazioni di tecnologia straniera con innovazioni interne. Nel luglio 2023 la Cina ha annunciato restrizioni all'esportazione di materie prime utilizzate nella produzione di un'ampia gamma di applicazioni tecniche, tra cui semiconduttori e altre tecnologie avanzate (gallio e germanio).

All'inizio del 2023 il Giappone ha presentato il **piano di base giapponese per la GX: politica in materia di trasformazione verde**⁴⁸. Si tratta di una strategia di decarbonizzazione decennale da 150 mila miliardi di JPY (950 miliardi di EUR⁴⁹) per promuovere lo sviluppo di tecnologie innovative e raggiungere una riduzione di CO₂ "oltre lo zero" entro il 2050.

Nello stesso periodo l'India ha stanziato 350 miliardi di INR⁵⁰ (4 miliardi di EUR⁵¹) a sostegno degli investimenti nella sicurezza energetica e nella transizione verde del paese (con particolare attenzione all'energia solare e alla produzione di idrogeno verde), con l'obiettivo di conseguire l'azzeramento delle emissioni nette entro il 2070.

Oltre ad ampliare l'uso circolare dei materiali e a diversificare gli approvvigionamenti, l'UE si prefigge di aumentare in modo massiccio la produzione e di accelerare la diffusione di

⁴⁴ The White House, *Inflation Reduction Act Guidebook | Clean Energy*, 2022.

⁴⁵ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2022, pari a 0,9497 EUR per 1 USD. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

⁴⁶ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2021, pari a 0,8455 EUR per 1 USD. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

⁴⁷ Institute for Security & Development Policy, *Made in China 2025*, giugno 2018.

⁴⁸ *The Japanese Cabinet confirms the Basic Plan for the GX: Green Transformation Policy*, marzo 2023.

⁴⁹ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2 gennaio 2023, pari a 0,006341 EUR per 1 JPY. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-jpy.en.html

⁵⁰ Bloomberg, *India plans \$4.3 billion spending for energy transition*, 1° febbraio 2023.

⁵¹ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2 gennaio 2023, pari a 0,011351 EUR per 1 INR. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-inr.en.html

tecnologie per l'energia pulita. Ciò aiuterà l'UE a garantire la propria leadership industriale nei settori in rapida crescita e a passare da importatore netto di tecnologie a zero emissioni nette a operatore con una solida base manifatturiera interna.

La Commissione ha illustrato le sue intenzioni in tal senso nell'ambito del **piano industriale del Green Deal**. Il piano si propone di promuovere la competitività dell'UE nel settore dell'energia pulita semplificando il quadro normativo, accelerando l'accesso ai finanziamenti, rafforzando le competenze e sostenendo il commercio. La Commissione ha in seguito emanato la **normativa sull'industria a zero emissioni nette** e la **normativa sulle materie prime critiche**. La proposta di normativa sull'industria a zero emissioni nette mira a superare le barriere che ostacolano l'incremento della produzione di tecnologie a zero emissioni nette. La proposta introdurrebbe un quadro normativo che semplifica e accelera le autorizzazioni, migliora l'accesso ai mercati delle tecnologie a zero emissioni nette e promuove una serie di strumenti. La proposta di normativa sulle materie prime critiche consentirebbe all'UE di dare impulso al settore energetico garantendo l'accesso alle materie prime critiche necessarie per le energie rinnovabili e le tecnologie per l'energia pulita, oltre che ad altri settori strategici. Si concentra inoltre sulla diversificazione delle catene di approvvigionamento per rafforzare la resilienza e la preparazione in tempi di crisi e per promuovere l'economia circolare.

Nel febbraio 2022 la Commissione ha inoltre presentato una proposta di **normativa europea sui chip**⁵² volta ad affrontare la carenza di semiconduttori e a rafforzare la leadership tecnologica dell'Europa. In base alla normativa, entrata in vigore il 21 settembre 2023, saranno mobilitati oltre 43 miliardi di EUR di investimenti pubblici e privati e sono previste misure per prepararsi a eventuali future perturbazioni della catena di approvvigionamento, anticiparle e rispondervi rapidamente, in collaborazione con gli Stati membri e i partner internazionali. L'obiettivo è raddoppiare la quota dell'UE nella produzione mondiale di chip portandola al 20 % entro il 2030.

A seguito del piano REPowerEU e del piano industriale del Green Deal, la Commissione ha semplificato le norme in materia di aiuti di Stato, consentendo agli Stati membri di concedere tali aiuti per facilitare la rapida diffusione di progetti di produzione di energie rinnovabili e l'attuazione di misure di decarbonizzazione industriale volte a realizzare un'economia a zero emissioni nette. Il **quadro temporaneo di crisi e transizione**⁵³, adottato nel marzo 2023, consente l'erogazione di aiuti a tutte le tecnologie energetiche rinnovabili, nonché allo stoccaggio di idrogeno e biocarburanti rinnovabili, ed elimina la necessità di ricorrere a procedure aperte per le tecnologie meno mature. Inoltre esso amplia le possibilità di aiuto per la decarbonizzazione dei processi di produzione industriale attraverso l'elettificazione e/o l'uso di idrogeno rinnovabile ed elettrolitico. Tale quadro consente anche l'adozione di regimi potenziati di sostegno agli investimenti per la produzione di tecnologie strategiche a zero emissioni nette, compresa la possibilità di concedere aiuti di maggiore entità per corrispondere agli aiuti ricevuti per progetti simili da concorrenti situati al di fuori dell'UE. Questa azione è stata ulteriormente integrata dall'adozione, nel giugno 2023, di una revisione del regolamento generale di esenzione per categoria⁵⁴.

⁵² COM(2022) 46 final.

⁵³ GU C 101 del 17.3.2023, pag. 3.

⁵⁴ GU L 167 del 30.6.2023, pag. 1.

Con tali proposte l'UE sta intensificando l'azione per attirare maggiori capitali nell'UE in modo da investire in tecnologie per l'energia pulita e produrle. Al fine di sostenere dette iniziative, l'UE offre diversi fondi e strumenti. Ad esempio nel maggio 2023 la Commissione ha presentato l'**iniziativa faro per il sostegno al piano industriale del Green Deal nell'ambito dello strumento di sostegno tecnico 2024**⁵⁵, volta ad aiutare gli Stati membri ad attuare il piano industriale del Green Deal.

Come ulteriore sostegno e impulso agli investimenti nelle tecnologie critiche e per l'energia pulita, nel giugno 2023 la Commissione ha presentato la **piattaforma per le tecnologie strategiche per l'Europa (STEP)**⁵⁶. Tale piattaforma fornisce finanziamenti nell'ambito del **Fondo per l'innovazione dell'UE**, uno strumento di investimento fondamentale inteso a sostenere la produzione di tecnologie per l'energia pulita. Dai risultati del terzo invito a presentare progetti su larga scala⁵⁷ emerge già che i progetti preselezionati per il finanziamento sotto forma di sovvenzioni nell'ambito di tale invito del Fondo per l'innovazione dell'EU ETS, insieme ai progetti precedentemente sovvenzionati, soddisferanno il 17 % degli obiettivi di produzione solare per il 2030 della normativa sull'industria a zero emissioni nette, l'11 % degli obiettivi di produzione di elettrolizzatori e il 7 % degli obiettivi di produzione di batterie, se tutti i progetti saranno realizzati. Inoltre, insieme ad altri investimenti, il dispositivo per la ripresa e la resilienza sosterrà anche la realizzazione di impianti di fabbricazione di elettrolizzatori, pannelli solari fotovoltaici e batterie.

L'UE non parte da zero, dal momento che sono già in corso numerosi progetti su molteplici tecnologie. Negli ultimi mesi l'UE ha assistito a importanti sviluppi sul mercato in termini di **annunci di nuovi progetti e investimenti per la produzione di tecnologie chiave a zero emissioni nette nell'UE**. Tra queste figurano il solare fotovoltaico, l'eolico, le batterie, le pompe di calore, gli elettrolizzatori e le celle a combustibile. Anche le riserve di progetti hanno continuato a evolversi. Per tali catene del valore chiave delle tecnologie a zero emissioni nette, ad agosto 2023 sono previsti oltre 100 progetti per la realizzazione o l'espansione della capacità di produzione esistente⁵⁸. I risultati costantemente positivi del Fondo per l'innovazione dell'EU ETS, anche nell'ultimo invito a presentare progetti su larga scala, nel cui ambito la domanda ha superato abbondantemente l'offerta, dimostrano che esiste una solida riserva di progetti europei innovativi e competitivi.

Nella catena del valore delle **batterie** il numero di gigafactory di batterie agli ioni di litio annunciate è passato da 26 a 30 nel 2022. Nella catena del valore del **solare fotovoltaico**, nonostante le grandi sfide cui è confrontato il settore manifatturiero, diversi impianti di produzione esistenti stanno pensando di espandersi per diventare fabbriche su gigascale e si sono assicurati i finanziamenti del Fondo per l'innovazione nell'ultimo invito; sono stati inoltre annunciati alcuni nuovi progetti di produzione su gigascale. Nel settore **eolico** sono presi in considerazione diversi progetti, che comprendono nuovi impianti, l'espansione di quelli esistenti e la creazione di nuove infrastrutture portuali. È opportuno notare che è possibile che non tutti gli investimenti annunciati finiscano per realizzarsi.

⁵⁵ Per ulteriori informazioni: [Technical Support Project](#) (europa.eu), 2023.

⁵⁶ Per ulteriori informazioni: [Strategic Technologies for Europe Platform](#) (europa.eu), 2023.

⁵⁷ Per ulteriori informazioni: [Third call for large-scale projects](#) (europa.eu), 2023.

⁵⁸ Sulla base delle informazioni raccolte presso le alleanze industriali e le organizzazioni dei portatori di interessi.

Nel solo 2022 sono stati firmati quasi 800 MW di accordi di compravendita di energia elettrica con l'industria pesante nell'UE (4,5 GW se si considerano tutti i settori) senza sostegno pubblico. Per quanto riguarda le **pompe di calore**, gli investimenti totali per la realizzazione di nuove capacità di produzione lungo la catena del valore annunciati negli ultimi cinque mesi e previsti nei prossimi tre anni ammontano a quasi 5 miliardi di EUR.

Per quanto concerne gli **elettrolizzatori**, nessuna impresa produce ancora su scala GW nell'UE e la tecnologia è ancora in fase di sviluppo. In Europa sono sorti diversi impianti di produzione, anche grazie agli aiuti di Stato che sostengono la realizzazione di importanti progetti di comune interesse europeo, e varie imprese hanno annunciato piani di espansione delle loro capacità di produzione in Europa.

L'aumento della domanda di tecnologie per l'energia pulita e la rapida evoluzione degli eventi geopolitici hanno messo in luce la dimensione strategica delle catene del valore delle tecnologie per l'energia pulita. **Data la dipendenza dell'UE dai paesi terzi, è fondamentale rafforzare la competitività del suo settore dell'energia pulita aumentando la capacità manifatturiera interna, diversificando le catene di approvvigionamento e potenziando le misure di circolarità.** Sulla base dei progetti già in corso, l'UE ha avanzato una serie completa di iniziative e strumenti per sviluppare e rafforzare le catene del valore delle tecnologie per l'energia pulita dell'UE. Il raggiungimento di tale obiettivo sarà determinante per rafforzare l'autonomia strategica dell'UE, sostenendo al contempo la transizione verso un continente neutro in termini di emissioni di carbonio. Sarà necessaria un'azione coordinata da diversi punti di vista. Ad esempio è essenziale garantire al settore l'accesso a un'offerta sufficiente di lavoratori qualificati.

2.3 Capitale umano e competenze: colmare le carenze di competenze e di forza lavoro per evitare strozzature

Gli ultimi dati sull'occupazione e sulle competenze a livello mondiale mostrano che, nonostante l'andamento positivo del tasso di occupazione, **le carenze di competenze e di forza lavoro riscontrate dal 2021 potrebbero frenare la crescita del settore dell'energia pulita.**

Nell'UE l'occupazione nel settore delle energie rinnovabili ha raggiunto 1,5 milioni di unità nel 2021, con un aumento del 12 % rispetto al 2020⁵⁹; tale dato ha superato la crescita dell'occupazione nell'economia generale di un margine considerevole (0,6 %) e ha rappresentato un notevole aumento dopo lo stallo dell'occupazione tra il 2015 e il 2020.

Nel 2021 la crescita dell'occupazione nel settore delle energie rinnovabili nell'U è stata trainata principalmente dalle pompe di calore e dai biocarburanti solidi. Dal 2020 l'industria delle pompe di calore costituisce il principale datore di lavoro (26 % dei posti di lavoro nel 2021), seguito dai biocarburanti solidi⁶⁰. Nel 2021 i posti di lavoro nel settore del solare fotovoltaico sono cresciuti del 35 % rispetto ai valori del 2020, diventando il terzo settore per importanza, seguito dall'industria eolica.

Si prevede che tale tendenza positiva continui, sostenuta dalle priorità strategiche dell'UE in materia di produzione e diffusione dell'energia pulita. Al fine di conseguire gli obiettivi di REPowerEU per il 2030, **sarà necessario l'impiego di ulteriori lavoratori per consentire la diffusione delle tecnologie per l'energia pulita;** l'eolico e il solare potrebbero da soli

⁵⁹ EurObserv'ER, *The state of the renewable energies in Europe – Edition 2022 21st annual overview barometer EurObserv'ER Report*, 2023.

⁶⁰ COM(2022) 643 final.

creare 100 000 posti di lavoro in più nell'UE⁶¹. Se si considerano tutti i settori delle energie rinnovabili, il conseguimento degli obiettivi di REPowerEU richiederà la creazione di oltre 3,5 milioni di posti di lavoro entro il 2030⁶². Per quanto riguarda il settore manifatturiero, nell'ambito degli scenari NZIA si stima la necessità di creare 198 000-468 000 nuovi posti di lavoro e di effettuare investimenti pari a 1,7-4,1 miliardi di EUR per la riconversione, la riqualificazione e il miglioramento delle competenze⁶³. Infine si stima che siano 3-4 milioni i lavoratori edili nell'UE che avrebbero bisogno di sviluppare le loro competenze in materia di efficienza energetica nel settore dell'edilizia⁶⁴.

Tuttavia l'industria dell'UE nel suo complesso e la produzione di energia pulita in particolare hanno registrato un aumento della **carezza di manodopera** a partire dal 2021. Ciò è dovuto principalmente al fatto che la domanda aumenta più rapidamente dell'offerta di lavoratori qualificati, come dimostra il raddoppio del tasso di posti di lavoro vacanti nel periodo 2019-2023.

Nel terzo trimestre del 2023 la carezza di manodopera nei comparti manifatturieri del settore delle energie rinnovabili è rimasta elevata, come riportato nell'edizione 2022 di questa relazione, e il 25 % delle imprese dell'UE attivo nella fabbricazione di apparecchiature elettriche⁶⁵ è carente di manodopera. Quello dell'energia è uno dei settori in cui da diversi decenni si riscontrano persistenti carenze di manodopera in alcune professioni, come gli installatori e i riparatori di apparecchiature elettriche, ed è anche uno dei settori più colpiti dall'invecchiamento dei lavoratori⁶⁶, che aggrava le carenze strutturali.

Il **fabbisogno sia di competenze che di manodopera** può rappresentare un ostacolo alla crescita, in particolare nei settori ad alta specializzazione⁶⁷. L'energia e l'industria manifatturiera sono tra i settori con il fabbisogno più elevato di riqualificazione e miglioramento delle competenze in termini di competenze tecniche e specifiche del lavoro e nei quali oltre la metà della forza lavoro necessita di riqualificazione⁶⁸. Nel 2019 tre quarti delle imprese del settore nell'UE si sono già trovate in difficoltà nel reperire lavoratori con le competenze necessarie⁶⁹. Nel 2023 quasi quattro piccole e medie imprese su cinque hanno dichiarato che è generalmente difficile trovare lavoratori con le giuste competenze⁷⁰.

Le politiche in materia di competenze, le condizioni di lavoro e le politiche relative di mobilità e di migrazione, insieme alle azioni volte ad aiutare le persone a entrare nel mercato del

⁶¹ Per ulteriori informazioni: [Employment and Social Developments in Europe \(ESDE\) Report 2023](#) (europa.eu). Stima per il conseguimento degli obiettivi strategici (Green Deal europeo, "Pronti per il 55 %", REPowerEU).

⁶² Per ulteriori informazioni: [Pact for Skills: Launch of large-scale renewable energy skills partnership](#) (europa.eu).

⁶³ Nell'ambito dello scenario NZIA+ (il 100 % della domanda è soddisfatta dal settore manifatturiero dell'UE), SWD(2023) 68 final.

⁶⁴ European Construction Sector Observatory, *Improving the human capital basis*, marzo 2020.

⁶⁵ La categoria NACE 27 "Fabbricazione di apparecchiature elettriche" è utilizzata come indicatore per l'industria manifatturiera delle energie rinnovabili, perché vi rientrano molte tecnologie. È anche utilizzata come indicatore dell'ecosistema industriale delle energie rinnovabili nella strategia industriale dell'UE (COM(2020) 108 final e il suo recente aggiornamento COM(2021) 350 final).

⁶⁶ Per ulteriori informazioni: [Employment and Social Developments in Europe 2023](#) (europa.eu).

⁶⁷ SWD(2023) 68 final.

⁶⁸ Georgakaki, A., Kuokkanen, A., Letout, S., Koolen, D., Koukoufikis, G., Murauskaite-Bull, I., Mountraki, A., Kuzov, T., Dlugosz, M., Ince, E., Shtjefni, D., Taylor, N., Christou, M., Pennington, D., *Clean Energy Technology Observatory: Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union - 2023 Status Report*, Commissione europea, 2023, JRC135404.

⁶⁹ Eurofond, *European Company Survey 2019* (europa.eu), 2019.

⁷⁰ Per ulteriori informazioni: [Flash Eurobarometro 2023 sulla carezza di competenze](#) e sulle strategie di assunzione e mantenimento nelle piccole e medie imprese.

lavoro⁷¹, sono fondamentali per far fronte a tali carenze. Il 2023 è stato l'anno europeo delle competenze. Il bilancio dell'UE⁷² svolge un ruolo fondamentale nel promuovere lo sviluppo delle competenze, compresi la riqualificazione e il miglioramento delle competenze. Oltre alle iniziative politiche intersettoriali⁷³, l'UE ha presentato una serie di misure specifiche per accelerare lo sviluppo delle competenze nella transizione verde e in particolare nel settore dell'energia pulita. Tali iniziative comprendono il sostegno al *partenariato su vasta scala per le competenze* per l'ecosistema industriale delle energie rinnovabili⁷⁴, avviato nel marzo 2023, e la normativa sull'industria a zero emissioni nette, che propone di rafforzare le competenze per le tecnologie a zero emissioni nette, istituendo programmi di formazione dedicati alla transizione verde (ad esempio su materie prime, idrogeno, pompe di calore e tecnologie solari). La Commissione sta inoltre valutando la possibilità di migliorare le competenze nell'ambito del prossimo piano d'azione per le pompe di calore.

Come indicato sopra, **le politiche di attivazione possono anche contribuire ad affrontare le carenze di competenze e di manodopera nel settore, compresa la sottorappresentanza delle donne**. Lo **squilibro di genere** nella forza lavoro del settore energetico dell'UE è notevole. Nel 2022 solo il 26,6 % delle donne è impiegato nel settore della fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata, anche se la percentuale varia da uno Stato membro all'altro (34 % in Portogallo, 14,5 % in Croazia). La produzione di energia solare fotovoltaica registra la percentuale più alta di dipendenti donne nel settore delle rinnovabili, con una quota del 47 %, mentre solo il 21 % della forza lavoro nell'industria eolica mondiale è costituita da donne. Le politiche, comprese quelle relative alle competenze, volte a incoraggiare la partecipazione delle donne a tali lavori possono contribuire ad aumentare il bacino di talenti, essenziale per la crescita e la competitività future.

2.4 Tracciare il buon percorso che porta dalla ricerca e innovazione al mercato

La ricerca e l'innovazione (R&I) sono fondamentali per sviluppare soluzioni di energia pulita con prestazioni ancora migliori e più economiche.

Nel 2021 la **spesa per la R&I** del settore pubblico nelle priorità dell'Unione dell'energia⁷⁵ è stata, a prezzi correnti, superiore a quella di un decennio fa. Tuttavia, in percentuale del PIL, tale spesa, sia a livello nazionale che di UE, è rimasta al di sotto dei livelli spesi prima del 2016. Anche le altre principali economie hanno registrato la medesima tendenza (Figure 2).

⁷¹ Il sostegno attivo all'occupazione di qualità, anche per i gruppi sottorappresentati, come le donne, fa parte dei pacchetti strategici globali previsti dalla raccomandazione del Consiglio intesa ad assicurare una transizione equa verso la neutralità climatica.

⁷² La politica di coesione, attraverso il Fondo sociale europeo Plus (FSE+), è il principale strumento dell'UE per finanziare gli investimenti nelle competenze e mette a disposizione 5,8 miliardi di EUR per le competenze e i posti di lavoro verdi. Il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) lo integra con investimenti in competenze, istruzione e formazione, anche per le infrastrutture. Il meccanismo per una transizione giusta destina 3 miliardi di EUR al sostegno alla formazione e allo sviluppo delle competenze dei lavoratori per l'adattamento alla transizione verde. Altre misure sono indicate nella relazione del 2022 sui progressi riguardo alla competitività.

⁷³ Ad esempio le raccomandazioni del Consiglio sui conti individuali di apprendimento, sulle microcredenziali e sull'istruzione e formazione professionale.

⁷⁴ Per ulteriori informazioni: [Pact for Skills: Launch of large-scale renewable energy skills partnership](https://europea.eu) (europa.eu).

⁷⁵ COM(2015) 80 final.

Oltre la metà degli Stati membri dell'UE che hanno fornito dati⁷⁶ ha aumentato i propri investimenti pubblici in R&I nelle priorità dell'Unione dell'energia nel 2021 rispetto al 2020; gli stanziamenti finora segnalati ammontano a 5,4 miliardi di EUR⁷⁷.

Dal 2020, Orizzonte 2020 e il suo successore, Orizzonte Europa, contribuiscono con oltre 2 miliardi di EUR all'anno ai finanziamenti dei programmi nazionali degli Stati membri, fornendo un importante impulso agli investimenti in R&I. Sebbene il livello dei finanziamenti nazionali sia modesto rispetto alle principali economie, con l'aggiunta dei fondi unionali nel 2021 l'Unione europea figurava al primo posto per gli investimenti pubblici in R&I nelle priorità dell'Unione dell'energia in termini di spesa assoluta (8,2 miliardi di EUR⁷⁸, seguita dagli Stati Uniti con 7,7 miliardi di EUR), registrando un miglioramento rispetto al 2020⁷⁹. L'UE si è inoltre collocata al secondo posto se si guarda alla percentuale del PIL (0,056 %, dietro al Giappone con lo 0,057 %⁸⁰).

Per quanto riguarda gli **investimenti in R&I del settore privato**, si stima che la spesa per il 2020 in tecnologie legate alle priorità dell'Unione dell'energia in materia di R&I sia aumentata in tutte le principali economie. Coerentemente con i risultati della relazione del 2022 sui progressi riguardo alla competitività⁸¹, nel 2020 il settore privato dell'UE ha continuato a investire importi comparabili in termini assoluti a quelli di Stati Uniti e Giappone, rappresentando circa l'80 % di tutti i finanziamenti destinati alla R&I. In termini di investimenti privati in R&I per PIL, l'UE si colloca ancora davanti agli Stati Uniti, ma dietro alle principali economie asiatiche (Figure 2).

⁷⁶ Membri dell'AIE: AT, BE, CZ, DE, DK, EL, ES, FI, FR, HU, IE, IT, LT, LU, NL, PL, PT, SE, SK (EL e LU non forniscono dati). 11 dei suddetti Stati membri hanno comunicato all'AIE di avere aumentato i propri investimenti: AT, CZ, DK, DE, ES, FR, HU, IE, NL, PT, SE.

⁷⁷ Una parte sostanziale dell'aumento è dovuta a un cambiamento dei dati comunicati dalla Spagna, di pari passo a un aumento significativo in diversi Stati membri. In Spagna la copertura è stata ampliata per includere i dati del governo statale e dei governi regionali, aumentando così di oltre 0,5 milioni di EUR l'importo totale dell'UE. Le modifiche non sono state applicate agli anni precedenti, con conseguente interruzione della serie temporale tra il 2020 e il 2021 (AIE, *Energy Technology RD&D Budgets*, edizione maggio 2023, documentazione della banca dati). 11 Stati membri su 17 hanno comunicato all'AIE un aumento degli investimenti: AT, CZ, DK, DE, ES, FR, HU, IE, NL, PT, SE. Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Energy Technology RD&D Budgets – Database documentation*, 2023.

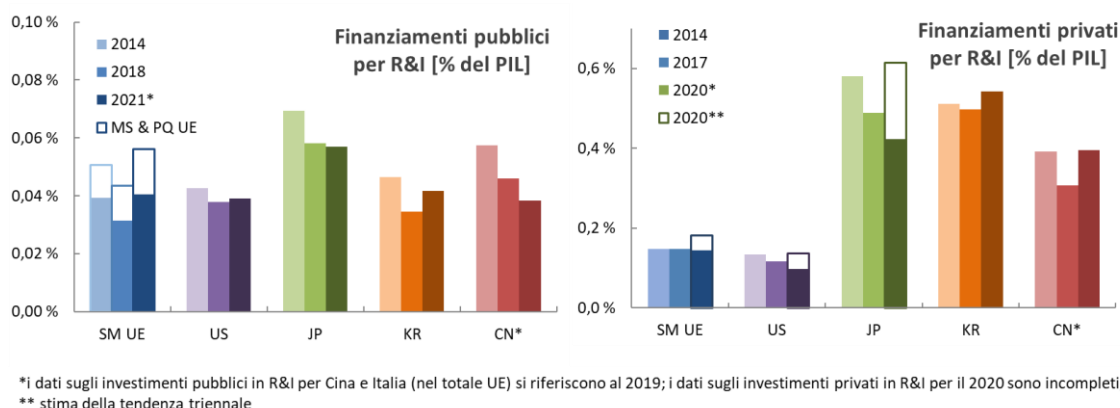
⁷⁸ I dati dell'Italia racchiusi in questa cifra sono una stima perché non sono ancora stati forniti per il 2020 e il 2021.

⁷⁹ COM(2022) 643 final.

⁸⁰ Queste cifre comprendono i fondi dei programmi quadro nazionali e unionale. L'entità dei fondi nazionali, da soli, rimane al di sotto di quella delle altre principali economie in termini di percentuale del PIL.

⁸¹ Si veda la sezione 2.2 in COM(2022) 643 final.

Figure 2: investimenti pubblici e privati in R&I in percentuale del PIL nelle principali economie⁸².



Fonte: JRC sulla base di lavori dell'AIE⁸³, di Mission Innovation⁸⁴ e dei propri servizi⁸⁵.

Dal 2014 le **domande di brevetti depositati** inerenti alle priorità dell'Unione dell'energia in materia di R&I sono aumentate in media del 5 % all'anno⁸⁶. Sebbene le tendenze dei brevetti denotino notevoli differenze sia tra gli Stati membri sia tra le tecnologie, nel complesso l'UE mantiene una posizione di forza per quanto riguarda i brevetti protetti a livello internazionale. Complessivamente tra il 2014 e il 2020 l'UE si è classificata seconda al Giappone per quanto riguarda i brevetti internazionali e al primo posto nelle energie rinnovabili (29 %) e nell'efficienza energetica (24 %), perdendo un po' di terreno per quanto riguarda i sistemi intelligenti (17 %, al quarto posto tra le principali economie).

Come messo in luce nella relazione del 2022 sui progressi riguardo alla competitività e negli *Orientamenti agli Stati membri per l'aggiornamento dei piani nazionali per l'energia e il clima 2021-2030*⁸⁷, la definizione di un percorso di R&I efficace richiede il coinvolgimento di un numero sufficiente di esperti e imprenditori, sostenuti dall'uso coordinato di programmi regionali, nazionali e dell'UE, e prevede obiettivi e traguardi nazionali chiari in materia di R&I per il 2030 e il 2050, una maggiore cooperazione tra gli Stati membri e un monitoraggio continuo delle attività nazionali di R&I. Gli sforzi congiunti e coordinati tra gli Stati membri, in particolare attraverso il piano strategico per le tecnologie energetiche riveduto (piano SET) e i piani nazionali per l'energia e il clima⁸⁸, rappresentano inoltre un'opportunità unica per approfondire il dialogo sulla R&I nel settore dell'energia pulita e sulla competitività tra l'UE e i suoi Stati membri.

Infine è **fondamentale continuare ad accelerare il trasferimento delle innovazioni dell'UE in materia di energia pulita sul mercato**. Tale obiettivo è definito nell'ambito della nuova agenda europea per l'innovazione ed è sostenuto da fonti di finanziamento dell'UE quali InvestEU, il Consiglio europeo per l'innovazione, il programma LIFE e il Fondo per l'innovazione. Gli Stati membri sono inoltre invitati a promuovere la sperimentazione,

⁸² Con PQ UE s'intendono i programmi quadro dell'UE (Orizzonte 2020 e Orizzonte Europa).

⁸³ Dati adattati dall'edizione della primavera 2023 della banca dati dell'Agenzia internazionale per l'energia (AIE) sui bilanci per ricerca e sviluppo per le tecnologie energetiche.

⁸⁴ Mission Innovation, relazione: [Country Highlights, 6th MI Ministerial](#), giugno 2021.

⁸⁵ Per ulteriori informazioni: [JRC SETIS](#) (europa.eu).

⁸⁶ Per ulteriori informazioni: [JRC SETIS](#) (europa.eu).

⁸⁷ GU C 495 del 29.12.2022.

⁸⁸ Per ulteriori informazioni: [National energy and climate plans](#) (europa.eu), 2023.

seguendo i recenti orientamenti sugli spazi di sperimentazione normativa, sui banchi di prova e sui laboratori viventi⁸⁹. Sono inoltre necessarie ulteriori azioni per attrarre capitali privati.

2.5 Il capitale di rischio: attrarre capitali nell'UE⁹⁰

Nel corso degli anni **la politica di innovazione dell'UE si è ampliata e il panorama istituzionale si è evoluto parallelamente**. L'obiettivo è ridurre la carenza di capitale proprio nell'UE e la frammentazione dei mercati del capitale di rischio e degli ecosistemi dell'innovazione. Ciò include iniziative complementari volte a promuovere gli investimenti azionari e il finanziamento di start-up e scale-up innovative. A titolo di esempio il Fondo del Consiglio europeo per l'innovazione (CEI) è il braccio del capitale di rischio dell'UE, il cui obiettivo è finanziare le innovazioni pionieristiche nell'ambito del pilastro III "Europa innovativa" di Orizzonte Europa. La nuova agenda europea per l'innovazione⁹¹ prevede ulteriori iniziative per accelerare la crescita delle start-up a elevatissimo contenuto tecnologico nell'UE. Il fondo InvestEU, utilizzando le garanzie del bilancio dell'UE, mobilita gli investimenti del settore pubblico e privato, compresi i fondi che forniscono finanziamenti azionari.

Poiché sono un elemento di punta dell'innovazione, gli **investimenti in capitale di rischio** sono fondamentali per rafforzare la competitività e l'autonomia strategica aperta dell'UE nel settore dell'energia pulita. Nel 2022 i fattori macroeconomici, come l'aumento dell'inflazione e dei tassi di interesse, hanno portato a un calo dei finanziamenti complessivi di capitale di rischio. L'importo totale degli investimenti in capitale di rischio⁹² nelle imprese dell'UE è diminuito del 18 % nel 2022 rispetto al 2021. Una tendenza simile si osserva negli Stati Uniti (-20 %), in Cina (-36 %) e a livello mondiale nella prima metà del 2023.

Gli investimenti complessivi in capitale di rischio nelle **tecnologie per l'energia pulita** hanno registrato prestazioni migliori rispetto ad altri segmenti⁹³, quali le biotecnologie o il digitale. Nel 2022 a livello mondiale il settore dell'energia pulita ha attratto una quota crescente di investimenti in capitale di rischio⁹⁴, con un aumento del 4,4 % nel 2022 rispetto al 2021, per un totale di 39,5 miliardi di EUR, pari al 6,2 % di tutti gli investimenti in capitale di rischio. Nonostante questa continua tendenza positiva osservata dal 2015, la crescita è rallentata rispetto a quella registrata tra il 2019 e il 2020 (+37 %) e al record del 2021 (+109 %).

Nell'UE gli investimenti in capitale di rischio nel settore dell'energia pulita hanno raggiunto 7,4 miliardi di EUR nel 2022, con un aumento del 42 % rispetto al 2021. L'UE ha rappresentato una quota in crescita pari al 19 % degli investimenti in capitale di rischio nelle imprese attive nel settore delle tecnologie per l'energia pulita, posizionandosi al terzo posto dopo

⁸⁹ SWD(2023) 277/2 final.

⁹⁰ L'analisi presentata in questa sezione verte sulle tecnologie per l'energia pulita. Si differenzia dalla sezione 2.4 della relazione del 2022 sui progressi riguardo alla competitività perché esclude le attività precedentemente considerate nella verticale di PitchBook dedicata alle tecnologie per il clima e relative ai sistemi alimentari, all'uso del suolo, alla micromobilità, alla mobilità condivisa e ai veicoli autonomi.

⁹¹ COM(2022) 332 final.

⁹² Sulla base dei dati [PitchBook](#), 1° giugno 2023.

⁹³ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), [World Energy Investment 2023](#), 2023.

⁹⁴ Georgakaki, A., Kuokkanen, A., Letout, S., Koolen, D., Koukoulfikis, G., Murauskaite-Bull, I., Mountraki, A., Kuzov, T., Dlugosz, M., Ince, E., Shtjefni, D., Taylor, N., Christou, M., Pennington, D., *Clean Energy Technology Observatory: Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union - 2023 Status Report*, Commissione europea, 2023, JRC135404.

Stati Uniti (38 %) e Cina (28 %)⁹⁵. Anche gli investimenti in capitale di rischio nel settore dell'energia pulita si sono dimostrati più resilienti nell'UE, dove gli investimenti sia nelle fasi di avviamento sia nelle fasi di sviluppo più avanzate sono aumentati nel 2022, rispetto al resto del mondo. Ciononostante tali investimenti rimangono largamente concentrati in alcune tecnologie (principalmente produzione di batterie, riciclaggio e veicoli elettrici).

Gli investimenti complessivi in capitale di rischio nelle **tecnologie strategiche a zero emissioni nette**, quali definite nella proposta di normativa sull'industria a zero emissioni nette, ammontavano a 20,8 miliardi di EUR nel 2022 (rispetto ai 19,5 miliardi di EUR del 2021). Nel 2022 tuttavia gli investimenti in capitale di rischio nelle tecnologie strategiche a zero emissioni nette nell'UE sono aumentati a un ritmo più lento (+2,3 % dal 2021 al 2022) rispetto al tasso di crescita complessivo del settore dell'energia pulita. Gli Stati Uniti hanno superato l'UE, registrando un aumento del 41 % nel 2022 rispetto al 2021, grazie al forte incremento degli investimenti in capitale di rischio nell'idrogeno rinnovabile e nelle celle a combustibile, nel biogas/biometano sostenibile, nelle pompe di calore e nelle tecnologie dell'energia geotermica. Nell'UE gli investimenti esteri nelle fasi di sviluppo più avanzate in tali settori tecnologici sono cresciuti molto più rapidamente nel 2022 rispetto agli investimenti interni all'UE e hanno rappresentato oltre la metà di tutti i finanziamenti delle imprese dell'UE nel 2022 (rispetto al 15 % complessivo nel 2021). In generale, tranne che per le tecnologie delle batterie, l'UE non ha ancora sfruttato appieno il suo potenziale di concludere accordi che generino una crescita maggiore, come hanno fatto gli Stati Uniti e la Cina nelle tecnologie strategiche a zero emissioni nette.

Al fine di rafforzare la competitività, la resilienza e la leadership dell'UE, **è fondamentale garantire che continuino ad affluire capitali alle imprese dell'UE nella misura necessaria** in modo da accelerare la diffusione di tecnologie strategiche a zero emissioni nette. La presenza di mercati dei capitali profondi e integrati e di un quadro efficace per la finanza sostenibile è un prerequisito essenziale per mobilitare gli investimenti privati su vasta scala verso le tecnologie per l'energia pulita. Dando seguito al piano d'azione per l'Unione dei mercati dei capitali del 2020, la Commissione ha presentato tutte le proposte legislative previste. La rapida adozione delle proposte in sospeso da parte dei colegislatori contribuirebbe a migliorare l'accesso ai finanziamenti, a diversificare le fonti di finanziamento per le imprese e ad affrontare gli ostacoli strutturali nei servizi finanziari transfrontalieri. Contestualmente allo sviluppo del quadro per la finanza sostenibile, la Commissione ha continuato a rispondere alle esigenze degli utenti e ha adottato una serie di misure e iniziative per ridurre la complessità, migliorare l'utilizzabilità delle norme e sostenere i portatori di interessi nell'attuazione di queste ultime. Ha inoltre adottato misure per razionalizzare gli obblighi di comunicazione al fine di ridurre gli oneri amministrativi per le imprese.

Nel giugno 2023 la Commissione ha proposto di istituire la piattaforma per le tecnologie strategiche per l'Europa (STEP) al fine di rafforzare e sfruttare gli attuali strumenti dell'UE (in particolare il Fondo del CEI, InvestEU e il Fondo per l'innovazione) per assegnare (ad esempio destinando fondi pubblici) ed erogare sostegno finanziario agli investimenti nelle tecnologie pulite. Ciò può contribuire a **ridurre il rischio degli investimenti nell'innovazione**, a colmare il divario tra i promotori dei progetti e gli investitori aziendali e istituzionali e infine a orientare ulteriori investimenti del settore privato.

⁹⁵ Ibid.

3. VALUTAZIONE DELLA COMPETITIVITÀ DELLE TECNOLOGIE STRATEGICHE A ZERO EMISSIONI NETTE

Questa sezione valuta la **competitività delle tecnologie strategiche a zero emissioni nette** di cui alla normativa sull'industria a zero emissioni nette e mette in luce le attuali modalità di evoluzione della tecnologia e del mercato tese a conseguire gli obiettivi del Green Deal europeo e di REPowerEU. Nella proposta di normativa sull'industria a zero emissioni nette sono indicate otto tecnologie strategiche a zero emissioni nette che contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del pacchetto "Pronti per il 55 %" di ridurre entro il 2030 le emissioni nette di gas a effetto serra almeno del 55 % rispetto ai livelli del 1990. Si tratta delle tecnologie solari (fotovoltaiche e solari termiche), delle tecnologie per l'energia eolica onshore e le energie rinnovabili offshore, degli elettrolizzatori e delle celle a combustibile, delle tecnologie delle batterie e di stoccaggio, del biogas e del biometano sostenibile, delle tecnologie di cattura e stoccaggio del carbonio, delle pompe di calore e delle tecnologie dell'energia geotermica, nonché delle tecnologie di rete. Nella proposta di normativa sull'industria a zero emissioni nette l'UE stabilisce un parametro di riferimento generale per ciascuna di tali tecnologie strategiche a zero emissioni nette per garantire che entro il 2030 la capacità di produzione nell'UE di tali tecnologie si approssimi o equivalga almeno al 40 % del fabbisogno annuo dell'UE.

L'analisi basata su dati concreti su cui si fonda questa sezione è stata effettuata nell'ambito dell'Osservatorio delle tecnologie dell'energia pulita (CETO) interno alla Commissione⁹⁶.

3.1 Energia solare fotovoltaica

L'**energia solare fotovoltaica** è la tecnologia di produzione di energia elettrica che ha registrato la crescita più rapida. Nella maggior parte dei paesi fornisce energia elettrica più economica rispetto a quella prodotta dalle centrali elettriche a combustibili fossili. Essa **svolge un ruolo fondamentale in tutti gli scenari relativi al conseguimento di un sistema energetico climaticamente neutro**⁹⁷. Nell'UE l'energia solare fotovoltaica ha già generato il 7 % dell'energia elettrica prodotta nel 2022, grazie a una capacità cumulativa installata di 212 GWp⁹⁸. La strategia dell'UE per l'energia solare⁹⁹ si prefigge di raggiungere l'installazione di 600 GWac (720 GWp) entro il 2030, una capacità quadruplicata rispetto ai livelli del 2021. La catena del valore del fotovoltaico è dominata dai paesi asiatici, in particolare dalla Cina. Ciononostante l'Alleanza europea per l'industria fotovoltaica solare, lanciata il 9 dicembre 2022, mira a espandere la capacità di produzione dell'UE per raggiungere almeno 30 GWp lungo tutta la catena dell'approvvigionamento entro il 2025. Tuttavia vi è una forte concorrenza internazionale per attrarre investimenti nel settore manifatturiero.

Gli impianti fotovoltaici si basano in larga misura sulla tecnologia dei wafer di silicio cristallino, che continua a migliorare il rendimento energetico di conversione e a ridurre

⁹⁶ Chatzipanagi, A., Jaeger-Waldau, A., Cleret De Langavant, C., Gea Bermudez, J., Letout, S., Mountraki, A., Schmitz, A., Georgakaki, A., Ince, E., Kuokkanen, A. and Shtjefni, D., *Clean Energy Technology Observatory: Photovoltaics in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135034.

⁹⁷ In particolare gli scenari previsti da organizzazioni non governative quali Greenpeace, Energy Watch Group, Bloomberg New Energy Finance, l'Agenzia internazionale per l'energia, l'Agenzia internazionale per le energie rinnovabili e le associazioni del settore del fotovoltaico.

⁹⁸ Chatzipanagi, A., Jaeger-Waldau, A., Cleret De Langavant, C., Gea Bermudez, J., Letout, S., Mountraki, A., Schmitz, A., Georgakaki, A., Ince, E., Kuokkanen, A. and Shtjefni, D., *Clean Energy Technology Observatory: Photovoltaics in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135034.

⁹⁹ COM(2022) 221 final, "Strategia dell'UE per l'energia solare".

l'utilizzo di materiali. Nel 2022 i moduli commerciali offrivano un'efficienza media del 21,1 % e una massima del 24,7 %¹⁰⁰. I materiali innovativi, come le perovskiti, offrono la possibilità di aumentare ulteriormente il rendimento energetico di conversione: nel maggio 2023 un dispositivo tandem perovskite/silicio ha stabilito un nuovo record di efficienza del 33,7 %¹⁰¹. Sono in fase di sviluppo linee pilota per tali dispositivi, anche nell'UE, tuttavia i prodotti commerciali non sono ancora disponibili.

Nel 2022 le imprese dell'UE erano attive nella produzione di silicio, lingotti/wafer, celle, moduli e inverter e offrivano prodotti commerciali. La produzione di inverter rimane di gran lunga il più grande segmento di produzione di tecnologie solari dell'UE, con una capacità produttiva di quasi 70 GW, circa 5 GW in più rispetto al 2021. Nell'UE è presente anche un importante produttore di polisilicio, che esporta principalmente in Cina. Nell'UE all'inizio del 2023 la capacità nominale di produzione dei moduli ha raggiunto 8,28 GWp/a, quella delle celle 0,86 GWp/a e quella dei lingotti e dei wafer 1,4 GWp/a¹⁰². Si stima che nel 2022 i produttori dell'UE abbiano assemblato circa 4 GW di moduli, per lo più da celle importate. Questa cifra rappresenta una quota del 10 % del mercato dell'UE¹⁰³.

Nel 2022 le imprese cinesi hanno fornito almeno tre quarti della capacità globale in tutte le fasi della catena di approvvigionamento per il settore fotovoltaico¹⁰⁴ e sono state i principali esportatori di wafer, celle e moduli¹⁰⁵. Inoltre le imprese cinesi producono oltre l'80 % del polisilicio mondiale, un materiale utilizzato nella produzione di wafer. La regione uigura in Cina fornisce da sola circa il 35 % del polisilicio mondiale (anche se in calo rispetto al 45 % del 2020), tuttavia è stata oggetto di forti preoccupazioni per l'utilizzo del lavoro forzato¹⁰⁶.

I prezzi dei sistemi solari fotovoltaici sono rimasti pressoché stabili nel 2022, con i moduli "mainstream" a 0,35 EUR/W, per poi ricominciare a scendere nella prima metà del 2023 a causa dell'intensa concorrenza e dell'eccesso di offerta di componenti lungo l'intera catena del valore. Il prezzo ha raggiunto il minimo storico nel settembre 2023, attestandosi a quasi 0,22 EUR/Wp¹⁰⁷, il che ha reso più difficile per i produttori dell'UE garantire la redditività della propria produzione.

Il mercato del fotovoltaico ha continuato a crescere in modo significativo nel 2022, con una capacità installata a livello mondiale che ha raggiunto 1 185 GWp (230 GWp di crescita annuale). Il mercato più importante è stato quello cinese con circa 90 GWp. Per l'UE si è trattato

¹⁰⁰ Chatzipanagi, A., Jaeger-Waldau, A., Cleret De Langavant, C., Gea Bermudez, J., Letout, S., Mountraki, A., Schmitz, A., Georgakaki, A., Ince, E., Kuokkanen, A. and Shtjefni, D., *Clean Energy Technology Observatory: Photovoltaics in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135034.

¹⁰¹ Green et al, "Solar cell efficiency tables (version 62)", *Progress in Photovoltaics*, volume 31, n. 7, 2023, <https://doi.org/10.1002/pip.3726>.

¹⁰² Chatzipanagi, A., Jaeger-Waldau, A., Cleret De Langavant, C., Gea Bermudez, J., Letout, S., Mountraki, A., Schmitz, A., Georgakaki, A., Ince, E., Kuokkanen, A. and Shtjefni, D., *Clean Energy Technology Observatory: Photovoltaics in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135034.

¹⁰³ Calcoli del JRC in base ai dati disponibili.

¹⁰⁴ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Special Report on Solar PV Global Supply Chains*, 2022.

¹⁰⁵ Wood Mackenzie, comunicato stampa: [China's solar export booming](#), 23 maggio 2023. I moduli hanno rappresentato la quota maggiore di queste esportazioni, seguiti da wafer e celle. Nel 2022 la Cina ha esportato in Europa 86 GWp di moduli (pari al 56 % delle sue esportazioni di questo prodotto).

¹⁰⁶ Rapporto sul lavoro forzato dell'università di Sheffield: Crawford, A. and Murphy, L. T., *Over-Exposed: Uyghur Region Exposure Assessment for Solar Industry Sourcing*, Sheffield, UK, Sheffield Hallam University, Helena Kennedy Centre for International Justice, 2023.

¹⁰⁷ PVXchange, lettura dell'indice dei prezzi del fotovoltaico effettuata il 7 ottobre 2023.

di un anno record, con 41 GWp installati (quota del 18 %). Tale crescita è stata guidata dalla Spagna (8,1 GWp), seguita dalla Germania (7,5 GWp), dalla Polonia (4,9 GWp) e dai Paesi Bassi (3,9 GWp)¹⁰⁸. Il segmento residenziale ha registrato un'evoluzione decisamente netta, con una quota superiore al 50 %. I prezzi alti dell'energia elettrica hanno aumentato la competitività del solare fotovoltaico (che in un'ottica di *utility-scale* ha il costo livellato più basso di qualsiasi altra tecnologia in quasi tutti i mercati¹⁰⁹).

In considerazione del fatto che l'energia solare fotovoltaica è destinata a continuare a espandersi rapidamente in tutto il mondo, negli ultimi 12 mesi si sono state adottate politiche da parte di diverse aree geografiche (ad esempio Stati Uniti, India e Unione europea) volte a sviluppare una maggiore produzione locale di sistemi e componenti solari fotovoltaici. In questo contesto **l'UE dovrebbe avvalersi della sua posizione in qualità di uno dei maggiori mercati per i sistemi fotovoltaici, del suo ruolo guida nella ricerca e nello sviluppo a livello mondiale e di una società che attribuisce grande valore alla riduzione al minimo dell'impatto ambientale, alla protezione della biodiversità e allo sviluppo di catene di approvvigionamento etiche.**

Tuttavia **i produttori dell'UE continuano a sostenere costi più elevati rispetto ai loro concorrenti**¹¹⁰. Tale problema può essere attenuato mediante misure come quelle proposte dalla normativa sull'industria a zero emissioni nette, da REPowerEU o dalla riforma dell'assetto del mercato dell'energia elettrica per ridurre i costi energetici e di finanziamento e per accelerare le procedure di autorizzazione per gli impianti di produzione. Sarà inoltre necessario aumentare il numero degli impianti di fabbricazione e concentrarsi su prodotti innovativi, ad alta efficienza e a basse emissioni di carbonio e su processi produttivi avanzati e più sostenibili. Per quanto riguarda l'importanza di ridurre al minimo l'impatto ambientale del settore, la proposta di legislazione in materia di progettazione ecocompatibile ed etichettatura energetica per i pannelli fotovoltaici e gli inverter può fungere da volano. Una preoccupazione immediata è costituita dall'attuale eccesso di capacità di produzione a livello mondiale¹¹¹. Sebbene tale situazione mantenga bassi i prezzi sui mercati locali (almeno nell'UE), essa disincentiva il pieno utilizzo della capacità attuale.

Al fine di sviluppare il mercato dell'UE, è essenziale continuare ad agire per migliorare le procedure di autorizzazione e facilitare l'accettazione da parte da parte dell'opinione pubblica. Il mercato residenziale del fotovoltaico ha un notevole margine di crescita, tuttavia ciò dipenderà dalla continua diminuzione del costo dei sistemi a batteria. Anche le applicazioni speciali, come le varie forme di fotovoltaico integrato e altre opzioni di impiego innovative, presentano un margine di crescita significativo nel mercato, soprattutto per i produttori dell'UE.

¹⁰⁸ AIE, *2023 Snapshot of Global PV Markets*, 2023

¹⁰⁹ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *World Energy Outlook 2022*.

¹¹⁰ Il divario effettivo dei costi dipende fortemente dalle specifiche di progetto; in McKinsey (2022), *Building a competitive solar-PV supply chain in Europe* si stima che il divario sia dell'ordine del 20-25 % rispetto ai prezzi dei concorrenti che applicano prezzi bassi.

¹¹¹ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Special Report on Solar PV Global Supply Chains*, 2022: "Alla fine del 2021 la capacità di produzione mondiale di wafer e celle, e la capacità di assemblaggio dei moduli era almeno il doppio della domanda".

3.2 Energia solare termica

L'energia solare termica¹¹² può contribuire in modo significativo alla decarbonizzazione del sistema energetico, come riconosciuto dalla strategia dell'UE per l'energia solare. Le tecnologie solari termiche fanno un uso minimo o nullo di materie prime critiche e possono offrire tassi elevati di riciclaggio¹¹³.

Una nuova generazione di impianti solari ad alta concentrazione in funzione, che tipicamente utilizzano sali fusi per il trasferimento del calore e presentano un accumulo termico di oltre otto ore, sta rafforzando la fiducia in questo tipo di sistemi che contribuiscono a migliorare l'affidabilità della rete elettrica con un'energia elettrica competitiva in termini di costi. L'UE è tradizionalmente leader in questa tecnologia, tuttavia sta affrontando una forte concorrenza da parte della Cina, che ad esempio nel 2020 ha conquistato il primo posto per i brevetti di valore elevato. Le imprese dell'UE continuano a partecipare a progetti internazionali negli Emirati arabi uniti e in Sud Africa e a diverse gare d'appalto in corso. Anche in questo caso le imprese cinesi stanno assumendo un ruolo di primo piano, grazie all'esperienza maturata nella realizzazione di oltre 1 GW di impianti nel loro mercato nazionale. Nel mondo sono operativi 6,4 GW di impianti solari a concentrazione (CSP). Dei 2,4 GW nell'UE, la quasi totalità si trova in Spagna. Negli Emirati arabi uniti, in Cina e in Sud Africa sono in costruzione nuovi impianti che si presume aggiungeranno 1,8 GW di capacità entro il 2025. Nell'UE non è entrato in funzione alcun nuovo impianto dal 2014, tuttavia la Spagna ha in programma di realizzare almeno altri 2 GW entro il 2030¹¹⁴.

La tecnologia di riscaldamento e raffrescamento con energia solare offre una serie di opzioni per gli edifici, per le reti di teleriscaldamento e per i processi industriali. L'attuale costo livellato del riscaldamento/raffrescamento (da 20 a 110 EUR/MWh in Europa¹¹⁵) può essere competitivo rispetto al riscaldamento a gas, soprattutto nelle zone con condizioni favorevoli per l'energia solare. Se confrontata con la domanda totale di calore derivato di 651 TWh nel 2021, la quota di mercato complessiva dell'UE è ancora modesta, pari a 0,678 TWh (0,1 %) ¹¹⁶. Nel 2022 il settore dei collettori vetrati dell'UE è cresciuto di un tasso incoraggiante pari al 10 %, sebbene tale percentuale sia inferiore a quella necessaria per triplicare la capacità dal 2021 al 2030, come proposto nella strategia dell'UE per l'energia solare. I sistemi solari termici alimentano i sistemi di teleriscaldamento in 264 piccole e grandi città europee (che corrispondono a meno del 5 % dei 6 000¹¹⁷ in funzione). Anche la domanda elevata nell'UE di calore industriale nell'intervallo 150-400 °C rappresenta una buona opportunità per l'energia solare termica. Ad esempio il progetto DECARBOMALT in Croazia (sostenuto dal Fondo per l'innovazione dell'UE) utilizzerà l'energia termica solare per il maltaggio. Le imprese dell'UE soddisfano un'ampia quota del mercato dell'UE degli scaldacqua solari, oltre a esportarli.

¹¹² I dati riportati in questa sezione sono tratti da Taylor, N., Georgakaki, A., Mountraki, A., Letout, S., Ince, E., Shtjefni, D., Kuokkanen, A., Tattini, J. and Diaz Rincon, A., *Clean Energy Technology Observatory: Concentrated Solar Power and Solar Heating and Cooling in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135004.

¹¹³ Energy Transition Expertise Centre (EnTEC), *Report: Supply chain risks in the EU's clean energy technologies*, 2023, doi 10.2833/413910.

¹¹⁴ Il piano nazionale per l'energia e il clima (PNEC) 2019 della Spagna prevede di raggiungere 7,4 GW entro il 2030. Tuttavia il progetto del primo aggiornamento rivede questa cifra a 4,8 GW entro il 2030. Per ulteriori informazioni: https://commission.europa.eu/publications/spain-draft-updated-necp-2021-2030_it.

¹¹⁵ Solar Heat Europe, *Solar Heat Markets in Europe, Trends and Market Statistics 2021, Summary*, dicembre 2022.

¹¹⁶ Solar Heat Europe, *Preliminary Report 2022, Solar Heat Markets in EU27, Switzerland and UK*, 7 luglio 2023.

¹¹⁷ Citato nella presentazione della task 68 del Solar Heating & Cooling dell'AIE al webinar *The Rise of Solar district Heating*, 28 marzo 2023, Euroheat and Power e Solar Heat Europe.

Nel 2022 hanno dovuto affrontare notevoli perturbazioni della catena di approvvigionamento¹¹⁸.

È necessaria un'azione continua per rafforzare la competitività del settore solare termico dell'UE (solare a concentrazione e non), sia a livello di componenti con la standardizzazione e l'aumento di scala, sia a livello di sistemi con soluzioni integrate efficienti sotto il profilo dei costi, in **particolare per le esigenze industriali**. Per quanto riguarda la produzione di energia solare a concentrazione (*Concentrated Solar Power, CSP*), una corretta progettazione delle aste e delle condizioni di accesso al mercato possono migliorare la capacità della tecnologia di soddisfare i picchi di domanda al di fuori delle ore diurne.

3.3 Energia eolica onshore e offshore

L'energia eolica svolge un ruolo significativo nella transizione dell'Unione verso la neutralità in carbonio. Il piano REPowerEU chiede di accelerare l'installazione di capacità eolica, con l'obiettivo di raggiungere 510 GW entro il 2030¹¹⁹. Si prevede che nel 2030 l'energia eolica rappresenterà il 31 % della capacità elettrica installata nell'UE. Al contempo il settore eolico dell'UE sta affrontando diverse sfide. Al fine di farvi fronte e migliorare la competitività dell'UE nel settore eolico la Commissione ha adottato il piano d'azione per l'energia eolica.

Nel 2022 l'UE disponeva di una capacità cumulativa installata totale di 204 GW (di cui 189 GW onshore e 16 GW offshore): la capacità installata nel 2022 è pari a 16,2 GW (15 GW onshore e 1,2 GW offshore)¹²⁰, un aumento quasi del 50 % rispetto al 2021. Nel 2022 sono state installate nuove capacità onshore soprattutto in Germania, Svezia e Finlandia, e capacità offshore principalmente in Francia e nei Paesi Bassi. Il settore¹²¹ prevede di installare 20 GW di capacità eolica all'anno nell'UE nei prossimi 5 anni, valore inferiore ai 30 GW/anno necessari per raggiungere gli obiettivi del 2030¹²². Nel complesso la Cina rimane in testa in termini di capacità di energia eolica con una capacità cumulativa di 334 GW (di cui 31 GW offshore) e ulteriori 37,6 GW nel 2022, di cui 5 GW offshore. L'UE è al secondo posto e gli Stati Uniti al terzo con 144 GW di capacità totale. Nel 2022 la nuova capacità eolica installata nel mondo era pari a 68 GW onshore e 9 GW offshore¹²³. Nel gennaio 2023 gli Stati membri dell'UE hanno concluso accordi non vincolanti sugli obiettivi per l'energia rinnovabile offshore a livello di bacino marittimo, ottenendo un risultato cumulativo per l'UE di 109-112 GW entro il 2030, 215-248 GW entro il 2040 e 281-354 GW entro il 2050¹²⁴.

¹¹⁸ Energy Transition Expertise Centre (EnTEC), *Report: Supply chain risks in the EU's clean energy technologies*, 2023, doi 10.2833/413910.

¹¹⁹ SWD (2022) 230 final.

¹²⁰ Tapoglou, E., Tattini, J., Schmitz, A., Georgakaki, A., Długosz, M., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Ince, E., Shtjefni, D., Joanny Ordonez, G., Eulaerts, O.D. and Grabowska, M., *Clean Energy Technology Observatory: Wind energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/618644 (online), JRC135020.

¹²¹ WindEurope, relazione: [Wind energy in Europe: 2022 Statistics and the outlook for 2023-2027](#), 28 febbraio 2023.

¹²² Il valore riportato da WindEurope di 30 GW/anno è inferiore a quello che risulterebbe da REPowerEU: 38,25 GW/anno. La differenza si spiega con l'uso di fattori di capacità diversi nei calcoli.

¹²³ Tapoglou, E., Tattini, J., Schmitz, A., Georgakaki, A., Długosz, M., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Ince, E., Shtjefni, D., Joanny Ordonez, G., Eulaerts, O.D. and Grabowska, M., *Clean Energy Technology Observatory: Wind energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/618644 (online), JRC135020.

¹²⁴ Per ulteriori informazioni: https://energy.ec.europa.eu/news/member-states-agree-new-ambition-expanding-offshore-renewable-energy-2023-01-19_en

Il settore eolico dell'UE rimane uno dei più forti sul mercato mondiale. Nel 2022 i fabbricanti dell'UE costituivano l'85 % del mercato unionale dell'energia eolica e il 30 % della quota di mercato mondiale, in calo rispetto al 42 % del 2019¹²⁵. In particolare per il settore offshore, nel medesimo anno la quota di mercato delle imprese dell'UE per le installazioni nell'Unione ha raggiunto il 94 %. Al fine di raggiungere gli obiettivi di REPowerEU, sarà fondamentale accelerare in modo massiccio la diffusione dell'energia eolica. **Tuttavia l'aumento dei costi lungo la catena del valore pregiudica la redditività economica di diversi progetti. I fabbricanti di tecnologie eoliche dell'UE sono confrontati con altre sfide** derivanti da volumi bassi di installazione, inflazione, prezzi delle materie prime e tassi di interesse elevati, accesso limitato ai capitali, lentezza e complessità delle procedure di autorizzazione che non tengono conto delle condizioni specifiche del mercato: **tutti fattori che hanno influito negativamente sul settore.**

Secondo il settore, l'inflazione nei prezzi delle materie prime e di altri fattori produttivi ha fatto aumentare del 40 % il prezzo delle turbine eoliche negli ultimi due anni¹²⁶. Ancor più importante è il fatto che persistono strozzature nel processo di autorizzazione, che sono già state affrontate a livello dell'UE; tuttavia continuano a sussistere problemi quali l'insufficienza del personale rispetto al numero elevato di domande di autorizzazione da parte delle amministrazioni pubbliche e una mancanza di visibilità dell'imminente riserva di progetti. Tali fattori hanno fatto sì che l'industria delle turbine eoliche dell'UE abbia registrato perdite e annunciato ripetutamente utili inferiori alle attese.

Data l'importanza strategica dell'energia eolica per l'UE, è necessario intervenire per aumentare la competitività dell'industria eolica. Al fine di promuovere la crescita della catena di approvvigionamento dell'energia eolica nell'UE, occorre diversificare le importazioni di materie prime, attuare ulteriormente gli approcci ispirati all'economia circolare e aumentare la capacità di produzione. La proposta di normativa sull'industria a zero emissioni nette e la normativa sulle materie prime critiche sono state concepite per garantire la resilienza della catena di approvvigionamento dell'UE in tutti i segmenti. È inoltre necessario un sostegno volto a effettuare investimenti sostanziali in reti, porti e navi per l'installazione e la manutenzione. I volumi di installazione devono aumentare per garantire economie di scala, stabilità e la prevedibilità necessaria a sostenere gli investimenti e a rendere redditizia la produzione eolica. È opportuno migliorare ulteriormente la rapidità delle autorizzazioni e la semplificazione delle procedure, oltre a raggiungere una maggiore trasparenza e visibilità della pianificazione delle aste e delle riserve dei progetti future da parte degli Stati membri. **Affinché l'UE mantenga la sua posizione competitiva nel settore dell'energia eolica, sarà fondamentale il sostegno continuo da parte dei governi, in particolare garantendo la presenza di personale sufficiente e qualificato per gestire le pratiche di autorizzazione e un ambiente commerciale favorevole.** I finanziamenti a livello nazionale e dell'UE dovrebbero essere utilizzati per promuovere la scalabilità dell'innovazione, in conformità delle norme dell'UE in materia di aiuti di Stato. **Per sormontare le difficoltà che incontra attualmente l'industria eolica dell'UE la Commissione ha adottato un piano d'azione per l'energia eolica,** che aiuterà ad accelerare ancor più il rilascio delle autorizzazioni, a migliorare i sistemi d'asta in tutta l'UE, ad agevolare l'accesso ai finanziamenti e a rafforzare le catene di approvvigionamento.

¹²⁵ Analisi del JRC sulla base di Orbis, Pitchbook, 2023.

¹²⁶ Wind Europe, comunicato stampa: [Investments in wind energy are down – Europe must get market design and green industrial policy right](#), 2023.

3.4 Energia oceanica

La strategia dell'UE per le energie rinnovabili offshore del 2020¹²⁷ esorta a installare 1 GW di capacità commerciale di energia oceanica entro il 2030 e 40 GW entro il 2050.

L'energia oceanica si presenta sotto cinque forme: energia delle correnti di marea, energia maremotrice, energia del moto ondoso, energia mareotermica e energia marina a gradiente salino. Le tecnologie legate alle maree e al moto ondoso sono le più avanzate. A livello mondiale oltre il 98 % di tutta¹²⁸ la capacità combinata attualmente in funzione è costituita dalla tecnologia che sfrutta l'ampiezza delle maree (521,5 MW), a cui la centrale maremotrice di La Rance (Francia), costruita nel 1963, contribuisce con 240 MW¹²⁹. Nel 2022 poche sono state le nuove installazioni che sfruttano l'energia oceanica, sia nell'UE che a livello mondiale¹³⁰. Attualmente solo un numero limitato di dispositivi ha raggiunto la fase commerciale, benché molti si trovino in fasi avanzate di maturità tecnologica, e le tecnologie dell'energia delle maree si sono concentrate su tipi specifici di dispositivi. **Gli ostacoli allo sviluppo di questo settore derivano principalmente dalla sua mancanza di maturità.** I dispositivi e le procedure non sono ancora ottimizzati e questo comporta costi elevati (con LCOE medi per i dispositivi che sfruttano l'energia del moto ondoso di 0,27 EUR/kWh e per quelli che sfruttano l'energia delle maree di 0,2 EUR/kWh), lunghi processi di autorizzazione, scarsità di finanziamenti, concetti non comprovati e assenza di design dominanti. Tuttavia si prevede che vari progetti pilota saranno operativi entro il 2025¹³¹.

Secondo il settore¹³² negli ultimi 10 anni l'UE ha investito oltre 375 milioni di EUR nella ricerca, nello sviluppo e nell'innovazione dell'energia oceanica attraverso molteplici programmi di finanziamento. Il programma di lavoro Orizzonte Europa 2023-2024 prevede un ulteriore importo indicativo a sostegno di 94 milioni di EUR. Dal 2018 il Consiglio europeo per l'innovazione ha finanziato 10 progetti legati all'energia oceanica con un bilancio totale (per l'energia oceanica) di circa 25 milioni di EUR. Secondo la piattaforma europea per la tecnologia e l'innovazione (ETIP) nell'energia oceanica, la leadership dell'UE nell'energia del moto ondoso e delle maree potrebbe creare un'attività economica del valore di 140 miliardi di EUR e 500 000 posti di lavoro, con un mercato mondiale da 293 GW entro il 2050¹³³.

È probabile che i prodotti manifatturieri specializzati, come riduttori, generatori, sistemi di controllo e trasmissioni, siano acquistati in Europa. In particolare gli elementi delle terre rare utilizzati nei magneti permanenti dei generatori di turbine sono identificati come materie prime critiche nel settore dell'energia oceanica. Il disprosio, il neodimio, il praseodimio, il terbio e il borato sono soggetti a un rischio elevato di approvvigionamento.

L'industria dell'UE guida lo sviluppo del settore dell'energia oceanica, dato che il 41 % dei promotori di impianti a flusso di marea con un livello di maturità tecnologica superiore

¹²⁷ COM(2020) 741 final.

¹²⁸ Tapoglou, E., Tattini, J., Schmitz, A., Georgakaki, A., Długosz, M., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Ince, E., Shtjefni, D., Joanny Ordonez, G., Eulaerts, O. and Grabowska, M., *Clean Energy Technology Observatory: Ocean Energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/82978 (online), JRC135021.

¹²⁹ Questo impianto, molto innovativo al momento della sua costruzione, ha avuto un impatto ambientale rilevante che oggi difficilmente sarebbe accettabile. SONNIC Ewan, "La Rance, 50 ans de turbinage. Et après? Le statu quo est-il la seule option pertinente?", *L'Information géographique*, 2017/4 (volume 81), pag. 103-128. DOI: 10.3917/lig.814.0103.

¹³⁰ Nel 2022 nelle acque dell'UE sono stati installati 62 kW di nuova capacità mareomotrice e 33,5 kW di capacità da moto ondoso.

¹³¹ Agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA), *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5° C Pathway*, volume 1, Abu Dhabi, 2023.

¹³² Ocean Energy Europe (OEE), *Policy Topics: Research and Innovation*.

¹³³ ETIP Ocean, *Industrial Roadmap for Ocean Energy*, 1° luglio 2022.

a 5 si trovano nell'Unione¹³⁴, con Paesi Bassi, Francia e Irlanda in testa. Gli operatori non UE hanno sede prevalentemente nel Regno Unito, in Canada, negli Stati Uniti e in Cina. Analogamente il 52 % delle imprese che sviluppano dispositivi basati sull'energia del moto ondoso è situato nell'UE¹³⁵. La Danimarca dispone del numero maggiore di promotori, seguita da Italia e Svezia. Fuori dell'UE il Regno Unito, gli Stati Uniti, l'Australia e la Norvegia sono paesi in cui è presente un numero significativo di promotori di energia del moto ondoso.

Nel 2022 la Cina ha superato l'UE nel numero di pubblicazioni scientifiche e ora è in testa sia nel settore dell'energia mareomotrice sia in quello dell'energia del moto ondoso. L'UE è al secondo posto in entrambe le categorie di energia oceanica¹³⁶. **Una combinazione di innovazione tecnologica, politiche di accompagnamento, riduzione dei costi e integrazione sistematica di tecnologie, processi o dispositivi** più affidabili a lungo termine è necessaria per fornire agli investitori la assicurazione e la fiducia necessarie per aumentare la competitività dell'UE nel settore dell'energia oceanica. La creazione di aste specifiche per questa tecnologia può consentire la diffusione di dispositivi commerciali che a loro volta contribuiranno a ridurre i LCOE e a mettere in luce i vantaggi dell'energia oceanica per il sistema. Anche la condivisione di infrastrutture con altri impianti di energie rinnovabili (ad esempio l'eolico offshore) e lo sviluppo di piattaforme comuni per più attività (ad esempio l'acquacoltura) possono essere utili per rafforzare lo sviluppo dell'energia oceanica.

3.5 Batterie

Le batterie svolgono un ruolo fondamentale nella transizione verso l'energia pulita sia per i trasporti che per le applicazioni stazionarie. L'Unione accompagna la transizione del suo parco veicoli leggeri nuovi, che nel 2035 sarà completamente a zero emissioni¹³⁷, aumentando sensibilmente la produzione interna di batterie, per essere competitiva a livello mondiale, per realizzare i suoi obiettivi politici e per evitare di sviluppare una nuova dipendenza dai combustibili fossili.

Si prospetta che la **produzione di batterie nell'UE** raggiunga quota 458 GWh entro il 2025 e 1 083 GWh entro il 2030¹³⁸, **il che significherebbe che è sulla buona strada per soddisfare la domanda interna prevista**^{139,140}. L'Alleanza europea delle batterie sta svolgendo un ruolo fondamentale in tale contesto e nel 2022 la rete industriale europea delle batterie nell'ambito dell'Alleanza è cresciuta, passando da 750 a 800 membri operanti in tutti i segmenti della catena del valore. L'ecosistema delle batterie in Europa ha attratto finora circa 180 miliardi di EUR di impegni di investimento, per lo più privati¹⁴¹.

Nonostante il calo complessivo del mercato automobilistico dell'UE nel 2022, le vendite di veicoli elettrici completamente a batteria dell'UE sono aumentate del 28 % rispetto al 2021,

¹³⁴ Tapoglou, E., Tattini, J., Schmitz, A., Georgakaki, A., Długosz, M., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Ince, E., Shtjefni, D., Joanny Ordonez, G., Eulaerts, O. and Grabowska, M., *Clean Energy Technology Observatory: Ocean Energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/82978 (online), JRC135021.

¹³⁵ Ibid.

¹³⁶ Ibid.

¹³⁷ Approvazione finale da parte degli Stati membri, il 28 marzo 2023, del regolamento che vieta la vendita dopo il 2035 di automobili e furgoni che rilasciano CO₂.

¹³⁸ Alleanza europea delle batterie (giugno 2023); ma, ad esempio, i dati dell'istituto Fraunhofer indicano un intervallo ampio di capacità di produzione di batterie CE al 2030, da un minimo di 677 GWh a una media di 1 770 GWh fino a un massimo di 2 050 GWh.

¹³⁹ Corte dei conti europea, relazione speciale [La politica industriale dell'UE in materia di batterie](#), 2023. Intervallo: da 700 GWh a 1 200 GWh/a.

¹⁴⁰ Per ulteriori informazioni: [Transport & Environment](#), 6 marzo 2023. Intervallo: fino a 50 gigafactory con 1 800 GWh.

¹⁴¹ Per ulteriori informazioni: [Alleanza europea delle batterie](#) (Europa.eu).

rappresentando il 12,1 %¹⁴² (1,12 milioni) dei 9,1 milioni di veicoli venduti sui mercati dell'UE. Complessivamente i veicoli elettrici a batteria, plug-in e ibridi hanno rappresentato il 44,1 % delle vendite di automobili nell'UE nel 2022¹⁴³. La tendenza all'aumento continua e nell'ottobre 2023 nell'UE-27 sono stati venduti 819 000 veicoli esclusivamente a batteria o 1,288 milioni in totale di veicoli elettrici plug-in¹⁴⁴. A livello mondiale la tendenza indica che saranno venduti 14 milioni di unità entro la fine del 2023 (+35 % rispetto al 2022), arrivando a rappresentare una possibile quota del 18 % sulle vendite totali di autovetture nel 2023¹⁴⁵.

Sebbene la maggior parte delle batterie sia destinata al settore automobilistico, anche lo stoccaggio stazionario sta aumentando in modo esponenziale. Si prevede che entro la fine del 2023 saranno installati a livello mondiale sistemi di stoccaggio dell'energia a batteria per 154 GWh, il 102 % in più rispetto al 2022¹⁴⁶, di cui circa il 10 % nell'UE¹⁴⁷.

Nonostante la produzione mondiale sia aumentata del 180 % rispetto al 2017, nel 2022 la domanda mondiale di litio, ancora una volta molto alta, ha superato l'offerta. Nel 2022 circa il 60 % della domanda di litio, il 30 % di quella di cobalto e il 10 % di quella di nichel erano in relazione alle batterie per veicoli elettrici (il 15 %, il 10 % e il 2 % rispettivamente nel 2017)¹⁴⁸. Dopo un decennio in cui i prezzi sono perlopiù diminuiti e nonostante l'aumento delle quote di sostanze chimiche a basso costo come il litio-ferro-fosfato^{149,150}, i prezzi medi dei pacchi di batterie agli ioni di litio hanno raggiunto 136 EUR/kWh¹⁵¹ nel 2022, con un aumento del 7 % rispetto al 2021. In Europa, a causa dei costi di produzione più elevati, i prezzi medi nel 2022 erano di 152 EUR/kWh, ossia del 24 % più elevati rispetto agli Stati Uniti e del 33 % rispetto alla Cina¹⁵². La legge statunitense sulla riduzione dell'inflazione si impegna a stanziare 134 miliardi di USD¹⁵³ (113 miliardi di EUR¹⁵⁴) a sostegno dell'industria delle batterie statunitense. Secondo BloombergNEF¹⁵⁵ la quota europea negli annunci di investimenti globali nella capacità di produzione di batterie agli ioni di litio è scesa dal 41 % nel 2021 al 2 % nel 2022. È opportuno tenere presente che tali annunci di grandi investimenti sono tipicamente "discontinui" e non seguono un andamento lineare. Secondo le previsioni a metà del 2023 gli Stati Uniti avranno superato la riserva di capacità di batterie dell'UE per il 2031. Mentre gli Stati Uniti hanno aggiunto 436 GWh (aumento del 57,9 %) alla loro riserva di progetti dall'adozione della legge sulla riduzione dell'inflazione, l'UE ne ha aggiunti

¹⁴² Rispetto al 9,1 % del 2021 e all'esiguo 1,9 % del 2019.

¹⁴³ Associazione europea dei costruttori di automobili (ACEA), comunicato stampa: [Fuel types of new cars: battery electric 12.1%, hybrid 22.6% and petrol 36.4% market share full-year 2022](#), 1° febbraio 2023.

¹⁴⁴ Si veda: [European Alternative Fuels Observatory](#) (europa.eu).

¹⁴⁵ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), [Global EV Outlook 2023 Executive Summary](#), 2023.

¹⁴⁶ Per ulteriori informazioni: [Alleanza europea delle batterie - EBA250](#)

¹⁴⁷ EMMES 7.0, LCP-Delta, 2023 status quo primo trimestre: 11GW / 14,7 GWh; le estrapolazioni di Fraunhofer arrivano addirittura a 20 GWh.

Dati di settore. EMMES 7.0 - Marzo 2023; EASE, [Why Energy Storage?](#); EASE (ease-storage.eu).

¹⁴⁸ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), [Global EV Outlook 2023](#), 2023.

¹⁴⁹ BloombergNEF, comunicato stampa: [Lithium-ion Battery Pack Prices Rise for First Time to an Average of \\$151/kWh](#), 6 dicembre 2022.

¹⁵⁰ Nel 2022 il loro costo era più basso del 20 % rispetto a quello delle celle all'ossido di litio cobalto nichel manganese.

¹⁵¹ Il tasso di cambio usato in questo documento per la conversione della valuta nel caso in cui le fonti abbiano fornito valori in dollari è 0,9 € = 1 \$.

¹⁵² InsideEVs, comunicato stampa: [Europe: Plug-In Car Sales Accelerated In March 2023](#), 10 maggio 2023.

¹⁵³ The White House, [Investing in America](#), 2023.

¹⁵⁴ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2021, pari a 0,8455 EUR per 1 USD. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

¹⁵⁵ Bloomberg NEF, 2023 Q1 - [Energy Transition Investment Trends report](#).

solo 25 GWh (3 %) ¹⁵⁶. Se si tiene conto del sostegno di questa legge e dei prezzi più bassi dell'energia negli Stati Uniti, il prezzo effettivo delle batterie dell'UE sarebbe superiore del 40 % rispetto a quello degli USA, arrivando a un costo della batteria fino a 4 000 EUR superiore per un veicolo elettrico a batteria europeo ¹⁵⁷, un divario di prezzo che rischia di avere un impatto negativo sullo sviluppo della capacità di produzione nell'UE ¹⁵⁸.

Anche il mercato delle batterie stazionarie dell'UE è in costante crescita. Nel primo trimestre del 2023 nell'UE la base installata per accumulare energia nella rete (pompaggi idraulici esclusi) era costituita da strutture di stoccaggio per circa 11 GW/14,7 GWh, di cui circa 5,3 GW/5,6 GWh in installazioni davanti al contatore. Sono attualmente in fase di sviluppo almeno 19 GW/ 42,3 GWh davanti al contatore ¹⁵⁹. È in rapida crescita anche lo stoccaggio in batterie domestiche dietro al contatore; in Germania, per esempio, da 2 GW a metà 2022 è aumentato a 4,1 GW (+105%) a metà 2023 ¹⁶⁰. Per raggiungere gli obiettivi del programma "Pronti per il 55 %" e di REPowerEU è però necessario accelerare in fretta lo stoccaggio di energia in batterie stazionarie per coprire la domanda di 200 GW prevista entro il 2030 ¹⁶¹.

Si stima attualmente che la domanda di batterie al litio nell'UE sarà di circa 1 TWh entro il 2030 ¹⁶². Sebbene la Cina soddisfi ancora la maggior parte della domanda in eccesso dell'UE, gli investimenti privati dell'UE nella produzione locale di batterie incoraggeranno le imprese a costruire impianti vicino alle linee di produzione dei veicoli elettrici per ridurre i costi di trasporto. Nonostante gli effetti potenzialmente negativi sull'espansione delle catene di valore delle batterie nell'UE della legge statunitense sulla riduzione dell'inflazione, **le fabbriche di batterie sono realizzate sempre più rapidamente in tutta Europa e si prevede che entro il 2030 soddisferanno la maggior parte della domanda dell'UE**. Ad esempio Stellantis ¹⁶³ nel 2023 ha inaugurato in Francia, come previsto, la prima (capacità finale 40 GWh/a) delle tre grandi gigafactory di batterie di ACC (Automotive Cells Co) ¹⁶⁴ con sede nell'UE. Complessivamente si prevede che le tre fabbriche soddisferanno il 25 % della domanda totale prevista per il 2030 nell'UE ¹⁶⁵, per un totale di 250 GWh di capacità entro il 2030.

L'aumento relativo maggiore necessario per conseguire gli obiettivi del 2030 riguarda il riciclaggio ¹⁶⁶. Nel 2023 in Europa sono stati riciclati solo circa 50 chilotoni di rifiuti, a fronte di una domanda prevista di 200-800 entro il 2030 ¹⁶⁷. **Un forte incremento del riciclaggio consentirebbe all'UE di aumentare la propria presenza nelle prime fasi della catena del valore e quindi la sicurezza dell'approvvigionamento**. Il partenariato sulle batterie di Orizzonte Europa, con un bilancio di quasi 1 miliardo di EUR, sostiene la ricerca e l'innovazione in questo settore. Le sovvenzioni dovrebbero essere assegnate in modo avveduto,

¹⁵⁶ BenchmarkSource, articolo: [IRA supercharges USA's gigafactory capacity pipeline as it overtakes Europe for first time](#), 2 giugno 2023.

¹⁵⁷ EBA, [Discussion Paper for the 7th High-Level Meeting of the European Battery Alliance](#)

¹⁵⁸ Transport & Environment, [Report: How not to lose it all](#), marzo 2023.

¹⁵⁹ Dati di settore. EMMES 7.0 - Marzo 2023; EASE, [Why Energy Storage?](#); EASE (ease-storage.eu) 2023 status quo primo trimestre: 11GW / 14,7 GWh; le stime estrapolate dall'istituto Fraunhofer arrivano addirittura a 20 GWh.

¹⁶⁰ RWTH Aachen University, [Battery Charts](#), 2023.

¹⁶¹ Energy Storage Coalition, comunicato stampa: [Energy Storage Coalition calls for more targeted support for energy storage in key EU legislation](#), marzo 2023.

¹⁶² McKinsey & Company, articolo: [Battery 2030: Resilient, sustainable and circular](#), 16 gennaio 2023.

¹⁶³ Stellantis è un gruppo di 14 marchi automobilistici.

¹⁶⁴ Gigafactory di batterie di Automotive Cells Company (ACC) a Billy-Berclau, Douvrin, in Francia.

¹⁶⁵ Green Car Congress, comunicato stampa: [First ACC gigafactory inaugurated in France; initial 13 GWh capacity](#), 31 maggio 2023.

¹⁶⁶ Per ulteriori informazioni: Alleanza europea delle batterie, [Short brief European Battery production](#), giugno 2023.

¹⁶⁷ Sulla base dei [calcoli](#) di Fraunhofer ISI.

per evitare di distorcere il mercato unico; tale aspetto è fondamentale sia per la competitività che per l'innovazione.

3.6 Pompe di calore

Nella revisione della direttiva Rinnovabili¹⁶⁸ sono previsti nuovi obiettivi per le energie rinnovabili nel settore del riscaldamento e del raffrescamento, nell'industria e negli edifici e si invita a migliorare l'integrazione del riscaldamento nella rete elettrica. Un ulteriore sostegno alla sostituzione delle caldaie a combustibile fossile è fornito dalla legislazione in materia di progettazione ecocompatibile¹⁶⁹ ed etichettatura energetica¹⁷⁰. La Commissione sta inoltre elaborando un piano d'azione dell'UE per accelerare la diffusione delle pompe di calore¹⁷¹.

Alla fine del 2022 nei 18 Stati membri dell'UE appartenenti all'Associazione europea delle pompe di calore (*European Heat Pump Association*, EHPA) erano in funzione 17,4 milioni di pompe di calore individuali destinate principalmente al riscaldamento. Nel 2022 le vendite sono cresciute del 41 %, raggiungendo i 2,75 milioni di unità¹⁷². Nella prima metà del 2023 le vendite di pompe di calore hanno continuato ad aumentare nell'UE, mentre in alcuni paesi, come l'Italia, sono diminuite rispetto alla prima metà del 2022, a causa della modifica dei regimi di sostegno nazionali e del rapporto sfavorevole tra i prezzi dell'energia elettrica e quelli del gas¹⁷³. **Gli scenari di decarbonizzazione basati su modelli hanno individuato un elevato potenziale di crescita.** Ad esempio, secondo il modello POTENCIA del JRC, il numero di pompe di calore individuali utilizzate prevalentemente per il riscaldamento nell'UE (13 milioni nel 2020) dovrebbe crescere di 2,5 volte entro il 2030 e di quasi 10 volte entro il 2050. Si prevede che la capacità unitaria si ridurrà della metà entro il 2050 grazie a un migliore isolamento degli edifici; questo andamento è coerente con il piano REPowerEU che si prefigge di installare almeno 30 milioni di pompe di calore entro il 2030.

Il teleriscaldamento può essere l'opzione prescelta nelle zone urbane densamente popolate, dove le grandi pompe di calore possono raccogliere l'energia solare, geotermica o il calore in eccesso dei processi industriali o urbani. Nel progetto Heat Roadmap Europe¹⁷⁴ si stima una quota di mercato potenziale del 50 % per il teleriscaldamento entro il 2050 in Europa, con circa il 25-30 % della capacità basata su grandi pompe di calore elettriche. Ciò potrebbe soddisfare fino al 38 % di tutta la produzione di teleriscaldamento¹⁷⁵.

Il potenziale tecnico delle pompe di calore industriali¹⁷⁶ varia da un settore all'altro: si va dal 65 % del calore di processo nell'industria della carta al 40 % nell'industria alimentare al 25 % nell'industria chimica. Nella sola Europa potrebbero essere usate pompe di calore con capacità combinata di 15 GW in 3 000 installazioni¹⁷⁷.

¹⁶⁸ GU L 328 del 21.12.2018.

¹⁶⁹ GU L 239 del 6.9.2013.

¹⁷⁰ GU L 198 del 28.7.2017.

¹⁷¹ Per ulteriori informazioni: [Pompe di calore - piano d'azione per accelerarne la diffusione nell'UE](https://europa.eu) (europa.eu)

¹⁷² European Heat Pump Association (EHPA), *Market Report 2023*; si limita ai dati di AT, BE, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, HU, IE, IT, LT, NL, PL, PT, SE, SK, 29 giugno 2023. Comprende principalmente pompe di calore per il riscaldamento degli ambienti e per l'acqua calda per usi igienici.

¹⁷³ Lyons, L., *Clean Energy Technology Observatory: Heat pumps in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC134991.

¹⁷⁴ Per ulteriori informazioni: progetto *Heat Roadmap Europe*, <https://heatroadmap.eu/>.

¹⁷⁵ Euroheat & Power, *Large heat pumps in district heating & cooling systems*, 2022.

¹⁷⁶ Le pompe di calore industriali sono generalmente usate in processi sotto i 100° C, ma esistono prodotti commerciali fino a 160 °C non ancora dimostrati in altri settori industriali. Sviluppi in corso per temperature fino a 280 °C.

¹⁷⁷ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Future of heat pumps*, 2023.

Si stima che la capacità di produzione dell'UE abbia soddisfatto il 75 % della domanda di pompe di calore idroniche individuali nel 2021¹⁷⁸. Tuttavia i **produttori dell'UE dipendono dalle importazioni di componenti** (come le valvole di espansione e le valvole a quattro vie, provenienti principalmente dalla Cina) e di **compressori, inverter e refrigeranti sintetici**, importati in gran parte dalla Cina, dai paesi del Sud-Est asiatico¹⁷⁹ e dagli Stati Uniti. La loro produzione non richiede materie prime critiche, tuttavia risente degli attuali tempi lunghi di realizzazione dei chip, degli scambiatori di calore, delle pompe, dei cavi e dei serbatoi¹⁸⁰.

Per quanto riguarda le pompe di calore individuali, la crescita del mercato interno è stata parzialmente intercettata dalle importazioni. Il deficit della bilancia commerciale è più che raddoppiato rispetto al 2021, raggiungendo 856 milioni di EUR nel 2022, a fronte di un'eccedenza pari a 186 milioni di EUR registrata cinque anni prima. Le importazioni dalla Cina sono raddoppiate nel 2021 e hanno raggiunto un valore pari a 533 milioni di EUR, per poi quasi raddoppiare nuovamente nel 2022 e attestarsi a 898 milioni di EUR¹⁸¹.

La base manifatturiera in Europa è relativamente frammentata, con 175 impianti di produzione, che includono multinazionali e PMI¹⁸². Per contro le grandi imprese asiatiche e statunitensi possono beneficiare di economie di scala. I fabbricanti di pompe di calore idroniche stanno investendo a una scala e a una velocità senza precedenti nella capacità di produzione in Europa, con investimenti che sfioreranno i 5 miliardi di EUR¹⁸³ nel periodo 2023-2026 e una nuova piattaforma di accelerazione per le pompe di calore creata per velocizzare la diffusione di questi prodotti. Per le pompe di calore di grandi dimensioni destinate ad applicazioni commerciali e di rete, l'industria europea detiene una posizione di mercato dominante. Anche per le pompe di calore industriali sono presenti 17 produttori nell'UE, 8 in Norvegia e solo 3 non appartenenti all'Unione (tutti con sede in Giappone). I loro componenti principali (ad esempio i compressori) sono prodotti localmente¹⁸⁴.

La R&I nelle pompe di calore individuali darebbe un ulteriore impulso alla competitività dell'UE grazie alla progettazione di prodotti più efficienti, compatti, silenziosi e con migliori caratteristiche estetiche, oltre che più digitalizzati e flessibili in modo da ridurre al minimo le necessità di potenziamento della rete elettrica. La competitività delle pompe di calore che utilizzano refrigeranti naturali trarrà vantaggio dall'inclusione di norme internazionali pertinenti¹⁸⁵ nei sistemi di certificazione degli installatori, per garantire l'uso sicuro dei refrigeranti infiammabili all'interno degli edifici. Sono necessari strumenti per valutare la possibilità di impiego della pompa di calore in edifici singoli o plurifamiliari e proporre soluzioni. **Insieme alla R&I volta a migliorare l'automazione nella fabbricazione, la modularizzazione e la razionalizzazione dell'installazione delle pompe di calore, il consolidamento della base manifatturiera nell'UE contribuirebbe a ridurre i costi iniziali delle pompe di calore e ad aumentare la competitività mondiale dell'UE**¹⁸⁶.

¹⁷⁸ Eunomia, *EU Hydronic Heat Pump Manufacturing Market Assessment*, 2023.

¹⁷⁹ Giappone, Thailandia.

¹⁸⁰ Eunomia, 2023, *ibid.*

¹⁸¹ COMEXT, Goods Trade EU, 841861.

¹⁸² Eunomia, *EU Hydronic Heat Pump Manufacturing Market Assessment*, 2023.

¹⁸³ European Heat Pump Association (EHPA), comunicato stampa: [Manufacturer investments](#), giugno 2023.

¹⁸⁴ International Energy Agency (IEA) Technology Collaboration Programme, *Heat Pumping Technologies, Annex 58 Final report*, agosto 2023.

¹⁸⁵ Per ulteriori informazioni: IEC 60335-2-40:2022: [Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-40:Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers](#), 2022.

¹⁸⁶ Eunomia, *EU Hydronic Heat Pump Manufacturing Market Assessment*, 2023.

Per quanto riguarda le pompe di calore industriali, **la cooperazione tra i settori degli utenti finali e il settore delle pompe di calore per ottimizzare e standardizzare i prodotti ridurrebbe anche i costi e i rischi legati alla loro diffusione.** Le società di servizi energetici possono ridurre il rischio per gli utenti finali proponendo un modello di leasing.

3.7 Energia geotermica

Nella revisione della direttiva Rinnovabili si stabiliscono obiettivi vincolanti per il riscaldamento e il raffrescamento da rinnovabili e si promuove la diffusione dell'uso diretto del calore geotermico. Si prevede che la normativa sulle materie prime critiche aumenti le possibilità di sfruttamento delle risorse geotermiche necessarie per coprodurre queste materie, in particolare il litio.

L'energia geotermica profonda ha il fattore massimo di capacità tra tutte le fonti rinnovabili (che può superare l'80 %¹⁸⁷), costi operativi bassi e un'ampia base manifatturiera. Nel 2022 la capacità di energia geotermica profonda ha raggiunto 16,1 GWe a livello mondiale¹⁸⁸, con 877 MWe nell'UE¹⁸⁹. Nel 2022 in Europa non sono stati messi in funzione nuovi impianti e l'aumento mondiale di 286,4 MWe, principalmente in Kenya, Indonesia e Stati Uniti, è stato inferiore alla tendenza annua del 3 % anteriore alla pandemia¹⁹⁰. Ancor più promettente è la tendenza dell'uso diretto del calore geotermico, che dal 2010 registra un tasso di crescita costante del 9 % nell'UE¹⁹¹, soprattutto per il teleriscaldamento e il teleraffrescamento. Attualmente sono 261 gli impianti che utilizzano il calore diretto geotermico, di cui 12 nuovi impianti aggiunti nel 2022 (cinque solo in Francia).

L'UE detiene una posizione di forza per quanto riguarda investimenti in R&I, brevetti e pubblicazioni scientifiche. I finanziamenti per la R&I della Commissione europea e degli Stati membri collocano l'Unione al primo posto a livello mondiale per il sostegno pubblico al settore tra il 2010 e il 2020, seguita dagli Stati Uniti. Nello stesso periodo l'UE è stata alla testa anche per numero di nuovi brevetti di alto valore, prima di essere superata dalla Cina nel 2019¹⁹².

Sebbene la tecnologia dei sistemi geotermici avanzati (*Enhanced Geothermal Systems*, EGS) non abbia ancora raggiunto la maturità, la R&I ha introdotto nuovi sviluppi nello stoccaggio del calore e del freddo nel sottosuolo, nella valutazione e nell'esplorazione delle risorse, nei sistemi geotermici a ciclo chiuso e nell'uso della CO₂ stoccata per la produzione di energia.

Le turbine per la produzione di energia geotermica sono prodotte principalmente da alcune grandi società industriali, come Toshiba (JP), Fuji Electric (JP), Mitsubishi Heavy Industries (JP), Ormat Technologies (US/IL) e Ansaldo Energia (IT), per lo più non appartenenti all'Unione, con alcune eccezioni di rilievo in Italia. Il mercato della costruzione di impianti

¹⁸⁷ Agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA) e International Geothermal Association (IGA), *Global geothermal market and technology assessment*, 2023.

¹⁸⁸ European Geothermal Energy Council (EGEC), [Report: Geothermal Market Report 2022 – Key Findings](#), luglio 2023.

¹⁸⁹ Taylor, N., Ince, E., Mountraki, A., Georgakaki, A., Shtjefni, D., Tattini, J. and Diaz Rincon, A., *Clean Energy Technology Observatory: Deep Geothermal Energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135206.

¹⁹⁰ European Geothermal Energy Council (EGEC), [Report: Geothermal Market Report 2022 – Key Findings](#), luglio 2023.

¹⁹¹ Taylor, N., Ince, E., Mountraki, A., Georgakaki, A., Shtjefni, D., Tattini, J. and Diaz Rincon, A., *Clean Energy Technology Observatory: Deep Geothermal Energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135206.

¹⁹² Taylor, N., Ince, E., Mountraki, A., Georgakaki, A., Shtjefni, D., Tattini, J. and Diaz Rincon, A., *Clean Energy Technology Observatory: Deep Geothermal Energy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135206.

geotermici è ripartito tra diverse imprese del settore pubblico e privato¹⁹³. Nell'ambito del teleriscaldamento i fornitori di apparecchiature geotermiche per la parte sotterranea degli impianti sono per lo più attivi nell'industria petrolifera e del gas. Le pompe, le valvole e i sistemi di controllo sono solitamente importati dagli Stati Uniti e dal Canada. Le operazioni di esplorazione e perforazione, che rappresentano i costi principali dei progetti di geotermia profonda, sono dominate da poche società specializzate non europee¹⁹⁴.

Nel 2022 il settore ha dovuto far fronte alla carenza della forza lavoro, delle apparecchiature e dei materiali, ad esempio per quanto riguarda gli impianti di trivellazione o l'acciaio per i rivestimenti. L'energia geotermica fa un uso molto limitato di materie prime critiche, tuttavia l'estrazione del litio da salamoie geotermiche ricche di tale sostanza, come nel caso dell'attuale sviluppo commerciale nella Germania meridionale¹⁹⁵, può contribuire a ridurre la dipendenza dell'UE dalle importazioni.

Il settore ha bisogno di una maggiore disponibilità di dati riguardanti il sottosuolo, in modo da ridurre i rischi associati allo sviluppo delle risorse, nonché di tecniche di esplorazione più economiche e affidabili e di processi di produzione innovativi, come i sistemi geotermici avanzati (EGS) o i sistemi geotermici a ciclo chiuso, per aumentare la gamma di contesti geologici sfruttabili. **Anche la semplificazione del processo di rilascio delle licenze, gli strumenti di riduzione dei rischi, la sensibilizzazione del pubblico e lo sviluppo delle competenze della forza lavoro sarebbero vantaggiosi per il settore.**

3.8 Elettrolisi dell'acqua per la produzione di idrogeno rinnovabile

L'elettrolisi dell'acqua è attualmente l'unica tecnologia fondamentale in grado di produrre idrogeno rinnovabile su vasta scala. Essa può contribuire alla decarbonizzazione di settori che hanno difficoltà ad abbattere le emissioni nell'industria, nei trasporti pesanti, marittimi e aerei o ad altri usi come lo stoccaggio di energia (soprattutto stagionale).

Nell'UE nell'ambito della revisione della direttiva Rinnovabili sono fissati dei sotto-obiettivi specifici per l'uso dei combustibili rinnovabili di origine non biologica per l'idrogeno rinnovabile nell'industria (42 %) e nei trasporti (1 % di combustibili rinnovabili di origine non biologica e 5,5 % combinati con biocarburanti avanzati) entro il 2030. Il nuovo regolamento delegato relativo alla definizione dei combustibili rinnovabili di origine non biologica¹⁹⁶ stabilisce le prescrizioni per la produzione di questi combustibili, compreso l'idrogeno rinnovabile, quali la correlazione temporale e geografica e il principio di addizionalità. La Banca europea dell'idrogeno¹⁹⁷ dovrebbe indire la sua asta pilota nel novembre 2023, con l'obiettivo di garantire accordi di compravendita a lungo termine tra produttori e acquirenti; l'amministrazione aggiudicatrice assegnerà fino a 800 milioni di EUR.

La capacità installata di elettrolizzatori a livello mondiale dovrebbe raggiungere circa 2 GW entro la fine del 2023¹⁹⁸, rispetto ai 600-700 MW della fine del 2022¹⁹⁹ e ai 500 MW della fine del 2021²⁰⁰. La maggior parte di questa capacità, stimata tra il 50 % e il 75 %, è di tipo

¹⁹³ Ibid.

¹⁹⁴ Ibid.

¹⁹⁵ Ibid.

¹⁹⁶ GU L 157 del 20.6.2023.

¹⁹⁷ COM(2023) 156 final.

¹⁹⁸ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Global Hydrogen Review*, 2023, di cui è previsto un aggiornamento in ottobre 2023.

¹⁹⁹ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Global Hydrogen Review*, 2022.

²⁰⁰ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), 2022, *ibid.*

alcalino²⁰¹, mentre il resto è costituito quasi completamente da elettrolizzatori con membrana a scambio protonico (PEM)²⁰². In termini di capacità installata la Cina è al primo posto, con la previsione di raggiungere circa 1 GW di capacità entro la fine del 2023, realizzando il più grande progetto al mondo di 260 MW (reso operativo nel 2023), e registrando un aumento rispetto ai 204 MW già installati nel 2022. Segue l'Europa (UE-27, EFTA, Regno Unito) con una capacità prevista di 500 MW entro la fine del 2023 (un quarto di quella mondiale) rispetto ai 162 MW in funzione (agosto 2022²⁰³). Per gli Stati Uniti non vi sono dati sufficientemente dettagliati e la capacità installata nel 2022 è stata stimata a 19 MW. Tale crescita è in gran parte guidata dai regimi di sostegno. Tuttavia sulla base degli studi di mercato si prevede che i regimi di sostegno degli Stati Uniti promuoveranno una rapida diffusione sul mercato. La diffusione è in crescita a livello mondiale e si prevede che raggiungerà l'ordine dei gigawatt entro la fine del 2023 in parte grazie a tali regimi.

Alla fine del 2022 la capacità di produzione mondiale di elettrolizzatori era stimata a circa 13-14 GW/anno, di cui circa 3,3 GW/anno in Europa²⁰⁴.

Iniziative promosse dall'industria, come l'Alleanza europea dell'idrogeno pulito²⁰⁵, sotto l'egida della Commissione europea, volta a promuovere la leadership industriale nel campo dell'idrogeno rinnovabile e a basse emissioni di carbonio, e il partenariato per gli elettrolizzatori²⁰⁶, si propongono di raggiungere 25 GW di capacità di produzione annuale di elettrolizzatori entro il 2025. La Cina dispone della capacità di produzione più elevata, che soddisfa almeno la metà dei volumi mondiali e si concentra quasi esclusivamente sull'elettrolisi alcalina. La capacità di produzione dell'America del Nord è simile a quella europea, ma attualmente si concentra maggiormente sull'elettrolisi basata su membrane polimeriche elettrolitiche. In termini di competitività dei costi il prezzo dell'energia elettrica è uno dei principali fattori che contribuisce al costo finale dell'idrogeno prodotto tramite elettrolisi dell'acqua e il suo peso cresce insieme alle ore a pieno regime dell'elettrolizzatore. Secondo fonti statunitensi, un prezzo dell'energia elettrica di circa 30 USD/MWh (28,4 EUR/MWh) determinerebbe un prezzo dell'idrogeno nell'ordine di 2 USD/kgH₂ o di circa 1,9 EUR/kgH₂²⁰⁷.

In Europa, l'impresa comune "Idrogeno pulito" investe 2,4 miliardi di EUR nell'intera catena del valore dell'idrogeno²⁰⁸. Gli investimenti promossi da importanti progetti di comune interesse europeo nel settore dell'idrogeno hanno dato la possibilità a diversi produttori di costruire nuove fabbriche di elettrolizzatori in Europa, aumentando l'autonomia tecnologica dell'UE, il know-how industriale e la creazione di posti di lavoro²⁰⁹. Ne sono un esempio le fabbriche di Accelera-Cummins (BE, ES), Topsoe (DK), John Cockerill (BE, FR), Hydrogen Pro (DE) e gli annunci di joint venture tra Siemens e AirLiquide, nonché di Enapter (IT), per produrre per la prima volta un elettrolizzatore a scambio anionico da un megawatt.

²⁰¹ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Global Hydrogen Review*, 2023; l'intervallo ampio si deve al tipo "sconosciuto" comunicato dall'AIE.

²⁰² Bloomberg NEF, *IH 2023 Hydrogen Market Outlook*, marzo 2022.

²⁰³ Hydrogen Europe, *Clean Hydrogen Monitor*, 2022.

²⁰⁴ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *The State of Clean Technologies*, maggio 2023 e *Clean Hydrogen Monitor*, 2022.

²⁰⁵ Per ulteriori informazioni: [Alleanza europea dell'idrogeno pulito](https://www.europa.eu) (europa.eu).

²⁰⁶ Hydrogen Europe, comunicato stampa: [New Electrolyser Partnership](#), 16 giugno 2022.

²⁰⁷ Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti, [The U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap](#), giugno 2023. Le stime si basano sui dati disponibili.

²⁰⁸ I finanziamenti sono attinti dal bilancio dell'UE per un importo di 1,2 miliardi di EUR (compresi gli stanziamenti aggiuntivi di 200 milioni di EUR di REPower EU) e un importo equivalente proviene dai portatori di interessi privati nel periodo 2021-2027.

²⁰⁹ Alleanza europea dell'idrogeno, [2nd European Electrolyser Summit State of play on the Joint Declaration](#), 22 giugno 2023.

La produzione di idrogeno rinnovabile è confrontata con alcune sfide. Vi è la questione della perdita di efficienza energetica, da cui deriva che la produzione deve essere accompagnata da una significativa produzione di energia elettrica rinnovabile. Inoltre l'accesso alle risorse di acqua dolce, che potrebbe esacerbare lo stress idrico locale nell'UE e nei paesi terzi, dovrebbe essere preso in considerazione quando si avviano nuovi progetti di elettrolisi dell'acqua, per evitare la penuria di un altro elemento fondamentale per la vita umana.

L'idrogeno rinnovabile e i suoi derivati non sono ancora commercializzati a livello mondiale, nonostante l'aumento del numero di progetti che mirano a trasportare l'idrogeno in tutto il mondo, da regioni ricche di fonti rinnovabili ma con una domanda relativamente bassa a regioni con una domanda elevata, quali l'Europa e il Giappone. Non è ancora disponibile un codice commerciale specifico per l'idrogeno rinnovabile. Alcuni sistemi di certificazione volontaria sono stati notificati alla Commissione.

L'elaborazione di norme di sicurezza anche per la manipolazione dei derivati dell'idrogeno, alcuni dei quali sono tossici, è un altro aspetto importante. La produzione di sistemi di elettrolizzatori completi dovrebbe per quanto possibile avvenire in prossimità del sito di installazione a causa delle difficoltà di spedizione di sistemi di tali dimensioni. Tuttavia le materie prime, i materiali lavorati e i componenti possono essere scambiati a livello mondiale²¹⁰.

I progetti di diffusione stanno subendo ritardi a causa della natura del mercato, ancora agli albori, dei volumi di elettrolizzatori senza precedenti e della complessità economica e tecnica dei progetti, oltre al fatto che i principali acquirenti industriali ritardano gli investimenti a causa dell'attuale situazione economica. **La diffusione di progetti su larga scala che beneficiano del sostegno dell'UE o degli aiuti di Stato a causa dei rischi elevati che comportano dovrebbe essere monitorata attentamente dalle parti incaricate dell'attuazione per identificare le strozzature e affrontarle rispondendo con politiche proporzionate.** Tali progetti dovrebbero beneficiare di maggiori sforzi di diffusione, che garantiranno anche una condivisione efficiente delle preziose conoscenze e delle migliori prassi industriali, portando a curve di apprendimento più ripide in questo settore ancora emergente. In detto contesto si prevede l'avvio a breve del forum IPCEI.

Lo sviluppo di capacità di produzione a livello europeo deve essere accompagnato da adeguate infrastrutture di riciclaggio. Occorreranno ulteriori ricerche e investimenti nel riciclaggio, anche delle materie prime critiche necessarie per la produzione degli elettrolizzatori. **Una nuova sfida sarà rappresentata dallo sviluppo di materiali sostitutivi per le membrane** che abbiano livelli di durata e prestazioni paragonabili all'attuale stato dell'arte, solitamente a base di sostanze perfluoroalchiliche e polifluoroalchiliche. Al fine di trovare soluzioni sostitutive soddisfacenti è necessario portare avanti la ricerca.

3.9 Tecnologie del biogas e del biometano sostenibile

Il biogas e il biometano sostenibili rappresentano un importante contributo per l'UE al raggiungimento dell'autonomia energetica e della neutralità climatica in modo rapido ed economicamente efficiente. La Commissione ha proposto un piano d'azione per il

²¹⁰ Carrara, S. et al., *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, doi:10.2760/386650, JRC132889, documento del Centro comune di ricerca, 132889.

biometano²¹¹ nell'ambito di REPowerEU sostenuto dal partenariato industriale per il biometano, con l'obiettivo di sostituire circa il 10 % all'anno di gas naturale con la produzione sostenibile di biometano entro il 2030. Il regolamento dell'UE sui mercati del gas rinnovabile e del gas naturale e dell'idrogeno²¹² agevolerà le iniziative volte a integrare il biometano nella rete del gas dell'UE.

La tecnologia commerciale per produrre biogas o biometano è la digestione anaerobica, la cui efficienza per quanto riguarda il biometano è però bassa. Le tecnologie innovative per produrre biometano, come la gassificazione dei residui e dei rifiuti della biomassa e la metanazione biologica del biogas, stanno per raggiungere la maturità commerciale. Attualmente sono in fase di sviluppo anche nuovi metodi basati su processi sia termochimici che biologici. L'attuale tendenza ad aumentare la produzione di biometano si concretizza nella realizzazione di nuovi impianti e nella conversione degli impianti di cogenerazione a biogas esistenti in impianti di produzione di biometano.

Con finanziamenti pubblici a favore delle tecnologie di produzione di biometano che nel periodo 2014-2021 sono ammontati a 77 milioni di EUR²¹³, l'UE era al **primo posto nel mondo per le invenzioni di alto valore**. Per le pubblicazioni scientifiche nel periodo 2010-2022 l'UE era di gran lunga in testa; la Cina occupava il terzo posto nel 2022.

Nel 2022 l'UE era il **maggior produttore di biogas**²¹⁴ e deteneva oltre il 67 % della produzione mondiale. Di questa quota, il 53 % proveniva dalla Germania, seguita dall'America del Nord con circa il 15 %, mentre la Cina sta fornendo incentivi per aumentare la sua produzione²¹⁵. Molte imprese europee sono tra i principali operatori del mercato nella produzione di attrezzature per impianti di biogas e nella progettazione e costruzione di impianti in generale. Nel 2021 il fatturato del settore del biogas nell'UE è stato di 5 530 milioni di EUR, di cui il 60 % in Germania e il 12 % in Italia, con 47 100 posti di lavoro diretti e indiretti²¹⁶.

Le materie prime per il biogas sono varie e di provenienza europea, senza rischio di dipendenza dalle importazioni²¹⁷. Le recenti politiche hanno modificato l'approvvigionamento di materie prime spostandolo da un sistema di monocoltura non sostenibile (ad esempio il mais) a un sistema basato su rifiuti organici e fonti di biomassa sostenibili. Ad esempio entro il 2024 i rifiuti solidi urbani organici dovranno essere raccolti separatamente²¹⁸ e ciò libererà un enorme potenziale. **L'UE è all'avanguardia nello sviluppo tecnologico del settore, tuttavia dovrà affrontare sfide all'espansione a causa degli elevati costi di capitale e operativi, della competitività in termini di costi con il gas naturale e**

²¹¹ SWD(2022) 230 final.

²¹² COM(2021) 804 final.

²¹³ Sulla base dei dati di CORDIS della Commissione europea relativi alla sfida sociale "Energia" di Orizzonte 2020 e al polo tematico 5 "Energia" di Orizzonte Europa, <https://cordis.europa.eu/projects/it>(europa.eu).

²¹⁴ European Biogas Association, *Statistical Report*, 2022.

²¹⁵ Motola, V., Scarlat, N., Hurtig, O., Buffi, M., Georgakaki, A., Letout, S., Mountraki, A., Salvucci, R. and Schmitz, A., *Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135079.

²¹⁶ Sulla base di EurObserv-ER, [Employment & Turnover](#), aprile 2023.

²¹⁷ In base ai dati di Eurostat. Bioenergy Europe, *Bioenergy Landscape - Statistical report 2022*. Solo il 4% della biomassa solida è importato nell'UE per produrre bioenergia.

²¹⁸ GU L 150 del 14.6.2018.

dell'accesso alla rete del gas. Oggi i costi di produzione del biometano²¹⁹ sono di 40-120 EUR per MWh; tuttavia l'innovazione tecnologica, la replicabilità di tecnologie di produzione del biometano innovative e uniche nel loro genere e gli incentivi di mercato con il sostegno dell'UE attraverso un quadro regolamentare e di investimenti stabile potrebbero contribuire a ridurre i costi di produzione del 25-50 %. Ciò potrebbe aumentare la competitività dell'UE nel settore. Il passaggio a materie prime residue e di scarto limita la disponibilità ma riduce anche i costi dei fattori di produzione. Gli impianti attuali sono di dimensioni medio-piccole in base alla disponibilità di materie prime, alla logistica e ai costi. Trasformare gli impianti di biogas esistenti per produrre biometano richiede un costo di investimento elevato, pari a 1-2 milioni di EUR²²⁰ per i piccoli operatori (agricoltori o PMI), perciò sono necessari incentivi commerciali. L'immissione in rete non è sempre possibile, dal momento che gli impianti sono costruiti nel luogo in cui è disponibile la materia prima e la rete del gas non è ben sviluppata in tutte le regioni dell'UE, rendendo necessario un sostegno per accedere alla rete del gas. Oggi circa la metà di tutti gli impianti di biometano sono collegati alla rete del gas naturale²²¹.

Nel 2021 il volume della produzione combinata di biogas e biometano da digestione anaerobica nell'UE rappresentava il 4,4 % del gas naturale consumato, ossia 18,4 miliardi di metri cubi (bcm)²²². Di tale volume, 3,5 miliardi di biometano sono stati prodotti in 1 067 impianti industriali di upgrading del biogas e 14,9 miliardi di biogas sono stati prodotti in 18 843 impianti industriali di digestione anaerobica²²³. L'UE è il maggior produttore mondiale di biometano. Alla fine del 2020 nel mondo erano in funzione 1 161 impianti di upgrading del biogas, con una capacità di produzione di 6,7 miliardi di metri cubi all'anno²²⁴. Al fine di raggiungere l'obiettivo di REPowerEU di 35 miliardi di metri cubi entro il 2030, sarebbe necessario sia realizzare nuovi impianti sia effettuare l'upgrading degli impianti di produzione di energia elettrica da biogas a biometano oppure realizzare circa 5 000 piccoli impianti di biometano aggiuntivi²²⁵. La produzione potenziale entro il 2050 potrebbe raggiungere i 165 miliardi di metri cubi²²⁶. La produzione di biometano liquefatto per il trasporto sta crescendo rapidamente nell'UE, con 15 impianti nel 2021 e una capacità di 1,24 TWh/anno (0,12 bcm/anno). La capacità potenziale al 2025 potrebbe raggiungere i 12,4 TWh/anno in 104 impianti²²⁷.

²¹⁹ Commissione europea, direzione generale della Mobilità e dei trasporti, Maniatis, K., Landälv, I., Heuvel, E. et al., *Building up the future, cost of biofuel*, 2018, <https://data.europa.eu/doi/10.2832/163774>

²²⁰ Sulla base dei dati dell'Agenzia internazionale per l'energia (AIE). European Energy Innovation, *A new policy context for assessing biogas and biomethane (europeanenergyinnovation.eu)*, autunno 2022.

²²¹ European Biogas Association, *Biomethane Map 2021*.

²²² Motola, V., Scarlat, N., Hurtig, O., Buffi, M., Georgakaki, A., Letout, S., Mountraki, A., Salvucci, R. and Schmitz, A., *Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135079.

²²³ European Biogas Association, *Statistical Report, 2022*.

²²⁴ Motola, V., Scarlat, N., Hurtig, O., Buffi, M., Georgakaki, A., Letout, S., Mountraki, A., Salvucci, R. and Schmitz, A., *Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC135079.

²²⁵ European Biogas Association, *Breaking Free of the Energy Dependency Trap—Delivering 35 bcm of biomethane by 2030*, 2022.

²²⁶ European Biogas Association, *Statistical Report, 2022*.

²²⁷ European Biogas Association, *Statistical Report, 2022*.

L'innovazione nella produzione sostenibile di biometano e nelle tecnologie e componenti per l'upgrading del biogas può aumentare la capacità di produzione, la competitività in termini di costi e l'accesso alla rete del gas. L'assemblaggio di catene del valore del biometano resilienti implica l'adattamento di una strategia dell'UE che prevede la diffusione della produzione centralizzata e decentralizzata alle condizioni locali relative alla disponibilità delle materie prime, alle risorse, alla tecnologia, ai costi e all'accettazione sociale. **La pianificazione strategica, l'adozione delle misure previste dalle politiche dell'UE (come le infrastrutture per la raccolta differenziata e la gestione dei rifiuti organici) e i segnali di prezzo derivanti da potenziali obiettivi vincolanti di produzione di biometano possono agevolarne la diffusione.** Il sostegno continuo alla ricerca e all'innovazione sarà importante anche per garantire l'approvvigionamento e aumentare la produzione interna nel lungo periodo.

3.10 Cattura e stoccaggio del carbonio (CCS)

Gli scenari della Commissione che delineano il percorso verso la neutralità climatica entro il 2050 indicano che l'UE dovrà catturare fino a 477 milioni di tonnellate di CO₂²²⁸. La capacità massima di cattura di CO₂ sarà offerta dalla produzione di cemento, dalla biomassa solida e dagli impianti di incenerimento dei rifiuti.

La Commissione sostiene e disciplina già la diffusione della CCS attraverso un quadro legislativo abilitante che comprende la direttiva CCS²²⁹ e la direttiva EU ETS²³⁰. La Commissione fornisce anche finanziamenti diretti ai progetti, principalmente attraverso il Fondo per l'innovazione e il meccanismo per collegare l'Europa. La proposta della Commissione di normativa sull'industria a zero emissioni nette prevede un obiettivo dell'UE di almeno 50 milioni di tonnellate di capacità di iniezione di CO₂ all'anno entro il 2030 e imporrebbe ai produttori di petrolio e gas dell'UE l'obbligo di contribuire al raggiungimento di tale obiettivo. Al fine di sostenere la catena di valore emergente della CO₂ con un quadro politico generale a lungo termine, la Commissione ha pubblicato nel 2021 la comunicazione "Cicli sostenibili del carbonio"²³¹ e nel 2022 la proposta di regolamento che istituisce un quadro di certificazione dell'Unione per gli assorbimenti di carbonio²³². La Commissione pubblicherà inoltre nel primo trimestre del 2024 una comunicazione sulla strategia di gestione industriale del carbonio, che riguarderà la CCS, la cattura e l'utilizzo del carbonio (CCU), e gli assorbimenti industriali del carbonio.

Le relazioni sull'attuazione della direttiva CCS²³³ presentate nel 2023 mettono in luce un interesse crescente per questa tecnologia da parte degli operatori del mercato dell'UE. Tuttavia al momento non esiste un'applicazione omogenea della direttiva in tutti gli Stati membri dell'UE, né norme armonizzate per le infrastrutture di trasporto e stoccaggio della CO₂. Uno degli obiettivi della strategia di gestione industriale del carbonio è quello di affrontare tale

²²⁸ Itul, A., Diaz Rincon, A., Eulaerts, O.D., Georgakaki, A., Grabowska, M., Kapetaki, Z., Ince, E., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Shtjefni, D. and Jaxa-Rozen, M., *Clean Energy Technology Observatory: Carbon capture storage and utilisation in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC134999.

²²⁹ GU L 140 del 5.6.2009.

²³⁰ GU L 275 del 25.10.2003.

²³¹ COM(2021) 800 final.

²³² COM(2022) 672.

²³³ Ogni quattro anni gli Stati membri riferiscono alla Commissione in merito all'attuazione della direttiva 2009/31/CE (direttiva CCS). Finora la Commissione ha pubblicato tre relazioni, e la pubblicazione della quarta è prevista per la fine del 2023.

problema. L'UE è relativamente ben posizionata per quanto riguarda le tecnologie di cattura della CO₂ e vi sono diverse imprese che forniscono tecnologie di cattura differenti (precombustione e postcombustione e ossicombustione) a condizioni commerciali. Tuttavia al momento non esiste una diffusione su vasta scala. Il costo della CCS varia in modo significativo a seconda dei fattori specifici del sito, degli sviluppi tecnologici, dell'accesso ai finanziamenti, delle economie di scala attraverso infrastrutture condivise, nonché a seconda del settore e della tecnologia. Nel complesso i **costi della tecnologia sono ancora considerevoli**. I costi unitari indicativi in EUR/tonnellata di CO₂ variano tra 28-55 per la cattura, 4-11 per il trasporto e 8-30 per lo stoccaggio²³⁴.

Dal punto di vista della ricerca, l'UE è ben posizionata sul mercato mondiale. Nel 2021 gli investimenti pubblici in R&I nel settore della CCS e della CCU hanno raggiunto circa 170 milioni di EUR, ancora una volta in aumento rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle catene del valore complete della gestione industriale del carbonio, l'UE è in ritardo rispetto ad altre economie quali gli Stati Uniti e il Canada²³⁵. Secondo il Global CCS Institute, a settembre 2022 erano in cantiere 196 impianti CCS in tutto il mondo, di cui 73 in Europa²³⁶. A fine luglio 2023 non erano ancora stati elaborati progetti operativi di stoccaggio di CO₂ nell'UE e i modelli commerciali erano ancora agli inizi. Vi sono diversi progetti che catturano la CO₂ e la utilizzano nell'industria e nell'agricoltura, tuttavia il volume di CO₂ è limitato.

La domanda e l'offerta dei materiali richiesti nelle catene del valore della CCS e della CCU è un ambito che necessita di ulteriori studi. Tuttavia nel complesso la CCS è meno esposta ai rischi delle materie prime critiche rispetto ad altre tecnologie. Nel 2022 il mercato mondiale delle tecnologie CCS aveva un valore di 6,4 miliardi di USD (6 miliardi di EUR²³⁷). Gli Stati Uniti hanno registrato i maggiori ricavi in questa catena del valore, raggiungendo 1 945 miliardi di EUR nel 2021, in gran parte grazie all'uso di iniezioni sotterranee di CO₂ per il recupero assistito degli idrocarburi. A confronto l'Europa ha realizzato un ricavo complessivo di 92 milioni di EUR²³⁸.

²³⁴ EnTEC (Trinomics, TNO e Fraunhofer Institute ISI), Bolscher, H. et al., *EU regulation for the development of the market for CO₂ transport and storage*, Unione europea, 2023, https://energy.ec.europa.eu/publications/eu-regulation-development-market-co2-transport-and-storage_it

²³⁵ Itul, A., Diaz Rincon, A., Eulaerts, O.D., Georgakaki, A., Grabowska, M., Kapetaki, Z., Ince, E., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Shtjefni, D. and Jaxa-Rozen, M., *Clean Energy Technology Observatory: Carbon capture storage and utilisation in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC134999.

²³⁶ Global CCS Institute, *Global Status of CCS 2022*, 2022.

²³⁷ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2022, pari a 0,9497 EUR per 1 USD. Si veda:

https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

²³⁸ Itul, A., Diaz Rincon, A., Eulaerts, O.D., Georgakaki, A., Grabowska, M., Kapetaki, Z., Ince, E., Letout, S., Kuokkanen, A., Mountraki, A., Shtjefni, D. and Jaxa-Rozen, M., *Clean Energy Technology Observatory: Carbon capture storage and utilisation in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023, JRC134999.

La ricerca di mercato ha individuato 186 imprese chiave in tutto il mondo con attività CCS²³⁹. Di queste, il 24 % degli operatori principali è europeo o è attivo in questo settore attraverso filiali europee. **Nell'UE sono presenti diversi operatori del settore del petrolio e del gas con una lunga esperienza nella costruzione di gasdotti e oleodotti, nella perforazione di pozzi e con una significativa competenza geologica; tali fattori saranno utili nello sviluppo dei progetti infrastrutturali per la CCS.** Le informazioni raccolte dalle relazioni sull'attuazione della direttiva CCS mettono in luce un crescente interesse da parte dei potenziali fornitori di infrastrutture, soprattutto per lo stoccaggio: in totale sono state rilasciate sette autorizzazioni di esplorazione e due autorizzazioni di stoccaggio, e oltre 10 domande di autorizzazione allo stoccaggio sono state annunciate entro il 2028. Oltre alle compagnie petrolifere e del gas, stanno emergendo nuovi attori, specializzati in diverse parti della catena del valore della CCS. Ad esempio le compagnie di navigazione si stanno espandendo nel settore del trasporto di CO₂ e i fornitori di ingegneria stanno sviluppando soluzioni di cattura per gli emettitori terzi.

Le tecnologie CCS sono una serie di tecnologie mature, collaudate e prontamente disponibili. Tuttavia si tratta di tecnologie ancora molto costose e le incertezze al riguardo sono ancora numerose. Al fine di contribuire a raggiungere la neutralità climatica entro il 2050, la CCS deve essere diffusa su vasta scala. Si rende necessario portare avanti la ricerca e l'innovazione per migliorare le tecnologie disponibili o sviluppare nuove soluzioni innovative. **Le principali barriere che hanno ostacolato la diffusione della CCS sono rappresentate dagli investimenti iniziali e dai costi operativi elevati, dal quadro normativo frammentato, dalla complessità dei progetti infrastrutturali dell'intera catena, nonché dalla sensibilizzazione del pubblico.** Tramite il Fondo per l'innovazione la Commissione sostiene già la cattura annuale di oltre 10 milioni di tonnellate di CO₂ a partire dal 2026, con un sostegno finanziario a progetti selezionati per un totale di oltre 2,5 miliardi di EUR. Ciò dimostra che **saranno necessari finanziamenti pubblici sia a livello nazionale che dell'UE per attrarre capitali privati. Inoltre sarà fondamentale proporre modelli imprenditoriali per tale mercato emergente.**

3.11 Tecnologie di rete: l'esempio dei sistemi in corrente continua ad alta tensione

Lo sviluppo delle infrastrutture energetiche è fondamentale per integrare la produzione di energia elettrica rinnovabile nella rete elettrica, aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento attraverso le interconnessioni transfrontaliere, migliorare l'accesso all'energia a prezzi accessibili ed elettrificare l'industria e gli usi finali, come il riscaldamento e il raffrescamento, nonché la mobilità. La strategia dell'UE per le energie rinnovabili offshore e il regolamento RTE-E²⁴⁰ invitano ad agire per coordinare la pianificazione e lo sviluppo a lungo termine delle reti elettriche offshore e onshore in modo da soddisfare le prescrizioni complesse in materia di efficienza ingegneristica, redditività economica e sostenibilità ambientale.

²³⁹ I dati disponibili sul numero di imprese nella filiera della cattura, stoccaggio e utilizzo del carbonio (CCUS) in Europa sono limitati. Oltre al fatto che la maggior parte delle imprese non ha indicato il valore dei progetti a cui partecipa, le imprese sono presenti in più di una fase della catena del valore, ed è perciò difficile ricavare una quota di mercato. In funzione dei limiti stabiliti per la catena del valore, altre ricerche suggeriscono che sono circa 17 000 le imprese coinvolte in tutti gli aspetti della filiera della cattura, stoccaggio e utilizzo del carbonio, compresi fornitori di tecnologia, prestatori di servizi e giuristi. European Commission, Kapetaki, Z. et al, *Carbon Capture Utilisation and Storage in the European Union. 2022 Status Report on Technology Development Trends, Value Chains and Markets*, 2022, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC13066>

²⁴⁰ GU L 152 del 3.6.2022.

Una sfida specifica per lo sviluppo delle reti di trasmissione deriva dalla necessità di trasportare l'energia elettrica su lunghe distanze con perdite minime, ad esempio per collegare i centri di produzione di energia rinnovabile distanti (come i parchi eolici offshore) con i consumatori (ad esempio le città e le industrie), per sviluppare le interconnessioni tra paesi vicini o per entrambe le finalità (ad esempio tramite interconnessioni ibride). I sistemi in corrente continua ad alta tensione (HVDC) stanno diventando una tecnologia abilitante fondamentale per far fronte a tale sfida²⁴¹.

I sistemi HVDC (oggi composti principalmente da stazioni di conversione e cavi punto-punto) sono stati collaudati su scala industriale in ambienti operativi. Tuttavia è sempre più necessario abbandonare il concetto di progettazione e funzionamento della tecnologia specifica del fornitore per passare a una tecnologia multiterminale e multivendor con capacità di formazione di rete²⁴². Ciò dovrebbe consentire una migliore osservabilità e controllo della rete, l'accessibilità ai dati e nuovi servizi energetici. Al fine di raggiungere tale obiettivo sono necessari quadri di cooperazione multivendor, come il progetto InterOpera finanziato dall'UE, che mira a sviluppare un sistema di controllo e protezione HVDC modulare e interoperabile²⁴³. Anche la tecnologia dei cavi HVDC continua ad evolversi: sono ora disponibili livelli di tensione pari a 525 kV per applicazioni terrestri e offshore e in futuro dovrebbero essere disponibili livelli di tensione più elevati.

La capacità HVDC installata a livello mondiale è triplicata dal 2010, raggiungendo un totale di 100 000 km di lunghezza e 350 GW di capacità totale alla fine del 2021²⁴⁴. Al 2022 la capacità HVDC in Europa ammontava a circa 43 GW, a cui si aggiungono ulteriori 63 GW derivanti da 51 nuovi progetti (per lo più in fase di pianificazione e autorizzazione)²⁴⁵. Europacable stima che nei prossimi dieci anni saranno posati in Europa tra i 10 000 e i 14 000 km di nuovi cavi terrestri HVDC²⁴⁶, un numero significativamente superiore a quello dei nuovi impianti a corrente alternata. I nuovi impianti sottomarini HVDC potrebbero essere ancora più considerevoli (tra 39 000 e 58 000 km).

Si prevede che la transizione energetica in Europa e nel mondo continuerà a orientare la diffusione e i mercati dell'HVDC. Il valore del mercato mondiale dell'HVDC è stato stimato tra i 9 e i 17 miliardi di dollari nel 2021 (tra i 7,6 e i 14 miliardi di EUR²⁴⁷), con un tasso potenziale di crescita annuo composto tra il 7,1 % e il 10,6 % nei prossimi 10 anni²⁴⁸.

²⁴¹ Grazie alla maggiore capacità e alle minori perdite su lunghe distanze rispetto ai loro equivalenti a corrente alternata (CA), tali sistemi possono rafforzare efficacemente l'interconnettività del sistema energetico collegando reti di energia elettrica distanti con frequenze diverse o agevolando l'interconnessione di grandi impianti eolici offshore.

²⁴² WindEurope Intelligence Platform, *Workstream for the development of multi-vendor HVDC systems* (ENTSO-E, T&D Europe, WindEurope), 21 giugno 2021.

²⁴³ Il progetto "Enabling interoperability of multi-vendor HVDC grids" (InterOPERA) riunisce TSO, fabbricanti, associazioni di settore e università a livello europeo per definire norme di compatibilità e interoperabilità per l'HVDC. Per ulteriori informazioni: <https://interopera.eu>

²⁴⁴ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Energy Technology Perspectives*, 2023.

²⁴⁵ Power Technology Research (marzo 2023), *IoT innovation: Leading companies in HVDC transmission systems for the power industry*. Consultato in Power Technology: <https://www.power-technology.com/data-insights/innovators-hvdc-transmission-systems-power/>

²⁴⁶ Una stima prudente basata sull'analisi del piano decennale di sviluppo della rete di ENTSO-E del 2022 e dei piani di sviluppo nazionali degli Stati membri dell'UE (ma senza considerare gli ultimi impegni degli Stati membri per la generazione eolica offshore).

²⁴⁷ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2021, pari a 0,8455 EUR per 1 USD. Si veda: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html

²⁴⁸ Power Technology Research.

Il mercato mondiale delle stazioni di conversione HVDC è dominato da sei grandi fornitori: Hitachi Energy (ex ABB) in Svizzera/Svezia (leader di mercato), seguita da Siemens (Germania) e General Electric (Stati Uniti), Mitsubishi Electric (Giappone), NR Electric & C-EPRI Electric Power Engineering (Cina) e Bharat Heavy Electricals Limited (India). Ad eccezione di Hitachi Energy, la maggior parte dei produttori di stazioni di conversione si approvvigiona di semiconduttori ad alta potenza (un componente fondamentale delle valvole del convertitore) da fornitori esterni. Ciò rappresenta attualmente un fattore di rischio pertinente, dal momento che la produzione è concentrata nella Taiwan Semiconductor Manufacturing (TSMC)²⁴⁹. Per quanto riguarda la produzione di cavi HVDC, l'UE è sede di alcuni dei principali produttori di cavi al mondo, tra cui NKT in Danimarca, Nexans in Francia, Südkabel in Germania, Prysmian Group in Italia, Hellenic Cables in Grecia, Tele-Fonika/JDR in Polonia e nel Regno Unito. Tra i principali concorrenti internazionali figurano Sumitomo in Giappone, NBO e ZTT in Cina e LS Cable nella Corea del Sud.

Secondo l'AIE²⁵⁰ i tempi di approvvigionamento per le stazioni di conversione sono in genere di circa due o tre anni. Tuttavia la realizzazione completa dei progetti di trasmissione HVDC (che comprende la pianificazione, il rilascio delle autorizzazioni, l'approvvigionamento e il trasporto, l'installazione, la messa in servizio definitiva e l'energizzazione) richiede molto più tempo e può durare fino a dieci anni²⁵¹. La forte crescita della domanda mondiale può allungare ulteriormente tali tempistiche, dal momento che gli sviluppatori di tutto il mondo competono per assicurarsi l'approvvigionamento da un numero limitato di fornitori. Le dimensioni del progetto e la facilità di rilascio delle autorizzazioni sono fattori importanti quando si tratta di concludere accordi (che possono diventare una sfida difficile da superare per i TSO europei relativamente piccoli).

Il potenziamento della rete elettrica è uno dei principali fattori abilitanti per la transizione verso l'energia pulita. L'Europa è un mercato interessante per gli sviluppatori dei progetti HVDC e per i fornitori di tecnologie, soprattutto grazie alla sua posizione di primo entrante nella diffusione dell'eolico offshore e nell'integrazione della produzione di energia da fonti rinnovabili. Tuttavia la crescente domanda mondiale di convertitori e cavi HVDC **aumenta il rischio che il mercato europeo presenti un approvvigionamento insufficiente**, con conseguenti ritardi nella tempistica della decarbonizzazione. La **frammentazione del mercato dell'UE** (con diverse norme nazionali e numerosi operatori di sistema subnazionali) **potrebbe rendere difficile per la domanda europea imporsi nell'ambito della concorrenza internazionale per i contratti**. Alcuni TSO europei affermano già di avere difficoltà ad aggiudicarsi contratti che prevedono condizioni e tempi favorevoli. Per contro i produttori di tecnologie e apparecchiature possono esitare ad aumentare la capacità in assenza di chiari segnali della domanda (aggregata) a lungo termine a causa dei notevoli investimenti necessari. **È necessaria una più stretta collaborazione a tutti i livelli dell'UE tra i responsabili delle politiche, i pianificatori di rete e gli operatori di sistema, nonché l'industria, per costruire catene di approvvigionamento solide in grado di soddisfare le esigenze di sviluppo della rete.** A tal fine è importante sostenere e accelerare l'armonizzazione e la standardizzazione dei componenti HVDC per incoraggiare i fornitori dell'UE a investire nella capacità di produzione.

²⁴⁹ Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti, *Semiconductors - Supply Chain Deep Dive Assessment*, 2022.

²⁵⁰ Agenzia internazionale per l'energia (AIE), *Energy Technology Perspectives*, 2023.

²⁵¹ Europacable, *Electricity transmission of tomorrow*, 2021. Secondo le stime un progetto di trasmissione medio richiede 15 anni per passare dalla pianificazione alla messa in concorrenza.

L'introduzione di procedure di appalto semplificate e dell'aggregazione della domanda per gli acquirenti dell'UE potrebbe contribuire a risolvere i principali problemi legati alla catena di approvvigionamento e agevolare l'acquisizione di slot di produzione dei produttori. Infine, **per mantenere ed estendere la leadership tecnologica dell'UE in questo settore, è importante investire nell'innovazione** (ad esempio nelle capacità di formazione di reti HVDC), gestire "spazi di sperimentazione normativa" e agevolare l'accesso ai finanziamenti dell'UE per i dimostratori e i progetti innovativi.

4. CONCLUSIONE

In risposta alle perturbazioni del sistema energetico mondiale, causate in primo luogo dalla pandemia di COVID-19 e aggravate dall'aggressione militare non provocata e ingiustificata della Russia nei confronti dell'Ucraina, l'UE **ha accelerato la transizione verso l'energia pulita** e ha presentato rapidamente un pacchetto di misure volto a proteggere i cittadini e le imprese secondo tre filoni prioritari di intervento: aumentare l'uso delle energie rinnovabili, ridurre il consumo di energia e diversificare le catene di approvvigionamento energetico.

Di conseguenza, visti i prezzi record dell'energia, **le tecnologie a zero emissioni nette non sono mai state così competitive rispetto ai combustibili fossili e hanno conquistato una grossa quota di mercato**. Nel 2022 la nuova capacità di energia eolica e solare installata nell'UE è aumentata notevolmente rispetto al 2021. Si prevede che questa tendenza continui, dal momento che gli Stati membri hanno rafforzato i loro obiettivi di energia rinnovabile e di efficienza energetica per il 2030 grazie al sostegno del pacchetto "Pronti per il 55 %". Altre grandi economie stanno seguendo l'esempio. Secondo le stime dell'AIE il mercato mondiale delle principali tecnologie a zero emissioni nette prodotte in serie è destinato a triplicare entro il 2030 e i posti di lavoro nell'industria manifatturiera che vi è associata dovrebbero raddoppiare nello stesso periodo.

Nella corsa mondiale all'azzeramento delle emissioni nette **i fabbricanti dell'Unione stanno rimanendo indietro e questa situazione potrebbe compromettere la nostra sicurezza economica**. I prezzi dell'energia ai massimi storici, i tassi di interesse elevati, la carenza di competenze, le interruzioni della catena di approvvigionamento e la forte concorrenza di altre regioni mettono a dura prova l'industria dell'UE come mai prima d'ora, anche in settori in cui deteneva una posizione di forza. La quota di mercato del **settore eolico** dell'UE è scesa dal 58 % nel 2017 al 30 % nel 2022, in particolare a causa della rapida diffusione di questa tecnologia in Cina. Il deficit della bilancia commerciale dell'UE per le **pompe di calore** individuali è più che raddoppiato tra il 2021 e il 2022. Inoltre i prezzi del **solare fotovoltaico** hanno raggiunto il minimo storico nel settembre 2023 a causa dell'intensa concorrenza e dell'eccesso di offerta di componenti nella catena del valore, rendendo più difficile per i fabbricanti dell'UE produrre in modo redditizio. Mentre la quota europea degli investimenti mondiali nella capacità di **produzione di batterie al litio** è scesa dal 41 % del 2021 al 2 % nel 2022, in Europa si assiste alla rapida costruzione di fabbriche di batterie, che dovrebbero soddisfare la maggior parte della domanda dell'UE entro il 2030.

Pertanto, **pur mantenendo gli sforzi per ridurre i prezzi dell'energia, l'UE deve anche semplificare il proprio quadro normativo** in modo da facilitare e accelerare l'espansione della base manifatturiera delle tecnologie a zero emissioni nette e attrarre maggiori investimenti.

Parallelamente **dovrebbe continuare ad agire per ridurre la sua dipendenza dalle importazioni e diversificare efficacemente l'approvvigionamento di componenti e materie prime**. Per la maggior parte delle tecnologie a zero emissioni nette, l'UE dipende dalla Cina in almeno una fase delle catene del valore.

L'UE deve anche accrescere le competenze della sua forza lavoro. Nonostante l'andamento positivo del tasso di occupazione nel settore dell'energia pulita dell'UE, le carenze di competenze e di forza lavoro riscontrate dal 2021 stanno frenando la crescita del settore

dell'energia pulita e potrebbero protrarsi ulteriormente a causa delle tendenze demografiche. Il bilancio dell'UE, così come le iniziative politiche intersettoriali e le diverse misure specifiche proposte dall'UE, sono determinanti per accelerare lo sviluppo delle competenze nella transizione verde e in particolare nel settore dell'energia pulita.

In termini di investimenti in R&I, Orizzonte 2020 e Orizzonte Europa hanno dato un impulso fondamentale agli investimenti del settore pubblico nazionale dal 2020. Mentre l'UE mantiene la sua posizione di forza nei brevetti protetti a livello internazionale, maggiori sforzi nell'uso coordinato dei programmi nazionali e dell'UE e una chiara definizione degli obiettivi nazionali di R&I sia per il 2023 che per il 2050 sono fondamentali per tracciare un percorso di R&I efficace.

Garantire l'accesso ai finanziamenti per sviluppare la capacità di produzione interna di tecnologie per l'energia pulita è essenziale per sviluppare le catene del valore nell'UE. Ciò include finanziamenti per trasformare l'innovazione in produzione industriale. In particolare l'UE deve garantire che continuino ad affluire capitali alle start-up innovative dell'UE. Tale punto richiede ulteriori sforzi per potenziare i mercati dei capitali dell'Unione.

L'UE deve inoltre promuovere la cooperazione in materia di tecnologie per l'energia pulita con i suoi partner all'estero in modo aperto ma assertivo. L'apertura commerciale e i partenariati internazionali non solo contribuiranno a rafforzare la competitività dell'UE garantendo catene di approvvigionamento più diversificate per la transizione verde, ma apriranno anche nuove opportunità di mercato e aiuteranno tutte le economie a conseguire gli obiettivi dell'accordo di Parigi.

Inoltre l'UE deve continuare a promuovere la domanda di tecnologie a zero emissioni nette, insieme sostenibili e resilienti, al fine di raggiungere l'obiettivo della decarbonizzazione e allo stesso tempo rafforzare la competitività e la sicurezza dell'approvvigionamento energetico.

Infine è necessaria **l'adozione di misure volte ad affrontare i problemi specifici di alcuni settori,** come l'industria eolica. Guardando all'economia in generale, **l'UE deve mantenere il sostegno all'industria durante la transizione verso l'energia pulita.** Ciò richiede anche un approccio mirato per ciascun ecosistema industriale. A tal fine, nel suo discorso sullo Stato dell'Unione del 13 settembre 2023, la presidente della Commissione europea ha annunciato una serie di dialoghi con l'industria sulla transizione pulita. La competitività dell'UE è essenziale per la sua autonomia strategica ed è fondamentale valutare come mantenere la competitività e, al contempo, portare avanti la transizione pulita. Per questo motivo la presidente della Commissione europea ha chiesto a Mario Draghi di preparare una relazione sul futuro della competitività europea.

Il futuro dell'industria delle tecnologie pulite dell'Unione deve essere costruito in Europa. Pertanto **la Commissione invita il Consiglio e il Parlamento europeo a prendere atto di questa relazione sui progressi riguardo alla competitività e ad accelerare l'adozione dei fascicoli legislativi che sosterranno l'industria a zero emissioni nette,** in particolare la normativa sull'industria a zero emissioni nette e la normativa sulle materie prime critiche.