



Consiglio
dell'Unione europea

Bruxelles, 17 novembre 2022
(OR. en)

14916/22

ENER 605
CLIMA 610
RECH 604
COMPET 915
IND 483
TRANS 719
EMPL 435

NOTA DI TRASMISSIONE

Origine:	Segretaria generale della Commissione europea, firmato da Martine DEPREZ, direttrice
Data:	15 novembre 2022
Destinatario:	Thérèse BLANCHET, segretaria generale del Consiglio dell'Unione europea
n. doc. Comm.:	COM(2022) 643 final
Oggetto:	RELAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO E AL CONSIGLIO Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita

Si trasmette in allegato, per le delegazioni, il documento COM(2022) 643 final.

All.: COM(2022) 643 final



Bruxelles, 15.11.2022
COM(2022) 643 final

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

Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita

Indice

1.	Introduzione	1
2.	Competitività generale del settore dell'energia pulita dell'UE.....	3
	2.1 Contesto: sviluppi recenti	3
	2.1.1 <i>Prezzi e costi dell'energia: tendenze recenti</i>	3
	2.1.1 <i>Catene di approvvigionamento mondiali di risorse e materiali: vulnerabilità e interruzioni</i>	5
	2.1.2 <i>Impatto della COVID-19 e della ripresa</i>	7
	2.1.3 <i>Capitale umano e competenze</i>	9
	2.2 Tendenze nella ricerca e nell'innovazione	12
	2.3 Contesto concorrenziale dell'energia pulita nel mondo	16
	2.4 Contesto dei finanziamenti a favore dell'innovazione nell'UE	18
	2.5 Effetti dei cambiamenti sistemici	21
3.	Soluzioni e tecnologie chiave per l'energia pulita	23
	3.1. Energia solare fotovoltaica	23
	3.2. Energia eolica offshore e onshore	25
	3.3. Pompe di calore per applicazioni edili	27
	3.4. Batterie	29
	3.5. Produzione di idrogeno rinnovabile mediante elettrolisi dell'acqua	32
	3.6. Combustibili rinnovabili	34
	3.7. Tecnologie intelligenti per la gestione dell'energia	37
	3.8. Risultanze principali su altre tecnologie per l'energia pulita	40
4.	Conclusioni	44
	ALLEGATO I: Quadro metodologico per la valutazione della competitività dell'UE	47

1. INTRODUZIONE

L'aggressione militare non provocata e ingiustificata della Russia nei confronti dell'Ucraina ha causato gravi perturbazioni del sistema energetico mondiale, mettendo in evidenza l'iperdipendenza dell'UE dai combustibili fossili russi e la necessità di rafforzare la resilienza del sistema energetico dell'UE, già messo a dura prova dalla crisi COVID-19¹. I prezzi dell'energia ai massimi storici e il rischio di carenze di approvvigionamento in tutta l'UE hanno reso ancora più urgente accelerare la duplice transizione verde e digitale nell'ambito del Green Deal europeo² e garantire un sistema energetico più sicuro, accessibile, resiliente e indipendente.

Il 2022 è stato l'anno del piano REPowerEU³, un elemento fondamentale della risposta politica dell'UE a questa crisi senza precedenti. Il piano consiste in una tabella di marcia per affrancare l'UE, gradualmente ma il più presto possibile, dalla dipendenza dalle importazioni di energia russa adottando misure di risparmio energetico, diversificando l'approvvigionamento e accelerando la diffusione delle energie rinnovabili.

Con la comunicazione "Risparmiare gas per un inverno sicuro"⁴, la Commissione ha presentato anche un piano per ridurre il consumo di gas nell'UE del 15 % fino alla prossima primavera. Il Consiglio ha adottato due regolamenti relativi, rispettivamente, allo stoccaggio e a misure coordinate di riduzione della domanda di gas⁵. Nel settembre 2022 il Consiglio ha accolto la proposta della Commissione di regolamento relativo a un intervento di emergenza per far fronte al rincaro dei prezzi dell'energia⁶, che ha lo scopo di attenuare l'impatto dei prezzi dell'energia sui consumatori dell'UE e affrontando la volatilità e l'incertezza senza precedenti nei mercati dell'energia dell'UE e mondiali. Questo intervento prevede in particolare una riduzione del consumo di energia elettrica, un tetto sui ricavi ottenuti dalla produzione inframarginale di energia elettrica e un contributo di solidarietà obbligatorio a carico temporaneamente delle imprese di combustibili fossili.

Il conseguimento degli obiettivi del piano REPowerEU richiederà investimenti supplementari per un totale di 210 miliardi di EUR da qui al 2027, oltre agli investimenti già necessari per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050⁷. Questi investimenti sosterranno il potenziamento e l'accelerazione delle tecnologie per l'energia pulita (ad es. energia solare fotovoltaica, eolica, pompe di calore, tecnologie di risparmio energetico, biometano e idrogeno rinnovabile), che sono di fondamentale importanza per far fronte alla doppia urgenza energetica e climatica. Per superare le difficoltà di natura tecnologica e non, sarà necessario che il settore dell'energia pulita sia robusto e competitivo.

Nel piano REPowerEU è ribadito l'impegno di conseguire l'obiettivo a lungo termine del Green Deal europeo di rendere l'UE climaticamente neutra entro il 2050 e a dare piena

¹ COM(2021) 952 final e SWD(2021) 307 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

² COM(2019) 640 final, "Il Green Deal europeo".

³ COM(2022) 230 final, "Piano REPowerEU".

⁴ COM(2022) 360 final, "Risparmiare gas per un inverno sicuro".

⁵ Regolamento (UE) 2022/1032 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 giugno 2022, che modifica i regolamenti (UE) 2017/1938 e (CE) n. 715/2009 per quanto riguarda lo stoccaggio del gas (GU L 173 del 30.6.2022, pag. 17). Regolamento (UE) 2022/1369 del Consiglio del 5 agosto 2022 relativo a misure coordinate di riduzione della domanda di gas (GU L 206 dell'8.8.2022, pag. 1).

⁶ COM(2022) 473 final, proposta di regolamento del Consiglio relativa a un intervento di emergenza per far fronte al rincaro dei prezzi dell'energia.

⁷ COM(2021) 557 final, modifica della direttiva 2018/2001, del regolamento (UE) 2018/1999 e della direttiva 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili.

attuazione al pacchetto "Pronti per il 55 %" presentato nel luglio 2021⁸. Per realizzare gli obiettivi del Green Deal europeo sarà necessario che l'UE sviluppi soluzioni innovative di efficienza energetica e di energie rinnovabili, le attui e le espanda. Il 50 % della riduzione delle emissioni di gas a effetto serra prevista entro il 2050 richiederà tecnologie che non sono ancora pronte per il mercato⁹, pertanto le attività di ricerca e innovazione (R&I) sono una componente fondamentale per aumentare la sovranità tecnologica e la competitività dell'UE a livello mondiale.

In tale contesto, e in linea con le edizioni precedenti, la presente terza relazione annuale sui progressi riguardo alla competitività¹⁰ delinea la situazione attuale e avanza previsioni sulle diverse tecnologie e soluzioni per l'energia pulita e a basse emissioni di carbonio¹¹. Fa anche il punto della ricerca, dell'innovazione e della competitività del sistema energetico pulito nel suo complesso¹².

L'edizione 2021 è stata importante per valutare la ripresa economica a seguito della COVID-19, in quanto ha evidenziato come migliorando la competitività sia possibile attenuare l'impatto economico e sociale della pandemia a breve e medio termine.

La relazione di quest'anno deve tenere conto dell'invito dell'UE a dare impulso alle tecnologie per l'energia pulita e dell'impatto della crisi energetica sul settore. In tale contesto la relazione si basa sui dati disponibili per illustrare modi di rafforzare la competitività dell'UE nelle catene del valore strategiche nel settore dell'energia, aumentando nel contempo la penetrazione delle tecnologie dell'UE per l'energia pulita. A causa della rapidità degli sviluppi dal punto di vista geopolitico, energetico e climatico, i dati quantitativi più aggiornati non sempre sono in grado di rispecchiare adeguatamente una situazione che non ha precedenti. La presente relazione verte perciò sui progressi compiuti fino alla fine del 2021, sulla base dei dati consolidati disponibili fino ad allora. Si fa riferimento anche a dati più recenti, ove disponibili e affidabili, che però, essendo scarsi, non sono ancora in grado di rispecchiare appieno l'impatto della crisi energetica attuale sulla competitività delle tecnologie per l'energia pulita. Se possibile, e al fine di tenere conto delle sfide affrontate di recente dal settore dell'energia pulita e delle relative ripercussioni, l'analisi si basa sulle implicazioni già visibili e sulle valutazioni qualitative per il 2022; l'impatto completo potrà essere valutato soltanto nella relazione del prossimo anno.

La competitività è un concetto complesso e articolato che non può essere definito da un unico indicatore¹³. La presente relazione valuta pertanto la competitività del sistema energetico

⁸ COM(2021) 550 final, "Pronti per il 55 %: realizzare l'obiettivo climatico dell'UE per il 2030 lungo il cammino verso la neutralità climatica".

⁹ Commissione europea, direzione generale della Ricerca e dell'innovazione, *Ricerca e innovazione per dare nuova energia all'UE - Il piano REPowerEU*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/74947> (solo in EN).

¹⁰ Relazione della Commissione al Parlamento europeo e al Consiglio, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita" (prima edizione: COM(2020) 953 final; seconda edizione: COM(2021) 952 final).

¹¹ Tra queste figurano: energia fotovoltaica solare, energia eolica offshore e onshore, pompe di calore per applicazioni edili, batterie, produzione di idrogeno rinnovabile mediante elettrolisi dell'acqua, combustibili rinnovabili, tecnologie intelligenti per la gestione dell'energia, energia idraulica, energia marina, energia geotermica, cattura, utilizzo e stoccaggio del carbonio (CCUS), bioenergia, energia solare a concentrazione (CSP) ed energia termica solare a concentrazione, energia nucleare.

¹² Nella presente relazione il sistema energetico pulito riguarda tre segmenti di mercato:

- 1) le energie rinnovabili, comprese la fabbricazione, l'installazione e la generazione;
- 2) l'efficienza energetica e i sistemi di gestione dell'energia che includono tecnologie e attività quali i contatori intelligenti, le reti intelligenti, lo stoccaggio e la ristrutturazione di edifici; e
- 3) la mobilità elettrica che comprende componenti, come le batterie e le celle a combustibile, essenziali per i veicoli elettrici e le infrastrutture di ricarica.

¹³ Sulla base delle conclusioni del Consiglio "Competitività" del 28 luglio 2020.

pulita dell'UE nel suo complesso (sezione 2) e quella di determinate tecnologie e soluzioni per l'energia pulita (sezione 3) analizzando una serie definita di indicatori (allegato I). A partire da quest'anno l'analisi approfondita basata su dati concreti, che è alla base della presente relazione, sarà effettuata dall'Osservatorio della Commissione per le tecnologie dell'energia pulita (Clean Energy Technology Observatory, CETO)¹⁴.

La presente relazione è pubblicata conformemente all'articolo 35, paragrafo 1, lettera m), del regolamento sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima¹⁵ e accompagna la relazione sullo stato dell'Unione dell'energia¹⁶.

2. COMPETITIVITÀ GENERALE DEL SETTORE DELL'ENERGIA PULITA DELL'UE

2.1 Contesto: sviluppi recenti

2.1.1 Prezzi e costi dell'energia: tendenze recenti

Come indicato nelle relazioni precedenti sui progressi riguardo alla competitività, nell'ultimo decennio i prezzi dell'energia elettrica e del gas per uso industriale nell'UE sono stati più alti rispetto a quelli della maggior parte dei paesi del G20 non appartenenti all'UE. L'invasione ingiustificata e non provocata dell'Ucraina da parte della Russia ha fatto lievitare i prezzi, già ai massimi storici nel 2021 nell'UE e in molte altre regioni del mondo. Nel primo trimestre del 2022 i prezzi all'ingrosso del gas in Europa sono stati cinque volte più elevati rispetto a un anno prima e ad agosto 2022 hanno raggiunto un picco senza precedenti, per poi ridiscendere a livelli più bassi. Poiché il prezzo sui mercati europei è spesso determinato dalle centrali a gas, lo stesso andamento ha caratterizzato il prezzo all'ingrosso dell'energia¹⁷. Ne hanno risentito i costi di produzione in alcuni settori, in particolare nelle industrie ad alta intensità energetica, e si sono registrati aumenti di prezzo anche delle materie prime. La quinta relazione sui prezzi e sui costi dell'energia¹⁸, la cui adozione è prevista per la fine del 2022, fornirà analisi e dati quantitativi aggiornati.

Dal 2021 l'UE e gli Stati membri hanno già adottato svariate misure per attenuare l'impatto dei prezzi alti dell'energia¹⁹. La proposta di regolamento della Commissione relativa a un intervento di emergenza per far fronte al rincaro dei prezzi dell'energia, approvata dal Consiglio nel settembre 2022, comprende strumenti volti a ridurre di circa il 4 % l'uso del gas per la produzione di energia durante l'inverno, con conseguente riduzione della pressione sui prezzi, e propone di raccogliere oltre 140 miliardi di EUR per consentire agli Stati membri di attenuare l'impatto dei prezzi elevati dell'energia sui consumatori²⁰.

Anche se i suoi effetti sulla catena del valore delle tecnologie per l'energia pulita non sono omogenei, questa tendenza potrebbe indicare un miglioramento della competitività di tali

¹⁴ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en.

¹⁵ Regolamento (UE) 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima (GU L 328, del 21.12.2018).

¹⁶ COM(2022) 547 final, "Stato dell'Unione dell'energia 2022".

¹⁷ Commissione europea, direzione generale dell'Energia, osservatorio del mercato dell'energia, *Relazione trimestrale sui mercati europei del gas*, vol. 15 (solo in EN).

¹⁸ Edizione precedente 2020: COM(2020) 951 final, "Prezzi e costi dell'energia in Europa".

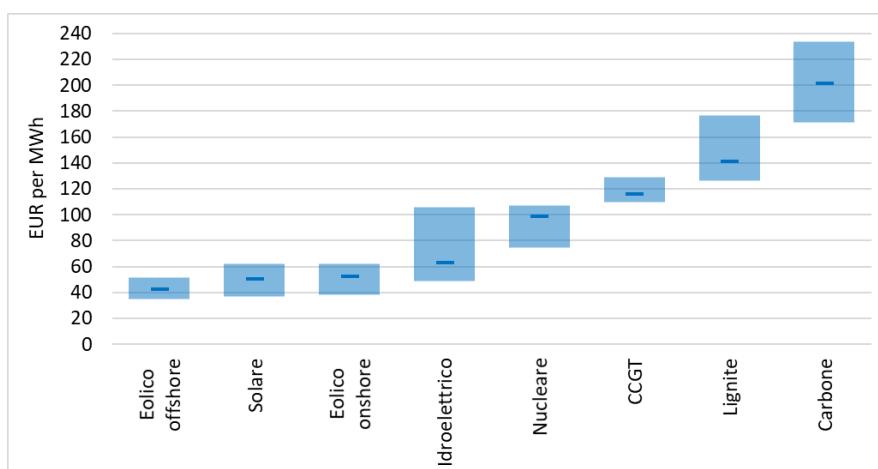
¹⁹ Tra le misure figurano la comunicazione della Commissione COM(2021) 660 final "Risposta all'aumento dei prezzi dell'energia: un pacchetto di misure d'intervento e di sostegno" e la comunicazione della Commissione COM(2022) 138 final "Sicurezza dell'approvvigionamento e prezzi dell'energia accessibili".

²⁰ COM(2022) 473 final, proposta di regolamento del Consiglio relativa a un intervento di emergenza per far fronte al rincaro dei prezzi dell'energia.

tecnologie, in particolare rispetto alle alternative non rinnovabili²¹: ad esempio in un numero crescente di paesi il solare fotovoltaico è già la fonte di energia elettrica più economica; per quanto riguarda la produzione di idrogeno rinnovabile mediante elettrolisi dell'acqua, invece, il costo dell'energia elettrica è uno dei fattori che più ostacolano la redditività economica degli elettrolizzatori.

La Figura 1 contiene ulteriori informazioni sui costi delle tecnologie per l'energia pulita, fornendo un'istantanea dei calcoli del costo livellato dell'energia elettrica (Levelised Cost of Electricity, LCOE) relativi al 2021 in tutta l'UE per una serie di condizioni rappresentative²². Dai risultati emerge che nel 2021 i parchi tecnologici caratterizzati da costi variabili bassi (compresi costi variabili di esercizio e combustibile) si sono dimostrati altamente competitivi. Questo dato è particolarmente netto nel caso della produzione di energia solare ed eolica, tecnologie per le quali l'LCOE è compreso tra 40 e 60 EUR/MWh. Nel 2021 anche il parco delle turbine a gas a ciclo combinato (Combined Cycle Gas Turbine, CCGT) è risultato in media più competitivo delle centrali elettriche a carbone. Nei primi tre trimestri del 2021 le CCGT hanno beneficiato del dispacciamento preferenziale, e il passaggio ad altri combustibili ha assunto dimensioni importanti soltanto nel quarto trimestre: è per questo che nel 2021 il fattore di capacità delle CCGT è aumentato notevolmente²³. Nel primo trimestre del 2022 l'aumento dei prezzi del gas ha continuato a favorire il passaggio dal gas al carbone, nonostante il prezzo più alto del carbonio. Tuttavia all'inizio del secondo trimestre del 2022 il divario ha cominciato a ridursi a causa dei prezzi elevati del carbone, di cui è atteso un ulteriore rialzo nei prossimi mesi dopo che alcuni Stati membri hanno annunciato che aumenteranno temporaneamente l'uso delle centrali a carbone.

Figura 1 - Panoramica dei costi livellati dell'energia elettrica (LCOE) specifici per parco tecnologico nel 2021. Le barre azzurre indicano l'intervallo riferito all'UE-27. Le linee spesse di colore blu indicano la mediana.



Fonte: simulazione in base al modello METIS del Centro comune di ricerca, 2022²⁴

²¹ Agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA), [World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway](#), Abu Dhabi.

²² Per filtrare i valori anomali, i punti di dati sono visualizzati dal primo al terzo intervallo interquartile.

²³ I fattori di capacità modellizzati potrebbero sovrastimare il passaggio effettivo ad altri combustibili e quindi le differenze nei fattori di capacità (cfr. sezione 2.1 in Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. e Koolen, D., [Simulazione dell'aumento del prezzo dell'elettricità nel 2021](#), JRC127862, EUR 30965 EN, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2022) (solo in EN).

²⁴ JRC127862 Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. and Koolen, D., [Simulazione dell'aumento del prezzo dell'elettricità nel 2021](#), EUR 30965 EN, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2022 (solo in EN).

I prezzi esorbitanti dell'energia hanno generato grandi vantaggi finanziari per i produttori di energia elettrica con costi marginali inferiori (ad esempio quelli che operano nei settori dell'energia eolica e solare). La Commissione ha pertanto proposto un regolamento su un intervento di emergenza per far fronte al rincaro dei prezzi dell'energia²⁵, approvato a livello politico nella riunione straordinaria del Consiglio "Energia" del 30 settembre. Il regolamento prevede, quale misura temporanea, di limitare con un massimale e redistribuire i ricavi delle tecnologie inframarginali al fine di attenuare le difficoltà dei consumatori di energia e della società in generale. Prevede inoltre un contributo di solidarietà obbligatorio da applicarsi temporaneamente agli utili delle imprese attive nei settori del petrolio greggio, del gas naturale, del carbone e della raffinazione, che hanno registrato una forte crescita rispetto agli anni precedenti. L'attuale crisi energetica/dei combustibili fossili è l'ennesimo segnale della necessità di un cambiamento di paradigma in nome di una stabilità futura.

Il piano REPowerEU chiede un'espansione e un'accelerazione massicce delle rinnovabili nella produzione di energia elettrica, nell'industria, nell'edilizia e nei trasporti, non soltanto per accelerare l'indipendenza energetica dell'UE e dare impulso alla transizione verde, ma anche per far scendere i prezzi dell'energia elettrica e ridurre, nel tempo, le importazioni di combustibili fossili²⁶. Tra le misure vi sarà il potenziamento della produzione di energia da fonti rinnovabili, per la quale sarà necessaria un'infrastruttura elettrica adatta. Per poter realizzare gli obiettivi del piano REPowerEU, la diffusione delle energie rinnovabili deve accompagnarsi a misure di risparmio energetico e di efficienza energetica²⁷.

2.1.1 Catene di approvvigionamento mondiali di risorse e materiali: vulnerabilità e interruzioni

I timori circa l'affidabilità delle catene di approvvigionamento, in particolare quella del gas naturale, si coniugano alle interruzioni già causate dalla pandemia di COVID-19 e dal contesto geopolitico attuale in alcune catene di approvvigionamento mondiali di materiali e risorse, con ripercussioni sul settore dell'energia pulita. L'UE dipende in larga misura dalle forniture provenienti da paesi terzi e l'accesso alle materie prime sarà imprescindibile per la duplice transizione verde e digitale. Le tendenze osservate di recente nelle catene di approvvigionamento mondiali di materiali e risorse hanno evidenziato la necessità che l'UE rafforzi con urgenza la propria resilienza e sicurezza d'approvvigionamento energetico rendendosi indipendente dalle importazioni di materiali e risorse e acquisendo la sovranità tecnologica.

La disponibilità di materiali e la resilienza delle catene di approvvigionamento sono tra i presupposti per la realizzazione del piano REPowerEU, perché la maggiore domanda di tecnologie pulite va di pari passo con una maggiore domanda di risorse, ad esempio di metalli e minerali. Tra le tecnologie più dipendenti da materie prime importate o componenti che le contengono vi sono l'eolico (magneti permanenti, terre rare), il solare fotovoltaico (argento, germanio, gallio, indio, cadmio, silicio metallico) e le batterie (cobalto, litio, grafite, manganese, nichel)²⁸. L'Agenzia internazionale per l'energia (AIE) prevede che, a causa

²⁵ COM(2022) 473 final, proposta di regolamento del Consiglio relativa a un intervento di emergenza per far fronte al rincaro dei prezzi dell'energia.

²⁶ Cfr. sezione 3, pagina 6, COM(2022) 230 final, "Piano REPowerEU".

²⁷ COM(2022) 360 final, "Risparmiare gas per un inverno sicuro".

²⁸ Commissione europea, *Materiali critici per le tecnologie e i settori strategici nell'UE — Uno studio prospettico*, 2020, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882> (solo in EN).

dell'annunciata diffusione delle energie rinnovabili, la domanda globale di minerali raddoppierà o addirittura quadruplicherà entro il 2040²⁹.

Sui costi delle tecnologie per l'energia pulita incide l'aumento dei prezzi delle materie prime: i prezzi di quelle necessarie, come il litio e il cobalto, sono più che raddoppiati nel 2021, mentre il rincaro di rame e alluminio si situa tra il 25 % e il 40 %³⁰. Nello stesso anno si è invertita la tendenza decennale di riduzione dei costi delle turbine eoliche e dei moduli dei sistemi solari fotovoltaici, che rispetto al 2020 sono aumentati rispettivamente del 9 % e del 16 %. Nel 2022 il prezzo dei pacchi batterie sarà superiore di almeno il 15 % rispetto al 2021³¹.

Quel che ora occorre evitare è sostituire la dipendenza dai combustibili fossili con quella dalle materie prime importate e dalle competenze tecnologiche necessarie per la loro trasformazione e per la fabbricazione di componenti. Ad esempio la Cina gode di un monopolio pressoché totale nell'estrazione e nella lavorazione delle terre rare essenziali per le tecnologie per l'energia pulita, associato a una forte posizione di mercato nella relativa catena di produzione.

La dipendenza dalle risorse è una sfida su tre fronti: In primo luogo l'UE si trova ad affrontare una maggiore concorrenza per l'accesso alle materie prime critiche, perché altri paesi stanno intensificando gli sforzi per potenziare la propria capacità ed è possibile che limitino le esportazioni. Metà delle 30 materie prime critiche che figurano sull'elenco dell'UE³² è importata in percentuali superiori all'80 %, il che è particolarmente preoccupante perché l'approvvigionamento è concentrato in pochissimi paesi.

In secondo luogo, nonostante i progressi notevoli compiuti in termini di economia circolare e di tassi di riciclaggio (oltre il 50 % di alcuni metalli³³ è ora riciclato e copre oltre il 25 % del loro consumo³⁴), le materie prime secondarie da sole non saranno sufficienti per far fronte a una domanda alta e ancora in crescita. Le materie prime secondarie presentano anche una serie di altri problemi (ad esempio costi di riciclaggio più elevati per alcune, fattibilità tecnica e disponibilità insufficiente di assiemi a fine vita); l'economia del riciclaggio migliorerà con l'aumento del costo dei materiali di origine primaria e del volume degli assiemi a fine vita disponibili, perciò le materie prime secondarie saranno una fonte importante di approvvigionamento dopo il 2030, a condizione che gli investimenti necessari inizino sin da ora. Anche la progettazione innovativa concepita per la riciclabilità riveste un ruolo di grande importanza.

In terzo luogo è teoricamente possibile coprire tra il 5 % e il 55 % delle materie prime di cui l'Europa avrà bisogno nel 2030 estraendole dai suoli europei³⁵. Potenziare le capacità estrattive nazionali incontra però vari ostacoli: lunghe procedure autorizzative, preoccupazioni ambientali, capacità insufficiente di raffinazione e mancanza di manodopera e

²⁹ AIE, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, versione riveduta nel maggio 2022.

³⁰ Kim, T., *Critical minerals threaten a decades-long trend of cost declines for clean energy technologies*, sito web dell'AIE, maggio 2022.

³¹ AIE, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, versione riveduta del maggio 2022.

³² COM(2020) 474 final, "Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità".

³³ Ferro, zinco o platino.

³⁴ Commissione europea, direzione generale dell'Energia: Guevara Opinska, L., Gérard, F., Hoogland, O., et al., *Studio sulla resilienza delle catene di approvvigionamento fondamentali per la sicurezza energetica e la transizione verso l'energia pulita durante e dopo la crisi COVID-19: relazione finale*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/946002> (solo in EN).

³⁵ KU Leuven, *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, 2022.

competenze qualificate. La nuova proposta di regolamento sulle batterie³⁶ è un esempio di iniziativa faro che aiuterà l'Europa a diventare leader nell'economia circolare delle batterie in tutta la filiera, a partire da attività estrattive sostenibili fino al riciclaggio.

La scarsità delle risorse, come il suolo e l'acqua, per l'impianto delle tecnologie solari, eoliche o di bioenergia, o per produrre idrogeno rinnovabile mediante elettrolisi dell'acqua, potrebbe frenare la diffusione delle tecnologie per l'energia pulita nell'UE al livello auspicato. È possibile superare questi limiti favorendo gli usi molteplici dello spazio, come nel caso dell'agrofotovoltaico (che combina la produzione agricola e quella dell'energia solare fotovoltaica), e designando, in sede di pianificazione dello spazio marittimo, siti adibiti ad attività simultanee come la pesca e le energie rinnovabili offshore. Allo stesso tempo la disponibilità di acqua è un fattore di fondamentale importanza di cui gli Stati membri devono tenere conto quando decidono il loro mix energetico.

Un approccio efficace alla dipendenza dell'UE dalle importazioni delle materie prime necessarie per la produzione di tecnologie per l'energia pulita sarà determinante per garantire la competitività del settore in futuro (in termini di costi, sovranità tecnologica e resilienza) e per realizzare la duplice transizione verde e digitale. Nel 2020 la Commissione ha pubblicato un piano d'azione³⁷ per attenuare i rischi di scarsità di materie prime, in cui figurano azioni volte a: diversificare le fonti fuori dell'UE (ad esempio mediante partenariati strategici per le materie prime); promuovere l'economia circolare (ad esempio attraverso la progettazione ecocompatibile, la R&I o la mappatura delle materie prime critiche disponibili nelle miniere urbane o negli sterili); e sfruttare il potenziale interno (ad esempio grazie alle tecnologie di osservazione della Terra). Oltre a garantire la sicurezza dell'approvvigionamento, l'UE potrebbe anche dover costituire riserve strategiche laddove esso sia a rischio. Pertanto, nel suo discorso sullo stato dell'Unione del 14 settembre 2022, la presidente della Commissione europea ha annunciato l'adozione di una normativa dell'UE sulle materie prime critiche.

2.1.2 Impatto della COVID-19 e della ripresa

Nel periodo 2020-2021 gli effetti economici di diversa natura causati dalla pandemia hanno rappresentato una grave minaccia per il settore dell'energia pulita dell'UE.

Da un lato, nel 2020 l'industria delle energie rinnovabili dell'UE ha registrato un fatturato di 163 miliardi di EUR e un valore aggiunto lordo (VAL) di 70 miliardi di EUR, in aumento del 9 % e dell'8 % rispetto ai dati del 2019. Nel complesso ha generato circa quattro volte più valore aggiunto per euro di fatturato³⁸ rispetto all'industria dei combustibili fossili e quasi il 70 % in più dell'intero settore manifatturiero dell'UE³⁹. Tuttavia queste cifre hanno subito un lieve peggioramento nel 2020, evidenziando un aumento delle perdite (ad esempio sotto forma di importazioni).

³⁶ COM(2020) 798 final, proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alle batterie e ai rifiuti di batterie, che abroga la direttiva 2006/66/CE e modifica il regolamento (UE) 2019/1020.

³⁷ COM(2020) 474 final, "Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità".

³⁸ Il valore aggiunto lordo dell'industria dei combustibili fossili per euro di fatturato è inferiore a 0,10 EUR (statistiche strutturali Eurostat sulle imprese).

³⁹ Il rapporto VAL/fatturato per il settore manifatturiero (NACE C) nell'UE è di circa 0,25 EUR (dati Eurostat SBS_NA_IND_R2).

Nel 2021 la fabbricazione della maggior parte delle tecnologie e delle soluzioni per l'energia pulita nell'UE⁴⁰ è aumentata notevolmente, invertendo la tendenza osservata nel 2020. Per le batterie è stato un anno particolarmente positivo, con la produzione che è quadruplicata rispetto al 2020 grazie all'entrata a regime di nuove capacità. Nel 2021 la produzione di pompe di calore, impianti eolici e impianti solari fotovoltaici è cresciuta del 30 % (le pompe di calore hanno raggiunto cifre inedite, gli impianti eolici sono tornati ai livelli pre-pandemia e gli impianti solari fotovoltaici hanno invertito la tendenza al ribasso osservata dal 2011). La produzione di biocarburanti, principalmente biodiesel, è cresciuta del 40 % ed è aumentata fortemente in tutti gli Stati membri, mentre quella di bioenergia (ad esempio pellet, residui della fabbricazione dell'amido e trucioli di legno) è aumentata del 5 %. La produzione di idrogeno⁴¹ è aumentata di quasi il 50 %, trainata dai Paesi Bassi dove nel 2021 è più che raddoppiata.

L'aumento concomitante dei prezzi iniziato nel 2021 potrebbe tuttavia fornire un quadro troppo positivo della crescita della produzione, cui si aggiunge un incremento delle importazioni di alcune tecnologie per soddisfare la crescente domanda nell'UE. Ad esempio il 2021 è stato l'anno in cui si è registrato l'aumento relativo maggiore del disavanzo della bilancia commerciale dell'UE nel settore delle pompe di calore (390 milioni di EUR nel 2021 rispetto a 40 milioni di EUR nel 2020, anno in cui per la prima volta l'avanzo commerciale dell'UE si è trasformato in disavanzo), seguito dai biocarburanti (2,3 miliardi di EUR nel 2021 a fronte di 1,4 miliardi di EUR nel 2020) e dal solare fotovoltaico (9,2 miliardi di EUR nel 2021 a fronte di 6,1 miliardi di EUR nel 2020). Ciononostante l'UE ha mantenuto una bilancia commerciale positiva nei settori della tecnologia per l'energia eolica (2,6 miliardi di EUR nel 2021 a fronte di 2 miliardi di EUR nel 2020) e della tecnologia idroelettrica, nonostante la tendenza al ribasso osservata dal 2015 (211 milioni di EUR nel 2021 a fronte di 232 milioni di EUR nel 2020).

Le politiche di ripresa economica dell'UE, tra cui il dispositivo per la ripresa e la resilienza nell'ambito di NextGenerationEU⁴², sono un fattore chiave per riorientare e rafforzare gli investimenti nel settore dell'energia pulita. Nell'ottobre 2022 il Consiglio ha approvato⁴³ la proposta della Commissione europea⁴⁴ di aggiungere un capitolo dedicato a REPowerEU nei piani per la ripresa e la resilienza degli Stati membri al fine di finanziare investimenti e riforme chiave che contribuiranno al conseguimento degli obiettivi di REPowerEU⁴⁵.

Le riforme e gli investimenti proposti dagli Stati membri nei rispettivi piani per la ripresa e la resilienza hanno finora superato gli obiettivi di spesa per il clima e il digitale (pari rispettivamente ad almeno il 37 % e il 20 % della spesa dei piani)⁴⁶. All'8 settembre 2022,

⁴⁰ Il dato si riferisce al valore della produzione in termini monetari (EUR).

⁴¹ Nel calcolo rientrano tutti i tipi di idrogeno, indipendentemente dal modo in cui è stato ottenuto.

⁴² COM(2020) 456 final, "Il momento dell'Europa: riparare i danni e preparare il futuro per la prossima generazione".

⁴³ <https://www.consilium.europa.eu/it/press/press-releases/2022/10/04/repowereu-council-agrees-its-position/>.

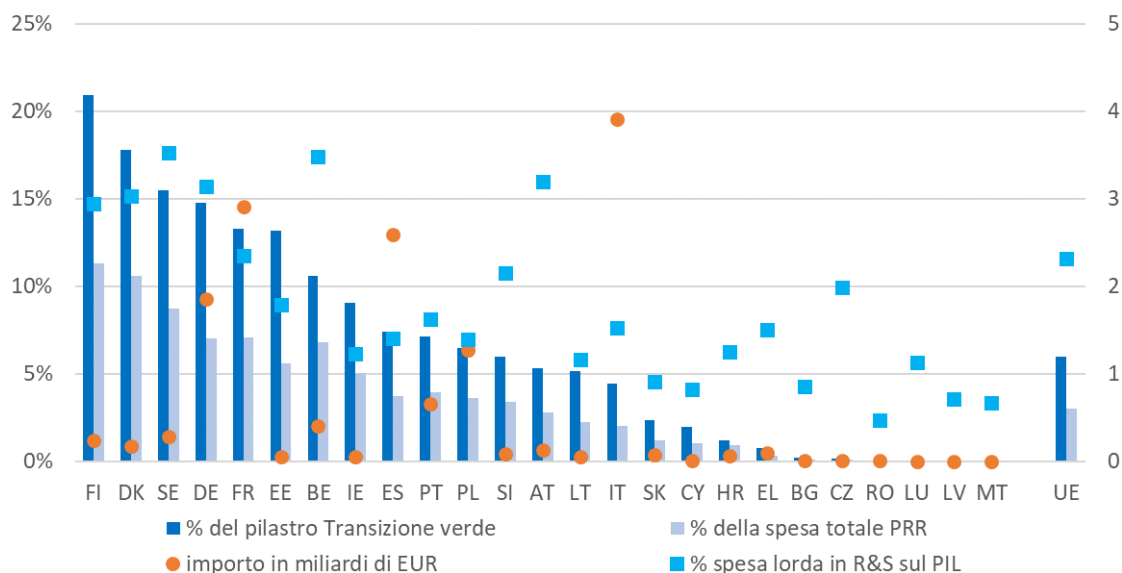
⁴⁴ COM(2022) 231 final, proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica il regolamento (UE) 2021/241 per quanto riguarda l'inserimento di capitoli dedicati al piano REPowerEU nei piani per la ripresa e la resilienza e che modifica il regolamento (UE) 2021/1060, il regolamento (UE) 2021/2115, la direttiva 2003/87/CE e la decisione (UE) 2015/1814.

⁴⁵ La proposta prevede ulteriori riassegnazioni del bilancio dell'UE a integrazione dei 225 miliardi di EUR ancora disponibili di prestiti del dispositivo per la ripresa e la resilienza e sollecita un aumento della dotazione del dispositivo. La Commissione ha avviato discussioni bilaterali con gli Stati membri per individuare le riforme e gli investimenti che potrebbero essere ammessi a beneficiare del finanziamento a norma dei nuovi capitoli REPowerEU. I finanziamenti dell'Unione europea integrano altri finanziamenti pubblici e privati disponibili, che saranno decisivi nella realizzazione degli investimenti necessari per il piano REPowerEU.

⁴⁶ È possibile seguire in tempo reale lo stato di avanzamento dei piani per la ripresa e la resilienza consultando il quadro di valutazione della ripresa e della resilienza, una piattaforma online istituita dalla Commissione nel dicembre 2021.

nei 26⁴⁷ piani per la ripresa e la resilienza approvati dalla Commissione il valore delle misure destinate alla transizione climatica era di circa 200 miliardi di EUR e quello delle misure destinate alla trasformazione digitale di 128 miliardi di EUR⁴⁸, pari rispettivamente al 40 % e al 26 % della dotazione totale di questi Stati membri (sovvenzioni e prestiti).

Figura 2 - Ricerca, sviluppo e innovazione nelle attività verdi dei piani per la ripresa e la resilienza in percentuale (asse sinistro) e importo assoluto (asse destro). Ai fini di confronto è fornita anche l'intensità di R&S/PIL (asse destro)



Fonte: JRC sulla base dei dati della DG ECFIN.

I 25 piani per la ripresa e la resilienza approvati dal Consiglio l'8 settembre 2022 comprendono misure di R&I per un bilancio complessivo di 47 miliardi di EUR⁴⁹ (vi sono compresi gli investimenti sia tematici che orizzontali⁵⁰). Questa cifra comprende uno stanziamento di 14,9 miliardi di EUR per investimenti in ricerca, sviluppo e innovazione (RSI) nelle attività verdi (Figura 2).

2.1.3 Capitale umano e competenze

⁴⁷ AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HR, IE, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK.

⁴⁸ I piani per la ripresa e la resilienza dovevano specificare e giustificare in che grado ciascuna misura contribuisce all'obiettivo climatico: pienamente (100 %), in parte (40 %) o non vi contribuisce (0 %). Il contributo all'obiettivo climatico è stato calcolato utilizzando l'allegato VI del regolamento (UE) 2021/241 sul dispositivo per la ripresa e la resilienza. Combinando i coefficienti con le stime dei costi di ciascuna misura è possibile calcolare il grado in cui i piani contribuiscono all'obiettivo climatico.

⁴⁹ Le cifre sono basate sulla metodologia di inquadramento per pilastro per il quadro di valutazione della ripresa e della resilienza e corrispondono alle misure assegnate ai settori di intervento "RSI nelle attività verdi", "misure connesse al digitale nelle attività RSI" e "RSI" quali settori di intervento primari o secondari. Il Consiglio non ha ancora adottato il piano per la ripresa e la resilienza dei Paesi Bassi e pertanto non sono ancora disponibili dati nell'ambito della metodologia di inquadramento per pilastro. Maggiori informazioni sul quadro di valutazione della ripresa e della resilienza sono disponibili all'indirizzo https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/ (solo in EN).

⁵⁰ Gli investimenti tematici in R&I includono quelli mirati alla transizione verde, alle tecnologie digitali e alla salute, mentre gli investimenti orizzontali in R&I riguardano misure trasversali destinate ad esempio a rafforzare gli ecosistemi dell'innovazione, ammodernare le infrastrutture di ricerca e sostenere l'innovazione delle imprese. Per maggiori informazioni, il quadro di valutazione della ripresa e della resilienza è disponibile all'indirizzo seguente: https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/.

Gli ultimi dati sul **capitale umano** a livello mondiale indicano che, nonostante la resilienza del settore dell'energia pulita durante la pandemia di COVID-19, nel 2021 le lacune e la carenza di competenze sono aumentate, andamento che dovrebbe proseguire anche nel 2022.

L'occupazione nel settore dell'energia pulita dell'UE⁵¹ ha raggiunto quota 1,8 milioni nel 2019, con una crescita media annua del 3 % dal 2015⁵², e rappresenta l'1 % dell'occupazione totale dell'UE. A titolo di confronto l'occupazione nell'insieme dell'economia è cresciuta in media dell'1 % all'anno⁵³, mentre gli occupati nell'industria delle energie fossili sono diminuiti in media del 2 % nell'ultimo decennio⁵⁴. Nel 2020 la Cina era al primo posto a livello mondiale (39 %), seguita dall'UE (11 %)⁵⁵, per quanto riguarda l'occupazione nel settore delle energie rinnovabili, che in totale assorbiva 12 milioni di posti di lavoro⁵⁶.

La distribuzione dei posti di lavoro nel settore dell'energia pulita dell'UE ha subito diversi cambiamenti⁵⁷. L'industria delle pompe di calore⁵⁸ sta superando i settori dei biocarburanti solidi⁵⁹ e dell'energia eolica come primo datore di lavoro, grazie principalmente all'aumento del numero di pompe di calore installate, tendenza probabilmente destinata a continuare per effetto del piano REPowerEU e delle nuove offerte di prodotti disponibili per il settore delle ristrutturazioni⁶⁰. Va aggiunto che il settore dell'energia pulita è in media più produttivo del 20 % rispetto all'economia nel suo complesso: dal 2015 la produttività del lavoro aumenta più rapidamente nel primo (2,5 % annuo) che nella seconda (1,8 % annuo). Tale aumento è trainato dal settore della mobilità elettrica (5 % annuo) e dalle energie rinnovabili (4 % annuo), pur con tendenze diverse secondo le tecnologie.

Tuttavia nel 2022 quasi il 30 % delle imprese dell'UE attive nella fabbricazione di apparecchiature elettriche⁶¹ ha registrato **carenza di manodopera**, che ha raggiunto livelli ancora più alti rispetto al 2018. Ciò è dovuto principalmente alla ripresa economica generale dopo la pandemia, unita alla lentezza con cui nel settore dell'energia pulita si sviluppano le competenze necessarie per la transizione verde e quella digitale⁶². Se si considera che nel

⁵¹ Le cifre relative al settore dell'energia pulita riportate nella relazione si riferiscono a dati basati sulle categorie del settore dei beni e servizi ambientali di Eurostat (categorie "CREMA13A", "CREMA13B" e "CEPA1"). "CREMA13A" (produzione di energia da fonti rinnovabili) include la fabbricazione di tecnologie necessarie per produrre energie rinnovabili. "CREMA 13B" (gestione e risparmio di energia/di calore) include pompe di calore, contatori intelligenti, attività di ristrutturazione energetica, materiali isolanti e parti di reti intelligenti. "CEPA1" (protezione dell'aria e del clima) include auto elettriche e ibride, autobus e altri veicoli più puliti ed efficienti nonché infrastrutture di ricarica indispensabili per il funzionamento dei veicoli elettrici (rientrano in tale categoria anche componenti quali batterie, celle a combustibile e motopropulsori elettrici essenziali per i veicoli elettrici).

⁵² Eurostat [env_ac_egss1].

⁵³ Eurostat [lfsi_emp_a].

⁵⁴ Eurostat [sbs_na_ind_r2].

⁵⁵ Agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA) e Organizzazione internazionale del lavoro (OIL), *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021*, Abu Dhabi e Ginevra.

⁵⁶ Il dato comprende l'occupazione diretta e indiretta.

⁵⁷ EurObserv'ER. *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report*, 2022. Questa cifra include le pompe di calore.

⁵⁸ Il comparto delle pompe di calore ha assorbito il 24 % dei posti di lavoro totali nel settore delle energie rinnovabili, mentre i biocarburanti solidi e l'energia eolica hanno contribuito ciascuno per il 20 % del totale. Sulla base di: EurObserv'ER. *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report*, 2022.

⁵⁹ Le revisioni metodologiche hanno inciso in particolare sui dati relativi ai biocarburanti, aggiornati sulla base dei dati del progetto ADVANCEFUEL di Orizzonte 2020.

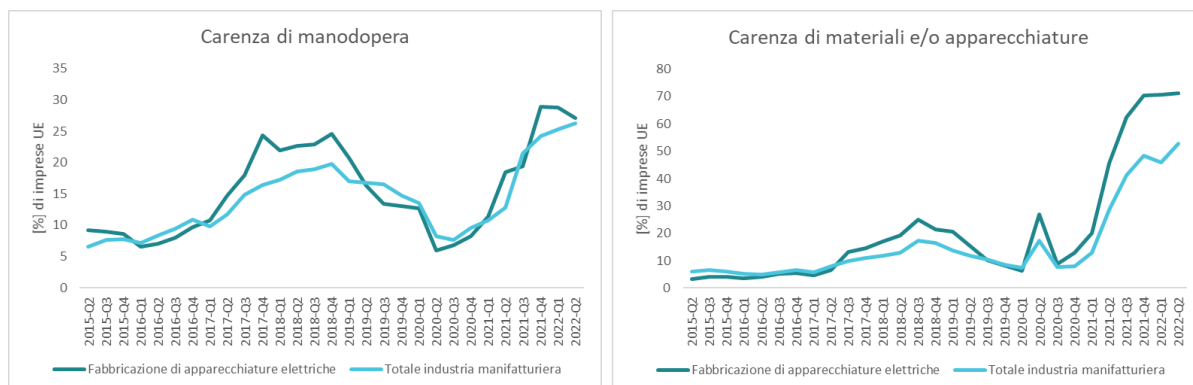
⁶⁰ European Heat Pump Association (EHPA). *European Heat Pump Market and Statistics Report 2021*, 2022.

⁶¹ Il codice NACE "27 — Fabbricazione di apparecchiature elettriche" è utilizzato come indicatore per l'industria manifatturiera dell'energia pulita, perché ne ricomprende molte tecnologie. È anche utilizzato 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].

⁶² La lentezza è dovuta a vari disallineamenti dei posti di lavoro (ad esempio a livello territoriale, settoriale, professionale e temporale). La rapidità della transizione a un'economia verde e digitale non si concilia con il tempo necessario per sviluppare le competenze necessarie. Cfr. ad esempio:

2022 oltre il 70 % delle imprese dell'UE impegnate nella fabbricazione di apparecchiature elettriche ha dovuto far fronte a carenza di materiali, tali tendenze indicano il rischio crescente di interruzioni della catena di approvvigionamento dell'energia pulita (Figura 3).

Figura 3 - Carenza di manodopera e di materiali riscontrata dai fabbricanti di apparecchiature elettriche dell'UE e dall'insieme del settore manifatturiero dell'UE [%]



Fonte: JRC sulla base dei dati dell'indagine condotta presso le imprese dalla DG ECFIN⁶³.

Il piano REPowerEU esorta a compiere più sforzi per colmare la carenza di manodopera qualificata in vari segmenti delle tecnologie dell'energia pulita. A tal fine e sulla base delle attività già esistenti all'interno dell'UE⁶⁴, il piano annuncia il sostegno alle competenze attraverso ERASMUS+⁶⁵ e l'impresa comune "Idrogeno pulito"⁶⁶. Anche la strategia dell'UE per l'energia solare propone una serie di azioni specifiche⁶⁷. Il forum industriale per l'energia pulita (CEIF) del 2022 ha adottato la dichiarazione comune sulle competenze⁶⁸, impegnandosi a intraprendere azioni concrete per affrontare le carenze di manodopera qualificata individuata⁶⁹. Nel 2022 il Consiglio ha adottato una raccomandazione in cui invitava gli Stati membri a prendere misure per affrontare gli aspetti occupazionali e sociali delle politiche in materia di clima, energia e ambiente⁷⁰. Il 12 ottobre 2022 la Commissione

- Czako, V., *Skills for the clean energy transition*, 2022. (di prossima pubblicazione);
- Asikainen, T., Bitat, A., Bol, E., Czako, V., Marmier, A., Muench, S., Murauskaitė-Bull, I., Scapolo, F. e Stoermer, E., *Il futuro dell'occupazione è verde*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2021, [doi:10.2760/218792](https://doi.org/10.2760/218792), [JRC126047](https://doi.org/10.2760/218792) (solo in EN);
- Cedefop (Centro europeo per lo sviluppo della formazione professionale). Un alleato nella transizione verde — L'istruzione e la formazione professionale (IFP), in particolare l'apprendistato, possono fornire le competenze necessarie per l'inverdimento dei posti di lavoro – e a loro volta contribuire a modellarli, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2801/297456>.

⁶³ Dati delle indagini presso le imprese e i consumatori [industry_subsecs_q8_nace2].

⁶⁴ Ad esempio l'agenda per le competenze per l'Europa del 2020, il relativo patto faro per le competenze e i partenariati con gli ecosistemi industriali, nonché il meccanismo per una transizione giusta.

⁶⁵ Erasmus + <https://www.erasmuskills.eu/eskills/>.

⁶⁶ Impresa comune "Idrogeno pulito", *Agenda strategica di ricerca e innovazione 2021-2027* (solo in EN), <https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2022-02/Clean%20Hydrogen%20JU%20SRIA%20-%20approved%20by%20GB%20-%20clean%20for%20publication%20%28ID%2013246486%29.pdf>.

⁶⁷ COM(2022) 221 final, "Strategia dell'UE per l'energia solare".

⁶⁸ Dichiarazione comune sulle competenze nel settore dell'energia pulita, pubblicata il 16 giugno 2022. Disponibile all'indirizzo: https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16_en.

⁶⁹ Ad esempio si stima che, per conseguire gli obiettivi di REPowerEU, sarà necessario formare 800 000 lavoratori da impiegare nella catena del valore delle batterie. In quella delle pompe di calore dovranno essere formati o riqualificati circa 400 000 lavoratori, esclusi gli esperti attualmente in servizio ma che andranno in pensione nei prossimi anni (cfr. nota a piè pagina 69).

⁷⁰ Raccomandazione del Consiglio relativa alla garanzia di una transizione equa verso la neutralità climatica (2022/C 243/04).

europea ha proposto di proclamare il 2023 Anno europeo delle competenze al fine di promuovere l'attrattività dell'UE per i lavoratori qualificati⁷¹.

Persistono **squilibri di genere** nella forza lavoro del settore energetico e nell'attività di ricerca e innovazione legata all'energia, anche se vi è una grande mancanza di dati coerenti e continui disaggregati per genere ⁷². La sottorappresentanza delle donne nei processi decisionali delle imprese del settore energetico e nell'istruzione superiore in campo scientifico, tecnologico, ingegneristico e matematico si traduce in una percentuale minore di domande di brevetto depositate da inventori donne (soltanto il 20 % in tutte le classi di brevetti nel 2021⁷³ e poco più del 15 % per le tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici⁷⁴), in una quota inferiore di start-up fondate o co-fondate da donne (meno del 15 % nell'UE nel 2021)⁷⁵ e in importi inferiori di capitale investito in imprese guidate da donne (soltanto il 2 % nelle start-up interamente femminili e il 9 % in compagini miste nell'UE nel 2021⁷⁶).

L'UE sta intensificando gli sforzi per garantire un ecosistema equilibrato ed equo. Tra le iniziative figurano la strategia per la parità di genere per il periodo 2020-2025⁷⁷, l'iniziativa Women TechEU varata nel 2022⁷⁸, il nuovo criterio di ammissibilità inserito in Orizzonte Europa⁷⁹ e le misure mirate e concrete previste dalla nuova agenda per l'innovazione del 2022⁸⁰. Colmare il divario di genere non solo aiuterà ad affrontare le sfide dell'UE in materia di posti di lavoro e competenze nell'ottica della duplice transizione verde e digitale, ma sosterrà anche l'inclusione delle donne in questi settori lavorativi, rispondendo quindi alle sfide sociali.

2.2 Tendenze nella ricerca e nell'innovazione

La crescente instabilità ambientale, geopolitica, economica e sociale a livello mondiale richiede una politica agile dell'UE in materia di R&I capace di rispondere efficacemente a situazioni di crisi e garantire nel contempo l'attuazione del Green Deal europeo.

La politica dell'UE in materia di R&I determina la direzione dell'innovazione e il portafoglio di tecnologie per l'energia pulita. Il più grande programma di R&I al mondo, ossia Orizzonte Europa (con una dotazione di 95,5 miliardi di EUR destinata alle attività di R&I nel periodo 2021-2027), e altri programmi di finanziamento dell'UE (ad esempio il fondo per

⁷¹ COM(2022) 526 final.

⁷² COM(2020) 953 final, COM(2021) 952 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

⁷³ Per le invenzioni in cui almeno uno degli inventori è stabilito in Europa. Cifre basate su dati dell'Ufficio europeo dei brevetti, 2022.

⁷⁴ Agenzia internazionale per l'energia, <https://www.iea.org/commentaries/gender-diversity-in-energy-what-we-know-and-what-we-dont-know>.

⁷⁵ Agenzia esecutiva del Consiglio europeo per l'innovazione e delle PMI (EISMEA), 2022.

⁷⁶ Relazione dell'IDC *European Women in Venture Capital*, 2022.

⁷⁷ Commissione europea, Strategia per la parità di genere.

⁷⁸ Agenzia esecutiva del Consiglio europeo per l'innovazione e delle PMI (EISMEA), 2022. https://eismea.ec.europa.eu/programmes/european-innovation-ecosystems/women-techeu_en.

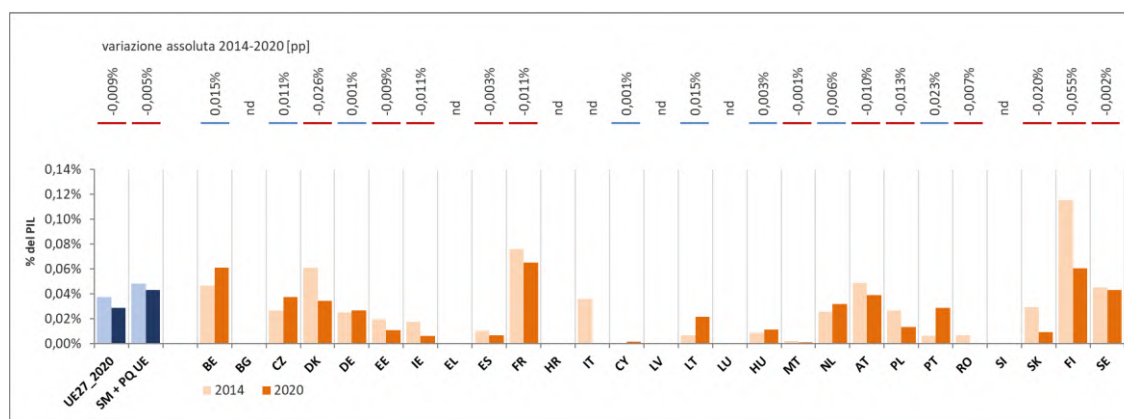
⁷⁹ Orizzonte Europa ha un nuovo criterio di ammissibilità in base al quale gli organismi di ricerca che presentano domanda di finanziamento devono disporre di un piano attuabile a favore della parità di genere con l'obiettivo di raggiungere un equilibrio di genere del 50 % in tutti gli organi decisionali e i valutatori collegati a Orizzonte Europa. Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation_en#gender-equality-plans-as-an-eligibility-criterion-in-horizon-europe.

⁸⁰ COM(2022) 332 final, "Una nuova agenda europea per l'innovazione".

l'innovazione e i finanziamenti della politica di coesione) sono intesi a rafforzare l'ecosistema di ricerca e innovazione dell'UE e a contribuire al conseguimento dei suoi obiettivi strategici⁸¹. Insieme agli sforzi congiunti e coordinati di tutti gli Stati membri (in particolare attraverso il piano strategico per le tecnologie energetiche - piano SET)⁸², le attività di R&I aumentano la resilienza del settore dell'energia pulita dell'UE.

Nel 2020 la maggior parte degli Stati membri dell'UE ha incrementato gli investimenti pubblici in ricerca e innovazione nelle priorità previste dall'Unione dell'energia dell'UE^{83,84}; gli stanziamenti finora segnalati ammontano a più di 4 miliardi di EUR. I dati complessivi definitivi per il 2020 dovrebbero essere comparabili ai valori precedenti la crisi finanziaria in termini assoluti. Tuttavia, se misurati in percentuale del prodotto interno lordo, gli investimenti in R&I pubblica, a livello nazionale e dell'UE, rimangono al di sotto dei livelli del 2014 (Figura 4).

Figura 4 - Investimenti pubblici in R&I nel settore dell'energia pulita negli Stati membri dell'UE in percentuale del PIL dall'inizio di Orizzonte 2020⁸⁵



Fonte: JRC sulla base di lavori dell'AIE⁸⁶ e dei propri servizi⁸⁷.

Nel 2020 i fondi di Orizzonte 2020 a sostegno delle priorità dell'Unione dell'energia in materia di R&I hanno integrato i contributi dei programmi nazionali degli Stati membri con 2 miliardi di EUR. Sebbene nelle principali economie l'entità dei soli contributi nazionali rimanga modesta, l'inclusione dei fondi di Orizzonte 2020 ha consentito nel 2020 all'UE di collocarsi al secondo posto tra queste per quanto riguarda gli investimenti pubblici in R&I nel

⁸¹ Commissione europea, direzione generale della Ricerca e dell'innovazione, *Risultati dell'UE, relazione 2022*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2022 (solo in EN).

⁸² Il piano SET è lo strumento principale dell'UE per allineare le politiche e i finanziamenti nel settore delle tecnologie per l'energia pulita a sostegno di R&I a livello nazionale e unionale e per mobilitare gli investimenti privati. Per maggiori informazioni : https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en.

⁸³ Energie rinnovabili, sistema intelligente, sistemi efficienti, trasporti sostenibili, CCUS e sicurezza nucleare, COM(2015) 80 final (Pacchetto "Unione dell'energia").

⁸⁴ JRC SETIS https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

⁸⁵ "PQ UE": il programma quadro dell'UE; "nd" si riferisce ai paesi che non hanno fornito dati.

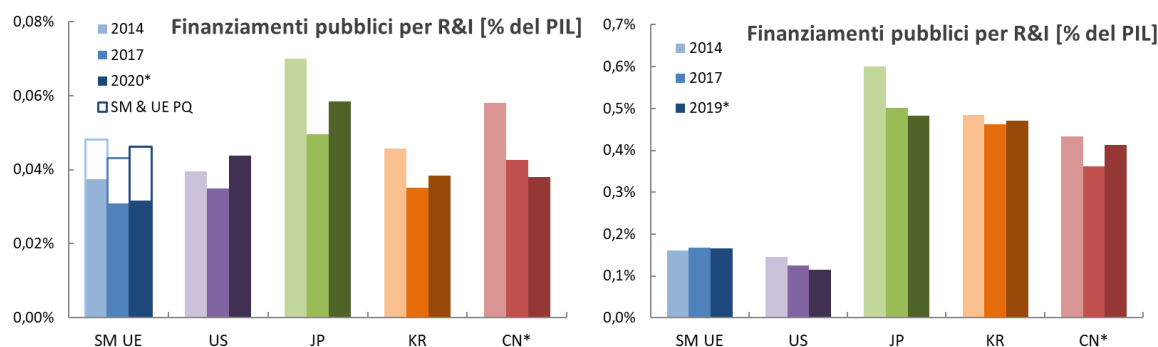
⁸⁶ Dati adattati dall'edizione 2022 della banca dati dell'AIE dei bilanci in materia di ricerca, sviluppo e applicazione per le tecnologie energetiche.

⁸⁷ JRC SETIS https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

settore dell'energia pulita (Figura 5)⁸⁸, tanto in termini di spesa assoluta (6,6 miliardi di EUR, preceduta dagli Stati Uniti, primi con 8 miliardi di EUR), quanto in percentuale del PIL (0,046 %, dietro al Giappone, al primo posto con lo 0,058 %, ma appena davanti agli Stati Uniti e alla Corea del Sud⁸⁹).

Secondo valutazioni globali, il settore delle imprese investe in media almeno tre volte di più nelle attività R&I legate all'energia pulita rispetto al settore pubblico⁹⁰. Nell'UE gli investimenti del settore delle imprese rappresentano l'80 % della spesa a favore della R&I in relazione alle priorità dell'Unione dell'energia in materia di R&I. Nel 2019 gli investimenti privati a favore di R&I nell'UE corrispondevano allo 0,17 % del PIL (Figura 5) e all'11 % della spesa totale per R&S. Le stime per l'UE mostrano che dal 2014 gli investimenti in termini assoluti (18-22 miliardi di EUR all'anno) sono paragonabili a quelli degli Stati Uniti e del Giappone. Tuttavia, in termini di percentuale del PIL, pur essendo superiori a quelli degli Stati Uniti, gli investimenti nell'UE rimangono al di sotto di quelli delle altre principali economie concorrenti (Giappone, Corea del Sud e Cina).

Figura 5 - Finanziamenti pubblici e privati in R&I a sostegno delle priorità R&I dell'Unione dell'energia in percentuale del PIL nelle principali economie



*i dati sugli investimenti pubblici in R&I per Cina e Italia (nel totale UE) si riferiscono al 2019; i dati sugli investimenti privati in R&I per il 2019 sono provvisori.

Fonte: JRC sulla base di lavori dell'AIE⁹¹, di Mission Innovation⁹², e dei propri servizi.

Dal 2014 la metà degli Stati membri dell'UE ha intensificato la propria **attività di brevettazione** in linea con le priorità dell'Unione dell'energia in materia di R&I; i campioni dell'innovazione verde, come la Germania e la Danimarca, hanno ottenuto ottimi risultati sia in termini assoluti che per quanto riguarda la quota di brevetti verdi rispetto al loro portafoglio complessivo di innovazione. L'UE si è confermata il principale richiedente di brevetti a livello mondiale nei settori del clima e dell'ambiente (23 %), dell'energia (22 %) e dei trasporti (28 %).

⁸⁸ Il grafico sovrappone le prime due categorie della figura 4 per l'UE. I valori delle due cifre sono leggermente diversi, in quanto il dato relativo all'Italia Figura 5 rappresenta una stima.

⁸⁹ Le cifre comprendono i fondi degli Stati membri e dei programmi quadro dell'UE. La relazione dello scorso anno faceva riferimento ai soli fondi degli Stati membri, riportati anche nella figura 5 e che restano al di sotto dei fondi delle altre principali economie in percentuale del PIL.

⁹⁰ AIE, *Tracking clean energy innovation - A framework for using indicators to inform policy*, 2020.

⁹¹ Dati adattati dall'edizione 2022 della banca dati dell'AIE dei bilanci in materia di ricerca, sviluppo e applicazione per le tecnologie energetiche.

⁹² *Mission Innovation Country Highlights*, 6a riunione ministeriale 2021 dell'MI, http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI_2021v0527.pdf.

A livello mondiale nel 2020 si è registrato un numero leggermente inferiore di **pubblicazioni scientifiche** riguardanti le tecnologie energetiche a basse emissioni di carbonio rispetto al periodo 2016-2019. Nell'UE il loro numero è aumentato in misura più modesta (rispetto alla media mondiale) nel periodo 2016-2019 e ha registrato un calo più marcato nel 2020. L'UE ha contribuito per poco più del 16 % degli articoli scientifici pubblicati in tutto il mondo, ma ha continuato a produrre più del doppio del numero medio mondiale di pubblicazioni per abitante⁹³.

Questa tendenza è dovuta principalmente al numero crescente di pubblicazioni scientifiche in altri settori e al fatto che le economie ad alto reddito non sembrano più svolgere un ruolo dominante nei temi connessi all'energia pulita e all'innovazione⁹⁴. Fino a dieci anni fa l'UE era al primo posto nella ricerca in materia di energia, ma oggi è seconda alla Cina per effetto dei massicci miglioramenti quantitativi e qualitativi che questo paese ha apportato alla ricerca in questo campo. I ricercatori cinesi sono primi per numero di pubblicazioni citate in materia di energia (con una quota del 39 %)⁹⁵. Ciononostante il numero di collaborazioni e pubblicazioni internazionali di scienziati dell'UE su temi legati all'energia pulita è ben al di sopra della media mondiale e nell'Unione il livello di collaborazione tra il settore pubblico e quello privato è più alto. Il programma quadro di R&I di Orizzonte 2020, il Fondo europeo di sviluppo regionale e il settimo programma quadro di R&I si annoverano tra i primi venti regimi di finanziamento a sostegno della scienza dell'energia pulita riconosciuti a livello mondiale nel periodo 2016-2020⁹⁶.

La necessità di migliorare il monitoraggio delle attività pubbliche e private di R&I nel settore dell'energia pulita e la valutazione quantitativa della competitività è stata sottolineata nell'ultima edizione della relazione⁹⁷ e da allora è divenuta ancora più importante. La revisione del piano SET e l'aggiornamento dei piani nazionali per l'energia e il clima (PNEC)⁹⁸, previsto per giugno 2024⁹⁹, creano insieme lo slancio necessario per rafforzare il dialogo tra l'UE e gli Stati membri in materia di R&I e competitività nel settore dell'energia pulita.

⁹³ Commissione europea, direzione generale della Ricerca e dell'innovazione, Provençal, S., Khayat, P., Campbell, D., *Le pubblicazioni come misura dei risultati dell'innovazione nel settore dell'energia pulita: valutazione degli indicatori bibliometrici*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2022 (solo in EN).

⁹⁴ Schneegans S., Straza, T., e Lewis, J. (a cura di), relazione scientifica dell'UNESCO: *The Race Against Time for Smart Development*, UNESCO Publishing, Parigi, 2021.

⁹⁵ Commissione europea, direzione generale della Ricerca e dell'innovazione, *Risultati dell'UE, relazione 2022*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2022 (solo in EN).

⁹⁶ Elsevier, *Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research*, 2021. Disponibile all'indirizzo: https://www.elsevier.com/data/assets/pdf_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf. Le pubblicazioni sono considerate esempi di ricerca sull'energia a zero emissioni nette se promuovono le conoscenze di ricerca e innovazione nel settore dell'energia pulita e il percorso verso il conseguimento di un futuro a zero emissioni nette. I dati provengono dalla banca dati Scopus.

⁹⁷ COM(2021) 952 final e SWD(2021) 307 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

⁹⁸ Ulteriori dettagli sui PNEC: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en.

⁹⁹ GU L 328 del 21.12.2018, pag 1. Il regolamento (UE) 2018/1999 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima stabilisce la revisione periodica dei PNEC al fine di allinearli agli ultimi sviluppi delle politiche. I progetti di PNEC sono attesi per il giugno 2023.

2.3 Contesto concorrenziale dell'energia pulita nel mondo

L'urgenza dell'impegno ad accelerare la transizione energetica in tutto il globo ha portato allo sviluppo di molte soluzioni energetiche pulite, che vanno da tecnologie di nicchia a industrie mondiali a catene del valore internazionali. Secondo le stime, il valore dei mercati mondiali entro il 2050 sarà di 24 000 miliardi di EUR per le energie rinnovabili e 33 000 miliardi di EUR per l'efficienza energetica¹⁰⁰

La leadership scientifica dell'UE, la sua solida base industriale e le sue condizioni quadro ambiziose per l'energia pulita creano una valida base tecnologica su cui innestare lo sviluppo atteso del mercato di varie tecnologie di energia pulita. Dal 2014 l'UE mantiene la sua buona posizione riguardo ai **brevetti protetti a livello internazionale**, a conferma della tendenza evidenziata nella relazione dello scorso anno¹⁰¹. L'UE è seconda solo al Giappone per quanto riguarda le invenzioni di valore elevato¹⁰², mentre è al primo posto nelle energie rinnovabili e condivide il primato con il Giappone per l'efficienza energetica, grazie soprattutto alla specializzazione nei materiali e nelle tecnologie per l'edilizia. I dati sui brevetti dell'Unione mostrano la sua leadership anche nel campo di combustibili rinnovabili, batterie e mobilità elettrica, tecnologie di cattura, stoccaggio e utilizzo del carbonio.

Poiché la maggior parte dei nuovi investimenti nelle tecnologie dell'energia pulita dovrebbe avere luogo al di fuori dell'UE e le materie prime necessarie sono commercializzate a livello internazionale¹⁰³, è essenziale che l'UE sia fortemente presente e competitiva nelle catene mondiali del valore e abbia accesso ai mercati dei paesi terzi. L'aumento delle misure adottate dai governi dei paesi terzi (introduzione di ostacoli all'accesso al mercato, requisiti di contenuto locale e altre misure o pratiche discriminatorie) può tuttavia falsare **le dinamiche del commercio internazionale e degli investimenti**. Oltre ad avere un impatto negativo sull'occupazione, sulla crescita e sulla base imponibile dell'UE e ridurre i vantaggi di cui normalmente l'UE godrebbe in quanto pioniera del settore, queste misure pongono un rischio evidente di "contaminazione", in quanto possono indurre altri paesi terzi ad adottare provvedimenti analoghi in grado di creare inefficienze nelle catene di approvvigionamento internazionali e, a lungo termine, diminuire gli incentivi a investire nel settore. Ne risulterebbero un aumento dei costi della transizione in generale e l'indebolimento dell'impegno del pubblico a favore della decarbonizzazione mondiale.

Persiste e aumenta in tutto il mondo anche la preoccupazione per l'impatto del dominio tecnologico sovvenzionato e sostenuto dallo Stato, per i mercati chiusi, per l'eterogeneità delle norme di protezione intellettuale e per le politiche di innovazione e competitività nel settore, in particolare quelle attuate dalla Cina e da altri paesi terzi. L'attuale crisi geopolitica ha inciso anche sulla concorrenza nel mercato mondiale dell'energia pulita, e restano da verificare in che modo le nuove misure nazionali volte ad accelerare la diffusione delle tecnologie per l'energia pulita in ambito nazionale (ad esempio la legge statunitense per la

¹⁰⁰ IRENA, *Global energy transformation: a roadmap to 2050*, Abu Dhabi, 2019.

¹⁰¹ COM(2021) 952 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

¹⁰² Le famiglie di brevetti di alto valore (invenzioni) sono quelle che contengono domande rivolte a più di un ufficio di proprietà intellettuale (ossia che richiedono la protezione in più di un paese o mercato).

¹⁰³ Agenzia internazionale per l'energia, *Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector*, 2021.

riduzione dell'inflazione¹⁰⁴) potrebbero ripercuotersi negativamente sul contesto concorrenziale mondiale dell'energia pulita.

In tale contesto **la cooperazione internazionale in R&I** non solo accelererà ulteriormente la transizione verso l'energia pulita, ma contrasterà anche le perturbazioni del mercato mondiale dell'energia. I programmi e le politiche dell'UE, tra cui Orizzonte Europa ed Erasmus+, hanno sostenuto con coerenza la cooperazione nel campo della R&I con partner di fiducia. La comunicazione della Commissione dal titolo "L'approccio globale alla ricerca e all'innovazione"¹⁰⁵ migliora il quadro per lo sviluppo della cooperazione internazionale. Nella comunicazione dal titolo "Strategia UE di mobilitazione esterna per l'energia in un mondo che cambia"¹⁰⁶, la Commissione prevede di intensificare questa cooperazione e sviluppare partenariati a sostegno della transizione verde su temi cruciali quali l'idrogeno rinnovabile e a basse emissioni di carbonio e l'accesso alle materie prime e all'innovazione. Nella comunicazione "Un nuovo SER per la ricerca e l'innovazione"¹⁰⁷ invita inoltre ad aggiornare e sviluppare i principi guida per la valorizzazione delle conoscenze. Entro la fine del 2022 è prevista la pubblicazione di un codice di buone pratiche per l'uso intelligente della protezione intellettuale¹⁰⁸. La Commissione contribuisce a far avanzare la cooperazione internazionale nell'innovazione e nelle tecnologie per l'energia continuando a partecipare a Mission Innovation¹⁰⁹ e alla conferenza ministeriale per l'energia pulita. Infine la nuova strategia dell'UE per la connettività globale, il Global Gateway¹¹⁰, la comunicazione della Commissione "Riesame della politica commerciale"¹¹¹ e il partenariato internazionale con il Sud Africa per una transizione energetica giusta¹¹² ribadiscono l'importanza di approfondire la cooperazione internazionale e le relazioni commerciali al fine di sfruttare la competitività delle tecnologie per l'energia pulita in sinergia con l'apertura e l'attrattiva del mercato unico dell'UE.

Per garantire scambi e investimenti esenti da distorsioni nelle tecnologie, nei servizi e nelle materie prime necessari per la transizione sia all'interno che all'esterno dell'UE, sarà necessaria l'interazione tra la cooperazione internazionale nella ricerca, il trasferimento di tecnologie, la politica commerciale e la diplomazia energetica. L'UE dovrà altresì sfruttare ulteriormente le sue potenzialità d'innovazione per non rischiare di accrescere la propria dipendenza da altre grandi economie sotto forma d'importazione delle tecnologie necessarie alla transizione energetica e alla nuova architettura del sistema energetico.

¹⁰⁴ [FACT SHEET: The Inflation Reduction Act Supports Workers and Families | The White House.](#)

¹⁰⁵ COM(2021) 252 final, "La strategia dell'Europa per la cooperazione internazionale in un mondo che cambia".

¹⁰⁶ JOIN(2022) 23 final, "Strategia UE di mobilitazione esterna per l'energia in un mondo che cambia".

¹⁰⁷ COM(2020) 628 final, "Un nuovo SER per la ricerca e l'innovazione".

¹⁰⁸ È già disponibile una nuova guida sulla valorizzazione dei risultati di Orizzonte Europa all'indirizzo seguente: <https://data.europa.eu/doi/10.2826/437645>.

¹⁰⁹ <http://mission-innovation.net/>. Dopo il successo ottenuto nei primi cinque anni, l'MI è stata rilanciata nella versione 2.0 con una nuova serie di "missioni".

¹¹⁰ JOIN(2021) 30 final, "Il Global Gateway"; comunicazione congiunta della Commissione europea e dell'alto rappresentante dell'Unione per gli affari esteri e la politica di sicurezza al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo, al Comitato delle regioni e alla Banca europea per gli investimenti.

¹¹¹ COM(2021) 66 final, "Riesame della politica commerciale — Una politica commerciale aperta, sostenibile e assertiva".

¹¹² Partenariato con il Sud Africa per una transizione energetica giusta (europa.eu).

2.4 Contesto dei finanziamenti a favore dell'innovazione nell'UE¹¹³

Le **soluzioni tecnologiche per il clima**¹¹⁴ promuovono la competitività e la sovranità tecnologica dell'UE. Insieme all'adozione di tecnologie di generazione più mature, esse avranno un ruolo fondamentale per conseguire la neutralità in emissioni di carbonio entro il 2050¹¹⁵.

Negli ultimi sei anni il settore delle tecnologie per il clima nell'UE ha attratto un volume crescente di investimenti in capitale di rischio¹¹⁶, elemento di punta dell'innovazione. Dato che le tecnologie per il clima possono richiedere tempi lunghi per raggiungere la maturità, è fondamentale disporre di consistenti importi di capitale durante il ciclo di finanziamento delle start-up, investimenti in R&I¹¹⁷, e iniziative di governo volte a ridurre i rischi insiti nello sviluppo delle soluzioni tecnologiche per il clima e a continuare a incentivare la partecipazione del settore privato.

Mondialmente gli investimenti in capitale di rischio nel **settore del clima** hanno mostrato una notevole resilienza alla pandemia, crescendo già nel 2020 (20,2 miliardi di EUR) e raggiungendo nuovi massimi storici nel 2021 (40,5 miliardi di EUR, in aumento del 100 % rispetto al 2020¹¹⁸). In questo contesto, nel 2021 le start-up e le scale-up del settore delle tecnologie per il clima con sede nell'UE hanno attratto 6,2 miliardi di EUR di investimenti in capitale di rischio, più del doppio rispetto al 2020¹¹⁹ e pari al 15,4 % degli investimenti mondiali in capitale di rischio in questo settore. Il 2021 è stato anche il primo anno in cui gli investimenti effettuati nelle fasi di sviluppo più avanzate di imprese con sede nell'UE operanti nel settore delle tecnologie per il clima hanno superato quelli effettuati in imprese analoghe in Cina¹²⁰. Tuttavia, per quanto riguarda gli investimenti effettuati nelle fasi di

¹¹³ L'analisi presentata in questa sezione si basa sui dati di Pitchbook. PitchBook novera attualmente più di 2 750 società di capitale di rischio nella verticale "tecnologie climatiche" (contro le 2 250 circa al momento della pubblicazione della relazione 2021 sui progressi riguardo alla competitività). Pertanto le cifre relative agli investimenti storici in capitale di rischio contenute nelle relazioni 2020 e 2021 non sono direttamente comparabili.

¹¹⁴ La verticale di PitchBook "tecnologie per il clima" è un gruppo di 2 760 società che stanno sviluppando tecnologie destinate a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici o aiutare ad adattarvisi. La maggior parte delle società di questo gruppo lavora per contenere l'aumento delle emissioni mediante tecnologie e processi di decarbonizzazione, tra cui applicazioni per la produzione di energia rinnovabile, lo stoccaggio di energia a lungo termine, l'elettrificazione dei trasporti, le innovazioni nell'agricoltura, i miglioramenti dei processi industriali e l'estrazione mineraria.

¹¹⁵ Questa sezione è stata redatta in stretta collaborazione con l'Osservatorio della Commissione europea relativo alle tecnologie dell'energia pulita: Georgakaki, A. et al., *Analisi strategica globale delle tecnologie per l'energia pulita nell'Unione europea — Relazione sullo stato di avanzamento 2022*, Commissione europea, 2022, JRC131001 (solo in EN).

¹¹⁶ Si definiscono "operazioni di capitale di rischio" le operazioni effettuate nelle fasi di sviluppo iniziali (tra cui finanziamenti preavviamento, acceleratori/incubatori, investimenti informali, finanziamenti di avviamento, finanziamenti di serie A e B effettuati entro cinque anni dalla data di costituzione della società) o nelle fasi di sviluppo più avanzate (solitamente cicli di finanziamenti di serie da B a Z + e/o che hanno luogo più di cinque anni dopo la data di costituzione della società, serie riservate e crescita/espansione del *private equity*).

¹¹⁷ Da qui nasce il concetto di start-up ad altissimo contenuto verde (ossia start-up che usano tecnologie all'avanguardia per affrontare sfide ambientali, ad esempio la fabbricazione di batterie verdi e gli aeromobili elettrici). Le imprese ad altissimo contenuto verde si trovano all'intersezione tra le imprese operanti nel settore delle tecnologie per il clima e le imprese ad altissimo contenuto tecnologico (queste ultime sono imprese che applicano scoperte scientifiche nell'ambito dell'ingegneria, della matematica, della fisica e della medicina. Sono caratterizzate da lunghi cicli di R&S e da modelli imprenditoriali non sperimentati).

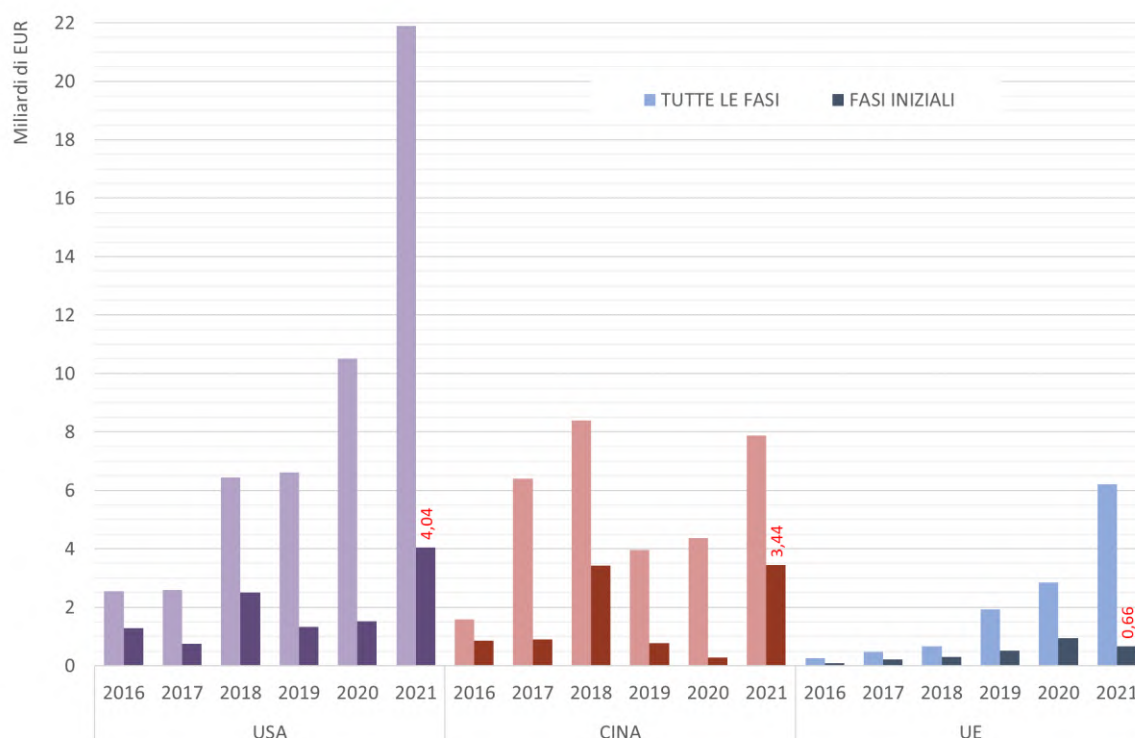
¹¹⁸ Secondo l'elaborazione del JRC basata sui dati PitchBook, tale cifra rappresenta il 5,2 % del totale dei finanziamenti di capitale di rischio effettuati nel 2021 (4,6 % nel 2020).

¹¹⁹ COM(2021) 952 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

¹²⁰ Gli investimenti in Northvolt, sviluppatore svedese di batterie per veicoli elettrici, hanno avuto da soli un impatto notevole sull'andamento generale degli investimenti in capitale di rischio effettuati negli ultimi anni nelle imprese di tecnologie per il clima dell'UE. Con il passaggio di Northvolt alle fasi di investimento successive, gli investimenti

sviluppo iniziali, nel 2021 sono stati toccati nuovi massimi negli Stati Uniti e in Cina, mentre hanno raggiunto il picco nell'UE (Figura 6).

Figura 6 - Investimenti in capitale di rischio nelle start-up e scale-up operanti nel settore delle tecnologie per il clima



Fonte: dati elaborati dal JRC sulla base dei dati PitchBook.

Nel 2021 il **settore dell'energia** ha raccolto il 22 % degli investimenti mondiali in capitale di rischio nel settore delle tecnologie climatiche (la produzione di energia pulita¹²¹ e le tecnologie di rete¹²² hanno assorbito rispettivamente il 13,2 % e l'8,7 % di tali investimenti). Con livelli di investimento quasi quattro volte superiori (x 3,8) rispetto al 2020¹²³, il settore dell'energia rimane dietro a quello della mobilità e dei trasporti (46 %), ma ha superato per la prima volta quello dell'alimentazione e dell'uso del suolo (19,6 %).

Nell'UE gli investimenti in capitale di rischio nelle imprese energetiche hanno confermato la crescita sostenuta registrata negli ultimi quattro anni (con un aumento del 60 % rispetto al 2020). A dispetto dei risultati soddisfacenti osservati, nel 2021 la quota relativa degli investimenti in capitale di rischio effettuati nel settore dell'energia dell'UE si è dimezzata. L'UE si colloca al terzo posto con il 10 % degli investimenti in capitale di rischio nelle

nell'avviamento delle imprese di tecnologie per il clima dell'UE sono diminuiti nel 2021, mentre quelli nelle fasi di sviluppo successive sono aumentati fino a superare per la prima volta quelli dichiarati per la Cina.

¹²¹ Compresa l'energia solare, eolica, nucleare, di termovalorizzazione, oceanica e idrotermica e geotermica.

¹²² Compresi lo stoccaggio di energia di lunga durata, la gestione della rete, l'analisi, la tecnologia delle batterie, le reti intelligenti e la produzione di idrogeno pulito.

¹²³ Gli investimenti nelle tecnologie per la produzione di energia pulita sono il principale motore di tale crescita. Trainata da ingenti investimenti nella fusione nucleare negli Stati Uniti e nell'energia eolica in Cina, ha registrato un aumento 2,4 volte più rapido rispetto agli investimenti nelle tecnologie di rete e in generale degli investimenti in capitale di rischio nel settore delle tecnologie climatiche.

imprese energetiche, ben al di sotto degli Stati Uniti (62 %) e della Cina (13,3 %), che hanno entrambi registrato nel 2021 livelli di investimento straordinari sulla scia di ingenti commesse per la produzione di energia pulita.

Malgrado le dinamiche positive di finanziamento del capitale di rischio nell'UE e l'attrattiva esercitata sugli investitori in capitale di rischio dalle imprese con sede nell'UE operanti nel settore delle tecnologie climatiche, gli ostacoli di ordine strutturale e sociale¹²⁴ continuano ancora a rallentare le scale-up del settore stabilite nell'UE rispetto a quelle di altre importanti economie. La tassonomia dell'UE delle attività sostenibili fornisce tuttavia un quadro per agevolare gli investimenti durevoli e definisce le attività economiche sostenibili dal punto di vista ambientale. Inoltre nel corso degli anni si è ampliata la politica dell'innovazione dell'UE ed è cambiato il panorama istituzionale¹²⁵.

Il pilastro III di Orizzonte Europa "Europa innovativa" ha fornito strumenti a sostegno delle start-up, delle scale-up e delle piccole e medie imprese (PMI). In tale contesto, con un bilancio di 10,1 miliardi di EUR tra il 2021 e il 2027, il Consiglio europeo per l'innovazione (CEI) costituisce il programma faro dell'UE per l'innovazione ed è volto a individuare, sviluppare e ampliare le tecnologie d'avanguardia e le innovazioni rivoluzionarie. Orizzonte Europa sostiene inoltre l'iniziativa "ecosistemi europei dell'innovazione" e l'Istituto europeo di innovazione e tecnologia (EIT). EIT InnoEnergy ha costruito il più grande ecosistema di innovazione energetica sostenibile al mondo ed è anche in prima linea nel passaggio a un'UE decarbonizzata entro il 2050 grazie al ruolo di guida di tre catene del valore industriali (l'Alleanza europea per le batterie, il centro europeo per l'accelerazione dell'idrogeno verde e l'iniziativa solare europea).

Per quanto riguarda i **programmi di finanziamento dell'UE**, il Fondo per l'innovazione è uno dei più importanti al mondo¹²⁶ per la dimostrazione di tecnologie innovative pulite e la loro diffusione su scala industriale. Il programma InvestEU è un elemento primario del piano di ripresa dell'UE e sostiene l'accesso ai finanziamenti e la loro disponibilità per le PMI, le imprese a media capitalizzazione e per altre imprese. La politica di coesione prevede investimenti su vasta scala e a lungo termine nell'innovazione e nelle catene del valore industriali, in particolare a favore delle PMI, al fine di promuovere lo sviluppo di tecnologie e modelli aziendali rinnovabili e a basse emissioni di carbonio. Inoltre la Banca europea per gli investimenti (BEI) e il Fondo europeo per gli investimenti (FEI) sostengono efficacemente lo sviluppo di tecnologie estremamente avanzate di cui l'UE ha bisogno per conseguire i suoi obiettivi di sostenibilità. Ulteriori programmi di finanziamento, come il Fondo per la modernizzazione e il proposto Fondo sociale per il clima¹²⁷, intendono dare un contributo per convogliare le entrate provenienti dalle politiche in materia di clima verso il sostegno alla transizione energetica.

Tali programmi e altre iniziative dell'UE, come l'Unione dei mercati dei capitali (UMC)¹²⁸, mirano a mobilitare ulteriormente gli investitori privati nel finanziamento di start-up a elevato

¹²⁴ COM (2020) 953 final, "Relazione sui progressi riguardo alla competitività dell'energia pulita" e COM (2022) 332 final, "Una nuova agenda europea per l'innovazione".

¹²⁵ COM(2022) 332 final, "Una nuova agenda europea per l'innovazione".

¹²⁶ 38 miliardi di EUR di sostegno dal 2020 al 2030, ipotizzando un prezzo del carbonio di 75 EUR/tCO₂.

¹²⁷ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/social-climate-fund_en.

¹²⁸ https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/capital-markets-union_it.

ed elevatissimo contenuto tecnologico¹²⁹ nel settore del clima. Ad esempio il partenariato pionieristico tra la Commissione europea e Breakthrough Energy Catalyst¹³⁰ è un'altra dimostrazione di come sia possibile stimolare gli investimenti in tecnologie climatiche di fondamentale importanza che riuniscono il settore pubblico e quello privato.

La creazione di sinergie tra i programmi e gli strumenti dell'UE e l'aumento della coesione tra gli ecosistemi locali dell'innovazione dell'UE possono aiutare quest'ultima a diventare leader mondiale nel campo delle tecnologie climatiche, colmando così il crescente divario in termini di espansione tra l'UE e le altre importanti economie mediante la valorizzazione della sua varietà di talenti, nonché delle risorse intellettuali e delle capacità industriali. Il quadro europeo di valutazione dell'innovazione 2022¹³¹ sottolinea l'importanza di creare un ecosistema paneuropeo dell'innovazione; in questo senso, la comunicazione della Commissione del 2022 dal titolo "Una nuova agenda europea per l'innovazione"¹³² rappresenta già un passo avanti in quanto mira a sfruttare i punti di forza dell'ecosistema dell'innovazione dell'UE¹³³.

2.5 Effetti dei cambiamenti sistemici

Per realizzare la duplice transizione verde e digitale e raggiungere gli obiettivi del Green Deal europeo e del pacchetto "Pronti per il 55 %", il settore dell'energia pulita dell'UE deve accelerare un cambiamento di paradigma che è già in atto: la necessità di abbattere i compartimenti stagni tra i settori e di rafforzare la cooperazione in settori orizzontali (ad esempio il ruolo fondamentale delle materie prime, la digitalizzazione del sistema energetico e l'interazione delle diverse tecnologie nei processi industriali, nei singoli edifici e nelle città). Tra gli esempi di questa trasformazione sistemica figurano: le tecnologie per l'energia pulita connesse agli edifici, la digitalizzazione del sistema energetico, nonché le comunità energetiche e la cooperazione a livello subnazionale.

Tecnologie per l'energia pulita connesse agli edifici. L'installazione obbligatoria di impianti solari fotovoltaici sui tetti e il raddoppio dell'attuale tasso di utilizzo di pompe di calore individuali¹³⁴ contribuiranno al conseguimento degli obiettivi in materia di clima ed energia. A tal fine sarà inoltre necessario che il settore edilizio integri un'ampia gamma di soluzioni complementari per i nuovi edifici, quali metodi di isolamento e sistemi di controllo efficienti, ma anche misure efficienti sotto il profilo delle risorse. A ciò dovrebbero affiancarsi l'aumento del tasso di ristrutturazione e la promozione di ristrutturazioni profonde. Lo stoccaggio di energia in loco (mediante batterie) è un altro elemento importante per innalzare

¹²⁹ Le start-up ad altissimo contenuto tecnologico si basano sulla conoscenza scientifica e presentano in genere lunghi cicli di R&S e modelli imprenditoriali non sperimentati. Le start-up ad elevatissimo contenuto tecnologico nel settore del clima sono imprese che utilizzano tecnologie di punta per far fronte alle sfide ambientali.

¹³⁰ Partenariato tra la Commissione e Breakthrough Energy Catalyst (europa.eu): https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP_21_2746.

¹³¹ Commissione europea, Quadro europeo di valutazione dell'innovazione 2022, relazione annuale, 2022.

¹³² COM(2022) 332 final, "Una nuova agenda europea per l'innovazione".

¹³³ Nella comunicazione si afferma che l'UE presenterà misure concrete per migliorare l'accesso ai finanziamenti per le start-up e le scale-up dell'UE, migliorare le norme per consentire agli innovatori di sperimentare nuove idee, contribuire alla creazione di "valli regionali dell'innovazione", attrarre e trattenere talenti nell'UE e migliorare le politiche in materia di innovazione mediante terminologie, indicatori e serie di dati chiari, nonché mediante il sostegno strategico agli Stati membri.

¹³⁴ COM(2022) 230, "Piano RePowerEU".

la quota di pompe di calore ed evitare picchi estremi nella produzione e nella trasmissione/distribuzione di energia elettrica. Oltre alla disponibilità dei prodotti, sono fondamentali per i settori dell'energia pulita dell'UE e per la sua competitività anche le competenze in materia di installazione e i servizi operativi legati alle diverse tecnologie.

Digitalizzazione del sistema energetico. La digitalizzazione si sta espandendo a ritmi esponenziali: soltanto negli ultimi cinque anni il traffico internet è triplicato, mentre negli ultimi due è stato creato circa il 90 % dei dati attualmente disponibili nel mondo¹³⁵. È in atto una trasformazione del sistema energetico locale indotta dal decentramento dell'energia sia a livello di produzione sia mediante la connessione di milioni di apparecchi intelligenti, pompe di calore e automobili elettriche. Da una valutazione effettuata per la città di Amburgo (Germania) è emerso un notevole potenziale di risparmio sui costi: a fronte di una quota di veicoli elettrici in città del 9 %, un investimento di 2 milioni di EUR nella ricarica intelligente, finalizzato alla riduzione dei picchi di domanda, può evitare la necessità di investire 20 milioni di EUR per il potenziamento della rete necessario a soddisfare tale quota¹³⁶. Senza una gestione intelligente del fabbisogno energetico locale, i limiti di capacità delle reti di distribuzione possono rallentare il processo di trasformazione verso l'energia pulita. D'altro canto anche alcune soluzioni digitali possono aumentare il consumo di energia e le emissioni di gas a effetto serra, se non accompagnate da adeguate misure di efficienza, come il recupero del calore di scarto dei centri dati.

Comunità energetiche e cooperazione a livello subnazionale. Almeno due milioni di cittadini europei sono impegnati in oltre 8 400 comunità energetiche e dal 2000 a oggi hanno realizzato più di 13 000 progetti¹³⁷. Le comunità energetiche rappresentano un banco di prova e un ambito di applicazione importanti per le tecnologie e le soluzioni di energia pulita. Attualmente si stima che in Europa le capacità energetiche totali da fonti rinnovabili installate dalle comunità energetiche si aggirino almeno attorno a 6,3 GW (ossia circa l'1-2 % della capacità installata a livello nazionale). La quota maggiore delle capacità installate è costituita dal settore del solare fotovoltaico, seguito dall'energia eolica onshore. L'elaborazione di modelli partecipativi per un maggior numero di tecnologie per l'energia pulita, destinate in particolare alle famiglie a basso reddito, può stimolare lo sviluppo di un maggior numero di comunità energetiche in tutta l'UE e contribuire nel contempo ad affrontare la povertà energetica.

Migliorare l'interazione tra gli ambiti orizzontali, tenendo conto nel contempo delle interdipendenze tra i diversi settori sia a livello degli Stati membri che dell'UE, è fondamentale per accelerare la diffusione e il potenziamento delle tecnologie di energia pulita e per rafforzare la competitività dell'UE nel mercato mondiale dell'energia pulita¹³⁸.

¹³⁵ Agenzia internazionale per l'energia, *Digitalization and Energy*, 2017,

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>

¹³⁶ Stromnetz Hamburg, *Elektromobilität – Netzausbaustrategie und Restriktionen im Hamburger Verteilnetz*, Amburgo, 2018, <https://www.hamburg.de/contentblob/10993526/1f90214d9b07e4de6323c078ff779d9d/data/d-anlage-13-pira%CC%88sentation-snh-20180504-energienetzbeirat-snh.pdf>

¹³⁷ Schwanitz, V. J., Wierling, A., Zeiss, J. P., von Beck, C., Koren, I. K., Marcroft, T. e Dufner, S., *The contribution of collective prosumers to the energy transition in Europe - Preliminary estimates at European and country level from the COMETS inventory*, agosto 2021, <https://doi.org/10.31235/osf.io/2ymuh>.

¹³⁸ SAPEA Science Advice for Policy by European Academies, *A systemic approach to the energy transition in Europe*, Berlino, 2021, <https://doi.org/10.26356/energytransition>.

3. SOLUZIONI E TECNOLOGIE CHIAVE PER L'ENERGIA PULITA

La presente sezione illustra la valutazione della competitività di una serie di tecnologie e soluzioni per l'energia pulita di importanza fondamentale per la generazione e lo stoccaggio di energia e per l'integrazione dei sistemi energetici. Fornisce altresì informazioni su come la tecnologia e il mercato si stanno evolvendo per conseguire gli obiettivi del Green Deal europeo e di REPowerEU. La sezione contiene un'analisi concernente l'energia solare fotovoltaica, l'energia eolica, le pompe di calore per applicazioni edili, le batterie, la produzione di idrogeno mediante elettrolisi, i combustibili rinnovabili e le infrastrutture digitali, oltre a una panoramica di altre tecnologie importanti¹³⁹. Tale analisi, basata su dati concreti e fondata sugli indicatori elencati nell'allegato I, è stata effettuata nell'ambito dell'osservatorio interno della Commissione relativo alle tecnologie dell'energia pulita (CETO), gestito dal Centro comune di ricerca. Le relazioni approfondite specifiche per tecnologia sono disponibili sul sito web del CETO¹⁴⁰.

3.1. Energia solare fotovoltaica¹⁴¹

Negli ultimi dieci anni l'energia solare fotovoltaica è stata la tecnologia di produzione di energia elettrica che ha registrato la crescita più rapida su scala mondiale. Tutti gli scenari relativi a un sistema energetico climaticamente neutro¹⁴² attribuiscono un ruolo centrale al solare fotovoltaico. La recente comunicazione sulla strategia dell'UE per l'energia solare¹⁴³ propone l'installazione di nuovi impianti fotovoltaici per una capacità di circa 450 GWac tra il 2021 e il 2030. Data l'attuale tendenza all'installazione di impianti con una capacità in corrente continua pari a 1,25-1,3 volte quella degli impianti in corrente alternata per ottimizzare l'uso della connessione alla rete¹⁴⁴, ciò porterebbe la capacità fotovoltaica nominale totale nell'UE a circa 720 GWp. La strategia dell'UE per l'energia solare affronta le strozzature e gli ostacoli principali agli investimenti al fine di accelerare la diffusione, garantire la sicurezza dell'approvvigionamento e ottimizzare i benefici socioeconomici dell'energia fotovoltaica lungo tutta la catena del valore¹⁴⁵. L'alleanza dell'UE per l'industria solare fotovoltaica, una delle iniziative concrete della strategia dell'UE per l'energia solare, è

¹³⁹ Energia idraulica, energia marina, energia geotermica, energia solare a concentrazione ed energia termica solare a concentrazione, cattura, utilizzo e stoccaggio del carbonio, bioenergia, energia nucleare.

¹⁴⁰ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en.

¹⁴¹ Analisi del CETO basata su dati concreti (Chatzipanagi, A. et al., Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita: *Il fotovoltaico nell'Unione europea – Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), Commissione europea, 2022, doi: 10.2760/812610 JRC130720), salvo diversa indicazione.

¹⁴² 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.

¹⁴³ COM(2022) 221 final, "Strategia dell'UE per l'energia solare".

¹⁴⁴ Kougias I. et al, *The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan*, 2021, (doi: [10.1016/j.rser.2021.111017](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111017)). CA: corrente alternata; CC: corrente continua.

¹⁴⁵ Le azioni faro annunciate nella strategia dell'UE per l'energia solare comprendono l'iniziativa europea per i tetti solari; il pacchetto della Commissione sulle autorizzazioni, compresi una proposta legislativa, raccomandazioni e orientamenti; il partenariato dell'UE su vasta scala per le competenze nel settore delle energie rinnovabili onshore, compresa l'energia solare; e l'alleanza dell'UE per l'industria solare fotovoltaica. In particolare l'iniziativa europea per i tetti solari renderebbe obbligatoria l'installazione di impianti solari sui tetti per i) tutti i nuovi edifici pubblici e commerciali con superficie utile superiore a 250 m² entro il 2026; ii) tutti gli edifici pubblici e commerciali esistenti con superficie utile superiore a 250 m² entro il 2027; e iii) tutti i nuovi edifici residenziali entro il 2029. Si prevede che, nel loro insieme, queste misure determineranno un incremento sostanziale degli investimenti in impianti fotovoltaici e un aumento delle capacità di produzione del fotovoltaico nell'UE.

stata formalmente approvata dalla Commissione nell'ottobre 2022 e mira a potenziare le tecnologie di produzione di prodotti e componenti solari fotovoltaici innovativi¹⁴⁶.

Analisi della tecnologia. L'efficienza media dei moduli a base di celle di silicio è aumentata dal 15,1 % nel 2011 al 20,9 % nel 2021¹⁴⁷. L'incremento è dovuto all'uso di wafer di dimensioni maggiori e di celle solari più efficienti, comprese quelle a più giunzioni. L'Europa vanta notevoli competenze e occupa una posizione di leader nella promettente tecnologia basata sulle perovskiti, per la quale è in corso l'allestimento di linee di produzione presso diverse aziende dell'UE quali Evolar (Svezia), Saule Technologies (Polonia) e Solaronix (Francia).

La strategia dell'UE per l'energia solare¹⁴⁸ mira a invertire la tendenza al ribasso osservata nei finanziamenti pubblici e privati nel settore del fotovoltaico¹⁴⁹. L'UE rimane comunque un forte innovatore nel settore, come dimostra il numero elevato di pubblicazioni e domande di brevetto registrate nel periodo 2017-2019. La sola Germania si colloca al quinto posto al mondo per quanto riguarda la brevettazione di invenzioni di valore elevato nel fotovoltaico.

Analisi della catena del valore. Sia i dati sulla produzione che i nuovi progetti di investimento confermano la posizione dominante dell'Asia, e in particolare della Cina, nel panorama di produzione del fotovoltaico. In Cina si concentrano l'intera capacità supplementare di produzione di polisilicio annunciata all'inizio del 2021, pari a 80 000 t (da aggiungere a una capacità totale di ~ 650 000 t nel 2020), e le 118 000 t già in costruzione¹⁵⁰. Le celle solari in silicio, per lo più fabbricate in Cina, rappresentano oltre il 95 % della produzione mondiale. L'UE conserva tuttavia una quota considerevole dei segmenti di fabbricazione di apparecchiature (50 %) e invertitori (15 %) lungo la catena del valore del fotovoltaico.

Analisi del mercato mondiale. Nel 2021 gli investimenti mondiali nella nuova generazione di solare sono aumentati del 19 %, raggiungendo i 205 miliardi di USD (242,5 miliardi di EUR¹⁵¹). Tuttavia nel 2021 si è registrato un ulteriore deterioramento della bilancia commerciale dell'UE poiché, a fronte di un aumento delle importazioni nell'UE, le esportazioni dall'Unione sono rimaste stabili e rappresentano il 13 % delle esportazioni mondiali. Il rincaro dei materiali registrato in molti settori industriali nel 2021 e nel 2022 ha determinato un aumento eccezionale e senza precedenti dei costi di fabbricazione di celle e moduli, invertendone la decennale tendenza alla riduzione. Tuttavia la competitività del fotovoltaico è ulteriormente migliorata rispetto a quella delle fonti di energia elettrica non rinnovabili¹⁵². Il numero di paesi in cui la produzione di energia elettrica fotovoltaica

¹⁴⁶ https://ec.europa.eu/info/news/commission-kicks-work-european-solar-photovoltaic-industry-alliance-2022-oct-11_en.

¹⁴⁷ VDMA, *International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV)*, 2022.

¹⁴⁸ La strategia mira in particolare a sviluppare un'iniziativa faro di R&I sull'energia solare nel prossimo programma di lavoro di Orizzonte Europa, a istituire un pilastro relativo alla R&I nell'ambito della proposta di alleanza dell'UE per l'industria dell'energia solare fotovoltaica e a sviluppare un'agenda comune di R&I sull'energia solare con gli Stati membri nel quadro dello Spazio europeo della ricerca.

¹⁴⁹ Ultimi dati disponibili per il 2018 e il 2019.

¹⁵⁰ Jäger-Waldau, Arnulf (2022), *Overview of the Global PV Industry*. In: Letcher, Trevor M. (a cura di) *Comprehensive Renewable Energy*, 2a edizione, vol. 1, pagg. 130–143. Oxford: Elsevier. Doi. 10.1016/B978-0-12-819727-1.00054-6,

¹⁵¹ Utilizzando il tasso di cambio medio del 2021, pari a 1,1827 EUR per 1 USD.

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

¹⁵² Ciò è dovuto all'aumento molto più rapido dei prezzi del gas naturale, del petrolio e del carbone nello stesso periodo. Si veda <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>.

costituisce la fonte più economica è quindi in crescita. L'aumento dei prezzi dei combustibili fossili dovuto a calamità naturali, incidenti o conflitti internazionali non può che rafforzare tale tendenza.

In conclusione, gli ultimi dati disponibili per il 2021 e il 2022 confermano la tendenza osservata in passato¹⁵³. L'UE ha mantenuto la sua posizione di mercato primario per il fotovoltaico e fortemente innovatore, in particolare per quanto riguarda le tecnologie e le applicazioni fotovoltaiche emergenti (come l'agrofotovoltaico, il fotovoltaico architettonicamente integrato e il fotovoltaico galleggiante). Tuttavia l'Unione dipende fortemente dalle importazioni dall'Asia per diversi componenti fondamentali (wafer, lingotti, celle e moduli) e mantiene una presenza significativa soltanto nei segmenti di fabbricazione di apparecchiature e invertitori (attualmente alle prese con una strozzatura dovuta alla carenza di chip¹⁵⁴). Ulteriori strozzature dovute a limitazioni dell'accessibilità economica (in particolare per le famiglie a basso reddito e le PMI), tempi di attesa eccessivamente lunghi (ad esempio legati al numero insufficiente di installatori qualificati di impianti fotovoltaici) stanno già condizionando la diffusione su larga scala del fotovoltaico. Le misure e le azioni faro annunciate nella strategia dell'UE per l'energia solare offrono le principali opportunità di investire nelle risorse del fotovoltaico e sviluppare le capacità di fabbricazione del settore nell'UE, nonché di diversificare le importazioni. Nel contempo i continui progressi tecnologici verso una progettazione e processi di fabbricazione delle celle più efficienti e sostenibili hanno consentito di migliorare ulteriormente la competitività delle tecnologie fotovoltaiche rispetto alle fonti di energia non rinnovabili, nonostante l'aumento dei costi delle materie prime. Gli elementi citati rafforzano le ragioni economiche a favore dell'incentivazione della produzione e della diffusione di tali tecnologie nell'UE, comprese le loro applicazioni innovative.

3.2. Energia eolica offshore e onshore¹⁵⁵

L'energia eolica svolge un ruolo centrale nella politica dell'UE in materia di clima ed energia, in quanto l'accelerazione della sua diffusione è essenziale per il conseguimento degli obiettivi del Green Deal europeo, del pacchetto "Pronti per il 55 %" e del piano REPowerEU. Quest'ultimo prevede un'accelerazione nella realizzazione di centrali eoliche mediante l'installazione di 510 GW di capacità eoliche entro il 2030¹⁵⁶, che dovrebbero portarne la quota al 31 % delle capacità di produzione di energia elettrica installate nell'UE¹⁵⁷.

Dal 2014 l'UE è leader mondiale in materia di R&I nel settore dell'energia eolica, con una spesa pubblica pari a 883 milioni di EUR nel periodo 2014-2021; attualmente il 38 % di tutte

¹⁵³ COM(2021) 952 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

¹⁵⁴ Relazione sull'indagine in materia di chip nell'UE. [Relazione sui chip nell'UE | Mercato interno, industria, imprenditoria e PMI \(europa.eu\)](#) (solo in EN).

¹⁵⁵ Analisi del CETO basata su dati concreti (Telsnig, T. et al., Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita: *L'energia eolica nell'Unione europea – Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), Commissione europea, 2022, doi:10.2760/855840, JRC130582, salvo diversa indicazione.

¹⁵⁶ SWD(2022) 230 final, "Attuare il piano d'azione REPowerEU: fabbisogno di investimenti, acceleratore dell'idrogeno e obiettivi per il biometano" (solo in EN). Disponibile all'indirizzo: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

¹⁵⁷ SWD (2022) 230 final, secondo le proiezioni di modellizzazione PRIMES della capacità di potenza installata netta in REPowerEU nel 2030, cfr. figura 3: capacità installata netta nell'ambito di REPowerEU nel 2030 (GWe). Disponibile all'indirizzo: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

le imprese innovatrici ha sede nell'UE, che vanta pertanto il maggior bacino di start-up e di imprese impegnate nell'innovazione. Nel 2021 tuttavia sono stati installati nell'UE soltanto 11 GW di energia eolica (10 GW di energia eolica onshore; 1 GW energia eolica offshore) e le prospettive per il 2022 sono ancora inferiori al ritmo necessario per il conseguimento degli obiettivi di REPowerEU. La Cina è attualmente al primo posto in termini di impianti eolici complessivi, con una capacità di 338 GW, frutto principalmente dell'aumento dei tassi di diffusione nel 2021. Nello stesso anno l'UE ha raggiunto circa 190 GW di capacità complessiva installata.

Per conseguire gli obiettivi di REPowerEU sarà fondamentale accelerare la diffusione dell'energia eolica così come definire chiare riserve di investimenti e tradurre gli obiettivi politici in misure di attuazione effettive, tra cui l'assunzione di impegni volti a facilitare le autorizzazioni per i parchi eolici.

Analisi della tecnologia. Nel 2021 la capacità installata di energia eolica onshore a livello globale era di 769 GW, quasi tre volte superiore a quella del decennio precedente¹⁵⁸; solamente nel 2021 la capacità installata è stata di 72 GW. Il 2021 è stato anche un anno record per l'energia eolica offshore, con 21 GW di nuova capacità installata a livello globale, più del triplo rispetto al precedente record del 2020. Nel 2021 la capacità installata totale a livello globale è stata di 55 GW¹⁵⁹. La Cina ha guidato l'aumento della capacità installata mondiale con l'installazione di 30,6 GW di capacità di energia eolica onshore e di 16,9 GW di capacità eolica offshore installati nel 2021.

Alla fine del 2021 l'UE disponeva di una capacità installata totale di energia eolica onshore pari a 173 GW e di una capacità totale di energia eolica offshore di circa 16 GW. La capacità eolica totale era pari a circa il 14 % del consumo totale di energia elettrica dell'UE. Nel 2021 la capacità di energia eolica onshore nell'UE ha registrato anche il suo secondo contributo annuo più elevato dal 2010 (diffusione annua di 10 GW¹⁶⁰). Tuttavia nel 2021 è stato installato solo 1 GW di energia eolica offshore nell'UE¹⁶¹. Gli operatori del settore sottolineano che il rilascio delle autorizzazioni è una delle principali strozzature che si frappongono alla continua e massiccia diffusione dell'energia eolica, in quanto causa di ritardi e di un minor numero di progetti completati. Ciò a sua volta esercita una pressione sulla redditività della catena di approvvigionamento. Nell'ambito del pacchetto REPowerEU la Commissione ha presentato una serie di proposte legislative e orientamenti per accelerare il rilascio delle autorizzazioni.

Analisi della catena del valore. Il settore dell'energia eolica si è trasformato in un'industria mondiale con circa 800 impianti di produzione all'attivo, la maggior parte dei quali situata in Cina (45 %) e in Europa (31 %)¹⁶². L'UE ha mantenuto la leadership in termini di brevetti di alto valore nelle tecnologie per l'energia eolica: nel periodo 2017-2019 la sua quota di invenzioni di valore elevato è stata del 59 %. I produttori di turbine dell'UE continuano a essere in testa in termini di qualità, sviluppo tecnologico e investimenti nella R&I. L'industria

¹⁵⁸ *Renewable Capacity Statistics 2022*, IRENA, Abu Dhabi, 2022.

¹⁵⁹ *Renewable Capacity Statistics 2022*, IRENA, Abu Dhabi, 2022.

¹⁶⁰ *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026*, WindEurope, Belgio, 2022.

¹⁶¹ *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026*, WindEurope, Belgio, 2022.

¹⁶² Seguite dall'India (7 %), dal Brasile (5 %) e dall'America settentrionale (4,5 %). Cfr. anche: WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe*, Belgio, 2020.

eolica dell'UE vanta anche elevate capacità di fabbricazione di componenti ad alto valore aggiunto (ad esempio torri, riduttori e pale) e di dispositivi adoperabili anche in altri settori industriali (ad esempio generatori, convertitori di potenza e sistemi di controllo). I produttori dell'UE costituiscono la principale fonte di approvvigionamento di componenti per gli operatori della catena del valore della produzione di energia eolica offshore dell'UE. Al contrario, nel caso dell'energia eolica onshore i produttori di apparecchiature originali (OEM) dell'UE si riforniscono di componenti presso una serie di fornitori stranieri diversi.

La Cina è il principale paese di provenienza di gran parte delle materie prime importate per la produzione di generatori. Le potenziali difficoltà legate all'aumento della produzione di materie prime per raggiungere gli obiettivi fissati per il 2030 potrebbero costituire una sfida per l'industria eolica dell'UE, ostacolata anche dall'aumento dei prezzi delle risorse registrato nel 2021. L'industria è stata inoltre al centro di preoccupazioni ambientali per quanto riguarda il riciclaggio delle pale in materiale composito. Pertanto i programmi di ricerca nazionali e dell'UE nel settore dell'energia eolica si concentrano sempre più sulla circolarità.

Analisi del mercato mondiale. Nell'ultimo decennio l'UE ha mantenuto una bilancia commerciale positiva con il resto del mondo, caratterizzata da valori compresi tra 1,8 e 2,8 miliardi di EUR. Tuttavia dal 2018 l'UE registra saldi commerciali negativi con la Cina e con l'India. Nel 2020 gli OEM cinesi hanno superato per la prima volta i loro omologhi dell'UE in termini di quota di mercato mondiale. In ogni caso i principali mercati dell'UE ospitano un numero considerevole di fabbricanti nazionali¹⁶³.

In conclusione, il settore dell'energia eolica dell'UE rimane uno dei leader mondiali in termini di R&I e brevetti di alto valore, in virtù della capacità di fabbricazione, della forza lavoro e delle competenze a sua disposizione. Tuttavia, per raggiungere gli obiettivi fissati per il 2030, l'industria dovrà più che raddoppiare l'attuale tasso annuo di capacità installata nell'UE.

L'attuazione della direttiva Rinnovabili¹⁶⁴, la recente proposta di modifica della stessa¹⁶⁵ così come la raccomandazione e gli orientamenti formulati dalla Commissione nel 2022¹⁶⁶ dovrebbero consentire il superamento dei principali ostacoli alla diffusione delle autorizzazioni. Una chiara indicazione preventiva da parte degli Stati membri dei loro piani per gli impianti eolici consentirà inoltre di preparare tempestivamente le capacità future. In parallelo le attività di R&I sulla circolarità faranno progredire l'industria affrontando i problemi ambientali e le interruzioni dell'approvvigionamento, così da migliorare la competitività del settore dell'energia eolica dell'UE.

3.3.Pompe di calore per applicazioni edili

A livello dell'UE, le pompe di calore sono oggetto di un sostegno crescente nel quadro del Green Deal europeo, del pacchetto "Pronti per il 55 %" e del piano REPowerEU¹⁶⁷. In

¹⁶³ WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe*, 2020.

¹⁶⁴ GU L 328 del 21.12.2018, pag. 82. Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

¹⁶⁵ COM(2021) 557 final, Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica la direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, il regolamento (UE) 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio e la direttiva n. 98/70/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio.

¹⁶⁶ SWD(2022) 0149 final, "Orientamenti a uso degli Stati membri sulle buone pratiche per accelerare le procedure autorizzative per i progetti di energia rinnovabile" (solo in EN).

¹⁶⁷ COM(2022) 230 final, "Piano REPowerEU".

quest'ultimo si invita a raddoppiare il tasso di diffusione attuale delle pompe di calore individuali, che si tradurrebbe nell'installazione di un totale di 10 milioni di unità nei prossimi cinque anni e di altri 30 milioni di unità entro il 2030; ciò sarebbe accompagnato da un potenziamento della capacità di produzione dell'UE. Il piano prevede inoltre una più rapida diffusione delle grandi pompe di calore nelle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento. L'ampia diffusione congiunta del fotovoltaico sui tetti (e dell'energia termosolare) e delle pompe di calore, abbinata a controlli intelligenti in grado di rispondere ai segnali di carico e di prezzo della rete, contribuirebbe alla decarbonizzazione del riscaldamento e ridurrebbe le sfide relative all'integrazione della rete.

Analisi della tecnologia. Le pompe di calore per le applicazioni edili sono prodotti disponibili in commercio. Possono essere classificate in base alla fonte da cui ricavano l'energia termica (aria, acqua o suolo), al mezzo al quale trasferiscono il calore (aria o acqua), al loro scopo (riscaldamento o raffrescamento di ambienti, riscaldamento dell'acqua per usi domestici) e ai segmenti di mercato (edifici commerciali o residenziali e reti).

Per quanto riguarda le pompe di calore utilizzate principalmente per la produzione di acqua calda per il riscaldamento degli ambienti e ad usi igienici, alla fine del 2021 l'insieme di apparecchi installati misurato per questo settore ha raggiunto quasi 17 milioni di unità in Europa, mentre nello stesso anno le vendite hanno totalizzato 2,18 milioni di unità, registrando un tasso di crescita annuo composto del 17 % negli ultimi cinque anni e del 20 % negli ultimi tre anni¹⁶⁸.

A stimolare le attività di R&I legate alle pompe di calore individuali è la domanda di unità più efficienti, compatte e silenziose; di intervalli di funzionamento a temperatura ambiente più ampi; di una digitalizzazione finalizzata all'integrazione ottimale con le reti energetiche; e di produzione e stoccaggio di energia a livello locale. Tali attività sono altresì guidate dall'evoluzione delle normative dell'UE che promuovono una maggiore efficienza energetica e un minore impatto ambientale durante il ciclo di vita, anche attraverso la circolarità dei materiali e l'impiego di refrigeranti a basso potenziale di riscaldamento globale (Global Warming Potential, GWP). Le attività di R&I relative alle pompe di calore commerciali riguardano, ad esempio, l'integrazione della fornitura simultanea di calore e freddo con l'accumulo termico.

La posizione dell'UE in materia di R&I è solida e in costante miglioramento. L'Unione è leader per quanto riguarda i brevetti di pompe di calore "usate principalmente per il riscaldamento" nell'ambito delle applicazioni edili. Tra il 2017 e il 2019 il 48 % delle "invenzioni di valore elevato" è stato depositato nell'UE, seguita dal Giappone (12 %), dagli Stati Uniti (8 %), dalla Corea del Sud (7 %) e dalla Cina (5 %)¹⁶⁹. Nel periodo 2014-2022 Orizzonte 2020 ha fornito finanziamenti per un totale di 277 milioni di EUR a favore di progetti riguardanti le pompe di calore per applicazioni edili.

Analisi della catena del valore. Nel 2020 il fatturato delle attività di produzione, installazione e manutenzione delle pompe di calore nell'UE è stato pari a 41 miliardi di EUR ed è cresciuto a un tasso medio annuo del 21 % negli ultimi tre anni. Sempre nel 2020 i posti di lavoro

¹⁶⁸ European Heat Pump Association (EHPA), 2022, <https://www.ehpa.org/market-data/>.

¹⁶⁹ Lyons, L. et al., Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita, *Pompe di calore nell'Unione Europea — Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), Commissione europea, 2022, JRC130874.

diretti e indiretti sono stati pari a 318 800 unità, con una crescita media annua del 18 % negli ultimi tre anni. Questi dati comprendono tutti i tipi di pompe di calore, incluse le pompe di calore aria-aria utilizzate per il raffrescamento e/o il riscaldamento¹⁷⁰.

La fabbricazione di pompe di calore non richiede materie prime essenziali, ma risente dell'attuale carenza di semiconduttori a livello mondiale.

Analisi del mercato mondiale. Nell'UE la catena del valore delle pompe di calore "usate principalmente per il riscaldamento" è costituita da molte PMI e da pochi grandi operatori. La percentuale di pompe di calore importate è in aumento e nel 2021 il disavanzo della bilancia commerciale ha raggiunto 390 milioni di EUR, in contrasto con l'eccedenza di 202 milioni di EUR registrata cinque anni prima¹⁷¹. Nel 2021 le importazioni dalla Cina sono raddoppiate e hanno raggiunto un valore pari a 530 milioni di EUR.

In conclusione, pur procedendo già a ritmo sostenuto, la diffusione delle pompe di calore deve accelerare ulteriormente per conseguire gli obiettivi di REPowerEU. Per poter sfruttare la crescente domanda di pompe di calore nell'UE, i fornitori con sede nell'UE devono aumentarne la produzione. Secondo alcune associazioni di categoria, accelerare l'eliminazione progressiva dei refrigeranti ad alto potenziale di riscaldamento globale rallenterebbe l'aumento della produzione per applicazioni specifiche, ma le date di divieto contenute nella proposta di modifica del regolamento sui gas fluorurati¹⁷² sono concepite per concedere all'industria il tempo sufficiente per adeguarsi. La carenza di installatori qualificati e gli elevati costi iniziali possono fungere da deterrente alla diffusione delle pompe di calore nell'UE.

L'industria necessita di un "acceleratore per le pompe di calore", una piattaforma che riunirebbe la Commissione, gli Stati membri e il settore stesso. La piattaforma dovrebbe ricevere sostegno mediante segnali politici chiari e duraturi in grado di creare fiducia nella pianificazione a lungo termine, garantire un quadro normativo favorevole, ridurre i costi mediante l'intensificazione della cooperazione e delle attività di R&I e sviluppare un patto per le competenze incentrato sulle pompe di calore. Nell'ambito del piano REPowerEU la Commissione sosterrà gli sforzi degli Stati membri tesi a mettere in comune le risorse pubbliche attraverso possibili importanti progetti di comune interesse europeo (IPCEI) incentrati sulle tecnologie di punta e sull'innovazione lungo la catena delle pompe di calore, e a istituire un partenariato su vasta scala per le competenze nell'ambito del patto per le competenze.

3.4.Batterie

Per via della loro capacità di ridurre la dipendenza dalle importazioni di combustibili nel settore dei trasporti, garantire il massimo utilizzo dell'energia elettrica da fonti rinnovabili e limitare le riduzioni di produzione, le batterie sono destinate ad avere un ruolo determinante nel conseguimento degli obiettivi del Green Deal europeo e nell'attuazione del piano REPowerEU¹⁷³. Si prevede che entro il 2030 circoleranno sulle strade dell'UE oltre 50

¹⁷⁰ Sulla base dei dati 2020 di EurObserv'ER.

¹⁷¹ COMEXT, codice 841861.

¹⁷² COM(2022) 150 final, Proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio sui gas fluorurati a effetto serra, che modifica la direttiva (UE) 2019/1937 e che abroga il regolamento (UE) n. 517/2014.

¹⁷³ COM(2022) 230 final, "Piano REPowerEU".

milioni di veicoli elettrici¹⁷⁴ (per una capacità delle batterie pari ad almeno 1,5 TWh) e la capacità delle batterie stazionarie supererà gli 80 GW/160 GWh¹⁷⁵. L'UE si sta gradualmente avvicinando al traguardo di assicurare che entro il 2035 tutte le autovetture nuove siano a emissioni zero, in linea con l'obiettivo di rendere l'intero parco auto dell'UE, pari a 270 milioni di veicoli, a zero emissioni (per lo più composto da veicoli elettrici) entro il 2050. La mobilità elettrica è il principale motore della domanda di batterie. Si prevede che le batterie agli ioni di litio domineranno il mercato ben oltre il 2030, ma in parallelo è in corso lo sviluppo di altre tecnologie.

Analisi della tecnologia. Nonostante le interruzioni della fornitura di chip e magnesio, la diffusione della tecnologia delle batterie nell'UE ha raggiunto i massimi storici: nel 2021 sono stati venduti 1,7 milioni di nuovi veicoli elettrici, per una quota di mercato pari al 18 % (rispetto al 3 % nel 2019 e al 10,5 % nel 2020¹⁷⁶), superiore a quella della Cina (16 %). Le vendite nazionali di veicoli elettrici sono state comprese tra l'1,3 % di Cipro e il 45 % della Svezia. Anche il mercato delle batterie stazionarie nell'UE è in rapida crescita e dovrebbe raggiungere gli 8 GW/13,7 GWh entro la fine del 2022¹⁷⁷. Tuttavia è necessaria un'ulteriore accelerazione per ridurre la dipendenza dagli impianti di punta del gas, in linea con gli obiettivi di REPowerEU.

Nel 2021 il prezzo medio delle batterie è sceso del 6 %, passando a circa 116 EUR/kWh¹⁷⁸ sul mercato mondiale e a circa 150 EUR/kWh sul mercato dell'UE. Il dato conferma una tendenza in atto da lungo tempo. Tuttavia, con l'aumento dei prezzi nel 2022 dovuto a shock sul versante dell'approvvigionamento, tale tendenza si sta ora invertendo (ad esempio nella primavera del 2022 il prezzo del carbonato di litio è aumentato del 974 % rispetto al 2021¹⁷⁹). Nel 2022 i pacchi batterie saranno più costosi di almeno il 15 % rispetto al 2021¹⁸⁰. Nel 2021 il costo del sistema delle applicazioni agli ioni di litio su scala di rete si attestava a circa 350 EUR/kWh¹⁸¹ ed era all'incirca il doppio nel caso dei sistemi di stoccaggio domestico.

Analisi della catena del valore. Nel 2021 la quasi totalità della produzione di massa dell'UE di batterie agli ioni di litio era ancora effettuata da produttori asiatici stabiliti nell'UE (in Ungheria e in Polonia). Con la costruzione di nuove *gigafactory*, l'UE (in particolare la Germania e la Svezia) è destinata ad acquisire sempre più importanza sul mercato. Alla fine del 2021 l'azienda svedese Northvolt ha prodotto il suo primo elemento di batteria fabbricato al 100 % con nichel, manganese e cobalto riciclati e nel 2022 ne ha iniziato la

¹⁷⁴ *Scenari strategici per la realizzazione del Green Deal europeo* (solo in EN), Commissione europea, 2021. Disponibile all'indirizzo: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en.

¹⁷⁵ *Scenari strategici per la realizzazione del Green Deal europeo* (solo in EN), Commissione europea, 2021. Disponibile all'indirizzo: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en.

¹⁷⁶ Associazione europea dei costruttori di automobili (ACEA), febbraio 2022, <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-9-1-hybrid-19-6-and-petrol-40-0-market-share-full-year-2021/>.

¹⁷⁷ *European Market Monitor on Energy Storage*, sesta edizione (EMMES 6.0), <https://ease-storage.eu/publication/emmes-6-0-june-2022/>.

¹⁷⁸ BNEF, *Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh*, 30 novembre 2021. Tasso di cambio di EUR 0,8826 per 1 USD al 30 novembre 2021.

¹⁷⁹ Energy Storage News, *BloombergNEF predicts 30% annual growth for global energy storage market to 2030*, 4 aprile 2022.

¹⁸⁰ AIE, *Global EV outlook 2022*, 2022.

¹⁸¹ Sulla base del webinar di Aurora Energy Research del 21 aprile 2022, dal titolo "How high can battery costs get?"

commercializzazione. L'azienda afferma di disporre di un processo di riciclaggio altamente efficiente, in grado di recuperare fino al 95 % dei metalli presenti nelle batterie¹⁸².

Si prevede che entro la fine del 2022 la capacità di produzione installata dell'UE supererà i 75 GWh¹⁸³ (rispetto ai 44 GWh a metà 2021). I progetti attualmente in corso dimostrano che l'UE è sulla buona strada per soddisfare il 69 % della domanda di batterie entro il 2025 e l'89 % entro il 2030¹⁸⁴. Il merito è in gran parte delle iniziative della European Battery Alliance¹⁸⁵.

Il segmento delle materie prime a monte rimane il meno resiliente della catena del valore delle batterie. Nonostante le numerose iniziative dell'UE, nel 2021 il divario nell'approvvigionamento di materie prime per batterie è aumentato¹⁸⁶. La maggior parte delle batterie usate continua a essere inviata in Asia per il riciclaggio¹⁸⁷.

L'UE sta compiendo progressi rapidi per quanto riguarda la tecnologia degli ioni di litio (in particolare nella linea NMC¹⁸⁸, caratterizzata dalle prestazioni più elevate), ma troppo lenti nel caso delle tecnologie delle batterie stazionarie basate su materie prime presenti in abbondanza (ad esempio le batterie di flusso e le batterie agli ioni di sodio; queste ultime presentano anche un buon potenziale per i veicoli elettrici, alla luce di fattori quali gli sviluppi in Cina). L'UE è anche più lenta nell'adozione della meno costosa tecnologia a base di (ioni di) litio-ferro-fosfato, sempre più utilizzata in Asia e meno dipendente da materie prime critiche.

Analisi del mercato mondiale. La Cina controlla l'80 % della capacità mondiale di raffinazione delle materie prime delle batterie agli ioni di litio, il 77 % della capacità di produzione delle celle e il 60 % della capacità di fabbricazione dei componenti delle batterie¹⁸⁹. Nel 2021 il disavanzo della bilancia commerciale dell'UE relativo alle batterie agli ioni di litio ha continuato a crescere e ha raggiunto i 5,3 miliardi di EUR¹⁹⁰ (+ 25 % rispetto al 2020). L'UE realizza circa il 19 % della produzione mondiale di veicoli elettrici¹⁹¹, ma il suo contributo alla catena di approvvigionamento a monte è minimo (ad eccezione della trasformazione del cobalto). La produzione e la diffusione di autobus elettrici nell'UE (alla fine del 2021 erano in circolazione 7 356 autobus elettrici) sono irrilevanti rispetto a quelle della Cina, che detiene oltre il 90 % della flotta mondiale di tali veicoli, composta da 670 000 unità¹⁹².

¹⁸² NorthVolt.com, "Northvolt produces first fully recycled battery cell", 12 novembre, 2021.

¹⁸³ Comprese LG Chem (Polonia): 32 GWh; Samsung SDI (Ungheria): 20 GWh; Northvolt (Svezia): 16 GWh; SK Innovation (Ungheria): 7,5 GWh ([Benchmark Minerals: Europe's EV gigafactory capacity pipeline to grow 6-fold to 789.2 GWh to 2030 - Congresso sui veicoli verdi](#)). Altri produttori, ad esempio SAFT, MES e Leclanché, contribuiscono con capacità su scala più ridotta, ma stanno aumentando i loro volumi di produzione.

¹⁸⁴ EIT InnoEnergy, contributo alla riunione ministeriale di alto livello sulle batterie, febbraio 2022.

¹⁸⁵ [European Battery Alliance \(europa.eu\)](#).

¹⁸⁶ EIT InnoEnergy, contributo alla riunione ministeriale di alto livello sulle batterie, febbraio 2022.

¹⁸⁷ EBA250, programma di sviluppo industriale della European Battery Alliance, <https://www.eba250.com/>.

¹⁸⁸ NMC = Nichel-manganese-cobalto.

¹⁸⁹ Willuhn M., *National lithium-ion battery supply chains ranked*, PV Magazine, 16 settembre 2020.

¹⁹⁰ Dati Comext 2022.

¹⁹¹ Sulla base dei dati di produzione Prodcom 2021 per l'UE e dei dati dell'AIE sulle vendite mondiali di veicoli elettrici nel 2021.

¹⁹² AIE, *Global EV Outlook 2022*.

In conclusione l'UE sta sviluppando in misura crescente la capacità tecnologica indispensabile in termini di stoccaggio più economico/stoccaggio a più lungo termine (ad esempio le tecnologie per gli ioni di sodio; a base di zinco; batterie di flusso) ed è una realtà solida per quanto riguarda i prodotti finali (in particolare la produzione e la diffusione di veicoli elettrici, ad eccezione del segmento degli autobus elettrici). Sta inoltre recuperando rapidamente terreno nella fabbricazione di elementi di batteria per quanto riguarda la tecnologia degli ioni di litio ed è sulla buona strada per diventare quasi autosufficiente nella produzione di batterie entro il 2030. Nonostante le iniziative in corso, persiste il problema della mancanza di materie prime interne e di produzione di materiali avanzati. Per affrontare queste sfide, l'UE intende intensificare i propri sforzi negli ambiti dell'estrazione, della raffinazione, della trasformazione e del riciclaggio, ad esempio mediante l'annunciata normativa dell'UE sulle materie prime critiche.

3.5. Produzione di idrogeno rinnovabile mediante elettrolisi dell'acqua

L'idrogeno rinnovabile¹⁹³ presenta notevoli potenzialità per contribuire agli obiettivi dell'UE in materia di clima ed energia. Può essere utilizzato come combustibile per settori di difficile elettrificazione (ad esempio i trasporti pesanti e a lunga distanza); come materia prima chimica (ad esempio nei fertilizzanti e in altre sostanze chimiche); e nei processi industriali (ad esempio nella produzione di acciaio o cemento). Sebbene si preveda che nel 2050 l'idrogeno e i suoi derivati rappresenteranno il 12 % del mix energetico globale¹⁹⁴, l'idrogeno rinnovabile ottenuto per elettrolisi dell'acqua rappresenta attualmente solo lo 0,1 % della produzione complessiva dell'UE.

REPowerEU ha ulteriormente rafforzato gli obiettivi strategici della strategia 2020 per l'idrogeno¹⁹⁵, fissando gli obiettivi per il 2030 in materia di idrogeno rinnovabile e a basse emissioni di carbonio a 10 Mt di produzione interna e a 10 Mt di importazioni (in parte sotto forma di ammoniaca). L'istituzione di una Banca europea dell'idrogeno accelererà la produzione e l'uso dell'idrogeno rinnovabile e aiuterà a sviluppare le infrastrutture necessarie in modo coordinato¹⁹⁶.

La Commissione e i principali produttori di elettrolizzatori dell'UE si sono impegnati ad aumentare la capacità produttiva fino a 17,5 GW di idrogeno entro il 2025¹⁹⁷. Inoltre i piani per la ripresa e la resilienza degli Stati membri destinano circa 10,6 miliardi di EUR alle tecnologie dell'idrogeno e nel 2022 (a luglio e a settembre) la Commissione ha approvato due importanti IPCEI che prevedono, rispettivamente, investimenti per 5,4 e 5,2 miliardi di EUR e la partecipazione di 15 e 13 Stati membri.

Analisi della tecnologia. A fronte di una capacità mondiale di 300 MW nel 2020¹⁹⁸, nel 2021 la capacità installata in Europa (compresi il Regno Unito e i paesi EFTA) ammontava a

¹⁹³ Secondo la definizione della CE, l'idrogeno rinnovabile è quello prodotto utilizzando energia elettrica rinnovabile o ricavato da biomassa che consente di ottenere una riduzione del 70 % delle emissioni di CO₂ (rispetto ai combustibili fossili). Nel pacchetto sulla decarbonizzazione del gas e dell'idrogeno, del 15 dicembre 2021 (COM(2021) 803 final) la CE ha fissato una soglia per l'"idrogeno a basse emissioni di carbonio".

¹⁹⁴ IRENA, *Geopolitics of Energy Transformation: the Hydrogen Factor*, Abu Dhabi, 2022.

¹⁹⁵ COM(2020) 301, "Una strategia per l'idrogeno per un'Europa climaticamente neutra".

¹⁹⁶ Come annunciato nel discorso sullo stato dell'Unione 2022 del 14 settembre 2022 (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/SPEECH_22_5493).

¹⁹⁷ Dichiarazione congiunta del 5 maggio 2022, <https://ec.europa.eu/documents/50014/>.

¹⁹⁸ AIE, *Global Hydrogen Review*, 2021.

135 MW. Gli elettrolizzatori con membrana a scambio protonico (PEM) e gli elettrolizzatori alcalini rappresentano rispettivamente il 55 % e il 44 % della capacità installata sul territorio europeo (compresi l'EFTA e il Regno Unito)¹⁹⁹.

Il costo normalizzato dell'energia elettrica è il principale fattore che incide sulla redditività economica degli investimenti negli elettrolizzatori e l'aumento dei prezzi dell'energia elettrica rimane uno dei principali ostacoli alla redditività economica della produzione competitiva di idrogeno da elettrolizzatori.

Il costo della produzione europea di idrogeno usando fonti rinnovabili varia (nel 2020) da una mediana di 6,8 EUR/kgH₂ (produzione a base di energia solare fotovoltaica) a una mediana di 5,5 EUR/kgH₂ (produzione a base di energia eolica)²⁰⁰. I costi degli elettrolizzatori dovrebbero diminuire grazie all'elettrolisi ad alta temperatura, passando da 2 130 EUR/kW nel 2020 a 520 EUR/kW nel 2030. Gli obiettivi di costo per il 2030 per quanto riguarda gli elettrolizzatori PEM ed alcalini sono rispettivamente di 500 EUR/kW e 300 EUR²⁰¹.

Analisi della catena del valore. nel 2021 la capacità di produzione di elettrolizzatori ad acqua in Europa è stata stimata a 2,5 GW/anno²⁰². La capacità produttiva mondiale è stata stimata a circa 6-7 GW/anno (costituiti per circa due terzi da elettrolizzatori alcalini e per un terzo da elettrolizzatori PEM, sia nel mercato europeo che in quello mondiale)²⁰³.

I volumi di produzione in Europa sono inferiori a quelli della Cina e degli Stati Uniti. Si stima che le imprese cinesi possiedano la metà della capacità produttiva mondiale di elettrolisi alcalina e che quelle statunitensi detengano la maggior parte della produzione di elettrolisi PEM. L'Europa è prima in termini di numero di imprese produttrici e di elettrolisi a ossidi solidi, ma dipende da paesi quali Cina, Russia e Sud Africa per l'approvvigionamento delle materie prime critiche necessarie, di cui è in grado di reperire soltanto dall'1 al 3 % sul mercato interno²⁰⁴.

Il consumo di acqua (attualmente pari a circa 17 l/kgH₂) associato all'incremento della produzione di idrogeno rinnovabile aumenterà la pressione sulle risorse di acqua dolce; è pertanto opportuno che i nuovi siti di produzione di elettrolizzatori siano conformi alla direttiva quadro sulle acque²⁰⁵ anche al fine di evitare strozzature legate alle risorse idriche durante il processo produttivo.

Analisi del mercato mondiale. Il commercio internazionale soddisfa soltanto lo 0,2 % della domanda totale di idrogeno (non rinnovabile) dell'UE, pari a 8,4 milioni di tonnellate²⁰⁶. Sebbene il commercio internazionale dell'idrogeno non sia ancora una realtà, la futura offerta

¹⁹⁹ *The Clean Hydrogen Monitor*, Hydrogen Europe, 2021.

²⁰⁰ *The Clean Hydrogen Monitor*, Hydrogen Europe, 2021.

²⁰¹ *Strategic Research and Innovation Agenda 2021-2027*, partenariato per l'idrogeno pulito.

²⁰² Dichiarazione congiunta in occasione del vertice europeo sugli elettrolizzatori, Bruxelles, 5 maggio 2022.

²⁰³ BNEF, 2021. Si noti che le stime della capacità di produzione annua variano in funzione delle fonti.

²⁰⁴ Dolci, F. et al., Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita: *Elettrolisi dell'idrogeno — Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), Commissione europea, 2022, JRC130683.

²⁰⁵ GU L 327 del 22.12.2000, pag. 1. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

²⁰⁶ Hydrogen Europe, *Clean Hydrogen Europe*, 2021. La domanda annuale di idrogeno comprende Islanda, Norvegia, Svizzera e Regno Unito.

di idrogeno rinnovabile apre notevoli opportunità commerciali per l'UE, come indicato nel piano REPowerEU.

In conclusione, l'UE non può competere con la Cina nel campo della tecnologia alcalina senza disporre di sistemi di assemblaggio più grandi, di una maggiore automazione e di economie di scala.

I prezzi dell'energia elettrica attualmente elevati e la dipendenza dalle importazioni di materie prime critiche, concentrate presso pochi fornitori, costituiscono debolezze sostanziali delle catene del valore degli elettrolizzatori dell'UE. Occorrono accordi di cooperazione a lungo termine, oltre a ricerche specifiche sulle alternative ai metalli rari e ad altre materie prime critiche, attualmente necessari per l'elettrolisi dell'acqua. Inoltre il successo a lungo termine dipende da un approvvigionamento idrico sostenibile e da una sufficiente capacità di riciclaggio nell'UE, come pure da un approccio globale all'incentivazione della domanda e dell'offerta. Il sostegno fornito dai quadri normativi e di finanziamento dell'UE, così come dai grandi investimenti nell'ambito dei fondi per la ripresa, dagli IPCEI, dalla politica di coesione, da Orizzonte Europa, dall'impresa comune "Idrogeno pulito"²⁰⁷ e dal Fondo per l'innovazione, è fondamentale per la competitività dell'industria dell'idrogeno rinnovabile dell'UE.

3.6. Combustibili rinnovabili

Nel breve termine, le tecnologie dei combustibili rinnovabili possono contribuire in modo consistente alla decarbonizzazione dei trasporti oltre che a garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e la diversificazione energetica. Il piano REPowerEU²⁰⁸ attribuisce soprattutto al biometano²⁰⁹ un ruolo determinante nella diversificazione degli approvvigionamenti di gas nell'UE, raddoppiandone la produzione rispetto all'obiettivo UE per il 2030 e inserendo così il biometano in cima alle priorità in materia di energie rinnovabili.

Le proposte legislative contenute nel pacchetto "Pronti per il 55 %"²¹⁰ consentirebbero di raggiungere nel 2030 una domanda notevole di energie rinnovabili nel settore dei trasporti, ben al di sopra degli obiettivi per quanto riguarda le quote di biocarburanti avanzati e di combustibili rinnovabili di origine non biologica fissati nella proposta riveduta RED II²¹¹. Ciò si deve all'obiettivo di riduzione del 13 % delle emissioni di gas a effetto serra (GES) nel settore dei trasporti (probabilmente non raggiungibile con la sola elettrificazione) e all'innalzamento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di GHG al 40 % e al 61 %, di cui

²⁰⁷ L'impresa comune "Idrogeno pulito" ha stanziato 150,5 milioni di EUR, il programma Orizzonte 2020 ha messo a disposizione 130 milioni di EUR e il Fondo per l'innovazione ha sostenuto quattro progetti con una dotazione di 240 milioni di EUR fino alla metà del 2022.

²⁰⁸ COM(2022) 230 final, "Piano REPowerEU".

²⁰⁹ Soprattutto se prodotto a partire da rifiuti e residui organici, così da ottenere un biocarburante avanzato in caso di utilizzo nel settore dei trasporti.

²¹⁰ COM(2021) 550 final, "Pronti per il 55 %": realizzare l'obiettivo climatico dell'UE per il 2030 lungo il cammino verso la neutralità climatica.

²¹¹ COM(2021) 557 final, Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica la direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, il regolamento (UE) 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio e la direttiva n. 98/70/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio.

rispettivamente alle proposte rivedute di regolamento sulla condivisione degli sforzi²¹² e di direttiva sul sistema per lo scambio di quote di emissione²¹³ (se tali obiettivi devono essere conseguiti con un contributo di pari entità da parte del settore dei trasporti). Il piano REPowerEU propone di aumentare ulteriormente le quantità di combustibili rinnovabili necessarie. Contrariamente al trasporto su strada, la cui decarbonizzazione dovrebbe dipendere in larga misura dall'energia elettrica e dall'idrogeno²¹⁴, per i settori aereo e marittimo le proposte RefuelEU Aviation e FuelEU Maritime prevedono che i combustibili rinnovabili copriranno rispettivamente il 5 % e il 6,5 % del consumo totale di carburante per l'aviazione e la navigazione nell'UE^{215, 216}.

Analisi della tecnologia. Sebbene esistano percorsi commerciali (ad esempio a digestione anaerobica per la produzione di biometano, di olio vegetale idrogenato e di etanolo lignocellulosico), la capacità installata è modesta (0,43 Mt/anno) e la produzione pianificata è limitata (1,85 Mt/anno). Una serie di tecnologie innovative (ad esempio la gassificazione della biomassa per la produzione di carburanti sintetici ottenuti da processo Fischer-Tropsch, carburanti derivati da pirolisi e biometanolo) è stata dimostrata in ambiente industriale ed è pronta al decollo. Si registrano progressi tangibili anche per quanto riguarda diverse tecnologie di nuova generazione. L'UE concentra le sue azioni sui biocarburanti avanzati, basati principalmente su rifiuti e residui non riciclabili, e limita il suo sostegno ai biocarburanti prodotti a partire da alimenti e materie prime.

Le tecnologie per altri carburanti sintetici rinnovabili (combustibili solari, microcombustibili microbici di seconda generazione e microalghe) sono per lo più ancora a livello di laboratorio. Anche per quanto riguarda gli elettrocarburanti, le tecnologie più avanzate non sono ancora disponibili sul mercato a causa delle sfide tecnologiche tuttora esistenti, dei costi attualmente elevati dell'elettrolisi, delle rilevanti perdite di conversione (50 %) e degli alti costi di trasporto e distribuzione²¹⁷.

Analisi della catena del valore. La sfida principale per la diffusione sul mercato dei biocarburanti avanzati è la loro competitività rispetto ai biocarburanti convenzionali esistenti ricavati da colture alimentari. Secondo le stime, il costo dei biocarburanti avanzati è da 1,5 a 3 volte superiore al prezzo di mercato dei biocarburanti tradizionali come il biodiesel e il bioetanolo (fissato a 50-100 EUR/MWh). I biocarburanti avanzati comportano anche spese elevate in conto capitale (fino a 500 milioni di EUR per un singolo impianto) e sono legati

²¹² COM(2021) 555 final, Proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica il regolamento (UE) 2018/842 relativo alle riduzioni annuali vincolanti delle emissioni di gas serra a carico degli Stati membri nel periodo 2021-2030 come contributo all'azione per il clima per onorare gli impegni assunti a norma dell'accordo di Parigi.

²¹³ COM(2021)551 final, Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio recante modifica della direttiva 2003/87/CE che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nell'Unione, della decisione (UE) 2015/1814 relativa all'istituzione e al funzionamento di una riserva stabilizzatrice del mercato nel sistema dell'Unione per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra e del regolamento (UE) 2015/757.

²¹⁴ I principali fattori strategici del settore sono le norme sulle emissioni di CO₂ e il regolamento sulle infrastrutture per i combustibili alternativi (AFIR) proposti nell'ambito del pacchetto "Pronti per il 55 %".

²¹⁵ SWD(2021) 633 final, "Valutazione d'impatto che accompagna la proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio sulla garanzia di condizioni di parità per un trasporto aereo sostenibile".

²¹⁶ COM(2021) 562 final, Proposta di regolamento sull'uso di combustibili rinnovabili e a basse emissioni di carbonio nel trasporto marittimo e che modifica la direttiva 2009/16/CE.

²¹⁷ 50 % nel caso degli elettrocarburanti. Il costo attuale degli elettrocarburanti, pari a 7 EUR/litro, dovrebbe scendere a 1-3 EUR/litro entro il 2050 grazie alle economie di scala, agli effetti di apprendimento e alla prevista riduzione del prezzo dell'energia elettrica da fonti rinnovabili.

alla disponibilità di materie prime sostenibili per produrre la biomassa. Esiste un notevole potenziale per ridurre i costi di capitale del 25-50 % e i costi delle materie prime del 10-20 %, in particolare attraverso le attività di R&I, la diffusione su larga scala e il co-trattamento negli impianti esistenti.

Nel periodo 2010-2021 i finanziamenti privati di capitale di rischio per attività di R&I nel settore dei biocarburanti²¹⁸ hanno raggiunto in media 250 milioni di EUR all'anno. Le quote di gran lunga più consistenti sono state quelle degli Stati Uniti e del Canada (anche se la definizione di "biocarburante" differisce nei due paesi), mentre negli ultimi cinque anni la quota dell'UE è stata di appena il 6 %. Tuttavia l'UE figura al primo posto per numero di brevetti di alto valore, due volte superiore a quello degli Stati Uniti. La Cina detiene la maggior parte dei brevetti a basso contenuto di innovazione e le domande di brevetto presentate da inventori dell'UE sono in aumento negli Stati Uniti e in Cina.

Analisi del mercato mondiale: L'UE detiene circa il 7 % del valore del mercato mondiale dei biocarburanti (ossia circa 105 miliardi di EUR nel 2020); tale quota è rappresentata soprattutto da biodiesel di prima generazione. Nel 2018 il fatturato ha raggiunto un picco di 14,4 miliardi di EUR²¹⁹, la maggior parte dei quali generata in Francia, Germania e Spagna. Nell'UE sono stati creati 250 000 posti di lavoro diretti e indiretti lungo la catena del valore. L'UE ospita anche il 29 % delle imprese del mondo specializzate in innovazione, la maggior parte delle quali ha sede negli Stati Uniti e in Giappone.

Il settore dei biocarburanti avanzati sta muovendo ora i primi passi. Il numero di impianti commerciali è ancora piuttosto basso e il commercio internazionale è molto limitato. L'UE è leader mondiale, con 19 dei 24 impianti commerciali operativi destinati alla produzione di biocarburanti avanzati. I paesi con il maggior numero di impianti sono Svezia e Finlandia (complessivamente 12)²²⁰.

Tutti i biocarburanti possono essere commercializzati a livello internazionale. Il volume del commercio internazionale di biocarburanti è inferiore a quello dei combustibili fossili e quasi inesistente nel caso dei biocarburanti avanzati. Dal 2014 le importazioni di biocarburanti nell'UE sono in costante aumento. Nel 2021 l'UE ha registrato un disavanzo della bilancia commerciale di oltre 2 miliardi di EUR; la maggior parte delle importazioni proveniva da Argentina, Cina e Malaysia. I Paesi Bassi e la Germania sono i maggiori produttori di biocarburanti dell'UE, nonché i suoi maggiori esportatori di biocarburanti a livello mondiale.

In conclusione, sebbene la capacità di produzione di combustibili rinnovabili installata e quella pianificata per il 2030 siano minime e nell'UE il potenziale dei biocarburanti avanzati prodotti con materie prime sostenibili sia limitato, il settore può comunque contribuire agli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra previsti da "Pronti per il 55 %" e

²¹⁸ Gli investimenti privati comprendono capitale di rischio, investimenti informali, finanziamenti di avviamento e sovvenzioni. Il 57 % degli investimenti effettuati dal 2010 è avvenuto negli Stati Uniti, il 28 % in Canada e solo il 10 % nell'intera l'UE (relazione del CETO del JRC 2022 sui biocarburanti avanzati).

²¹⁹ Secondo la relazione sui biocarburanti avanzati, nel 2020 la Francia ha registrato il fatturato più elevato (poco più di 2 500 milioni di EUR), seguita da Germania e Spagna (circa 1 500 milioni di EUR ciascuna) e Ungheria, Romania e Polonia (poco meno di 1 000 milioni di EUR ciascuna) (cfr. Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita: *Biocarburanti avanzati nell'Unione europea — Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), JRC130727).

²²⁰ La Svezia possiede 8 impianti, la Finlandia ne conta 4, Spagna e Italia ne possiedono ciascuna 2 e la Francia e i Paesi Bassi ne contano 1 ciascuno. Al di fuori dell'UE, gli Stati Uniti possiedono 2 impianti e la Cina, l'Indonesia, il Giappone e la Norvegia ne contano 1 ciascuno (relazione del CETO del JRC 2022 sui biocarburanti avanzati).

rimediare in misura adeguata a eventuali ritardi nell'elettrificazione dei trasporti. Per realizzare appieno il potenziale dei combustibili rinnovabili nei trasporti è ancora necessario superare alcuni rischi tecnici ed economici. Il costo di tutti i combustibili rinnovabili, in particolare di quelli sintetici, è ancora elevato per via della dipendenza dai prezzi delle energie rinnovabili e dell'idrogeno. Tuttavia i biocarburanti avanzati si basano su risorse locali di biomassa sostenibile e su filiere corte che creano un elevato numero di posti di lavoro qualificati, riducono la povertà energetica e stimolano la competitività industriale. L'UE guida nettamente il mercato per quanto riguarda gli impianti commerciali operativi destinati alla produzione di biocarburanti avanzati e le innovazioni di valore elevato. Attualmente le imprese dell'UE si collocano tra le prime dieci al mondo, ma rischiano di perdere la loro leadership tecnologica a causa della mancanza di finanziamenti privati. Pertanto, oltre all'energia prodotta internamente, occorre valutare anche il potenziale di esportazione delle tecnologie europee di base.

3.7. Tecnologie intelligenti per la gestione dell'energia

Negli ultimi anni le politiche a livello sia nazionale che dell'UE hanno chiaramente riconosciuto l'importanza delle reti elettriche intelligenti. La strategia dell'UE per l'integrazione del sistema energetico del 2020²²¹ ha sancito l'importanza delle reti intelligenti nel conseguimento degli obiettivi della politica dell'UE in materia di energia e di clima. La revisione del regolamento sulle infrastrutture energetiche transeuropee del 2022²²² inserisce la diffusione delle reti elettriche intelligenti tra le aree tematiche prioritarie²²³. Nei loro piani per la ripresa e la resilienza gli Stati membri hanno riconosciuto il potenziale delle soluzioni digitali di migliorare l'intelligenza delle reti elettriche²²⁴. L'elettrificazione e gli interventi per rendere intelligenti le reti stanno compiendo progressi, ma per attuare il piano REPowerEU sono necessari ulteriori sforzi volti a potenziare l'infrastruttura elettrica. Le sfide comprendono la riduzione, la condivisione dei dati tra i diversi attori, la flessibilità, l'interoperabilità e la preparazione tecnologica. Il piano d'azione dell'UE sulla digitalizzazione del sistema energetico²²⁵ presenta una serie di misure finalizzate al superamento di tali ostacoli.

Tenuto conto dell'alto numero e della vasta gamma di tecnologie intelligenti per l'energia, questa sezione presenta una valutazione degli sviluppi tecnologici e di mercato per tre sole tecnologie chiave: i) infrastrutture di misurazione avanzate; ii) sistemi di gestione dell'energia domestica; e iii) ricarica dei veicoli elettrici intelligenti.

i) Infrastrutture di misurazione avanzate (*Advanced Metering Infrastructure — AMI*)

²²¹ COM(2020) 299 final, "Energia per un'economia climaticamente neutra: strategia dell'UE per l'integrazione del sistema energetico".

²²² GU L 152 del 3.6.2022, pag. 45. Regolamento (UE) 2022/869 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2022, sugli orientamenti per le infrastrutture energetiche transeuropee, che modifica i regolamenti (CE) n. 715/2009, (UE) 2019/942 e (UE) 2019/943 e le direttive 2009/73/CE e (UE) 2019/944, e che abroga il regolamento (UE) n. 347/2013.

²²³ Il regolamento prevede che i progetti di reti intelligenti contribuiscano ad almeno due dei criteri seguenti: i) sicurezza dell'approvvigionamento; ii) integrazione del mercato; iii) sicurezza della rete, flessibilità e qualità dell'approvvigionamento; e iv) integrazione settoriale intelligente.

²²⁴ Commissione europea, *Quadro di valutazione della ripresa e della resilienza. Analisi tematica: servizi pubblici digitali*, Commissione europea, dicembre 2021 (solo in EN).

²²⁵ COM(2022) 552 final, "Digitalizzare il sistema energetico – Piano d'azione dell'UE".

I sistemi di AMI²²⁶ offrono ai fornitori di servizi energetici e ai consumatori numerosi vantaggi, tra i quali la riduzione delle bollette elettriche grazie a una migliore gestione dei consumi, una migliore osservabilità della rete e quindi una migliore gestione delle indisponibilità, la riduzione dei costi di aggiornamento della rete grazie a una migliore gestione dei picchi di energia elettrica e un migliore controllo da parte dei clienti tramite l'uso di infrastrutture avanzate a loro dedicate (ad esempio applicazioni intelligenti e portali web)²²⁷.

Nell'UE l'introduzione dei sistemi di misurazione intelligenti sta compiendo progressi, anche se necessita di un'ulteriore accelerazione. Nel 2020 soltanto il 43 % dei consumatori era dotato di un contatore elettrico intelligente (la percentuale corrisponde a circa 123 milioni di unità tra UE e Regno Unito)²²⁸. Le funzionalità offerte dalle AMI possono variare: nella maggior parte dei paesi esse sono dotate di un'interfaccia metrica che fornisce informazioni dettagliate sui dati relativi ai consumi (ad esempio livello/data/ora di consumo) e/o informazioni sui dati cumulativi relativi ai consumi.

Per sfruttare appieno il potenziale delle AMI sarà necessaria la loro ulteriore integrazione con i sistemi di gestione dell'energia domestica e gli apparecchi intelligenti (compresa la ricarica intelligente dei veicoli elettrici) nonché con i nuovi servizi energetici.

ii) Sistema di gestione dell'energia domestica (*Home Energy Management System, HEMS*)

Con la progressiva introduzione degli apparecchi intelligenti²²⁹, gli HEMS dovrebbero diventare il fulcro dell'aggregazione, dell'ottimizzazione e dell'esternalizzazione dei dati a terzi (ad esempio intermediari dell'energia e fornitori di servizi). La Commissione sta elaborando un codice di condotta per i fabbricanti di apparecchi intelligenti sotto il profilo energetico, che definirà i requisiti di interoperabilità e i principi per la condivisione dei dati tra gli apparecchi, i sistemi di automazione delle abitazioni e degli edifici, i caricabatterie per veicoli elettrici, gli aggregatori e i gestori di sistemi di distribuzione²³⁰.

Le attuali soluzioni di gestione dell'energia domestica spaziano dalle applicazioni di monitoraggio diretto dell'energia alle piattaforme software generiche per i clienti dei servizi di pubblica utilità, che possono essere successivamente rese disponibili agli utenti finali. Oltre alle imprese "tradizionali" con una comprovata esperienza nel settore dell'energia e/o

²²⁶ I sistemi di AMI constano di diversi componenti. Il nucleo centrale è costituito dai contatori intelligenti, integrati da reti di comunicazione e sistemi di gestione dei dati.

²²⁷ Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems, *Results from the Smart Grid Investment Grant Program*, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, U.S. Department of Energy, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf.

²²⁸ Estonia, Spagna, Italia, Finlandia e Svezia: 90 %; Danimarca, Francia, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi e Slovenia: 70 %-90 %; Lettonia e Portogallo: 50 %-70 %; Spagna, Austria e Regno Unito: 20-50 % (Vitiello, S., Andreadou, N., Ardelean, M. e Fulli, G., *L'introduzione dei contatori intelligenti in Europa: A che punto siamo? Analisi costi-benefici nel Pacchetto Energia Pulita e tendenze di ricerca nel Green Deal, Energies*, vol. 15, pag. 2340, 2022, <https://doi.org/10.3390/en15072340> (solo in EN).

²²⁹ Tra gli esempi figurano i termostati intelligenti, le spine intelligenti, l'illuminazione intelligente e gli apparecchi a energia distribuita come gli impianti a energia solare fotovoltaica e i veicoli elettrici.

²³⁰ [Sostegno allo sviluppo di proposte politiche per gli apparecchi intelligenti sotto il profilo energetico | JRC Sistemi elettrici intelligenti e interoperabilità \(europa.eu\)](#) (solo in EN).

dell'elettronica²³¹, anche grandi società di software come Google, Apple e Cisco ora distribuiscono prodotti HEMS²³². Questa tendenza evidenzia il ruolo crescente dell'ingegneria del software nei dispositivi dell'internet degli oggetti (IoT).

La domanda di HEMS dovrebbe crescere in misura considerevole nei prossimi anni. Ad esempio entro il 2027 il mercato tedesco, che è il più grande mercato nazionale di HEMS nell'UE, dovrebbe crescere fino a quasi 460 milioni di USD (544 milioni di EUR²³³), mentre tra il 2021 e il 2027 il mercato francese degli HEMS potrebbe registrare un tasso di crescita annuo composto (CAGR) del 20,3 %²³⁴. Tale andamento è in linea con le tendenze globali. Nel 2021 il valore del mercato mondiale degli HEMS era stimato a 2,1 miliardi di USD (2,5 miliardi di EUR²³⁵) ed entro il 2027 potrebbe salire a 6 miliardi di USD (7 miliardi di EUR²³⁶) (con un CAGR del 16,5 % nel periodo 2022-2027)²³⁷. Tuttavia in questa fase non è ancora chiaro se gli HEMS aiuteranno soltanto i consumatori a ottimizzare i consumi e il comfort o se contribuiranno anche ad innescare la risposta della domanda e la flessibilità su vasta scala.

iii) Ricarica intelligente dei veicoli elettrici

La ricarica intelligente dei veicoli elettrici sarà fondamentale per massimizzare le sinergie tra i veicoli elettrici, la produzione di energia rinnovabile e i servizi di rete. Alla luce del loro ritmo di diffusione, i veicoli elettrici non dovrebbero creare una crisi della domanda di energia elettrica nel breve e medio termine²³⁸, ma potrebbero rimodellare la curva di carico²³⁹. L'impatto della ricarica intelligente dei veicoli elettrici può infatti essere maggiore nelle regioni e nelle aree locali in cui a una concentrazione elevata di veicoli elettrici corrisponde un'infrastruttura di rete meno solida. Le tecniche di ricarica intelligente dei veicoli elettrici sono potenzialmente in grado di fornire servizi di bilanciamento per la rete e limitare produzione di energia rinnovabile, riducendo in tal modo la necessità di ammodernare la rete.

²³¹ Ad esempio Fortum (FI), ENEL X (IT), Bosch (DE), NIBE (SE) e Schneider Electric (FR). I fornitori di HEMS sono stati presentati in dettaglio nella relazione sulla competitività 2021 della Commissione (SWD(2021) 307 final, [documento di lavoro dei servizi della Commissione](#), solo in EN).

²³² Google Home, Siri di Apple e il servizio di gestione dell'energia di Cisco sono esempi di servizi HEM.

²³³ Nel paragrafo è stato utilizzato il tasso di cambio medio del 2021, pari a 1,1827 EUR per 1 USD.
https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁴ Delta-EE, <https://www.delta-ee.com/research-services/home-energy-management/>.

²³⁵ Nel paragrafo è stato utilizzato il tasso di cambio medio del 2021, pari a 1,1827 EUR per 1 USD.
https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁶ Nel paragrafo è stato utilizzato il tasso di cambio medio del 2021, pari a 1,1827 EUR per 1 USD.
https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁷ Gruppo IMARC: *Home Energy Management System Market Size and Share 2022-2027*,
<https://www.imarcgroup.com/home-energy-management-systems-market?msclkid=5440b237b02f11ecae445030f049ab37>.

²³⁸ Dalle simulazioni della rete di distribuzione effettuate in Germania emerge che la necessità di aggiornamento della rete è piuttosto bassa fino a quando la quota di veicoli elettrici non raggiunge circa il 20 % dell'intero parco veicoli (VertgeWall, C.M. et al., *Modelling Of Location And Time Dependent Charging Profiles Of Electric Vehicles Based On Historical User Behaviour*, CIRED 2021 — 26a conferenza ed esposizione internazionale sulla distribuzione di elettricità, 2021).

²³⁹ McKinsey&Company, McKinsey Center for future mobility, *The potential impact of electric vehicles on global energy systems*, 2018.

La ricarica intelligente prevede una serie di opzioni di tariffazione e di ricarica tecnica e si presenta in tre forme: da veicolo unidirezionale a rete (V1G), da veicolo bidirezionale a rete (V2G) e da veicolo ad abitazione o da edificio (V2H-B). Tra i principali attori del mercato della ricarica intelligente dei veicoli elettrici figurano ABB (Svezia/Svizzera), Bosch Automotive Service Solutions Inc. (Germania), Schneider Electric (Francia), Greenflux e Alfen N.V. (Paesi Bassi), Virta (Finlandia), Driivz e Tesla (Stati Uniti).

Con un valore stimato di 1,52 miliardi di USD (1,77 miliardi di EUR²⁴⁰) nel 2020 e un tasso di crescita annuo composto (CAGR) del 32,42 % tra il 2021 e il 2031²⁴¹, il mercato globale della ricarica intelligente dei veicoli elettrici è in pieno decollo. Tuttavia, a differenza delle soluzioni V1G più mature, le modalità V2G e V2H-B non hanno ancora raggiunto la fase di diffusione capillare sul mercato, sebbene il numero di progetti pilota e dimostrativi sia in aumento.

L'introduzione su larga scala di infrastrutture di ricarica intelligenti comporterà due sfide: in primo luogo sarà necessario consolidare la standardizzazione delle interfacce di comunicazione tra punti di ricarica, veicoli elettrici e rete di distribuzione; in secondo luogo sarà necessario soddisfare una domanda crescente di materie prime²⁴².

Sono attesi ulteriori progressi per quanto riguarda i sistemi di AMI, gli HEMS e i veicoli elettrici intelligenti. La diffusione dei sistemi di AMI è stata più lenta di quanto inizialmente previsto. Per sfruttare appieno le opportunità offerte da tali sistemi è necessario potenziarne l'integrazione con gli HEMS e gli apparecchi intelligenti. La crescente presenza di questi ultimi dovrebbe comportare un aumento significativo della domanda di HEMS. Anche il mercato mondiale della ricarica intelligente dei veicoli elettrici è destinato a decollare, a patto di superare determinate criticità.

3.8. Risultanze principali su altre tecnologie per l'energia pulita

Le sezioni precedenti si sono concentrate sulle tecnologie e sulle soluzioni per l'energia pulita analizzate nel 2021²⁴³. Per la trattazione delle altre principali soluzioni energetiche pulite presentate in questa sezione si rimanda alle relazioni CETO allegate²⁴⁴. Tali tecnologie si trovano in fasi di sviluppo diverse, così come diversi sono i contesti in cui si evolvono. Di conseguenza ognuna di esse presenta un proprio insieme di sfide e opportunità in materia di competitività.

²⁴⁰ Nel paragrafo è stato utilizzato il tasso di cambio medio del 2021, pari a 1,1827 EUR per 1 USD.
https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²⁴¹ Ricerca di mercato sulla trasparenza, *Smart EV Charger Market: 2021 – 2031*, 2021.

²⁴² Le materie prime come l'acciaio inossidabile, il rame, l'alluminio, i policarbonati, gli elastomeri e i poliuretani termoplastici sono utilizzate per la fabbricazione di componenti essenziali delle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici (involucri, cavi, connettori, isolamento e rivestimento dei cavi e condotte flessibili). Il silicio e il germanio sono materie prime essenziali per la fabbricazione di circuiti e pannelli elettronici.

²⁴³ COM(2021) 952 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

²⁴⁴ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en.

L'energia idraulica²⁴⁵ è ad esempio già diffusa in maniera massiccia in tutta l'UE. Nel 2021 la capacità installata era di 151 GW, in aumento di 6 GW rispetto al 2011 e pari a circa il 12 % della produzione netta di energia elettrica dell'UE. La capacità di stoccaggio di energia elettrica dell'UE è quasi interamente costituita dai suoi 44 GW di energia idraulica con pompaggio, che garantiscono la flessibilità della rete elettrica e la capacità di stoccaggio dell'acqua. A fronte dell'invecchiamento degli impianti, l'ammodernamento sostenibile della capacità idraulica esistente diventa sempre più importante e offre l'opportunità di rendere il parco idroelettrico più resiliente ai cambiamenti climatici e del mercato. L'UE è leader nelle attività di R&I, detiene il 33 % di tutte le invenzioni di valore elevato a livello mondiale (2017-2019) e ospita il 28 % del totale delle imprese innovative. Nel periodo 2019-2021, in un mercato in espansione a livello mondiale, essa deteneva anche il 50 % di tutte le esportazioni mondiali di energia idraulica, per un valore di 1 miliardo di EUR. Tuttavia, per sfruttare appieno il potenziale dell'energia idraulica, l'UE dovrà superare le sfide legate all'accettazione sociale e all'impatto ambientale di nuovi impianti e bacini. Anche gli effetti dei cambiamenti climatici incidono in vario modo sul settore dell'energia idraulica e i bacini idroelettrici possono contribuire a porvi parziale rimedio. È essenziale riconoscere i benefici supplementari (al di là della produzione di energia) associati ai bacini idroelettrici polifunzionali e incentivare tecnologie e misure idroelettriche più sostenibili (ossia a impatto ridotto).

È in corso l'installazione di un numero crescente di impianti di **energia marina**²⁴⁶. Nel lungo periodo, considerando il suo potenziale in termini di risorse, l'energia marina può soddisfare fino al 10 % del fabbisogno energetico dell'UE. Nella strategia dell'UE per le energie rinnovabili offshore 2020²⁴⁷ sono stati proposti specifici traguardi di capacità per l'energia marina, con l'obiettivo a lungo termine di pervenire a una capacità installata di almeno 40 GW entro il 2050. Le imprese dell'UE sono in prima linea nel settore dell'energia marina e l'UE ospita la maggior parte delle imprese del settore. La capacità installata degli impianti è in aumento sia all'interno che all'esterno dell'UE. I singoli dispositivi sono già in grado di alimentare la rete per periodi di tempo più lunghi²⁴⁸. Tuttavia, affinché le tecnologie dell'energia del moto ondoso e delle maree si affermino sul mercato dell'energia elettrica e siano competitive rispetto ad altre fonti energetiche rinnovabili, è necessario continuare a ridurre i costi e garantirne la sostenibilità. Sono altresì necessari ulteriori finanziamenti a favore di collaudi e dell'adozione da parte del mercato per consentire la diffusione di tali tecnologie su larga scala.

²⁴⁵ Quaranta, E. et al, Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita, *Stoccaggio di energia idraulica ed energia idraulica con pompaggio nell'Unione europea — Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati*, Commissione europea, 2022, JRC130587 (solo in EN).

²⁴⁶ Comprende le tecnologie di conversione dell'energia del moto ondoso, dell'energia a gradiente salino e dell'energia termica oceanica.

²⁴⁷ COM(2020) 741 final, "Strategia dell'UE per sfruttare il potenziale delle energie rinnovabili offshore per un futuro climaticamente neutro".

²⁴⁸ La fase 1A del progetto di MeyGen relativo all'energia delle maree (UK) è in corso dall'aprile 2018, il progetto di Mutriku (ES) relativo all'energia del moto ondoso dal luglio 2011 e quello sull'energia delle maree nelle Shetland dal 2016.

L'energia²⁴⁹ geotermica ha registrato una crescita sia in termini di centrali elettriche che di teleriscaldamento e teleraffrescamento, anche se a un ritmo lento rispetto ad altre tecnologie. Nel 2021 in Germania sono state messe in funzione altre due centrali geotermiche con una capacità di 1 MWe e 5 MWe²⁵⁰, portando così la capacità totale dell'UE a 0,877 GWe, a fronte di una capacità totale installata a livello mondiale di circa 14,4 GWe. Sempre nel 2021 la capacità totale installata del teleriscaldamento e del teleraffreddamento geotermici ha raggiunto i 2,2 GWth nell'UE, per un totale di oltre 262 sistemi. La crescita maggiore si registra in Francia, nei Paesi Bassi e in Polonia. I sistemi geotermici avanzati (*Enhanced Geothermal Systems*, EGS) devono ancora affrontare diverse sfide in materia di innovazione, per le quali saranno necessarie ulteriori attività di R&I. Per sfruttare l'enorme potenziale dell'energia geotermica è fondamentale ridurre il rischio di investire in progetti geotermici. Nell'UE le sfide principali riguardano l'efficienza in termini di costi e le prestazioni ambientali.

L'energia solare a concentrazione (CSP) e l'energia termica solare a concentrazione²⁵¹ possono contribuire in modo sostanziale alla produzione di energia elettrica nelle zone caratterizzate da elevata insolazione diretta, ma finora il loro potenziale è stato sfruttato soltanto in parte. Nel 2021 la capacità installata a livello mondiale era di circa 6,5 GW, di cui 2,4 GW installati nell'UE. Nell'UE esiste anche un ampio mercato per il calore da processi industriali, che può essere in parte sfruttato dai sistemi di energia termica solare a concentrazione. La valorizzazione di tale potenziale in termini di energia elettrica e calore da processi mediante misure di sostegno finanziario e di altro tipo consentirebbe all'UE di affrontare meglio la concorrenza internazionale. Ciò è particolarmente importante in quanto le organizzazioni cinesi si stanno facendo strada come promotori di progetti CSP di portata internazionale, un ambito tradizionalmente dominato dalle aziende dell'UE. La CSP ha registrato notevoli progressi in termini di riduzione dei costi e di affermazione come scelta affidabile. Le organizzazioni europee svolgono un ruolo guida nella ricerca e nello sviluppo tecnologico. I ricercatori dell'UE sono tra i più attivi curatori di pubblicazioni scientifiche nonché autori di brevetti di alto valore che aumentano l'efficienza e riducono i costi, come indicato nel piano di attuazione del piano strategico per le tecnologie energetiche (piano SET)²⁵². Le attività di R&I svolgeranno un ruolo decisivo in questo ambito e continueranno a essere sostenute concretamente a livello dell'UE, come annunciato nella nuova strategia dell'UE per l'energia solare.

Negli ultimi anni sono aumentati i progressi in materia di **cattura, utilizzo e stoccaggio del carbonio** (*Carbon Capture Utilisation and Storage*, CCUS), ma il numero di impianti operativi nell'UE rimane modesto. Francia, Germania e Paesi Bassi sono ai primi posti per quanto riguarda gli investimenti pubblici e privati in attività di R&I e il numero di aziende detentrici di brevetti. Permangono alcuni ostacoli allo sviluppo del CCUS, soprattutto per

²⁴⁹ Bruhn, D. et al, Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita: *L'energia geotermica profonda nell'Unione europea — Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), Commissione europea, 2022, JRC130585.

²⁵⁰ Consiglio europeo per l'energia geotermica, *2021 EGEC Geothermal Market Report*.

²⁵¹ Taylor, N. et al., Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita: *Energia solare a concentrazione ed energia termica solare a concentrazione nell'Unione europea — Relazione - 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), Commissione europea, 2022, doi: 10.2760/080204, JRC130811.

²⁵² https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/csp-ste_en.

quanto riguarda l'attuazione normativa²⁵³, l'economia, i rischi e le incertezze e l'accettazione da parte dell'opinione pubblica. Un totale di 11 progetti su larga scala relativi allo stoccaggio o all'utilizzo del carbonio è stato selezionato per il sostegno dell'UE a titolo del Fondo per l'innovazione.

La **bioenergia**²⁵⁴ contribuisce attualmente a quasi il 60 %²⁵⁵ dell'approvvigionamento di energia rinnovabile nell'UE. Essa rimane importante per la transizione dei settori energetici di diversi Stati membri, in quanto favorisce la decarbonizzazione dell'economia aumentando nel contempo la sicurezza e la diversificazione energetiche. Il previsto aumento della biomassa rende importante per l'UE garantire un approvvigionamento e un utilizzo sostenibili della bioenergia, evitando impatti negativi sulla biodiversità così come sui pozzi di assorbimento e sulle scorte di carbonio. La proposta di revisione della direttiva Rinnovabili prevede criteri di sostenibilità più rigorosi per la bioenergia e introduce l'obbligo per gli Stati membri di applicare il principio dell'uso a cascata nei loro regimi di sostegno finanziario. Il biometano prodotto in modo sostenibile, in particolare a partire da rifiuti e residui organici, può contribuire all'obiettivo di REPowerEU di ridurre la dipendenza dell'UE dai combustibili fossili importati. L'introduzione dell'obbligo di raccolta differenziata dei rifiuti organici entro il 2024 rappresenta una grande opportunità per la produzione sostenibile di biogas da qui ai prossimi anni. La bioenergia fornisce una produzione flessibile di energia, permette il bilanciamento della rete elettrica e svolge un ruolo fondamentale nel raggiungimento di quote elevate di energie rinnovabili variabili (come l'eolico e il solare) nelle reti elettriche.

Con 103 reattori nucleari (101 GWe) attivi nell'UE nel 2022, l'**energia nucleare** genera circa un quarto dell'energia elettrica dell'UE e fornisce quasi il 40 % dell'energia elettrica a basse emissioni di carbonio dell'UE²⁵⁶. Insieme alle energie rinnovabili, l'energia nucleare rientra nel piano strategico a lungo termine dell'UE per il conseguimento di un'economia climaticamente neutra entro il 2050. Il piano REPowerEU riconosce inoltre il ruolo dell'idrogeno nucleare nella sostituzione del gas naturale per la produzione di idrogeno senza combustibili fossili. Il potenziale contributo del nucleare al futuro mix energetico a basse emissioni di carbonio dipende dalla ricerca e dall'innovazione, orientate a tecnologie nucleari sempre più sicure e pulite (sia convenzionali che avanzate). Diverse società di servizi di pubblica utilità e organismi di ricerca di almeno sette Stati membri dell'UE hanno manifestato interesse nei nuovi reattori nucleari modulari di piccole dimensioni²⁵⁷ (*Smaller and Modular Nuclear Reactors*, SMR) da collegare alla produzione di energia elettrica decarbonizzata e di energia non elettrica, come il riscaldamento industriale e il teleriscaldamento, o la produzione di idrogeno. Gli attori industriali e statali dell'UE interessati guidano il processo di definizione di un modello industriale europeo per la diffusione degli SMR nei primi anni 2030.

²⁵³ Ad esempio la ratifica del protocollo di Londra.

²⁵⁴ Motola, V. et al., Osservatorio delle tecnologie dell'energia pulita: *Bioenergia nell'Unione europea — Relazione 2022 sullo stato di avanzamento dello sviluppo tecnologico, sulle tendenze, sulle catene del valore e sui mercati* (solo in EN), Commissione europea, 2022, JRC130730.

²⁵⁵ La cifra comprende i biocarburanti, che rappresentano circa il 7 %.

²⁵⁶ Associazione nucleare mondiale, *Nuclear Power in the European Union*, tabella "EU nuclear power", sito web consultato il 14 ottobre 2022.

²⁵⁷ Commissione europea, *Reattori modulari di piccole dimensioni e applicazioni mediche delle tecnologie nucleari* (solo in EN), Ufficio delle pubblicazioni dell'UE, Lussemburgo, 2022.

4. CONCLUSIONI

Per una risposta efficace sotto il profilo dei costi, rispettosa del clima e socialmente equa all'attuale crisi energetica è fondamentale che l'UE sviluppi e diffonda rapidamente le tecnologie per l'energia pulita sul suo territorio.

In risposta al rincaro senza precedenti dei prezzi dell'energia, l'UE ha prontamente presentato una serie di misure che **proteggeranno i consumatori e le imprese**, compresi le famiglie vulnerabili e gli operatori del settore delle tecnologie per l'energia pulita, garantendo al tempo stesso il conseguimento degli obiettivi in materia di clima ed energia per il 2030 e il 2050.

In parallelo l'UE dovrebbe proseguire gli sforzi volti a **ridurre la sua dipendenza dalle materie prime e a diversificarne in maniera efficace l'approvvigionamento**, perché l'impennata dei prezzi incide pesantemente sulla competitività delle tecnologie per l'energia pulita. L'annunciata normativa europea sulle materie prime critiche²⁵⁸ mira a contribuire alla realizzazione di tali ambizioni. L'UE deve **intensificare la cooperazione internazionale e colmare la carenza di manodopera qualificata** in vari segmenti delle tecnologie per l'energia pulita, oltre a garantire nel contempo un ambiente equilibrato sotto il profilo del genere e paritario. La proposta di proclamare il 2023 Anno europeo delle competenze rappresenta un passo avanti verso l'aumento del numero di lavoratori qualificati.

È fondamentale **aumentare gli investimenti pubblici e privati nella ricerca, nell'innovazione, nell'espansione e nella diffusione a prezzi accessibili dell'energia pulita**. In questo contesto sarà decisivo il ruolo svolto dai quadri normativi e finanziari dell'UE. Insieme all'attuazione della nuova agenda europea per l'innovazione, i programmi di finanziamento dell'UE, la **cooperazione rafforzata** tra gli Stati membri e il **monitoraggio continuo delle attività nazionali di R&I** sono determinanti per progettare un ecosistema di R&I incisivo a livello dell'UE e colmare il divario tra la ricerca e l'innovazione e l'adozione da parte del mercato, rafforzando in tal modo la competitività dell'Unione.

La presente relazione conferma²⁵⁹ che **l'UE continua ad essere all'avanguardia nella ricerca sull'energia pulita** e che gli investimenti in R&I sono in costante crescita (anche se al di sotto dei livelli precedenti la crisi finanziaria). A livello mondiale, l'UE rimane alla testa delle invenzioni "verdi" e dei brevetti di alto valore, essendo il primo richiedente di brevetti nei settori del clima e dell'ambiente (23 %), dell'energia (22 %) e dei trasporti (28 %). Nelle pubblicazioni scientifiche mondiali, la quota dell'UE è diminuita, ma gli scienziati dell'UE collaborano e pubblicano a livello internazionale su temi relativi all'energia pulita a un ritmo ben al di sopra della media mondiale. A ciò va aggiunto che l'UE presenta un livello più alto di collaborazione tra il settore pubblico e quello privato.

Dal 2019 il fatturato e il valore aggiunto lordo del settore delle energie rinnovabili dell'UE sono in crescita e nel 2021 la produzione della maggior parte delle tecnologie e delle soluzioni per l'energia pulita nell'UE ha registrato la stessa tendenza. Nonostante l'UE abbia mantenuto una bilancia commerciale positiva per alcune tecnologie, come quelle eoliche, per

²⁵⁸ Annunciata dalla presidente della Commissione europea nel discorso sullo stato dell'Unione del 14 settembre 2022. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/SPEECH_22_5493.

²⁵⁹ Come nell'edizione precedente: COM(2021) 952 final e SWD(2021) 307 final, "Progressi riguardo alla competitività delle tecnologie per l'energia pulita".

altre il suo disavanzo commerciale è aumentato, quali le pompe di calore, i biocarburanti e l'energia solare fotovoltaica. Questa tendenza generale è in parte dovuta alla crescente domanda di tali tecnologie al suo interno.

Per quanto riguarda le singole tecnologie, la relazione mostra che nel 2022 il settore **eolico** dell'UE rimane leader mondiale nelle attività di R&I e nei brevetti di alto valore e mantiene una bilancia commerciale positiva. La concorrenza rimane tuttavia agguerrita e l'industria eolica dovrà superare l'attuale contesto sfavorevole, in parte causato dalla crescente domanda mondiale di terre rare e dalle interruzioni della catena di approvvigionamento. Per conseguire gli obiettivi di REPowerEU il settore dovrà raddoppiare l'attuale capacità di installazione annua. Nel 2022 l'UE ha continuato a essere uno dei mercati più grandi per il **fotovoltaico** e un forte innovatore, in particolare nelle tecnologie fotovoltaiche emergenti. Dal punto di vista della catena del valore, l'UE è ancora in ritardo rispetto all'Asia e sconta una forte dipendenza da diversi componenti fondamentali. Le soluzioni innovative e i continui progressi tecnologici offrono ulteriori opportunità di diffusione nell'UE.

L'Unione europea si trova a un bivio per diverse tecnologie. Per poterle sfruttare appieno, è necessario superare numerose sfide. Il settore delle **pompe di calore** dovrà accelerare il suo già rapido tasso di diffusione e garantire l'accessibilità economica dei sistemi (in particolare per le famiglie a basso reddito e le PMI); dal canto loro, i fornitori dell'UE dovranno aumentare la produzione al fine di mantenere la loro quota di mercato rispetto ai paesi terzi. Per quanto riguarda la **produzione di batterie**, l'UE è sulla buona strada per raggiungere l'autosufficienza pressoché totale entro il 2030, ma la mancanza di materie prime di origine interna e di capacità di produzione di materiali avanzati continua a rappresentare un ostacolo. Occorrono più sforzi per aumentare la capacità di riciclaggio e creare capacità tecnologiche per lo stoccaggio a costi inferiori/più a lungo termine. Per quanto riguarda la **produzione di idrogeno mediante elettrolisi**, l'UE può contare su un solido approccio generale all'incentivazione della domanda e dell'offerta. La posizione dell'UE nella catena del valore non è uniforme (ad esempio, l'Unione è leader nell'elettrolisi a ossidi solidi, ma non è competitiva nelle tecnologie alcaline). Le impennate del prezzo dell'energia elettrica e la dipendenza dalle materie prime critiche rappresentano alcune delle sfide principali. L'UE guida nettamente il mercato per quanto riguarda gli impianti commerciali operativi per la produzione di **combustibili rinnovabili** e le innovazioni di alto valore. Sebbene la loro produzione installata e quella pianificata per il 2030 siano limitate, i combustibili rinnovabili possono contribuire a tutti gli obiettivi di riduzione delle emissioni previsti dal pacchetto "Pronti per il 55%", a patto di eliminare determinati rischi tecnici ed economici. L'innovazione nell'**infrastruttura energetica digitale** dell'UE sarà fondamentale per garantire l'adeguatezza della rete elettrica al futuro sistema energetico. La domanda di sistemi di gestione dell'energia domestica (HEMS) e di ricarica intelligente dei veicoli elettrici sta decollando ed è destinata a crescere, così come registra passi avanti l'introduzione di un sistema di misurazione intelligente nell'UE (benché a un ritmo più lento del previsto).

Nel complesso, nonostante le promettenti tendenze positive osservate nell'ecosistema dell'innovazione dell'UE, sono necessari ulteriori sforzi per affrontare gli ostacoli strutturali e le sfide sociali che frenano, in modo più significativo rispetto a quanto avviene in altre grandi economie, le start-up e le scale-up delle tecnologie per il clima stabilite nell'UE. Per cogliere l'opportunità di diventare leader mondiale nella tecnologia per il clima e in quella estremamente avanzata, l'UE deve valorizzare la sua diversità di talenti, le sue risorse

intelletuali e le sue capacità industriali, e indurre gli investitori privati a partecipare più attivamente al finanziamento delle start-up specializzate nelle tecnologie per il clima e ad altissimo contenuto tecnologico.

La Commissione continuerà a monitorare i progressi del settore dell'energia pulita e perfezionerà ulteriormente la sua metodologia e la raccolta dei dati in collaborazione con gli Stati membri e i portatori di interessi. In tale contesto la Commissione aggiornerà la propria metodologia basata sulle evidenze in vista delle future edizioni della presente relazione. Ciò orienterà le decisioni politiche e contribuirà a rendere l'UE competitiva, efficiente sotto il profilo delle risorse, resiliente, indipendente e climaticamente neutra entro il 2050.

ALLEGATO I: QUADRO METODOLOGICO PER LA VALUTAZIONE DELLA COMPETITIVITÀ DELL'UE²⁶⁰

Parte 1: competitività generale del settore dell'energia pulita dell'UE	Parte 2: tecnologie e soluzioni per l'energia pulita		
Analisi macroeconomica (aggregata, per SM e per tecnologia)	1. Analisi delle tecnologie - Situazione attuale e prospettive	2. Analisi della catena del valore delle tecnologie per l'energia	3. Analisi del mercato mondiale
<p align="center">Sviluppi recenti</p> <ul style="list-style-type: none"> - prezzi e costi dell'energia: tendenze recenti - sfide in materia di sostenibilità e circolarità delle tecnologie per l'energia pulita; dipendenza del settore dell'energia pulita dell'UE dalle materie prime (critiche) e impatto sulla competitività dell'UE - impatto della COVID-19 e della ripresa - capitale umano e competenze 	<p align="center">Capacità installata, generazione/produzione e (attualmente e nel 2050)</p>	<p align="center">Fatturato</p>	<p align="center">Commercio (importazioni, esportazioni)</p>
<p align="center">Tendenze nella ricerca e nell'innovazione</p> <ul style="list-style-type: none"> - investimenti pubblici e privati nelle attività di R&I - brevettazione e brevetti di alto valore nell'UE e per Stato membro 	<p align="center">Costo/Costi livellati dell'energia elettrica²⁶¹ (attualmente e nel 2050)</p>	<p align="center">Crescita del valore aggiunto lordo (VAL) Annuale, variazione %</p>	<p align="center">Confronto tra leader del mercato mondiale e leader del mercato UE (quota di mercato)</p>
<p align="center">Contesto concorrenziale dell'energia pulita nel mondo</p>	<p align="center">Finanziamenti pubblici per R&I (SM e UE)</p>	<p align="center">Numero di imprese nella catena di approvvigionamento, compresi leader del mercato UE</p>	<p align="center">Efficienza delle risorse e dipendenza²⁶²</p>
<p align="center">Contesto dei finanziamenti a favore dell'innovazione nell'UE (rispetto alle principali economie)</p>	<p align="center">Finanziamenti privati per ricerca e innovazione</p>	<p align="center">Occupazione nel segmento della catena del valore</p>	
<p>Ruolo del cambiamento sistemico nel settore dell'energia pulita (ad es. digitalizzazione, edifici, comunità energetiche e cooperazione subnazionale)</p>	<p align="center">Tendenze in materia di brevetti (compresi brevetti di alto valore)</p>	<p align="center">Intensità energetica/produzione del lavoro</p>	
	<p align="center">Livello di pubblicazioni scientifiche</p>	<p align="center">Produzione comunitaria Valori annui di produzione</p>	

²⁶⁰ La valutazione è stata effettuata in stretta collaborazione con l'Osservatorio della Commissione europea relativo alle tecnologie dell'energia pulita. Per maggiori dettagli sulla parte 1 cfr. Georgakaki, A. et al., Osservatorio relativo alle tecnologie dell'energia pulita, *Analisi strategica complessiva delle tecnologie per l'energia pulita nell'Unione europea — Relazione sullo stato di avanzamento 2022* (solo in EN), Commissione europea, 2022, JRC131001. Per quanto riguarda la parte 2, le relazioni sulle singole tecnologie sono disponibili all'indirizzo https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en.

²⁶¹ E, se disponibili, i costi livellati di stoccaggio (*Levelised Cost of Storage, LCoS*).

²⁶² Segmenti della catena del valore che dipendono da materie prime critiche.