

FILIERE del FUTURO

Geografia produttiva delle rinnovabili in Italia

2024

PROMOSSO E REALIZZATO DA

**ITALIAN
EXHIBITION
GROUP**
Providing the future



SYMBOLA
Fondazione per le qualità italiane

COORDINAMENTO

DOMENICO STURABOTTI Direttore Fondazione Symbola

GIANNI SILVESTRINI Presidente Comitato scientifico KEY

SI RINGRAZIANO

GIUSEPPE ARGIRÒ Amministratore delegato di Cva

NICOLA ARMAROLI Dirigente di ricerca CNR

SILVIA BODOARDO Professoressa del Politecnico di Torino

ERNESTO CIORRA Dream Builder

EDOARDO GARRONE Presidente ERG

GIORGIO GRADITI Direttore Generale ENEA

CARLO RATTI Architetto e professore MIT

AGOSTINO RE REBAUDENGO Presidente Elettricità Futura

FRANCESCO STARACE Chairman SEforALL Chairman SBTi

GIOVANNI BATTISTA ZORZOLI Esperto di energia

PROGETTO GRAFICO

BIANCO TANGERINE

GRAFICO

VIVIANA FORCELLA Fondazione Symbola

ISBN 9788899265892

La riproduzione e/o diffusione parziale o totale dei dati e delle informazioni presenti in questo volume è consentita esclusivamente con la citazione completa della fonte: Fondazione Symbola - Italian Exhibition Group, 2024

PARTNER



PARTNER TECNICO



CENTRO STUDI DELLE
CAMERE DI COMMERCIO
GUGLIELMO TAGLIACARNE

Indice

PREMESSA	4
1. Le fonti rinnovabili hanno vinto la battaglia del prezzo con i combustibili fossili	10
2. Rinnovabili protagoniste della transizione verde	16
3. Le barriere sulla via delle rinnovabili	29
4. Trasporti, agricoltura e idrogeno: le convergenze con le fonti rinnovabili	37
5. Transizione energetica e transizione digitale si potenziano a vicenda: e per le fonti rinnovabili è un'enorme opportunità	43
6. Nuovi attori e modelli di business nel settore delle rinnovabili	48
7. Le fonti rinnovabili cambieranno il design dei prodotti (e il volto delle città) con integrazioni finora impensabili	54
8. Il mercato del lavoro nel 2030: le figure professionali chiave nella transizione energetica (che ancora mancano)	59
9. L'Italia può giocare un grande ruolo nella transizione energetica	64
10. Geografia produttiva delle rinnovabili in Italia	69
METODOLOGIA	84

Premessa

Il genio è 1% ispirazione e 99% traspirazione
Thomas Alva Edison

La recente Cop28 di Dubai ha indicato l'obiettivo di triplicare la capacità rinnovabile globale rispetto ai livelli del 2022, superano il tetto degli 11mila gigawatt entro il 2030. Un Obiettivo che si traduce in un salto dagli attuali 300 GW/anno di nuove rinnovabili nel mondo a 1000 GW/anno entro il 2030.¹

Una sfida impressionante che chiama in campo i nostri talenti: dal design alla manifattura, dalla ricerca scientifica e tecnologica ai territori. Una sfida complessa i cui contorni abbiamo delineato nella seconda edizione del rapporto "Le Filiere del futuro" promosso da Fondazione Symbola e Italian Exhibition Group. Il lavoro quest'anno infatti si compone di due parti una prima dedicata a raccontare, attraverso il punto di vista di 10 autorevoli protagonisti della transizione verde, il futuro delle energie rinnovabili da qui al 2030 mentre la seconda parte aggiorna la geografia delle imprese attive e potenzialmente attive nelle filiere italiane del fotovoltaico, eolico, idroelettrico, solare termico, geotermico e bioenergie.

Dal lavoro si evince come le rinnovabili abbiano vinto la battaglia del prezzo con i combustibili fossili e sono oggi la forma più economica per generare energia. Questo spiega perché nel 2022 ben l'80% di nuova potenza elettrica installata in tutto il pianeta

proveniva da fonti rinnovabili (300 GW su 360 GW) e il 44% dell'elettricità prodotta nell'Unione europea nel 2023 è stata generata da fonti rinnovabili.² Nei prossimi anni le tecnologie per la produzione di energia eolica e solare sono destinate a costituire l'ossatura della decarbonizzazione e rappresenteranno il 95% della crescita mondiale delle rinnovabili.

Oltre alle nuove installazioni, un apporto entro il 2030 arriverà dai miglioramenti tecnologici. In questo campo l'Italia è pioniera nello sviluppo di pannelli fotovoltaici ad alta efficienza, come dimostra il caso dello stabilimento Enel 3Sun a Catania, dove è stata sviluppata la cella fotovoltaica più performante a livello mondiale, e altrettanto incoraggianti sono i risultati nella ricerca sulle celle fotovoltaiche in perovskite, che hanno raggiunto un'efficienza di poco inferiore al silicio e potrebbero ridurre la dipendenza dell'Unione europea dalla Cina. Le altre fonti rinnovabili, come l'energia dei moti ondosi del mare, stentano a decollare per problemi tecnologici difficili da superare, mentre si potrebbe accelerare di più sul solare termico a concentrazione. Resta, inoltre, la grande sfida dell'eolico offshore, tecnologia che ha sicuramente risentito del recente apprezzamento dei tassi d'interesse, ma che promette grandi sviluppi.

Da qui al 2030 assisteremo a un'integrazione sempre

¹ Fonte Agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA)
² <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2024/>

più stretta delle fonti rinnovabili con prodotti finora impensabili. Si vedono già oggi le premesse, con la ricerca indirizzata a integrare le celle fotovoltaiche nelle finestre e nelle pareti orizzontali degli edifici, ma anche nell'arredamento e negli elettrodomestici. La convergenza delle fonti rinnovabili con altri ambiti non si limiterà a questo. Al pari di ogni grande trasformazione, le fonti rinnovabili cambieranno il sistema dei trasporti, come dimostrano gli esperimenti di vehicle to grid, in cui le batterie delle auto elettriche servono per stabilizzare la rete nazionale, o nell'agricoltura, dove i pannelli solari sono funzionali a determinate colture che richiedono minore luce solare. In tutto questo si inserisce la transizione digitale, che per le sue caratteristiche sarà potenziata e a sua volta potenzierà la transizione energetica. Basti pensare al contributo che l'intelligenza artificiale potrà dare alla gestione della rete elettrica, o come i big data, la sensoristica, la gestione virtuale dei servizi consentiranno nuove modalità di funzionamento delle reti, in un'ottica di maggiore affidabilità e resilienza. Dalla convergenza tra energia e digitale nasceranno nuovi attori economici, sia sul lato imprenditoriale, sia dei singoli cittadini, che da acquirenti di energia si trasformeranno in produttori autonomi grazie agli impianti fotovoltaici domestici, stravolgendo il mercato dell'energia come lo abbiamo conosciuto nell'era dei combustibili fossili. Perciò, i modelli di business vincenti in futuro saranno quelli capaci di rispondere ai rinnovati bisogni dei clienti e della rete elettrica. Da un lato si

affermeranno nuovi modelli di business capaci di contribuire alla riduzione delle emissioni, alla sicurezza energetica o all'economia circolare, con la nascita di imprese specializzate nel fine vita dei prodotti che ne rigenereranno o ricicleranno materia. Dall'altro ci sarà una rivoluzione nel mercato legata ai cambiamenti della rete elettrica perché i grandi player energetici, su stimolo dell'affermarsi di forme di autoproduzione, dovranno orientare l'offerta più sui servizi rispetto alla semplice vendita di energia. A valle della filiera nasceranno nuove imprese per intercettare le nuove esigenze portate dall'elettrificazione, come dimostrano le app per la ricarica dei veicoli o i servizi per le transazioni peer to peer di energia elettrica.

In questo scenario di accelerazione le professioni "tradizionali" dovranno riconvertirsi e acquisire nuove competenze. Serviranno operai specializzati, ingegneri, elettricisti, ma anche economisti ed esperti di finanza, informatici ambientali, esperti di diritto, manager di progetti di sostenibilità, esperti di marketing e comunicazione ambientale, commerciali e consulenti vendite di impianti rinnovabili, data analyst, certificatori della qualità ambientale, esperti di edilizia green. Nasceranno nuove professioni, come il data mining applicato alle reti elettriche e il promoter di comunità energetiche. Infine il capitolo del fine vita e dell'economia circolare: un campo di intervento sterminato e pieno di nuove occasioni professionali, dove già l'Italia ha un notevole know how.

Avere un'adeguata professionalità è la condizione indispensabile per cogliere a pieno le opportunità di questa transizione.

Focalizzandoci sulle fonti rinnovabili in Italia, nel 2023 il Paese ha raggiunto una potenza installata così suddivisa: 30,28 GW fotovoltaico, 12,34 GW eolico, 21,73 GW idroelettrico e 4,95 GW bioenergie e geotermico (dati Gaudì di Terna³). Nel 2023 la capacità rinnovabile in esercizio è aumentata di 5.677 MW. Tale valore è superiore di 2.642 MW (+87%) rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

Guardando alle singole fonti rinnovabili, nel 2023 in Italia la capacità in esercizio del fotovoltaico è aumentata di 5.234 MW. Nel 2022 l'incremento era stato di 2.482 MW, registrando pertanto un aumento pari a 2.752 MW (+111%). Nel 2023, la capacità in esercizio dell'eolico è aumentata di 487 MW. Nel 2022 l'incremento era stato di 526 MW, registrando pertanto una diminuzione di 39 MW (-7%). Idroelettrico e bioenergie sono rimasti sostanzialmente invariati rispetto all'anno precedente.⁴

L'Italia è, dunque, in linea con il trend mondiale e vede un'accelerazione importante di rinnovabili installate, principalmente per una questione di competitività dei costi e caratteristiche geografiche del nostro Paese. In Italia è cresciuta soprattutto la diffusione di impianti di piccole dimensioni, anticipando un trend che, secondo gli esperti, presto

si diffonderà in molte altre nazioni. Stando ai dati di Terna, i 5.234 MW di nuovo fotovoltaico del 2023 sono in buona parte riconducibili a impianti di piccola taglia, incentivati dal Superbonus e dalle altre detrazioni fiscali: 2.258 MW sono impianti sotto ai 20 kW, 1.818 MW sono compresi tra 20 kW e 1 MW, mentre 1.157 MW sono sopra il MW. Invece, è nello sviluppo di progetti di grande taglia che stiamo accumulando ritardi, nonostante siano proprio questi i più utili per ridurre il prezzo dell'energia, a sua volta determinato dal costo di produzione. Se, infatti, un piccolo impianto sotto i 20 kWh tipico del Superbonus ha un costo di produzione energetica stimato intorno ai 180€ per MWh, quando parliamo di impianti di grande scala siamo intorno a 60€.⁵

Siamo ancora distanti dall'obiettivo di circa 12 GW/annui necessario a raggiungere i target previsti al 2030 e quelli indicati dall'Unione europea nel piano Fit for 55 e RePowerEU. Elettricità Futura, ha elaborato il Piano elettrico 2030⁶ che, in coerenza con REPowerEU, ha l'obiettivo ancora più ambizioso, di arrivare all'84% di elettricità rinnovabile al 2030. Per centrare questo target occorrono 143 GW di potenza rinnovabile installata e 80 GWh di accumuli di grande taglia entro il 2030. Questo significa realizzare 12 GW di nuova potenza rinnovabile all'anno per un totale di 84 GW installati nel periodo 2024-2030, di cui 56 GW di fotovoltaico, 26 GW di eolico e 2 GW tra idroelettrico, bioenergie e geotermico. Le nuove installazioni dovranno essere

³ <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/di-spacciamento/fonti-rinnovabili>

⁴ https://download.terna.it/terna/Rapporto_Mensile_Dicembre_23_8dc1752b3455abb.pdf

⁵ Un recente studio condotto da Elettricità futura analizza tre scenari di prezzo. In uno scenario 100% fotovoltaico sui tetti un MWh costerebbe 180€. Nello scenario ottimale che prevede 30% sui tetti e 70% a terra, si ha un costo di generazione di 110€ per MWh. In un terzo scenario, 100% fotovoltaico a terra, generare 1 MWh costa 80€. Quindi, gli impianti fotovoltaici sui tetti hanno un costo di generazione dell'energia più che doppio di quello degli impianti a terra. Lo scenario due consentirebbe oltre 20 miliardi di risparmi sulla generazione (2024-2030) rispetto al 100% sui tetti.

⁶ https://www.elettricitafutura.it/public/editor/Press_Room/CS/Studio_EF_Filiera%20tec%20ren%202030_Finale.pdf

soprattutto di grandi impianti per sfruttare le economie di scala e ridurre i costi dell'energia elettrica.

Raggiungendo questo traguardo, nei prossimi 8 anni l'Italia potrà ridurre di 160 miliardi di metri cubi le importazioni di gas con un risparmio di 110 miliardi di euro.

L'Italia vanta una filiera di tutto rispetto, sono infatti ben 37.655 gli operatori attivi o potenzialmente attivi, quasi 4.400 in più rispetto la precedente rilevazione (+13,2%). L'analisi dei risultati offre una visione dettagliata dei vari settori di intervento delle aziende all'interno dell'industria delle energie rinnovabili. Questi settori includono l'installazione e la manutenzione (39,2%), la generazione di energia (13,8%), il commercio (12,3%), la produzione manifatturiera (9,6%), l'affitto e la gestione immobiliare (6,4%) e le attività di consulenza, collaudo e monitoraggio (6,1%).

Osservando la distribuzione territoriale, oltre un terzo delle aziende ha sede in Lombardia, Lazio e Campania. La Lombardia, in particolare, è in testa con 6.035 imprese, corrispondenti al 16,0% del totale nazionale, seguita dal Lazio con 4.084 aziende e una quota del 10,8%. La Campania si colloca al terzo posto con 3.490 imprese (9,3%), seguita dalla Sicilia con 3.018 (8,0%) e dal Veneto con 2.981 imprese (7,9%). Queste cinque regioni raccolgono insieme oltre la metà del totale delle imprese censite nella filiera (52,1%).

Nel settore delle rinnovabili la provincia di Roma si

afferma come il principale protagonista, contando ben 3.096 aziende, equivalenti all'8,2% del totale nazionale. Questo primato è principalmente attribuibile alla presenza di imprese specializzate nell'installazione e nella manutenzione. Al secondo posto troviamo Milano, con 2.748 imprese (pari al 7,3%), seguita da Napoli (1.569, 4,2%), Bolzano/Bozen (1.220, 3,2%) e Torino (1.098, 2,9%).

Nell'ambito della dimensione manifatturiera della filiera (fabbricazione di prodotti e macchinari legati alle energie rinnovabili), Milano si posiziona in cima alla classifica con 163 imprese (4,5% del totale nazionale), seguita da Brescia (144, 4,0%), e quindi da Roma (129, 3,6%), Napoli (127, 3,5%) e Vicenza (127, 3,5%).

Le imprese attive nel settore delle energie rinnovabili solitamente presentano una dimensione media superiore rispetto all'insieme delle aziende extra-agricole. Questo risultato emerge chiaramente dall'analisi della distribuzione delle dimensioni aziendali, evidenziando una presenza minoritaria di aziende con meno di 9 dipendenti e una maggiore concentrazione nelle classi dimensionali più ampie. Questi dati confermano quanto sia attiva la filiera delle fonti rinnovabili in Italia, già un'eccellenza a livello mondiale per l'elevata qualità e il grado di innovazione delle linee di produzione. L'Italia con il 3% dell'export mondiale è il sesto paese esportatore di tecnologie rinnovabili nel mondo, circa il 25% della produzione europea di moltiplicatori di velocità e oltre il 30% di quella di parti elettriche per macchine è stata realizzata in Italia.⁷ Per rafforzare la

⁷ Fonte: elaborazioni Intesa Sanpaolo su dati UNComtrade

capacità produttiva nazionale di tecnologie per la transizione energetica e potenziare la filiera italiana è tuttavia necessario aumentare la domanda interna e dare tempistiche certe alle imprese, oltre a puntare ancora di più sulle esportazioni, perché la domanda interna da sola non è sufficiente a garantirne la crescita del mercato.

Permangono ancora i problemi legati ai vincoli burocratici, che rallentano le installazioni, soprattutto nell'eolico, a causa di tempi di autorizzazione e procedure di connessione alla rete troppo lenti. Proprio la rete elettrica, nei prossimi anni, è chiamata ad adeguarsi alle nuove esigenze legate alla diffusione delle fonti rinnovabili, andando incontro a una maggiore flessibilità e a una maggior capacità di stoccaggio dell'energia, vista la non programmabilità dell'energia rinnovabile.

Su questo fronte, invece, stiamo assistendo ad uno sviluppo non sufficientemente organico delle infrastrutture, non allineate alla quantità di impianti rinnovabili da installare. Infine, permangono ostacoli produttivi, mentre i tassi di interesse elevati per un lungo periodo di tempo potrebbero ostacolare gli investimenti e ci sarà da mettere in sicurezza le catene di approvvigionamento (disponibilità di metalli e minerali, soprattutto rame, nichel, cobalto, litio e terre rare) da futuri e imprevedibili shock esogeni.

Il lavoro tratteggia a grandi linee, attraverso numeri

e tendenze, il futuro delle rinnovabili e le sue ricadute in termini di competitività, innovazione e lavoro. Un percorso che potrebbe generare, da qui al 2030, oltre 360 miliardi di euro di valore aggiunto e 540.000 nuovi posti di lavoro nel settore elettrico e nella sua filiera industriale. La crescita delle rinnovabili, anche grazie alla diffusione delle CER, che trovano largo interesse nel Paese, permetterà di rafforzare le comunità territoriali, migliorare la nostra indipendenza energetica, aumentare la stabilità finanziaria del Paese, riducendo i costi a medio termine per famiglie e imprese. Come sostiene il Manifesto di Assisi, promosso da Fondazione Symbola e Sacro Convento, affrontare con coraggio la crisi climatica non è solo necessario ma rappresenta una grande occasione per rendere la nostra economia e la nostra società più a misura d'uomo e per questo più capaci di futuro.

ERMETE REALACCI

Presidente Fondazione Symbola

ALESSANDRA ASTOLFI

Global Exhibition Director Green & Technology
Division Italian Exhibition Group S.p.A.

1. LE FONTI RINNOVABILI HANNO VINTO LA BATTAGLIA DEL PREZZO CON I COMBUSTIBILI FOSSILI

- ▶ *Le energie rinnovabili rappresentano la forma più economica per generare energia. Gli investimenti in tutto il mondo crescono superando le aspettative: se però si vogliono raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione bisogna triplicare le installazioni da qui al 2030: è la grande sfida che abbiamo davanti nei prossimi anni e l'Italia non fa eccezione.*

1.1. Ridurre le emissioni e spostare la domanda verso l'energia elettrica è la via maestra per rispettare gli impegni sulla decarbonizzazione

Un ragionamento sull'evoluzione delle fonti rinnovabili da qui al 2030 non può prescindere dagli obiettivi di decarbonizzazione a cui siamo chiamati a rispondere nei prossimi anni. La bussola da tenere sempre in considerazione è quella fornita dagli obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, dagli impegni assunti nelle COP (Conference of Parties) in termini di riduzione delle emissioni e da quelli dell'Unione europea che entro il 2030 punta a ridurre le emissioni nette di gas serra di almeno il 55% (Fit for 55), che sarà innalzato a circa il 60% in coerenza con il REPowerEU, come passaggio fondamentale per raggiungere il traguardo net-zero carbon al 2050. A livello nazionale l'obiettivo vincolante è quello del raggiungimento della riduzione al 2030, del 43,7% delle emissioni di CO₂ nei settori non ETS, rispetto a quelle del 2005.

Secondo il "World Energy Transitions Outlook 2023" di IRENA¹ (Agenzia internazionale per le energie rinnovabili), le emissioni globali di anidride carbonica legate all'energia dovrebbero diminuire di 23 gigatonnellate di CO₂ nel 2030, rispetto al massimo storico di 36,8 GtCO₂ del 2022 (oltre 50 Gt considerando tutte le emissioni climalteranti in termini di CO_{2eq}).

Bloomberg ha stimato che, per arrivare nel 2050 a un mondo net zero, sarebbero necessari circa 196 trilioni di dollari di investimenti. Il Pil mondiale si aggira intorno ai 92 trilioni di dollari: insomma, il

pianeta dovrebbe impiegare due anni del proprio Pil per eliminare totalmente le emissioni di gas climalteranti. Una cifra impressionante utile per capire l'enormità della sfida che abbiamo di fronte (l'Unione europea è responsabile di meno del 10% delle emissioni globali di CO_{2eq}, l'Italia del 2%), per cui bisognerà agire in maniera strutturale e sinergica.

Per prima cosa, ridurre fortemente nel tempo il rapporto tra le emissioni e la quantità di energia consumata nello stesso arco temporale. Un modo per riuscirci è accelerare nell'elettrificazione dei consumi: perché i sistemi elettrici sono molto più efficienti di quelli a combustione. I consumi energetici globali si stanno già notevolmente elettrificando e la domanda di energia elettrica, già oggi, sta crescendo a velocità doppia rispetto alla domanda di energia mondiale, spinta dalle fonti di energia rinnovabili e dalla transizione digitale. L'elettrificazione è particolarmente importante nei trasporti, ma dovrà investire qualsiasi altro ambito dell'economia.

L'altro pilastro per raggiungere il traguardo net zero è il miglioramento dell'efficienza energetica dei processi industriali e del costruito: sia per tutelare l'ambiente sia per ridurre il consumo di energia e quindi dei combustibili fossili necessari per produrla. Entro il 2030, ad esempio, non solo le case, ma soprattutto le aziende e le industrie dovranno utilizzare pompe di calore elettriche rispetto alle tradizionali caldaie a gas per il riscaldamento

¹ <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

1.2. In tutto il mondo cresce il peso delle fonti rinnovabili nel mix energetico: ma da qui al 2030 le nuove installazioni devono triplicare

Attualmente circa due terzi delle emissioni di gas a effetto serra a livello globale sono dovute all'utilizzo di combustibili fossili a scopo energetico: per la produzione di energia elettrica, per il riscaldamento, per il trasporto, per l'industria. È evidente, dunque, come in primo luogo è necessario modificare il modo in cui produciamo e consumiamo energia. Perché l'energia elettrica sia pulita, tuttavia, è necessario accostarla a un cambio radicale nel mix energetico a favore delle fonti rinnovabili. Oltre l'80% di nuova potenza elettrica installata nel 2022 in tutto il pianeta proveniva dalle fonti rinnovabili (300 GW su 360 GW). Nel 2022 il 22,5% dell'energia consumata nell'Unione europea è stata generata da fonti rinnovabili (dati dell'Agenzia europea per l'ambiente – EEA²).

Wood Mackenzie stima che la Cina abbia installato 230 GW di eolico e fotovoltaico nel 2023, più del doppio di Stati Uniti ed Europa messi insieme, con un valore degli investimenti pari a 240 miliardi \$.³ E nella UE l'energia eolica e solare, insieme, hanno prodotto una quota del 27% dell'elettricità prodotta nel 2023. Inoltre, sempre nella UE la produzione eolica ha superato per la prima volta quella del gas.⁴ Il recente World Energy Outlook⁵, dell'Agenzia internazionale dell'energia (IEA) evidenzia nel 2023 una importante crescita a livello mondiale delle fonti di energia rinnovabile, soprattutto se consideriamo le condizioni di contesto: dalla tensione sulle catene di fornitura dei pannelli fotovoltaici all'inflazione e

all'innalzamento dei tassi d'interesse con il conseguente aumento del costo del denaro che ha avuto effetti sul costo delle materie prime. La Cina è stata la potenza trainante, con il 60 per cento delle nuove installazioni, ma ottimi risultati sono stati raggiunti anche da Europa e Stati Uniti.

Tuttavia se si vogliono ridurre, come prevede l'obiettivo vincolante dell'Unione europea, le emissioni di gas serra del 55%-60%, entro il 2030 la quota di energia derivante da fonti rinnovabili dovrà arrivare almeno al 42,5%. In Italia la capacità installata di fonti rinnovabili copre il 37% (equivalente al 44% di rinnovabili sul totale della generazione elettrica) del fabbisogno elettrico nazionale, che nel 2023 si è attestato a circa 306 TWh.⁶ Il nuovo Pniec, in via di approvazione, prevede un obiettivo al 2030 del 65% rinnovabile sul consumo interno lordo di elettricità, mentre il Piano elettrico 2030 elaborato da Elettricità Futura prevede di arrivare almeno al 75% (equivalente a circa l'84% di rinnovabili sul mix elettrico).

La discrepanza tra lo stato attuale e gli obiettivi dimostra come le politiche degli Stati dovranno essere più ambiziose: per avere una possibilità di mantenere l'aumento della temperatura globale a 1,5 C° le installazioni annue di nuove fonti rinnovabili dovranno almeno triplicare. La buona notizia è che, secondo IRENA, è tecnicamente fattibile ed economicamente sostenibile passare dagli attuali 300 GW/anno di nuove rinnovabili nel mondo a 1000 GW/anno entro il 2030.

² <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/renewable-energy>

³ [https://www.woodmac.com/news/opinion/not-made-in-china-the-us\\$6-trillion-cost-of-shifting-the-worlds-clean-tech-manufacturing-hub/](https://www.woodmac.com/news/opinion/not-made-in-china-the-us$6-trillion-cost-of-shifting-the-worlds-clean-tech-manufacturing-hub/)

⁴ <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2024/>

⁵ <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

⁶ <https://www.terna.it/it/media/comunicati-stampa/dettaglio/consumi-eletrici-2023>

1.3. Gli investimenti nelle rinnovabili hanno superato quelli nei combustibili fossili perché sono più convenienti e il mercato è in forte crescita

Rispetto a quindici anni fa, quando i sussidi governativi erano indispensabili per incoraggiare la diffusione dell'energia pulita, oggi gli investimenti nelle fonti rinnovabili sono ormai "in the money", convenienti, anche perché a parità di budget investito, gli impianti fotovoltaici forniscono oltre tre volte più energia elettrica rispetto al gas.⁷ Peraltro, questo calcolo considera tutti i costi per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, mentre per il gas tiene conto soltanto del costo della materia prima. La necessità di sovvenzioni o incentivi statali è fortemente ridotta: le fonti rinnovabili sono infatti perfettamente inserite nell'attuale sistema e la finanza si muove di conseguenza. Quello che naturalmente è importante è articolare un modello di business che sia finanziabile e l'imprenditore possa dimostrare a chi presta denaro che l'investimento iniziale sia remunerativo nel tempo.

Perciò, come dimostrano i dati della IEA, il mercato globale delle rinnovabili è in piena esplosione. A livello di volumi di investimento le rinnovabili hanno superato tutte le altre fonti energetiche, compreso l'Oil & Gas. Il motivo è semplice: si sono dimostrate sostanzialmente la maniera più economica di generare energia per ragioni tecnologiche. Finalmente hanno vinto la battaglia del prezzo e sono in quasi tutte le regioni del mondo la fonte energetica più a buon mercato, più facilmente installabile e non richiedono know how particolari a livello imprenditoriale per avviare un impianto.

1.4. Nel 2023 gli investimenti nelle fonti fossili valgono 7 trilioni di dollari. Le industrie di combustibili fossili devono riadattarsi alla transizione energetica e convertire le loro attività se vogliono restare sul mercato

Nel report "The Oil and Gas Industry in Net Zero Transitions" pubblicato a fine novembre 2023, la IEA stima che con l'attuale trend la domanda globale di petrolio e gas sia destinata a raggiungere il suo picco entro il 2030, per poi iniziare a declinare. Se i Governi avessero mantenuto gli impegni assunti nel 2015 (Accordo di Parigi) il picco della domanda sarebbe avvenuto molto prima del 2030. Il punto è che continuiamo ad allontanarci dal percorso 1,5 °C. Secondo la IEA, oggi rispetto al 2021 la finestra di possibilità di mantenere l'aumento della temperatura a 1,5 °C si è ristretta, e se questa finestra resta ancora aperta è solo grazie alla crescita delle rinnovabili e all'elettrificazione.

Secondo l'International Monetary Fund, nel 2023 gli incentivi alle fonti fossili nel mondo sono stati 7 trilioni di dollari, pari a 13 milioni di dollari al minuto. Se sparissero tutti i sussidi, alle fonti fossili ed alle rinnovabili, resterebbero solo le seconde, perché costano meno delle fonti fossili. Il business dei combustibili fossili diventerà, perciò, sempre più rischioso e meno profittevole.

Sempre la IEA ricorda però anche come la transizione energetica apra opportunità per il settore dei combustibili fossili. Le tecnologie rinnovabili offshore, l'idrogeno, i bioliquidi: sono alcuni dei nuovi orizzonti di sviluppo della transizione in cui le industrie

⁷ Dati Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano, presentati da Elettricità Futura

dei combustibili fossili sono ben posizionate, in termini di competenze e infrastrutture. In quest'ottica, le industrie che oggi operano prevalentemente nel mondo dei combustibili fossili hanno la possibilità di investire e convertire le loro attività (e i loro ancora ampi margini operativi) in maniera significativa dal punto di vista del business, fornendo un contributo essenziale al conseguimento degli obiettivi dell'Agenda 2030. Considerazioni, queste, che sono emerse, seppur con fatica alla COP 28 di Dubai.

8 <https://www.terna.it/sistema-elettrico/di-spacciamento/fonti-rinnovabili>

9 https://download.terna.it/terna/Rapporto_Mensile_Dicembre_23_8dc1752b3455abb.pdf

10 Un recente studio condotto da Elettricità futura analizza tre scenari di prezzo. In uno scenario 100% fotovoltaico sui tetti un MWh costerebbe 180€. Nello scenario ottimale che prevede 30% sui tetti e 70% a terra, si ha un costo di generazione di 110€ per MWh. In un terzo scenario, 100% fotovoltaico a terra, generare 1 MWh costa 80€. Quindi, gli impianti fotovoltaici sui tetti hanno un costo di generazione dell'energia più che doppio di quello degli impianti a terra. Lo scenario due consentirebbe oltre 20 miliardi di risparmi sulla generazione (2024-2030) rispetto al 100% sui tetti.

11 https://www.elettricitafutura.it/public/editor/Press_Room/CS/Studio_EF_Filiere%20tec%20ren%202030_Finale.pdf

1.5. La capacità installata rinnovabile in Italia: trend in crescita ma bisogna accelerare di più. E servono impianti di grossa taglia

Focalizzandoci sulle fonti rinnovabili in Italia, nel 2023 il Paese ha raggiunto una potenza installata così suddivisa: 30,28 GW fotovoltaico, 12,34 GW eolico, 21,73 GW idroelettrico e 4,95 GW bioenergie e geotermico (dati Gaudì di Terna⁸). Nel 2023 la capacità rinnovabile in esercizio è aumentata di 5.677 MW. Tale valore è superiore di 2.642 MW (+87%) rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

Guardando alle singole fonti rinnovabili, nel 2023 in Italia la capacità in esercizio del fotovoltaico è aumentata di 5.234 MW. Nel 2022 l'incremento era stato di 2.482 MW, registrando pertanto un aumento pari a 2.752 MW (+111%). Nel 2023, la capacità in esercizio dell'eolico è aumentata di 487 MW. Nel 2022 l'incremento era stato di 526 MW, registrando pertanto una diminuzione di 39 MW (-7%).

Idroelettrico e bioenergie sono rimasti sostanzialmente invariati rispetto all'anno precedente⁹. L'Italia è, dunque, in linea con il trend mondiale e vede un'accelerazione importante di rinnovabili installate, principalmente per una questione di competitività dei costi e caratteristiche geografiche del nostro Paese. In Italia è cresciuta soprattutto la diffusione di impianti di piccole dimensioni, anticipando un trend che, secondo gli esperti, presto si diffonderà in molte altre nazioni. Stando ai dati di Terna, i 5.234 MW di nuovo fotovoltaico del 2023 sono in buona parte riconducibili a impianti di piccola taglia, incentivati dal Superbonus e dalle altre detrazioni fiscali: 2.258 MW sono impianti sotto ai 20 kW, 1.818 MW sono compresi tra 20 kW e 1 MW, mentre 1.157 MW sono sopra il MW.

Invece, è nello sviluppo di progetti di grande taglia che stiamo accumulando ritardi, nonostante siano proprio questi i più utili per ridurre il prezzo dell'energia, a sua volta determinato dal costo di produzione. Se, infatti, un piccolo impianto sotto i 20 kWh tipico del Superbonus ha un costo di produzione energetica stimato intorno ai 180€ per MWh, quando parliamo di impianti di grande scala siamo intorno a 60€.¹⁰ Siamo ancora distanti dall'obiettivo di circa 12 GW/annui necessario a raggiungere i target previsti al 2030 e quelli indicati dall'Unione europea nel piano Fit for 55 e RePowerEU. Elettricità Futura, ha elaborato il Piano elettrico 2030¹¹ che, in coerenza con REPowerEU, ha l'obiettivo ancora più ambizioso, di arrivare all'84% di elettricità rinnovabile al 2030. Per centrare questo target occorrono 143 GW di potenza rinnovabile installata e 80 GWh di accumuli di grande taglia entro il 2030. Questo significa realizzare 12 GW di

nuova potenza rinnovabile all'anno per un totale di 84 GW installati nel periodo 2024-2030, di cui 56 GW di fotovoltaico, 26 GW di eolico e 2 GW tra idroelettrico, bioenergie e geotermico. Le nuove installazioni dovranno essere soprattutto di grandi impianti per sfruttare le economie di scala e ridurre i costi dell'energia elettrica. Raggiungendo questo traguardo, nei prossimi 8 anni l'Italia potrà ridurre di 160 miliardi di metri cubi le importazioni di gas con un risparmio di 110 miliardi di euro.

2. RINNOVABILI PROTAGONISTE DELLA TRANSIZIONE VERDE

- ▶ *Le tecnologie per la produzione di da fonti rinnovabili migliorano di anno in anno e, salvo qualche break-through tecnologico, sono destinate a costituire l'ossatura della decarbonizzazione. Il fotovoltaico e l'eolico rappresenteranno il 95% della crescita mondiale delle rinnovabili, grazie a costi di generazione inferiori rispetto alle alternative fossili e non fossili. Proprio per questo motivo, da qui al 2030 saranno le fonti di energia destinate a crescere maggiormente.*

2.1. L'energia solare sarà la prima per capacità installata in Europa e nel mondo. Semplicità, flessibilità e costi ridotti sono i suoi punti di forza

Il fotovoltaico è sicuramente la fonte rinnovabile più diffusa. L'energia solare sarà la prima per capacità installata in Europa entro il 2025 e secondo la IEA genererà il 50% dell'elettricità a livello globale entro il 2050.

I vantaggi del fotovoltaico sono legati alla sua semplicità, modularità e versatilità rispetto a tutti i concorrenti, convenzionali e rinnovabili. La produzione e il riciclo sono standardizzati: i pannelli sono di fatto tutti uguali. È possibile fare impianti domestici o impianti giganteschi, utilizzando sempre un identico pezzo, il pannello, moltiplicato secondo le esigenze. I pannelli solari sono semplici da trasportare e possono essere installati ovunque e non serve una manodopera iper-specializzata. L'assenza di parti in movimento gli garantisce una lunga durata e una manutenzione minima. Il mercato del fotovoltaico è quasi interamente in mano alla Cina, quindi la concentrazione delle catene di fornitura implica un'importante vulnerabilità per in paesi occidentali. Uno dei primi obiettivi sul fotovoltaico nei prossimi anni sarà quello di riqualificare la capacità produttiva di energia solare europea. Di conseguenza servono politiche industriali ad hoc per il rilancio della catena del valore del fotovoltaico, investendo per favorire lo sviluppo di un'industria manifatturiera a livello comunitario.

Per quanto riguarda i costi, allo stato attuale la remunerabilità del fotovoltaico è imbattibile rispetto

alle altre rinnovabili, ma se c'è necessità di accelerare bisogna continuare a investire per ridurre il prezzo dell'energia. Il modo migliore è pensare a luoghi dove realizzare impianti utility scale. E qui c'è da lavorare sulla dimensione percettiva del fotovoltaico, scardinando i falsi miti che si sono consolidati nel senso comune. Le rinnovabili non sottraggono terreno all'agricoltura e non danneggiano i suoli anche perché si stima che se le rinnovabili raggiungessero l'84% del mix elettrico¹² sarebbe necessario soltanto lo 0,2% del territorio, e questa minima porzione di suolo non verrebbe danneggiata in alcun modo dagli impianti fotovoltaici perché non implicano impermeabilizzazione del suolo e/o coperture artificiali permanenti (a differenza del cemento degli edifici e dell'asfalto delle strade). Peraltro, la superficie utilizzata dal fotovoltaico torna al suo utilizzo precedente terminata la vita utile dell'impianto: le imprese hanno l'obbligo di riportare le aree alle condizioni iniziali.

C'è poi il discorso del fotovoltaico integrato con gli edifici. Oggi limitato, e quindi insufficiente, ma in futuro potrebbe rappresentare una svolta in termini di produzione, sebbene probabilmente questo non sarà sufficiente, secondo le previsioni di ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), a ospitare tutta la potenza necessaria per raggiungere il target 2030. C'è un'altra applicazione interessante in chiave di riduzione del consumo del suolo, ovvero campi fotovoltaici realizzati in bacini d'acqua, canali di irrigazione e tratti di mare. Questa soluzione permette di accrescere la resa dei moduli per l'abbassamento della temperatura e di ridurre l'evaporazione. Non si parla solo di impianti di

¹² Ipotesi piano Elettricità futura

piccole dimensioni, ma vere e proprie centrali: come quella inaugurata in un lago artificiale di un'ex cava mineraria a Piolenc, in Francia, con una potenza da 17 MW, o in Cina, dove è stato realizzato il più grande campo fotovoltaico galleggiante attivo al mondo: la centrale copre una superficie di 23 chilometri quadrati e ha una potenza di 850 MW. La Corea del Sud sta pianificando una megacentrale solare da 2700 MW all'interno di un tratto di mare protetto da una diga. E proprio i bacini delle dighe idroelettriche sono un'altra opzione dall'enorme potenziale. Secondo uno studio del National Renewable Energy Laboratory del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti, utilizzando il 20% delle superficie idrica degli invasi si potrebbe generare una quantità di elettricità pari al 14% del consumo elettrico mondiale.

2.2. Pannelli bifacciali e con perovskite: l'innovazione nel fotovoltaico per migliorare la produttività e abbattere i costi

Se il fotovoltaico è la fonte rinnovabile del futuro e se l'aspetto cruciale per l'affermazione definitiva sono i costi di produzione energetica, da qui al 2030 occorre potenziare l'attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico con un duplice obiettivo: da un lato incrementare le prestazioni delle attuali tecnologie basate sul silicio, dall'altro trovare alternative migliori rispetto al silicio, quindi con un minore costo di produzione e una maggiore resa della cella fotovoltaica.

La prima strada da percorrere è dunque rendere più efficiente il pannello in silicio. Tra le innovazioni più interessanti, Enel ha realizzato a Catania la gigafactory 3Sun, dove è stata sviluppata una tecnologia molto particolare che permette di raggiungere rendimenti superiori alla media. Oggi gli impianti fotovoltaici ad alto rendimento hanno un'efficienza della cella compresa tra il 19 e il 22%. La cella elaborata da 3Sun è in grado di trasformare in elettricità fino al 25% dell'energia solare che impatta i moduli fotovoltaici.

La ricerca è molto attiva per costruire pannelli solari bifacciali, capaci di sfruttare anche la luce solare indiretta. Nei moduli realizzati con la tecnologia Perc (acronimo di Passivated Emitter and Rear Cell) una superficie riflettente è installata nella parte inferiore del pannello, per riflettere indietro nel modulo fotovoltaico l'energia solare che la cella non è riuscita a trasformare immediatamente in elettricità, con un aumento notevole dell'efficienza del modulo fotovoltaico e la possibilità di ridurre la superficie destinata ai pannelli solari.

Tra le nuove tecnologie, particolarmente interessanti sono le celle fotovoltaiche in perovskite. Si tratta di una soluzione molto promettente: in pochi anni di ricerca le celle fotovoltaiche in perovskite hanno raggiunto un'efficienza di poco inferiore al silicio, mentre nel tandem perovskite-silicio sono stati addirittura ottenuti dei valori superiori. Di conseguenza è ragionevole ipotizzare che entro il 2030 questa tecnologia superi il silicio nel rapporto costo-efficienza e potrà quindi essere commercializzata su larga scala, sebbene fino a quella data probabilmente sarà ancora il silicio cristallino ad essere la tecnologia dominante.

L'Unione europea sta comunque investendo in ma-

niera massiccia nella ricerca sulla perovskite, nella prospettiva di poter acquisire una rilevante posizione di mercato. Se la gara con la Cina sul fotovoltaico silicio-cristallino è ormai persa e la produzione delle celle è oltre i confini comunitari, la catena del valore della tecnologia in perovskite potrebbe invece svilupparsi in ambito interamente europeo.

Chi investe oggi sa bene che le due fonti energetiche più gettonate, eolico e fotovoltaico, sono in continua evoluzione. La rapidissima evoluzione, al tempo stesso, non permette a nessuno di rilassarsi: non siamo ancora arrivati all'asintoto nell'evoluzione tecnologica e assisteremo a nuovi e ulteriori miglioramenti legati alla tecnologia di queste due fonti di energia.

2.3. L'eolico è la fonte rinnovabile con maggiori margini di crescita e i parchi eolici offshore sono la grande scommessa da vincere

L'eolico sarà l'altra fonte rinnovabile a grande sviluppo, meno del fotovoltaico. Questo per alcuni problemi di fondo. Innanzitutto, l'energia eolica è molto più localizzata: in Italia ci sono aree in cui il regime dei venti consente di sfruttarla in maniera efficace sia in termini di costi sia di quantità di energia prodotta. Inoltre il vento incontra parecchie barriere naturali e artificiali e le pale eoliche per questo motivo sono spesso posizionate in punti elevati sopra il livello del mare, ma non sempre farlo è possibile.

L'impiego dell'eolico onshore nella produzione di energia elettrica sarà quindi concentrato in alcune

regioni, in particolare lungo le catene appenniniche. L'altro grande ostacolo alla sua adozione diffusa in molte nazioni, Italia compresa, è rappresentato dalle procedure di autorizzazione degli impianti molto lente, come vedremo meglio in seguito. A livello mondiale, l'eolico è invece la fonte rinnovabile con maggiori potenzialità di sviluppo, perché i grandi player energetici investono proprio nei Paesi dove incontrano meno vincoli burocratici.

Inoltre, il costo dell'eolico onshore è ulteriormente sceso nel 2021 del 15% su base annua secondo le stime di IRENA¹³, raggiungendo i 48 dollari per MWh. Le catene di approvvigionamento delle turbine eoliche non stanno, però crescendo abbastanza velocemente per soddisfare la domanda in accelerazione nel medio termine.

Diverso il discorso sull'eolico offshore galleggiante, dove le opinioni degli esperti sono contrastanti. Una tecnologia promettente in un futuro sempre più prossimo e con grandi opportunità per le competenze specifiche dell'Italia nelle tecnologie marittime secondo alcuni, una tecnologia costosa con numerose criticità, difficili da superare soprattutto nel Mediterraneo e in Italia secondo altri: per quest'ultimi, da qui al 2030, vedremo attivi pochi impianti eolici offshore nelle nostre acque.

Il punto di partenza per un discorso sull'eolico offshore è una considerazione di natura tecnica: nel mare c'è il massimo di ventosità sia dal punto di vista dell'intensità sia della costanza e non si trovano gli ostacoli delle barriere naturali o artificiali a limitarne la potenza. Teoricamente, dunque, la collocazione di turbine in mare aperto permette di sfruttare la maggiore intensità dei venti presenti al largo delle coste per produrre energia elettrica. In questo campo negli ultimi dieci anni sono stati fatti dei significa-

¹³ <https://irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

tivi passi in avanti sia dal punto di vista tecnologico, sia della capacità produttiva installata: la potenza di una singola turbina offshore è passata da circa 2 MW negli anni Duemila ai 12 MW attuali. Questa tecnologia ha funzionato molto bene in pieno oceano, a nord della Gran Bretagna e nel mar Baltico.

Anche se negli ultimi mesi si sono riscontrate criticità che hanno portato, per esempio, ad una perdita di 3,8 miliardi di euro per uno dei più grandi operatori di energia eolica, Ørsted, nei primi nove mesi del 2023 con gli impianti offshore del mar Baltico. Per avere la remunerazione sufficiente rispetto all'investimento iniziale, i parchi eolici offshore devono essere di grandi dimensioni e questo comporta una serie di problemi produttivi quando si tratta di farli in mezzo al mare, che fanno impennare le spese: trasportare in nave le grandi pale eoliche e realizzare piattaforme su cui installarle, oltre a elevati costi di gestione.

Nel mar Mediterraneo, caratterizzato da acque pelagiche dove a poche miglia di distanza i fondali sono già molto profondi, è impossibile costruire parchi eolici offshore su piattaforma ancorati al fondale marino e l'unica soluzione è realizzare impianti galleggianti, con maggiori difficoltà tecniche di ancoraggio e costi realizzativi e di gestione ancora più elevati rispetto ai mari del Nord. Questo vale senza dubbio per il mar Tirreno, mentre l'Adriatico, dove i fondali sono meno profondi, non è una zona particolarmente favorevole per la produzione di energia eolica a causa del regime dei venti.

Il costo per MWh dell'eolico offshore è perciò ancora troppo elevato e probabilmente sarà impossibile per diversi anni essere competitivi sul mercato senza il sostegno pubblico con un sistema di tariffe molto

favorevole. Le aziende e gli operatori industriali continuano in ogni caso a guardare con attenzione all'ipotesi dell'eolico offshore, perché permetterebbe di eliminare gli ostacoli legati al consumo di suolo e di realizzare parchi di larghissima scala impossibili da concepire sulla terraferma.

2.4. L'innovazione nell'eolico va nella direzione di sviluppare turbine più potenti e pale eoliche riciclabili

Non ci sono grossi cambiamenti in vista sulle tecnologie dell'eolico. La ricerca prosegue nel costruire pale eoliche sempre più potenti, per aumentare la remunerazione dei parchi eolici. Nel 2024 cominceranno a essere commercializzate le turbine che superano i 15 MW. Sempre dal punto di vista della maggiore efficienza, l'unico sviluppo degno di nota sono i magneti permanenti, che consentono di generare energia elettrica in presa diretta con la turbina, senza l'interposizione di riduttori o organi di trasmissione che riducono il rendimento complessivo della conversione. Dove possibile e conveniente, entro il 2030 potrebbe svilupparsi l'eolico domestico, installando piccoli impianti di turbina verticale in giardino o nei tetti degli edifici, con lo scopo di integrare in inverno la scarsa produzione fotovoltaica.

La ricerca sull'eolico, infine, si concentra nel post produzione. La pala eolica è fatta di resina e altri materiali compositi difficili da riciclare perché richiede un processo chimico in grado di scomporre la resina in prodotti riutilizzabili. Sostituirli con materiali più riciclabili sarà importante per diminuire in futuro i

costi e, naturalmente, l'impatto ambientale. Intanto, come riporta Bloomberg, il più importante produttore di turbine al mondo punta a costruire le torri su cui ruotano le pale eoliche con acciaio riciclato, in modo da ridurre l'impatto lungo la catena di fornitura del 66%, mentre un'azienda svedese per costruire le torri utilizza il legname.

2.5. Il solare termico: una fonte di energia pulita ancora trascurata in Italia

Legata all'energia del sole, c'è un'altra tecnologia già disponibile: il solare termico a concentrazione, che produce calore ad alta temperatura a partire dai raggi solari. Grazie all'utilizzo di specchi lineari parabolici, i raggi vengono concentrati permettendo di scaldare un fluido fino alla temperatura di circa 550 °C. L'energia termica così prodotta può essere impiegata all'interno di cicli produttivi industriali che richiedono processi di riscaldamento, per produrre vapore da utilizzare direttamente oppure per muovere una turbina e generare elettricità, il tutto in maniera sostanzialmente ecologica. Un'altra soluzione interessante riguarda i collettori solari per la produzione di calore a bassa e media temperatura.

Cipro è una nazione priva di gas e petrolio: ha investito nel solare termico e oggi è il paese con la quota maggiore pro capite di produzione di acqua calda da questa fonte rinnovabile. Soluzioni analoghe sono state adottate dalla Grecia e da Israele. Considerando che il Sud Italia ha un irraggiamento simile a queste nazioni e i consumi annui di metano per l'acqua calda sono intorno ai 5 miliardi di metri cubi,

sarebbe un'occasione di investimento importante in vista del 2030.

2.6. L'idroelettrico è importantissimo per l'Italia e non si può rinunciare al suo apporto nel mix energetico

L'idroelettrico è un comparto che ha contribuito moltissimo al mix energetico dell'Italia. È stata la principale fonte rinnovabile del Paese, superata solo recentemente dal fotovoltaico, sia per lo sviluppo di quest'ultima fonte rinnovabile, sia per la crisi che ha colpito l'idroelettrico. Nel 2022 l'Italia aveva raggiunto 19 GW di potenza installata.

Nel periodo gennaio-settembre 2023, gli impianti idroelettrici connessi alla rete sono stati 43, tutti con potenza inferiore a 1 MW, per una potenza totale di 13,3 MW. Le nuove installazioni nel settore idroelettrico al terzo trimestre del 2023 consistono in circa 3,5 MW di potenza connessa. Si tratta in totale di undici impianti, di cui dieci di piccole dimensioni e uno solo con potenza di 1 MW.

Le ragioni della crisi sono senza dubbio da cercare nei crescenti periodi di siccità, ma di sicuro influisce negativamente il tema della riassegnazione delle concessioni. Si ritiene necessario definire un sistema equo di rinnovo delle concessioni idroelettriche coerente con quanto fatto da altri Paesi europei, anche per tutelare un settore strategico per l'Italia in assenza di una condizione di level playing field a livello europeo, e consentire il rapido avvio di importanti piani di investimento da parte degli attuali concessionari. Si stimano sino a 15 miliardi di euro

di investimenti nel settore al 2030 per mantenere e incrementare la capacità produttiva idroelettrica.

2.7. Le biomasse hanno un futuro in Italia e daranno vita a nuove filiere, mentre il biogas può contribuire a decarbonizzare il settore dei trasporti

Sotto l'ombrello del termine "biomasse" rientrano tutti i materiali di matrice organica, vegetale e animale, destinati ad usi energetici: di fatto sono la prima fonte energetica mai utilizzata dall'uomo e che riveste ancora oggi un ruolo importantissimo nel mix energetico delle fonti rinnovabili.

Guardando alla composizione della biomassa solida, uno studio della Commissione europea evidenzia come provenga principalmente da biomassa legnosa/forestale (66%), biomassa da rifiuti organici (26%) – tre quarti della quale in Germania – e biomassa agricola (8%), in particolare in Svezia e Finlandia.

Nel complesso, l'offerta primaria di biomassa solida nell'Ue è aumentata da 3.336.811 TJ nel 2008 a 4.454.768 TJ nel 2021, con un incremento del 33,5%.

La crescita maggiore della produzione interna di biomassa solida in questo periodo è stata registrata per l'uso di pellet (413%) e di rifiuti animali (351,9%).

I biocarburanti solidi primari rappresentano la quota maggiore di bioenergia (70,3%), seguiti dai biocarburanti liquidi (12,9%), dal biogas/biometano (10,1%) e dalla quota rinnovabile dei rifiuti urbani (6,6%).

La produzione interna di biogas nell'Ue nel 2021 è salita a 14,9 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep), con un aumento dell'1,7% rispetto al

2020. La Germania rimane il maggior produttore (7,5 milioni Mtep, il 50,4% del totale), seguita dall'Italia (13,9%, con 2,1 milioni Mtep) e dalla Francia (9,4%, con 1,4 milioni Mtep). La filiera del biogas può anche portare alla produzione di biometano, ovvero biogas raffinato dall'anidride carbonica e altre impurità gassose, prodotto in impianti ad alta efficienza energetica e quindi utilizzato come biocombustibile da autotrazione.

Si stima che lo sviluppo di biometano apporti una riduzione dei gas ad effetto serra rispetto al metano fossile di oltre l'80% e l'Unione europea intende aumentare la sua produzione fino a 35 miliardi di metri cubi all'anno entro il 2030. In Italia gli impianti di biogas costituiscono la maggior parte degli impianti alimentati con bioenergie: sono 2.201 (dati 2020), di cui 656 da deiezioni animali e 1.078 da attività agricole e forestali.

La maggior parte degli Stati membri ha adottato misure relative alla promozione del biogas e del biometano. Ciò è in linea con la proposta della Commissione nel piano REPowerEU di accelerare la produzione di biometano prodotto in modo sostenibile, al fine di ridurre la dipendenza dell'Unione europea dalle importazioni di combustibili fossili. In Italia il Pnrr sostiene lo sviluppo del biometano con una dotazione di 1,92 miliardi di euro.

Tra i vari impieghi della bioenergia, sicuramente figurano i trasporti, dove potrebbero avere un grande rilievo in ottica decarbonizzazione e il loro impiego è in costante aumento. Nel complesso, il consumo finale di biocarburanti è aumentato del 39% nel 2021 rispetto al 2013 e ha rappresentato in totale 16,5 Mtep nell'Ue – un aumento del 39% dal 2013 – con il biodiesel che ricopre circa l'80% del consumo totale di biocarburanti. Il bioetanolo è stato il secondo tipo

di carburante più consumato (18%), mentre il biometano e gli altri biocarburanti liquidi rappresentano meno dell'1%.

Per quanto riguarda il riscaldamento e il raffreddamento, i combustibili da biomassa e i bioliquidi sono stati utilizzati per la produzione di 17,3 Mtep di calore nel territorio Ue, in particolare utilizzando biomassa solida (76%), seguita da rifiuti urbani rinnovabili (18,1%) e biogas (5%). Nel settore dell'elettricità, 45,6 Mtep di combustibili da biomassa e bioliquidi sono stati utilizzati per generare 14,6 Mtep di elettricità. Si tratta del 15% del mix totale di elettricità rinnovabile e del 6% della produzione elettrica totale. Il 74% dell'elettricità da biomassa è stata prodotta in impianti di cogenerazione, principalmente da biomassa solida (54,8%), biogas (31,1%) e rifiuti urbani rinnovabili (11,6%).

Tuttavia, affinché le biomasse possano definirsi effettivamente fonti rinnovabili, è necessario che vengano utilizzate con un impiego tale da permettere ai cicli naturali di ricostituirle. I biocarburanti presentano alcuni problemi, perché richiedono una coltura dedicata, un procedimento di produzione in grandi impianti industriali attraverso una varietà di processi termici, chimici e biochimici e al massimo vengono impiegati per "tagliare" i combustibili fossili in quanto raramente possono essere usati in modo esclusivo, mentre materiali di scarto e legnosi da bruciare in centrali elettriche aiuteranno a sostenere il sistema nei mesi freddi in cui c'è minore energia solare.

2.8. L'energia del mare sarebbe una grandissima disruption, ma ci sono ostacoli tecnici difficili da superare

In Italia è facile prevedere che le altre fonti di energia rinnovabile resteranno marginali rispetto a fotovoltaico, eolico e idroelettrico, perché non riescono a essere concorrenziali dal punto di vista dei costi e lo sviluppo tecnologico non è ancora sufficiente. Tra queste sicuramente l'energia dei moti ondosi marini sarebbe una fonte inesauribile, ma permangono numerosi problemi tecnici realizzativi vista la distanza degli oceani dai luoghi di consumo dell'elettricità ed una struttura di costi e tempi più onerosa rispetto alle altre fonti rinnovabili. Tra i problemi tecnici gli esperti segnalano gli ancoraggi e l'usura indotta dalla salsedine. La densità di potenza di questa fonte rinnovabile inoltre è bassa e quindi lo è anche la remunerabilità.

L'Australia sta comunque investendo parecchio nella tecnologia, mentre difficilmente avrà chance in Italia. Peraltro l'Italia è una nazione sismica anche sotto il livello del mare e ciò rende ancora più complicata la gestione delle infrastrutture. L'energia cinetica – derivata dai movimenti naturali come il passaggio delle persone o dei veicoli – è interessante dal punto di vista didattico, ma non ha senso dal punto di vista economico.

2.9. Le batterie e le altre tecnologie di accumulo sono fondamentali per risolvere la non programmabilità delle fonti rinnovabili e renderle più remunerative

La transizione energetica è un processo ampio, tocca vari ambiti della società e passa dallo sviluppo delle fonti rinnovabili e l'elettrificazione dei trasporti. C'è una tecnologia abilitante alla base di questi due cambiamenti epocali ed è quella degli accumuli, legata a sua volta al tema, tutto tecnologico, della "non programmabilità" delle fonti rinnovabili. Sistemi di accumulo sempre più avanzati e potenti, in grado di conservare l'energia prodotta dalle fonti rinnovabili e dispacciarla sulla rete quando non sono disponibili le fonti eolica o solare diventeranno sempre più importanti. Stime aggiornate valutano il mercato mondiale delle batterie per accumulo energetico in fortissima crescita nei prossimi anni in termini di valore economico, toccando 120-150 miliardi di dollari nel 2030 dai circa 50 miliardi di dollari previsti per il 2023¹⁴. Secondo l'Unione europea, solo il potenziale del mercato europeo potrebbe raggiungere un valore di 250 miliardi di euro l'anno a partire dal 2025¹⁵.

La necessità di accumulare l'energia in eccesso non è fondamentale solo per ovviare alla non programmabilità delle fonti rinnovabili, ma anche per una questione economica. Il fotovoltaico produce la maggior parte di energia quando c'è il massimo irraggiamento solare e questo coincide col momento in cui è massima la domanda di energia elettrica. In passato, per la legge della domanda e dell'offerta,

le industrie alle ore 13 pagavano un prezzo più alto per l'energia rispetto alle 6 di mattina. L'avvento del fotovoltaico sta cambiando radicalmente la situazione: l'offerta in eccesso adesso è proprio nelle ore in cui l'energia costava di più e questo ha spostato la curva dell'offerta, provocando un abbassamento del prezzo.

Oggi il costo dell'energia elettrica, proprio per la crescente produzione proveniente dal fotovoltaico, tende a essere costante dalle 10 di mattina alle 18 di sera. Per assurdo, quindi, il fotovoltaico è autolesionista dal punto di vista economico. L'unico modo per incrementare i guadagni è accumulare l'energia in eccesso, prodotta in maniera massiva tra le 11 e le 15, e venderla al posto di quella delle centrali elettriche a gas quando lo richiede la domanda, diminuendo l'impatto ambientale grazie all'apporto di energia pulita. Per l'eolico vale lo stesso principio. La forza dei venti è superiore la notte rispetto al giorno, mentre la domanda di energia di notte è inferiore. A maggior ragione gli impianti eolici devono accumulare l'energia nelle ore notturne e venderla in quelle diurne.

C'è però un limite tecnico. Gli attuali sistemi di accumulo sono principalmente le batterie al litio. Sono le più efficienti in circolazione, ma non riescono a coprire le esigenze di accumulo degli impianti eolici e fotovoltaici e di stabilizzazione della rete oltre un arco temporale che va da una a cinque ore: è troppo poco. Sviluppare perciò nuovi sistemi di accumulo e batterie di lunga durata in grado di immagazzinare energia elettrica fino a dieci-dodici ore rappresenterà una delle principali svolte nei prossimi anni per l'evoluzione delle fonti rinnovabili, perché la redditività dei parchi eolici e fotovoltaici aumenterà a dismisura, favorendone a sua volta la diffusione.

¹⁴ <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/enabling-renewable-energy-with-battery-energy-storage-systems>

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0176&from=Fl#:-:text=Secondo%20il%20potenziale,a%20partire%20dal%202025%201%20>

2.10. Non tutte le batterie vanno bene per le fonti rinnovabili: le tecnologie più promettenti e perché sono migliori delle batterie al litio

Dal punto di vista tecnologico, i sistemi di accumulo necessari per le fonti di energia rinnovabile sono meno problematici rispetto alle esigenze di una batteria per automobile elettrica, che deve essere molto più performante. Mentre per le automobili la batteria al litio è, per adesso, imprescindibile, nel campo delle fonti rinnovabili, secondo chi si occupa di ricerca sulle batterie, è possibile trovare altre soluzioni che non usino il litio.

Non tanto per i problemi legati alla disponibilità di questo metallo, visto che non è critico (sebbene la disponibilità vada costantemente monitorata), il prezzo sta scendendo: per accumuli domestici è possibile utilizzare altre tecnologie che ad oggi non sono abbastanza performanti per un'automobile, consentendo di usare il litio per le batterie delle automobili. Tra le più promettenti tecnologie alternative ci sono le batterie al sodio-ione: hanno un funzionamento analogo a quelle al litio, ma lo sostituiscono con un materiale più economico, più facile da reperire e la cui estrazione può essere più sostenibile a livello ambientale. Le batterie al sodio sono già commerciabili ed entro cinque anni la loro adozione diffusa contribuirà a fare scendere il prezzo del litio per le batterie delle automobili, mettendo al tempo stesso in sicurezza la catena di approvvigionamento per quelle domestiche. Altri elementi con cui la ricerca si sta orientando per cercare di eliminare del tutto gli elementi critici sono il magnesio, il potassio e lo zolfo: ma ancora non sono stati raggiunti risultati tali

da avere un effetto dirompente.

Quando si parla di grandi impianti eolici e fotovoltaici c'è da tenere conto del diverso fabbisogno energetico e di potenza rispetto al settore dei trasporti. Se le automobili hanno bisogno di celle con maggiore potenza, con le fonti rinnovabili sono necessarie celle ad alta energia per immagazzinare la sovrapproduzione elettrica. La cella di una batteria da utilizzare per un impianto di energia rinnovabile non subisce uno stress paragonabile a quella di un'automobile, con continue frenate e accelerate, quindi è possibile fargli fare un numero molto più alto di cicli. Oltretutto, non c'è neppure il problema di ridurre la massa della batteria, una delle principali preoccupazioni nella ricerca automobilistica. L'obiettivo principale, quindi, non è tanto sviluppare batterie più potenti, ma ridurre il costo kW/h per ciclo, con celle standardizzate con materiali che presentano legami chimici molto forti e che permettano di fare milioni di cicli e perdano la loro capacità solo dopo 10-15 anni.

Nei campi fotovoltaici di estese dimensioni, si possono usare anche altri sistemi di accumulo come le batterie redox-flow. Le batterie di flusso redox al vanadio sono in fase liquida e quindi la capacità di accumulo totale della batteria dipende dalla dimensione delle due vasche separate dove viene stoccato l'elettrolita. Le vasche sono collegate a un reattore in cui gli elettroni possono essere scambiati. Aggiungere ulteriori celle elettrochimiche e aumentare la quantità di soluzione elettrolitica permette di accrescere rispettivamente la capacità energetica e di stoccaggio della batteria di flusso redox al vanadio. Sono sistemi ad alta densità di energia, capaci di mantenere oltre l'80% dell'efficienza anche quando sono poco carichi e il 100% della capacità originale

dopo infiniti cicli, hanno una lunga durata e richiedono poca manutenzione. Sono dunque molto adatti da affiancare alle fonti rinnovabili. Sono già in fase di commercializzazione, sebbene la ricerca prosegue per ridurre i costi e hanno un unico problema: non sarebbe avveduto installarle in impianti fotovoltaici costruiti in zone sismiche, altrimenti in presenza di un terremoto i sali di vanadio in acido solforico, nel caso travasassero dalle vasche, potrebbero inquinare la falda acquifera.

Nei parchi eolici, a differenza dei campi fotovoltaici, ci sono momenti di picco molto più elevati quando arriva la folata di vento rispetto al picco di sole intorno a mezzogiorno, quindi servono batterie con maggiore potenza. Al tempo stesso restano le esigenze di accumulo di energia: quindi nel settore eolico la ricerca è orientata soprattutto all'ibridazione, accoppiando un sistema ad alta energia con un sistema ad alta potenza.

Un'altra tecnologia interessante sono le cosiddette batterie ZEBRA (Zero Emission Battery Research Activities): grazie all'elevata densità di energia e potenza, costituiscono una delle migliori soluzioni alla moderna richiesta di accumulo energetico per l'uso stazionario. Questi sistemi sono costituiti da celle nickel-sodio cloruro, operanti ad elevate temperature (circa 270-350 °C), racchiuse in un contenitore termico ed utilizzano un tubo ceramico come elettrolita solido. L'integrazione con le fonti rinnovabili sarebbe possibile perché l'energia prodotta in eccesso dagli impianti fotovoltaici o eolici potrebbe essere usata per mantenere la temperatura ai livelli richiesti dalla batteria.

2.11. Accumuli idroelettrici e gravitazionali o storage nella sabbia: le altre soluzioni per stoccare l'energia degli impianti rinnovabili

Nel campo delle rinnovabili si affermeranno non solo sistemi di accumulo elettrochimici come le batterie, ma altri sistemi meccanici o con l'impiego di volani. Già allo stato attuale lo storage con i sistemi idroelettrici di pompaggio è molto utilizzato in accoppiamento con gli impianti eolici, soprattutto nelle regioni montane perché si basano fondamentalmente su bacini d'acqua sopraelevati. Quando c'è bisogno di energia, l'acqua viene trasportata a valle e trasformata in elettricità dalle turbine. Quando, invece, i parchi eolici producono un eccesso di elettricità l'energia viene utilizzata per pompare nuovamente l'acqua verso il bacino, che si ricarica. Un sistema simile e più innovativo sono i sistemi di accumulo energetico gravitazionale ad aria (Caes) o CO₂ compressa. L'energia rinnovabile prodotta in eccesso solleva dei pesi: quando la rete chiede energia, perché c'è poco vento e non c'è abbastanza sole, i pesi sono fatti scendere e si produce elettricità.

L'innovazione tecnologica nell'ambito degli accumuli non elettrochimici andrà sicuramente parecchio avanti da qui al 2030. Una soluzione interessante da abbinare col mondo delle rinnovabili è quello di usare lo storage con la sabbia.

L'azienda italiana Magaldi ha progettato un sistema di accumulo di energia su larga scala, di breve e lunga durata, costituito da moduli isolati che contengono sabbia silicea, riscaldata a temperature superiori a 600°C.

La sabbia, infatti, è un materiale facile da reperire e

particolarmente efficace nel trattenere il calore per svariati mesi. L'idea, quindi, è di usare l'elettricità in eccedenza prodotta da fonti rinnovabili e non immessa immediatamente nella rete per riscaldare il silos di sabbia, che poi manterrà il calore (e quindi l'energia) per produrre energia termica verde – sotto forma di vapore o aria calda – che può essere utilizzata direttamente negli impianti industriali, decarbonizzandoli completamente o in parte, o per la generazione di energia elettrica mediante turbine a vapore.

2.12. Il second life delle batterie al litio per sostenere lo sviluppo delle fonti rinnovabili

Un elemento prioritario nelle batterie sarà la sostenibilità. Per prima cosa, la maggior parte dell'energia utilizzata per ricaricare le batterie dovrà provenire da fonti rinnovabili. Più batterie da ricaricare comporta quindi la necessità di un crescente ricorso alle fonti rinnovabili. Al tempo stesso, la diffusione crescente delle fonti rinnovabili rende indispensabile usare più batterie: sono le due facce della transizione energetica e devono procedere di pari passo.

Le batterie, inoltre, devono essere sostenibili non solo dal punto di vista energetico, ma lungo tutto il ciclo di vita. Dai materiali di partenza, che non possono essere metalli tossici o difficili da ottenere, al fine vita, ovvero batterie completamente riciclabili, come del resto prevedono le norme contenute nel recente regolamento Batterie dell'Unione europea, in cui sono individuate quantità minime (e crescen-

ti nel tempo) di materiale riciclato all'interno delle nuove batterie prodotte.

Con le tradizionali batterie piombo acido siamo arrivati a riciclare il 100% e qualsiasi batteria di automobile a motore endotermico oggi è costruita con piombo riciclato. Per quanto riguarda il recupero del litio, invece, in Italia ci sono progetti pilota di enti come ENEA e numerose università italiane si occupano di ricerca. A livello tecnico ci sono degli ostacoli, ma secondo gli scienziati entro il 2030 la tecnologia sarà matura per riciclare il litio e gli altri metalli preziosi come nickel e cobalto all'interno della batteria.

Tuttavia, dovrà svilupparsi in parallelo un sistema industriale di riciclo, per gestire l'enorme mole di batterie litio-ferro-fosfato del futuro, e purtroppo siamo indietro a livello europeo. Un paragone con la Cina è impietoso: qui nel 2022 sono state costruite 700.000 tonnellate di batterie al litio con materiali riciclati.

In Europa le previsioni di riciclo arrivano a una capacità di 200.000 tonnellate nel 2024-2025 e di 369.000 tonnellate entro il 2030.

In questa fase di transizione un'altra opportunità particolarmente interessante da accostare alle fonti di energia rinnovabile è il second life delle batterie esauste. Quando le batterie sono circa all'80% della loro capacità, non possono più essere utilizzate nell'ambito automotive, ma possono ancora trovare una nuova vita nel campo delle rinnovabili, dove è essenziale avere accumuli di lunga durata ma non sono così importanti gli aspetti legati alla potenza. Mettendo insieme gruppi di batterie ricondizionate è possibile stoccare rapidamente energia proveniente dagli impianti di energia rinnovabile, con il beneficio aggiunto di contribuire a stabilizzare la rete, rispondere agli sbalzi di potenza e diminuire o evitare del

tutto gli eventi di riduzione di carico e blackout. In Italia Enel X è al lavoro per un sistema di stoccaggio da impiegare nell'aeroporto romano di Fiumicino per assorbire l'eccesso di energia prodotta dall'impianto solare in fase di costruzione e coprire gli eventuali picchi serali di domanda di energia dell'aeroporto.

3. LE BARRIERE SULLA VIA DELLE RINNOVABILI

► *Lo sviluppo delle fonti rinnovabili è un processo inarrestabile. Tuttavia, alcune barriere possono rallentare la diffusione. La prima, e più importante, è legata alla resilienza delle rete elettrica: ovvero alla necessità di maggior flessibilità e stoccaggio, vista la non programmabilità delle fonti rinnovabili. Inoltre, in molte nazioni, Italia compresa, le autorizzazioni agli impianti fotovoltaici e le connessioni alla rete sono procedure troppo lente. Potranno verificarsi shock sulle catene di approvvigionamento (disponibilità di metalli e minerali e soprattutto rame, nichel, cobalto e litio e terre rare), ostacoli produttivi, mentre i tassi di interesse elevati per un lungo periodo di tempo potrebbero ostacolare gli investimenti.*

3.1. Resistenza settori tradizionali e ostacoli produttivi: in Italia mancano aziende per fare impianti e manodopera per accompagnare la transizione energetica

Il tema della resistenza dei settori tradizionali, potenzialmente in grado di mettere in discussione tutti i progressi fatti sino ad ora in ambito di sostenibilità energetica, assume oggi un maggiore rilievo, stando agli esiti della Cop 28 di Dubai. Mentre sono unanimemente confermati gli obiettivi "net-zero" di lungo termine, trapela un tentativo di "svicolare" da impegni concreti di superamento dell'utilizzo di combustibili fossili, così come dalla fissazione di indispensabili obiettivi di medio termine, vera cartina di tornasole per il conseguimento del risultato finale. Un collo di bottiglia nell'adozione diffusa delle fonti di energia pulita per il sistema Italia è senza dubbio una certa difficoltà nel realizzare impiantistica rinnovabile. Ci sono carenze nell'assetto produttivo perché non si sono mai sviluppati operatori professionali di grandi dimensioni, ad eccezione di Enel. Mancano le aziende per realizzare campi eolici e fotovoltaici e c'è troppa frammentazione. Questa è anche una conseguenza del mercato del lavoro: in Italia è ancora troppo poca la manodopera necessaria a gestire la transizione energetica, e questo inevitabilmente può rallentare la crescita.

Allo stato attuale si riesce a sopperire, pur procedendo in alcuni casi con eccessiva lentezza, ma entro il 2030 dovremo affrontare uno tsunami dal punto di vista della domanda di nuove installazioni di rinnovabili. Gli impianti del futuro, peraltro, saranno quelli "utility scale" di grandi dimensioni, più complicati

da realizzare ma in grado di garantire costi di produzione energetica competitivi, un'offerta adeguata alla domanda di energia e supportare il sistema elettrico nazionale.

3.2. Autorizzazioni agli impianti troppo lente e alcune tasse controproducenti: quando la barriera sono gli ostacoli normativi e amministrativi

Una delle principali barriere riguarda il tema delle autorizzazioni. Il nodo del "permitting" incide negativamente sia per fotovoltaico che eolico, caratterizzati da tempi medi di autorizzazione troppo lunghi. In quasi tutta Europa, le procedure autorizzative necessitano di essere snellite ed accelerate, applicando il principio dell'"interesse pubblico prevalente" delle rinnovabili rispetto ad altre esigenze.

In relazione al quadro normativo, gli operatori energetici chiedono soprattutto di risolvere la questione delle aree idonee e non idonee. Le incertezze legate al cambiamento dell'uso del suolo e quindi alla trasformazione del paesaggio, possono determinare elementi di criticità che devono essere affrontati e superati nei prossimi anni. Al momento resta l'incognita sulla bozza di decreto sulle aree idonee che potrebbe essere molto limitante. L'intersezione di alcune norme contenute nella bozza di decreto esclude per alcune province la possibilità di avere impianti eolici o fotovoltaici, e addirittura è stata avanzata l'ipotesi di vincolare l'intera estensione dei comuni che ospitano produzioni agricole di pregio (Doc, Dop, Igp, ecc...). In Italia ci sono almeno trenta pro-

vince con queste caratteristiche e pensare a un intervento simile potrebbe avere l'effetto di una mannaia sulle autorizzazioni degli impianti rinnovabili. Servirebbe, inoltre, un riordino delle numerose semplificazioni avviate, rendendole organiche in un Testo Unico. Gli strumenti ordinari hanno fatto passi avanti sul tema del permitting, ma non sufficienti a rispettare i tempi indicati dall'Ue, che considera gli impianti rinnovabili come infrastrutture strategiche e dà una tempistica con cui dovranno essere realizzati. Altro problema è il rapporto con le regioni, che spesso sul tema delle autorizzazioni hanno degli atteggiamenti ancora più restrittivi rispetto al quadro normativo nazionale. L'auspicio degli operatori del settore è di riuscire a creare una sorta di regia centralizzata capace di uno sguardo d'insieme per promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili, svincolandosi da logiche locali che rischiano di rallentare il processo, migliorando così il coordinamento tra i diversi livelli di governance coinvolti nelle autorizzazioni dei nuovi progetti di energia green. Occorrerebbe rafforzare ulteriormente la Commissione VIA, confermando che i costi sostenuti dagli operatori vadano effettivamente a sostenere il lavoro della Commissione, e arrivare ad un Provvedimento Unico Nazionale la cui responsabilità sia in capo al MASE.

3.3. Il problema della tassazione.

Non giova inoltre il contesto di incertezza regolatoria causata dall'introduzione di diverse imposizioni fiscali (clawback measures, tra cui in particolare i cap inframarginali) che hanno frenato lo sviluppo delle rinnovabili, andando paradossalmente a colpire pro-

prio gli operatori di questo settore. Nell'ultimo bollettino dell'Osservatorio FER, ANIE aveva evidenziato un passaggio del DI 181/2023: il contributo di 10 €/kW che tutti gli impianti a fonte rinnovabile diversi da geotermico ed idroelettrico di nuova realizzazione con una potenza superiore a 20 kW erano tenuti a versare al gestore del sistema energetico nei primi tre anni dall'entrata in esercizio.

Secondo ANIE questa misura, che avrebbe dovuto alimentare un fondo di compensazione e di riequilibrio ambientale e territoriale allo scopo di incentivare le regioni e le province autonome ad ospitare impianti a energia rinnovabile, invece, avrebbe danneggiato "tutti i comparti del settore, tutti gli impianti siano essi incentivati e non, a partire da quelli residenziali, terziari ed industriali (in autoconsumo, in comunità energetiche, in scambio sul posto, ecc...) fino a quelli utility scale"¹⁶. Fortunatamente, le Commissioni Ambiente e Attività Produttive della Camera hanno approvato a fine gennaio un emendamento al DI Energia che elimina la tassa.

Il secondo punto critico contenuto nella legge di bilancio 2024 è la disposizione con cui si introduce la tassazione dei diritti di superficie a carico dei proprietari delle aree su cui sono presenti impianti rinnovabili. In sostanza, dovranno pagare una tassa legata alla volumetria di spazio che questi stessi impianti occupano. In questo modo, avverte ANIE Rinnovabili, i proprietari dei terreni vedendosi ridurre i ricavi derivanti dal contratto del diritto di superficie chiederanno ai proprietari degli impianti un maggior riconoscimento economico.

In aggiunta, per l'idroelettrico sono previsti nel biennio 2024-2025 ulteriori incrementi di costo a causa dell'aumento del 13% stabilito dai decreti che disciplinano il sovracanone rivierasco ed il canone Bim,

¹⁶ <https://anie.it/anie-rinnovabili-osservatorio-fer-2/?contesto-articolo=/sala-stampa/notizie>

mentre in precedenza abbiamo già parlato dell'effetto limitante sugli investimenti nell'idroelettrico causati dalle incertezze per le aste sulle gare di appalto.

3.4. Flessibilità, stabilizzazione, rete di distribuzione e smart grid: bisogna accelerare gli investimenti per una rete elettrica adatta alle fonti di energia rinnovabili

Una barriera nella transizione energetica potrebbe essere legata alla resilienza della rete elettrica, che sarà necessario adeguare al grande cambiamento apportato dalle fonti rinnovabili. In passato l'elettricità era prodotta dalle grandi centrali: una rete di trasmissione ad alta tensione la veicolava verso le reti di distribuzione a bassa tensione, che a loro volta la erogavano alle fabbriche, ai negozi e per il consumo domestico. Con l'integrazione nella rete di quote crescenti di energia solare ed eolica, i sistemi energetici diventeranno più decentrati e caratterizzati dalla generazione di elettricità in punti più vicini alla domanda, e bidirezionali, consentendo l'immissione dell'elettricità prodotta da impianti di generazione distribuiti nella rete a bassa tensione.

In sostanza, avremo due reti che svolgono in larga misura le stesse funzioni e hanno come unica differenza la tensione a cui operano. Il cambiamento porta con sé nuovi problemi di gestione: se vengono mantenute separate, sarà necessario mettere a punto una procedura di coordinamento e cogestione tra la rete di trasmissione e le reti di distribuzione che garantisca di conservare stabile l'intero sistema

elettrico, con le complessità del caso. Già oggi circa il 25% della produzione elettrica in Italia è allacciata alle reti di distribuzione a bassa tensione. Una quota che salirà al 40-45% nel 2030 e assai sopra il 50% nel 2050 e sarà la sfida maggiore dei prossimi anni.

Ai problemi di gestione si aggiungono quelli tecnologici di tenuta della rete elettrica. Fino a pochi anni fa si pensava che un'energia instabile e non programmabile come quella delle fonti rinnovabili sarebbe stata impossibile da gestire, invece la rete si è gradualmente adeguata. La situazione, peraltro, migliorerà in futuro di pari passo con lo sviluppo tecnologico, sia negli strumenti di monitoraggio della rete, sia negli accumuli.

Tuttavia, nella fase di transizione, può accadere, talvolta, che sia necessario staccare alcuni impianti fotovoltaici domestici o aziendali per evitare sovraccarichi alla rete elettrica, in particolare ad aprile e maggio, perché sono mesi di grande produzione di energia elettrica da fotovoltaico, ma non ancora così caldi da aumentare la domanda di elettricità per attivare i condizionatori.

È quindi indispensabile l'implementazione di una rete che renda possibile utilizzare, smistare e accumulare l'elettricità in eccesso. Insomma, è il discorso delle reti "intelligenti" in grado di dialogare oltreché trasmettere, governando in maniera sempre più efficace il trasporto dell'energia prodotta dalle varie tecnologie di fonti rinnovabili, come vedremo meglio nella sezione dedicata alla convergenza tra fonti rinnovabili e digitalizzazione.

Secondo il recentissimo Grid Action Plan della Commissione europea, considerando che il 40% delle nostre reti di trasmissione ha più di quarant'anni e del raddoppio della capacità di trasmissione transfrontaliera previsto entro il 2030, per fare questi adegua-

menti servono 584 miliardi di euro di investimenti. È inoltre importante che siano favoriti investimenti di ibridazione (combinazione di eolico e fotovoltaico), che permettono un'ottimizzazione dello sfruttamento della rete e delle connessioni esistenti. Su questo fronte, invece stiamo assistendo ad uno sviluppo non sufficientemente organico delle infrastrutture, non allineate alla quantità di impianti rinnovabili da installare.¹⁷

I piani di sviluppo della rete già approvati sono stati spesso basati su obiettivi superati e non sempre corrispondono alle effettive richieste di connessione degli operatori del settore. Servirebbe, invece, un piano europeo per rendere il territorio dell'Unione europea un'unica grande centrale elettrica da fonti rinnovabili, integrando la produzione eolica delle nazioni del Nord con il fotovoltaico delle nazioni del Sud, in modo da non perdere l'energia in eccesso prodotta in alcuni momenti dell'anno: ma per farlo è indispensabile sviluppare le infrastrutture su cui viaggia l'energia. Sarebbe in ogni caso più sostenibile e più efficiente rispetto a continuare a usare il metano, la cui rete è peraltro caratterizzata da numerose perdite.

3.5. Le procedure di connessione alla rete sono un collo di bottiglia che può rallentare le installazioni di fonti rinnovabili in Italia

In parallelo allo sviluppo, occorre prioritariamente rivedere le procedure di connessione, oggi non commisurate alla dimensione industriale dei progetti di

fonti rinnovabili sottostanti. Mentre le connessioni a media tensione sono gestite direttamente da Enel, la connessione alla linea di trasporto spetta a Terna. Le imprese denunciano una serie di inefficienze da risolvere nei prossimi anni. Innanzitutto nei tempi, con la stratificazione di richieste di connessione "dormienti", oppure proposte di connessione da parte del gestore di rete inutilmente costose, complesse e lunghe.

Per questo è necessario trovare nuovi criteri di connessione alla rete di Terna, affinché i progetti con basi solide dal punto di vista tecnico e finanziario possano avere certezza di realizzazione, e necessario migliorare il sistema di gestione delle connessioni, aumentare il corrispettivo, semplificare la disciplina di decadenza e rafforzare l'interazione tra il gestore di rete, le regioni e i comuni.¹⁸

Un problema molto sentito è la saturazione virtuale della rete di trasmissione, a causa di soggetti che presentano progetti irrealizzabili mossi da un approccio speculativo, ovvero acquistare la connessione per poi rivenderla. Terna, in passato, secondo gli operatori del settore ha rilasciato connessioni anche a interlocutori senza il capitale necessario per portare a termine i progetti. Su questo tema le imprese chiedono maggior chiarezza e una verifica più accurata sulla fattibilità del progetto e sulla società che lo propone, per non rischiare di bloccare connessioni utili che nel futuro immediato potrebbero andare, invece, a progetti solidi, creando un collo di bottiglia molto pericoloso per lo sviluppo delle rinnovabili. Infine, vi è il tema delle aste FER, indispensabili ma fino ad oggi poco efficaci poiché dotate di tariffe a base d'asta inadeguate ai costi effettivi delle tecnologie, in particolare di quella eolica. Recentemente in Italia la tariffa a base d'asta è stata adeguata all'infla-

¹⁷ Fonte: Elettricità Futura

¹⁸ Fonte: Elettricità Futura

zione, tuttavia il suo valore complessivo rimane comunque inferiore alla soglia di accettabilità. Occorre quindi che il governo renda attuativo il programma di aste per il periodo 2024-2028, con tariffe davvero allineate ai costi effettivi delle tecnologie, sulla scorta di quanto già effettuato in Francia e Germania.

3.6. Barriere economiche sulla via delle rinnovabili: tassi di interesse in crescita e greenflation

Se non sono in vista problemi di accesso ai finanziamenti, perché ci sono i capitali internazionali disposti a investire il denaro alla ricerca di guadagni, soprattutto nei prossimi anni, quando arriveranno le batterie a lunga durata e cresceranno gli utili di fotovoltaico ed eolico, da qui al 2030 restano alcune incertezze legate alla congiuntura economica. L'aumento dei tassi di interesse da parte delle banche centrali per contrastare l'inflazione, ad esempio, ha rallentato gli investimenti in tutti i settori, compreso quello energetico e delle rinnovabili.

I fenomeni di incremento dei prezzi delle materie prime e la cosiddetta "greenflation", inoltre, in questi anni hanno limitato fortemente lo sviluppo dell'eolico di grande taglia (sia onshore sia offshore) e condizioneranno ancora per diverso tempo i costi di realizzazione e quindi la remunerazione dei grandi investimenti in energie rinnovabili, sebbene non bisogna dimenticare che il prezzo dell'elettricità al megawattora proveniente dalle rinnovabili sarà in tutti i casi decisamente competitivo rispetto alle fonti fossili.

3.7. L'indipendenza strategica: le materie prime critiche e le terre rare sono un problema, ma grazie all'economia circolare l'ostacolo può essere superato

Gli sforzi, ingenti e dirompenti, messi in campo per rendere sempre più affidabile l'energia rinnovabile, concorrono a risolvere anche il nodo più generale della sicurezza e dell'indipendenza energetica: possiamo affrancarci dalla dipendenza dalle fonti fossili provenienti da aree del mondo politicamente instabili, abbracciando più intensamente la soluzione delle rinnovabili, ampiamente disponibili in natura, gratuite, direttamente convertibili in elettricità attraverso sistemi in grado di garantire l'energia (pulita) a tutti.

Una serie di misure compensative, già in atto con diversi gradi di intensità (dall'Inflation Reduction Act negli Usa, al Wind Power Action Plan dell'Ue, oltre al supporto dei governi tedesco e spagnolo a parti importanti delle filiere nazionali dell'eolico in crisi) sono finalizzate a contenere la crescente egemonia cinese nelle tecnologie rinnovabili, fortemente sovvenzionata dal governo di Pechino. Un primato dell'Oriente già raggiunto nel settore della produzione dei pannelli solari e delle batterie, che rischia di propagarsi al settore eolico, in certe parti ancora un fiore all'occhiello dell'industria europea.

La disponibilità di materie prime strategiche collegate a diversi settori industriali nazionali e alla transizione energetica sono un altro tema di grande rilevanza e possono rappresentare una barriera allo sviluppo delle fonti rinnovabili. Una crescita esponenziale della domanda potrebbe comunque portare a rallentamenti produttivi dannosi di fronte alla velo-

cità richiesta dalla transizione energetica. Puntare al recupero delle terre rare e dei materiali critici attraverso l'economia circolare è senza dubbio un investimento lungimirante da fare in vista del 2030. La gran parte dei materiali critici utili per la transizione energetica si trova nei Raee. Se in Italia si raggiungesse il 65% di raccolta di Raee (come prevede il target europeo) e si realizzassero gli impianti per il loro riutilizzo, il nostro Paese potrebbe recuperare circa 17.000 tonnellate di materie prime critiche, pari al 25% di quelle importate dalla Cina nel 2021¹⁹. Anche secondo Cassa depositi e prestiti la circolarità aprirebbe una miniera di materie prime critiche: in base a un loro studio, grazie al riciclo delle batterie esauste, l'Europa potrebbe soddisfare al 2040 oltre la metà della domanda di litio (52%) e di cobalto (58%) necessaria alla mobilità elettrica²⁰. Sarà possibile farlo a condizione, però, di dare un giro di vite alla circolarità dei Raee, perché attualmente in Italia soltanto il 37% viene raccolto, a fronte del 46% della media europea: siamo infatti tra i cinque Paesi meno virtuosi in Europa, davanti solo a Portogallo, Cipro, Malta e Romania.

3.8. La produzione insufficiente di batterie rischia di limitare la diffusione delle fonti rinnovabili, l'Unione europea deve accelerare

In parallelo alle reti, lo sviluppo di soluzioni di accumulo energetico diventa fondamentale per abilitare la decarbonizzazione. Purtroppo, siamo ancora molto in ritardo nello sviluppo di questa indispen-

sabile tecnologia, i progetti stentano a giustificarsi economicamente per le attuali ridotte possibilità di remunerazione, con il risultato che non stiamo progredendo. Occorre quindi impostare un quadro normativo-regolatorio specifico per gli accumuli capace di valorizzare le tecnologie che offrono flessibilità "decarbonizzata", quali gli accumuli elettrochimici. Il rischio maggiore, vista l'interdipendenza tra batterie e fonti di energia rinnovabile è rallentare la transizione energetica perché non ci sono batterie a sufficienza. L'Unione europea rappresenta oggi solo il 7% del mercato mondiale di batterie agli ioni di litio (nel 2020 la produzione ha raggiunto quota 44 GWh), mentre Pechino ha attualmente una capacità di produzione annua di 465 GWh, pari al 78% del totale mondiale. La Commissione europea stima che l'Ue avrà bisogno tra i 400 e i 500 GWh di capacità di batterie entro il 2025 e nel caso le imprese attueranno con successo i progetti annunciati, la produzione europea arriverà nel 2030 a essere tra i 700 e i 1200 GWh²¹.

Non sarà semplice. Le stesse stime della Commissione prevedono a partire dal 2030 il rischio di penuria dei materiali per le batterie per l'effetto combinato dell'aumento della domanda mondiale associata all'elettrificazione dei trasporti e dell'offerta interna di materie prime carente (da qui l'importanza dell'economia circolare). Gli investimenti dell'Europa e dei privati per creare un ecosistema favorevole alla produzione di celle necessarie per i pacchi batteria, finora assenti, visto che le celle venivano acquistate dalla Cina e assemblate in Europa, adesso ci sono. Su tutto il territorio dell'Unione europea più il Regno Unito sono previste 33 gigafactory operative entro il 2035, ma un po' ovunque si registrano i primi intoppi e ritardi, compresa l'Italia dove il progetto della

¹⁹ https://erion.it/wp-content/uploads/2023/06/Presentazione_-_Lorenzo_Tavazzi_Studio-Materie-Prime-Critiche_2023.pdf

²⁰ [https://www.cdp.it/sitointernet/page/it/transizione_ecologica_e_digitale_il_punto_sulle_materie_prime_critiche?contentId=TNK42332#:~:text=L%27economia%20circolare%2C%20infatti%2C,%25\)%20attivata%20dalla%20mobilit%C3%A0%20elettrica.](https://www.cdp.it/sitointernet/page/it/transizione_ecologica_e_digitale_il_punto_sulle_materie_prime_critiche?contentId=TNK42332#:~:text=L%27economia%20circolare%2C%20infatti%2C,%25)%20attivata%20dalla%20mobilit%C3%A0%20elettrica.)

²¹ https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-15/SR-2023-15_IT.pdf

gigafactory di Italtel sembra destinato a bloccarsi e quella di Stellantis non sarà pronta prima del 2026. Dal punto di vista industriale, l'Italia ha aziende importanti che lavorano nel settore delle batterie. Cito, ad esempio, Manz, un'azienda che si occupa di produzione di macchine per la realizzazione di celle per i pacchi batterie, oppure Comau, Sovema, Magaldi. Abbiamo diverse realtà nel riciclo delle batterie. Quello che manca all'Italia, invece, finché non saranno operative le gigafactory è la produzione vera e propria della batteria e aziende chimiche per i materiali da mettere all'interno delle batterie. Un altro ostacolo per il sistema europeo arriva dagli Stati Uniti. Gli Usa hanno investito parecchio nelle fonti rinnovabili e nelle batterie con l'Inflation Reduction Act. Il problema è che questo pacchetto di misure contiene incentivi e crediti di imposta ai produttori di batterie al litio con sede negli Stati Uniti o nei partner commerciali Canada e Messico e questo potrebbero spingere multinazionali dell'auto e produttori europei a delocalizzare negli Usa perché più conveniente.

4. TRASPORTI, AGRICOLTURA E IDROGENO: LE CONVERGENZE CON LE FONTI RINNOVABILI

- ▶ *La convergenza tra le fonti rinnovabili e altri settori sarà una delle più grandi trasformazioni a cui assisteremo da qui al 2030. L'elettrificazione porterà a una prima convergenza con il settore dei trasporti, in chiave di decarbonizzazione e armonizzazione con le esigenze della rete elettrica. Sempre con lo stesso obiettivo di ridurre le emissioni, è indispensabile una convergenza tra fonti rinnovabili e il vettore energetico dell'idrogeno. Le convergenze non riguarderanno però esclusivamente i trasporti, ma altri settori centrali dell'economia come l'agricoltura, l'edilizia, le tecnologie dell'informazione e della comunicazione e il digitale, generando nuove filiere.*

4.1. La convergenza col settore dei trasporti elettrificato è inevitabile, altrimenti non si ridurranno abbastanza le emissioni di gas serra

Il settore dei trasporti è responsabile di circa un quarto delle emissioni totali di CO₂ in Europa, il 71,7% delle quali viene prodotto dal trasporto stradale, secondo l'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA)²². Decarbonizzare il sistema di produzione energetica senza portare avanti l'elettrificazione dei trasporti significherebbe agire in maniera incompleta. La prima strategia per ridurre le emissioni dei trasporti è cambiare l'alimentazione dei veicoli, perché il motore endotermico è altamente inefficiente: solo il 20% di energia si trasforma in energia cinetica, mentre la restante viene dissipata sotto forma di calore.

Il recente straordinario sviluppo dell'automobile elettrica, con maggiore autonomia complessiva grazie al parallelo potenziamento delle batterie, sta portando a veicoli con prestazioni sempre più elevate in termini di capacità di consumo ed efficienza. Sebbene le auto elettriche stiano guadagnando grande popolarità (nel 2021 hanno rappresentato il 17,8% delle autovetture immatricolate in Europa, in notevole ascesa rispetto al 10,7% del 2020), la mobilità sostenibile e l'elettrificazione dei trasporti è un ambito in cui siamo indietro rispetto ai partner europei: l'Italia ha meno del 4% del totale delle vendite riferito alle auto elettriche, contro la media Ue del 14,2% (dati ottobre 2023²³).

L'elettrificazione dei trasporti richiede inoltre investimenti significativi nelle infrastrutture di ricarica e nelle reti elettriche. I punti di ricarica installati in Ita-

lia a ottobre 2023 erano 47.228. Nei prossimi due-tre anni assisteremo al boom delle colonnine di ricarica, con l'affermarsi di punti di ricarica urbani per la notte oppure le fast charge, mentre scompariranno i sistemi di ricarica intermedi che bloccano le auto per circa due ore. Per ridurre le emissioni della mobilità non è tuttavia sufficiente agire esclusivamente producendo veicoli elettrici, ma va cambiato l'intero sistema dei trasporti, e quindi bisogna prima di tutto incoraggiare e potenziare il trasporto pubblico e il car sharing per ridurre la congestione del traffico. Al tempo stesso, elettrificare i trasporti senza riequilibrare il mix energetico sarebbe ugualmente un problema perché le auto elettriche verrebbero ricaricate bruciando combustibili fossili. Quindi la convergenza tra i due settori è inevitabile. La percentuale di energia da fonti rinnovabili utilizzata per i mezzi di trasporto nell'Ue ha raggiunto il 10,2% nel 2020 (parte di tale energia proveniva da biocarburanti), realizzando l'obiettivo del 10%, fissato per lo stesso anno. I valori tuttavia oscillano notevolmente tra gli Stati membri: si va dal 4,4% in Grecia e Irlanda al 30,8% in Svezia. L'Italia si attesta poco sotto la media europea²⁴.

4.2. Il vehicle to grid migliorerà la stabilità della rete elettrica e offrirà nuove opportunità di business

Lo sviluppo dei sensori e dei computer di bordo nelle automobili renderà possibile in maniera crescente l'integrazione con le infrastrutture di rete. Sia stradali, con la progettazione di smart road, dove

²² https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2019/3/story/20190313STO31218/20190313STO31218_it.pdf

²³ <https://www.acea.auto/pc-registrations/new-car-registrations-14-6-in-october-battery-electric-14-2-market-share/>

²⁴ <https://www.eea.europa.eu/it/segnali/segnali-2022/articoli/e-arri-vato-il-momento-di>

le automobili sono in dialogo tra di loro, sia con la rete elettrica del futuro, ovvero la smart grid. Si tratta di un'altra convergenza fondamentale tra settore dei trasporti e delle rinnovabili, in cui le automobili elettriche non sono esclusivamente un mezzo di trasporto, ma contribuiscono alla gestione ottimale della rete elettrica, fornendo esse stesse servizi energetici nel momento di necessità grazie alla capacità di accumulo delle batterie, come fossero una sorta di storage mobile.

Sono i casi di vehicle to grid, in cui l'Italia è pioniera. Quando non sono in uso, le automobili elettriche possono essere collegate a una colonnina di ricarica appropriata per ricevere o cedere energia alla rete elettrica nazionale, trasformandosi in efficaci soluzioni energetiche mobili. Nel 2016 Enel ha installato in Danimarca dieci unità vehicle-to-grid nel primo hub V2G interamente commerciale al mondo. I sistemi V2G sono in grado di migliorare la stabilità della rete, con servizi ancillari come la regolazione della frequenza e della tensione e la riduzione delle fluttuazioni.

Nel Regno Unito, le autorità di regolamentazione stimano che le applicazioni vehicle-to-grid abilitate dalla ricarica intelligente consentiranno di risparmiare circa 3,5 miliardi di dollari all'anno per il potenziamento della rete elettrica²⁵. Qualcosa di simile avviene nel vehicle-to-home: la batteria dell'auto elettrica ricaricata tramite la wallbox domestica può cedere energia all'abitazione stessa, quando richiesto, garantendo l'approvvigionamento in caso di blackout. I sistemi V2G e V2H promuoveranno ulteriormente l'integrazione delle energie rinnovabili nel mix di generazione elettrica. Un'altra possibilità per il V2G, infatti, va nella direzione inversa: ricaricare i veicoli elettrici connessi alla rete quando c'è una produzio-

ne eccessiva di energia elettrica rinnovabile. Allo stesso modo, nel caso del V2H, in presenza di un impianto fotovoltaico domestico, l'auto può immagazzinare il surplus di elettricità prodotto, mettendolo poi a disposizione in un secondo momento.

Entro il 2030 le automobili diventeranno perciò sempre più interdipendenti con la rete elettrica. In genere, le automobili restano parcheggiate fino all'80-90% del tempo, quindi con un'accurata pianificazione e infrastrutture adeguate, le automobili elettriche ferme nel posto auto e collegate alla rete sono un'enorme fonte energetica da sfruttare. Per coglierne le potenzialità è sufficiente pensare che 20 milioni di veicoli equipaggiati con una batteria da 50 kWh costituiscono una riserva energetica enorme (1 TWh). Anche solo utilizzando il 10% dell'energia della batteria di 10 milioni di veicoli si arriva a numeri rilevanti (50 GWh).

4.3. La convergenza con l'agricoltura: l'agrivoltaico per raggiungere i target di energia green e migliorare le colture grazie ai pannelli solari

Sempre nel contesto delle convergenze è da citare l'agrivoltaico, in cui gli impianti fotovoltaici sono impiegati nei terreni agricoli, con lo scopo di integrare energia e coltura. Se l'Italia intende raggiungere i target europei, non può prescindere dall'usare anche i campi agricoli per la produzione di energia rinnovabile. L'agrivoltaico è finanziato nell'ambito della missione e "Rivoluzione verde e transizione ecologica" del Pnrr con 1,1 miliardi di euro per "installare a re-

²⁵ <https://www.ofgem.gov.uk/publications/case-study-uk-electric-vehicle-grid-v2g-charging>

gime una capacità produttiva da impianti agrivoltaici di 1,04 GW, che produrrebbe circa 1.300 GWh annui, con riduzione delle emissioni di gas serra stimabile in circa 0,8 milioni di tonnellate di CO₂”.

La diffusione dell’agrivoltaico consentirà benefici che seguono sia dal punto di vista della riduzione delle emissioni di gas serra sia dei costi di approvvigionamento energetici per le aziende agricole e zootecniche. Ecco perché è una convergenza molto interessante, in quanto ha delle caratteristiche uniche in grado di combinare energia, nuove tecnologie, agricoltura e conservazione del paesaggio, anche a tutela di quelle che sono le comunità locali, i territori e le loro attività. Inoltre, alla principale funzione energetica i pannelli fotovoltaici rispondono ad esigenze legate all’agricoltura, ad esempio favorire la crescita di colture sottostanti che richiedono poca luce per la sua azione di filtraggio rispetto alla radiazione solare.

L’Istituto superiore per la Protezione e la Ricerca ambientale (Ispra) è intervenuto sul tema ricordando come l’obiettivo della decarbonizzazione debba però conciliarsi con l’obiettivo della protezione del suolo. Per ovviare al consumo di suolo, ci sono inoltre soluzioni innovative come l’agrivoltaico verticale alto, sebbene presentino ancora delle criticità tecniche. Questi impianti, per essere installati rispettando i criteri di sicurezza legati alla forza dei venti e agli eventi atmosferici estremi, hanno bisogno di ancoraggi proporzionati all’altezza. Tali ancoraggi sono particolarmente invasivi e si basano su tiraggi che occuperebbero in proporzione una superficie molto elevata con il posizionamento di tiranti, buche profonde e cementificazione del suolo. Pertanto il rischio è di trovare un’alternativa altrettanto invasiva, impattante e oltretutto costosa, in nome di una

valenza paesaggistica e di convivenza con le produzioni agricole.

Sarebbe auspicabile individuare delle aree idonee e dei meccanismi di integrazione al reddito per le aziende agricole e per i coltivatori, attraverso operazioni di agrivoltaico che siano ecocompatibili col sistema delle colture, come indicato dalle linee guida del ministero dell’Agricoltura e della Sicurezza energetica.

4.4. L’idrogeno è un vettore rivoluzionario per ridurre le emissioni, ma deve essere prodotto solo con l’energia pulita delle fonti rinnovabili: le opportunità e gli ostacoli da superare

L’idrogeno è già utilizzato nell’industria da parecchio tempo come agente chimico, come reagente e come intermedio di reazione. Qui parliamo della sua applicazione come vettore energetico privo di emissioni, il cui impiego è strettamente legato allo sviluppo delle energie rinnovabili per almeno due aspetti.

Prima di tutto, produrre idrogeno è un’attività molto energivora, quindi perché l’impatto di questa tecnologia sia vicina allo zero, è indispensabile utilizzare energia proveniente da fonti rinnovabili per l’elettrolisi dell’acqua necessaria per ottenerlo.

È il cosiddetto idrogeno green, da distinguere dalle altre tipologie, come l’idrogeno grigio prodotto partendo dal metano. Attualmente circa il 95% di idrogeno è ottenuto da combustibili fossili, mentre produrre idrogeno verde costa almeno il triplo dell’idrogeno grigio. Quindi, far sì che il prezzo al chilo-

grammo diventi competitivo è una priorità, ma per gli esperti difficilmente sarà possibile prima di 5-10 anni, quando ci sarà una produzione sufficiente di energia rinnovabile da dirottare sull'idrogeno. Molto dipenderà comunque dall'evoluzione della transizione energetica e dai costi delle rinnovabili.

Per capire quanto deve essere imponente la crescita della capacità elettrica rinnovabile per produrre questo vettore energetico sono sufficienti alcuni calcoli. Il governo italiano ha come obiettivo una penetrazione dell'idrogeno negli usi finali dell'energia del 2% entro il 2030 (e fino al 20% entro il 2050)²⁶. Sono, dunque, necessarie 1,6 Mton per anno di idrogeno verde. Questo richiede 85 TWh/a di elettricità: generarla esclusivamente da fonti rinnovabili significherebbe l'installazione di 75 GW (e oltre 10 GW di capacità di elettrolizzatori)²⁷. Considerando che l'Italia ha una potenza installata di 40 GW, si tratta di un obiettivo non impossibile, ma servirà un grandissimo impegno.

La seconda convergenza dell'idrogeno con le fonti rinnovabili sarà invece legata alle necessità di stoccaggio e stabilizzazione della rete. Quando l'Italia raggiungerà i 100 GW di capacità installata di rinnovabili, teoricamente possibile entro il 2030, la produzione sarà concentrata nei mesi più caldi. L'elettricità in eccesso potrà essere utilizzata per produrre idrogeno, immagazzinandolo come accumulo stagionale per bilanciare il sistema elettrico decarbonizzato e colmare i deficit delle rinnovabili in inverno, o usarlo per contribuire alla stabilizzazione della rete elettrica. Il problema è che per adesso le tecnologie di immagazzinamento dell'idrogeno hanno un'efficienza del 30%, quindi la ricerca deve progredire.

Infine, l'idrogeno può sostituire le fonti rinnovabili dove non ci sono alternative, contribuendo a rag-

giungere gli obiettivi di decarbonizzazione. Tra i vari ambiti in cui sarà inevitabile fare ricorso all'idrogeno ci sono i settori industriali hard to abate, in cui è elevato il consumo di combustibili fossili ed è complicato elettrificare la produzione viste le elevate temperature coinvolte nel processo: cementifici, acciaierie, fabbriche per la produzione del vetro e della ceramica. Un altro campo può essere il trasporto navale per le lunghe tratte e il trasporto ferroviario difficile da elettrificare, ad esempio nelle aree montane e, con un'ottica più di lungo periodo, il trasporto aereo.

Appare invece da prevedere con cautela la produzione di calore, con la possibilità di riscaldare gli ambienti in un contesto civile e industriale o decarbonizzare il patrimonio edilizio nazionale di elevato valore storico e architettonico, per il quale l'elettrificazione diretta con il ricorso alle pompe di calore non è sempre possibile.

Sempre in un'ottica di transizione energetica, l'idrogeno può servire per il sector coupling, integrandolo con la rete di distribuzione del metano (bending). L'idrogeno, infatti, può essere mescolato fino a un massimo del 20% nel metano, senza richiedere adeguamenti invasivi della rete, sebbene tra alcuni esperti ci sia scetticismo perché i guadagni in termini di riduzione delle emissioni sarebbero trascurabili e potrebbe scaturire l'effetto opposto di "allungare la vita" al metano.

L'Unione europea con l'adozione di una Strategia Europea per l'Idrogeno ha definito i target al 2024, 2030 e 2050 per l'introduzione dell'idrogeno nel mix energetico, e ha finanziato due grandi progetti di interesse comune europeo (IPCEI): all'interno di questi l'Italia ha dodici progetti finanziati, il numero maggiore in Europa insieme a Francia e Germania. Il

²⁶ https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Strategia_Nazionale_Idrogeno_Linee_guida_preliminari_nov20.pdf

²⁷ <https://www.nature.com/articles/d43978-021-00110-w>

Piano nazionale di ripresa e resilienza destina 2,6 miliardi di euro alla filiera dell'idrogeno, suddivisi nelle diverse possibili applicazioni. Sempre in ambito di Pnrr, il ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica ha firmato un accordo di programma con ENEA da 110 milioni di euro per attività di ricerca e sviluppo.

Tuttavia, queste sono condizioni necessarie, ma non sufficienti a favorire la nascita di un'economia basata sull'idrogeno. Infatti, ci sono delle barriere e delle criticità da superare. Le criticità tecnologiche riguardano principalmente i costi di produzione (con particolare riferimento ai componenti elettrochimici), ma anche l'assenza di infrastrutture di distribuzione e stoccaggio dell'idrogeno che ne permettano la larga diffusione, con conseguente diminuzione dei costi per l'effetto delle economie di scala.

Tra le barriere di carattere politico amministrativo sono da menzionare la necessità della definizione di una strategia ben precisa, a partire da un quadro normativo, regolatorio/tecnico e autorizzativo di facile applicazione che darebbe maggiore sicurezza agli investitori e la previsione di schemi di incentivazione per l'idrogeno, in un'ottica di neutralità tecnologica.

5. TRANSIZIONE ENERGETICA E TRANSIZIONE DIGITALE SI POTENZIANO A VICENDA: E PER LE FONTI RINNOVABILI È UN'ENORME OPPORTUNITÀ

► *La transizione ecologica sarà enormemente accelerata dall'altra grande rivoluzione in arrivo, la transizione digitale. Le tecnologie abilitanti legate alla digitalizzazione, quali l'Internet of Things, la blockchain, l'intelligenza artificiale e il machine learning, i big data, la sensoristica, la gestione virtuale dei servizi e la gestione intelligente dei contatori consentiranno nuove modalità di funzionamento delle reti, in un'ottica di maggiore affidabilità e resilienza. Dalla convergenza tra energia e digitale nasceranno nuovi attori economici, sul modello di quando accaduto anni fa con Spotify, con un'offerta focalizzata su servizi di qualità da erogare sulla piattaforma elettrica. Ma la digitalizzazione porta anche vulnerabilità, che non possono essere evase ma affrontate in anticipo.*

5.1. Con l'intelligenza artificiale capiremo in anticipo come gestire la domanda di energia e migliorerà l'efficienza della rete elettrica, che diventerà smart grid

Ci sono attualmente due sviluppi legati all'intelligenza artificiale. Una versione "debole" sono i programmi specificamente addestrati per svolgere una serie ristretta di compiti, come la guida autonoma, le previsioni meteo, gli assistenti digitali vocali come Alexa. Oggi siamo circondati da questo tipo di AI che rende la vita più facile, automatizzando compiti ripetitivi. L'altro tipo di intelligenza artificiale "forte", invece, ha un'intelligenza pari a quella umana o, in alcuni casi, la supera. Questo tipo di AI forte è ancora in fase di sviluppo e potrebbe essere utilizzato in futuro. Collegato all'intelligenza artificiale è il machine learning, tecnologia utilizzata per elaborare algoritmi informatici da utilizzare per emulare l'intelligenza umana. Con l'esplosione dei dati a disposizione e degli strumenti per raccogliervi, il ML è fondamentale per processare ed estrarre informazioni rilevanti da questi immensi insiemi di dati.

Per il settore energetico è un grande valore aggiunto poter combinare le potenzialità della digitalizzazione e le capacità analitiche e predittive dell'intelligenza artificiale e ciò porterà a un'evoluzione della rete elettrica verso la cosiddetta rete intelligente (smart grid). Grazie alla sensoristica applicata alle reti e all'AI, le smart grid saranno in grado di raccogliere la quantità di dati necessaria per consentire, anche a parità di infrastruttura, di rendere più efficiente la gestione e i consumi di energia elettrica, provenienti da fonti decentrate eterogenee, dalle automobili elettriche agli elettrodomestici connessi, e integrare

in maniera sempre più efficace la quota crescente di rinnovabili. Significherà, inoltre, disporre di previsioni più accurate di domanda e offerta di energia, rendendo il sistema molto più programmabile.

Il machine learning potrà essere usato per identificare pattern e tendenze che possono prevedere in anticipo guasti o interventi di manutenzione nella rete o in qualsiasi impianto di energia rinnovabile. Nell'ottica di monitoraggio, un'altra tecnologia importante è il gemello digitale della rete, la replica virtuale informatica della rete che può essere monitorata, studiata e ottimizzata più facilmente: questo migliorerà l'efficienza, l'innovazione e la produttività della rete fisica stessa.

Gli investimenti nelle tecnologie digitali legate alla rete sono cresciuti di oltre il 50% dal 2015 a oggi e si prevede che raggiungeranno il 19% degli investimenti totali nella rete nel 2023 (dati IEA²⁸). Secondo la Commissione nell'Unione europea, circa il 30% degli investimenti previsti per le reti entro il 2030 potrebbe essere destinato alla digitalizzazione. In particolare, si stanno affermando due tipologie di rete: 1) soluzioni di mini-grid che offrono energia pulita e affidabile sia alle comunità connesse alla rete che off-grid, e 2) supergrid che emergono come soluzione per il trasporto di energia rinnovabile su lunghe distanze. In futuro si potrebbe sviluppare una cosiddetta "griglia di reti", con diversi livelli di operatività e scambio per ottimizzare la produzione e la domanda di energia rinnovabile.

²⁸ <https://www.iea.org/energy-system/decarbonisation-enablers/digitalisation>

5.2. Le centrali elettriche virtuali aggregano in un cloud gli impianti di produzione di energia rinnovabile: ma c'è un grosso ostacolo alla loro affermazione

Le centrali elettriche virtuali sono configurazioni ancora poco diffuse che possono aggregare in un cloud diversi tipi di "entità" dell'energia (impianti eolici, fotovoltaici, a biogas, centrali idroelettriche, impianti di cogenerazione, auto elettriche) e interfacciarsi con il mercato dell'energia come un unico grande impianto. Attraverso le centrali elettriche virtuali i fornitori di energia elettrica e gli aggregatori possono guadagnare fornendo servizi di bilanciamento alla rete locale attraverso la corrispondenza tra le operazioni delle fonti di energia distribuite e le esigenze della rete.

Queste entità possono anche operare nel mercato all'ingrosso dell'energia elettrica e fornire energia al dettaglio, come nel caso del progetto di centrale elettrica virtuale da 23 milioni di dollari di Centrica in Cornovaglia, nel sud-ovest dell'Inghilterra. In Germania è stata realizzata una centrale elettrica virtuale che aggrega 1300 parchi eolici, 100 produttori di energia solare, 12 centrali a biomassa e 8 centrali idroelettriche. Certamente l'intelligenza artificiale apre nuove possibilità per ottimizzare il funzionamento delle Virtual Power Plant, l'importante è garantire l'adeguatezza e la sicurezza del sistema e ottimizzare i costi della sua gestione a beneficio delle imprese e dei cittadini.

C'è, infatti, un limite di fondo nelle centrali elettriche virtuali: il mercato elettrico è già di per sé una piattaforma ben funzionante e soluzioni del genere si limi-

tano a creare piattaforme più piccole in un sistema a piattaforma pervasivo: ma per la teoria economica, tanto più è grande una piattaforma, tanto più è efficiente il suo funzionamento e per questa ragione tutti gli esperimenti del genere finora non hanno avuto grossa fortuna.

5.3. L'Internet of Things: elettrodomestici e device connessi alla rete e in dialogo tra di loro per migliorare i servizi e aumentare la flessibilità

Nell'attuale sistema energetico in cui gran parte dell'energia è prodotta da combustibili fossili, ci sono tante "macchine" indipendenti che non dialogheranno mai tra di loro: automobili, caldaie domestiche, boiler industriali. L'elettrificazione e l'Internet of Things permetteranno invece la comunicazione in tempo reale – attraverso i cavi o wireless – tra i dispositivi di produzione e consumo di energia, con l'obiettivo di aumentare l'efficienza energetica, ridurre il consumo di elettricità, utilizzando al meglio quella prodotta dall'impianto fotovoltaico domestico o aziendale.

Vista la non programmabilità delle fonti rinnovabili, nella casa del futuro è indispensabile una gestione smart degli elettrodomestici collegati all'impianto fotovoltaico, grazie a sistemi di monitoraggio accessibili direttamente su smartphone. Più dispositivi di produzione e consumo di energia sono connessi e in dialogo tra di loro, più sarà facile, inoltre, la raccolta e lo scambio di informazioni tra i punti di domanda di elettricità (case, attività commerciali, industrie),

migliorando la capacità della rete di reggere allo stress dell'aumento dei consumi elettrici a cui andremo incontro con l'elettrificazione e ai picchi di domanda in certi momenti della giornata o dell'anno. Un esempio della maggiore flessibilità della rete del futuro integrata con gli elettrodomestici è rappresentata dalle tecnologie power-to-heat. Quando le pompe di calore saranno presenti nella maggior parte delle abitazioni, potranno essere combinate con unità di accumulo di calore e programmate per assorbire elettricità dalla rete nei momenti in cui viene generata in abbondanza, ad esempio quando c'è parecchio sole o vento. Nei momenti in cui la quantità di elettricità generata è bassa, le unità di accumulo di calore aiuteranno a superare le carenze temporanee, trasformando gli edifici in batterie termiche senza alcuna conseguenza negativa sulla qualità della vita, ma anzi migliorando l'efficienza energetica delle abitazioni, peraltro con una sensibile riduzione delle emissioni di carbonio.

5.4. Nuovi servizi di qualità e lockchain: assisteremo all'esplosione della transazioni peer to peer di energia elettrica

Mettere in connessione tutti gli attori che partecipano alla rete come produttori e consumatori apre un capitolo a parte su come la digitalizzazione creerà nuove opportunità commerciali. I cittadini potranno vendere l'energia autoprodotta grazie alla gestione degli accumuli e alla flessibilità del sistema. Ne parleremo nella sezione dedicata ai nuovi attori e modelli di business. Dal punto di vista puramente

tecnologico, in questo contesto, si rivelerà molto utile il blockchain: essenzialmente è una tecnologia di contabilità distribuita che può essere utilizzata per registrare in maniera sicura tutte le transazioni peer to peer che avvengono su una determinata rete, con applicazioni nei pagamenti digitali e nei database che diventeranno la norma quando la maggioranza dei cittadini si scambierà servizi energetici.

5.5. Big data e vulnerabilità della digitalizzazione: se non si affrontano subito la privacy dei cittadini e il libero mercato dell'energia sono in pericolo

La transizione digitale, tuttavia, porta con sé delle potenziali vulnerabilità. Le tecnologie dell'Internet of Things mettono insieme dati, oggetti, servizi e persone e hanno quindi la capacità di raccogliere una marea di dati sensibili. Questi dati andranno gestiti con cautela perché aprono problematiche per la privacy dei cittadini, con conseguenti responsabilità in termini di sicurezza e classificazione delle informazioni, che dovranno rispondere a specifiche normative e procedure, e in parallelo richiederanno azioni di informazione, formazione e sensibilizzazione di tutti i soggetti coinvolti nella catena.

Sono dati, inoltre, in grado di influire sull'andamento del mercato e avere ripercussioni dirette sull'economia nazionale. I produttori di energia elettrica e i gestori di rete, grazie al numero più elevato di dati registrati dai contatori elettrici di seconda generazione e alle capacità analitiche avanzate fornite dagli algoritmi e dal data mining, potranno utilizzare

l'enorme mole di informazioni sui consumi elettrici per quantificare con maggiore precisione i vantaggi che le loro soluzioni hanno in base alle abitudini dei clienti e adeguare le offerte in relazione alle loro esigenze. Questo, se porterà vantaggi in termini di risparmio per l'utente finale, solleva tuttavia una serie di altre questioni.

Difficilmente un nuovo operatore energetico privo di informazioni così accurate sarà in grado di approntare offerte migliori degli operatori dotati di reti di distribuzione con cui i clienti hanno già stipulato un contratto. Questi ultimi avranno un vantaggio competitivo immenso, proprio grazie alla disponibilità esclusiva dei dati, venendo meno però ai principi della concorrenza e del libero mercato. Sarà un tema sicuramente da affrontare per l'Antitrust.

C'è da ricordare, infine, le problematiche connesse alla sicurezza dell'infrastruttura e dei servizi. La rete intelligente è un'attività strategica a livello nazionale, perché è alla base di infrastrutture critiche come internet o gli ospedali. La crescente digitalizzazione, con più dispositivi e tecnologie connessi alla rete, renderà vulnerabili a potenziali attacchi informatici i gestori della rete, le aziende e i cittadini. Perciò sarà necessario per i governi assicurarsi che l'intera catena del valore dell'energia sia resiliente agli attacchi informatici, attraverso quadri normativi, stabilendo linee guida per le best practice, certificazioni internazionali o altri meccanismi simili.

6. NUOVI ATTORI E MODELLI DI BUSINESS NEL SETTORE DELLE RINNOVABILI

► *I modelli di business evolveranno col procedere della transizione energetica: da un lato si affermeranno nuovi modelli di business capaci di contribuire alla riduzione delle emissioni, alla sicurezza energetica o all'economia circolare, con la nascita di imprese specializzate nel fine vita dei prodotti che ne rigenereranno o ricicleranno materia. Dall'altro ci sarà una rivoluzione nel mercato legata ai cambiamenti della rete elettrica: i cittadini da semplici consumatori di energia diventano produttori, mentre i grandi player energetici dovranno orientare l'offerta più sui servizi rispetto alla semplice vendita di energia. A valle della filiera nasceranno tante startup innovative per intercettare le nuove esigenze portate dall'elettrificazione.*

6.1. Risolvere i problemi dei clienti e favorire la transizione energetica: la ricetta vincente per i modelli di business emergenti

Col progredire della transizione energetica, si affermeranno tutti i modelli di business che risolveranno problemi reali ed importanti dei clienti e dei Paesi, creando così un valore economico ed un valore geopolitico sostenibili. Sicuramente, tra le esigenze primarie a livello di Stati, c'è la questione della sicurezza energetica e delle materie prime critiche. Si affermeranno da qui ai prossimi anni tutti i nuovi modelli di business capaci di emancipare l'Occidente dalla dipendenza dalla Cina e dai combustibili fossili. Quindi, soprattutto, nuovi materiali sostitutivi delle attuali terre rare indispensabili nella transizione energetica. C'è poi il tema, enorme, dell'economia circolare: rivedere il sistema di consumo per fare tesoro dei materiali già utilizzati, senza dovere acquistarne altri, sempre in un'ottica di indipendenza strategica. Inoltre, la progressiva e ineluttabile elettrificazione, nei trasporti e nelle abitazioni, cambierà profondamente la curva dei consumi di energia del sistema, che diventerà mano a mano più volatile dal lato della domanda di energia elettrica, per effetto dell'auto-produzione e dell'autoconsumo, mentre l'aumento della percentuale di fonti rinnovabili nel mix energetico determinerà in contemporanea maggiore volatilità anche dal lato della fornitura, a causa della minore programmabilità. La convergenza di questi due fattori renderà sempre più importante lo stoccaggio di energia a breve e medio termine, con il ricorso alle batterie: nei prossimi anni è facile prevedere un boom in tutto il mondo, Italia compresa, del busi-

ness nel campo degli accumuli.

Più in generale, si affermeranno i modelli di business capaci di favorire e accompagnare la transizione energetica per un mondo a zero emissioni. Un esempio su tutti è la carbon capture: non intesa come la cattura e stoccaggio di carbonio sottoterra, che ha già dimostrato i suoi limiti, sia dal punto di vista del ritorno degli investimenti, sia della sostenibilità e della sicurezza, ma soluzioni innovative come assorbire l'anidride carbonica grazie alle rocce o catturarla direttamente dall'atmosfera. Se genereranno certificati riconosciuti per la rimozione della CO2 tutte le aziende saranno interessate ad acquistarli, i prezzi saliranno col progredire della transizione ecologica e chi vende i certificati avrà guadagni elevatissimi. In Islanda un'azienda ha realizzato un impianto in grado di catturare CO2 dall'aria: il costo è stato trecento milioni di euro, il prezzo di vendita un miliardo e duecento milioni di euro. La diffusione di questa soluzione appare problematica, anche perché fortemente energivora.

Sebbene la transizione ecologica e la transizione digitale siano strettamente interconnesse, difficilmente si inseriranno nel mercato dell'energia le grandi aziende come Apple e Google o le multinazionali tecnologiche. Il motivo è facile da prevedere: i margini di questo mercato non sono alti come le telecomunicazioni e le big tech non avranno interesse a fare sostanziosi investimenti in questa direzione né il know how sufficiente per passare dal digitale all'economia materiale delle fonti rinnovabili, fatta di reti elettriche, pannelli fotovoltaici, pale eoliche e batterie. Le multinazionali tecnologiche sono bravissime a organizzare mercati disgregati in piattaforme: ma la rete elettrica è già una grandissima ed efficiente piattaforma.

6.2. Il mercato deve riadattarsi in fretta alle rinnovabili: il costo marginale tendente a zero rende possibili solo contratti a lungo termine e a basso costo

Lo stravolgimento nei sistemi elettrici ed energetici mondiali per effetto della peculiarità delle fonti rinnovabili di garantire moltissima energia a un costo marginale nullo costringerà il mercato ad adattarsi alla nuova realtà caratterizzata da un crollo dei prezzi e ne modificherà l'assetto: nel nuovo scenario non sarà facile spiegare ai cittadini il motivo per cui devono pagare un'energia il cui costo marginale è tendente allo zero, basandosi sul prezzo segnato dalle sempre più secondarie fonti fossili. L'adeguamento del mercato, perciò, andrà nella direzione di contratti nelle forniture di energia a medio-lungo termine a costo stabilmente basso e non soggetto ad oscillazioni, a differenza di come avveniva con il gas, e contratti per differenza, in modo da mostrare il beneficio economico immediato e nel tempo delle fonti rinnovabili. In Europa e in Italia ci stiamo già muovendo in questa direzione.

6.3. Nuovi modelli di business nei servizi legati all'elettrificazione: dalla ricarica delle automobili elettriche al vehicle to grid si apre una prateria di opportunità

La transizione energetica farà nascere nuovi modelli di business a valle orientati sui servizi legati all'elettrificazione dei trasporti, come le aziende nate per

gestire via app la ricarica delle automobili elettriche. Nel 2020, secondo i dati dell'IEA queste aziende hanno attratto circa 200 milioni di dollari: dieci volte di più rispetto al 2015, a riprova del forte interesse degli investitori. La ricarica dei veicoli elettrici come servizio comprende offerte che vanno dall'installazione dell'infrastruttura al monitoraggio dell'efficienza e alla manutenzione in cambio di un canone di abbonamento. All'inizio del 2021, ad esempio, Enel X e il gruppo indiano Sterling and Wilson hanno annunciato una joint venture al 50% per la vendita, l'installazione e la gestione di infrastrutture di ricarica intelligenti per veicoli elettrici in India.

Tra le aziende che hanno attirato particolarmente l'attenzione del mercato c'è un produttore spagnolo di stazioni di ricarica per auto elettriche. La startup ha ricevuto oltre 25 milioni di dollari tra il 2019 e il 2020 per finanziare la ricerca e lo sviluppo, e altri 40 milioni di dollari nel 2021 per espandere le proprie attività in Cina e Nord America. Un altro esempio è negli Stati Uniti, dove una startup con la stessa idea di business si è rapidamente ingrandita grazie al sostegno di una dozzina di investitori, raccogliendo più di 170 milioni di dollari tra il 2018 e il 2021. Entrambe le aziende hanno annunciato nel 2021 "fusioni inverse" con società quotate in borsa, raccogliendo ancora più capitale per soddisfare la crescente domanda di ricarica dei veicoli elettrici.

Nuovi modelli di business nasceranno dall'intersezione tra l'elettrificazione dei trasporti e la necessità di stabilizzazione della nuova rete elettrica, come dimostra il vehicle-to-grid, in cui i produttori di auto elettriche forniranno servizi al gestore di rete. Nissan e Renault stanno investendo in questa direzione, sebbene ci siano ancora ostacoli. Inoltre, quando sarà possibile vendere l'energia in eccesso si cre-

ranno nuove opportunità di remunerazione diffuse tra la cittadinanza che fino a dieci anni fa erano inconcepibili. Questo modello potrà essere applicato mano a mano in altri contesti, come i cabinet della telefonia mobile o le batterie di backup dei frigoriferi dei supermercati. In futuro, grazie all'utilizzo distribuito dei device, potranno essere gli stessi cittadini a stabilizzare la rete grazie alla batteria di backup domestica.

6.4. I cittadini protagonisti nella produzione di energia. Le comunità energetiche porteranno una crescente disintermediazione nel settore energetico grazie all'autoproduzione e all'autoconsumo

I cambiamenti alla rete generati dalle fonti rinnovabili, con risorse energetiche distribuite e l'evoluzione verso la smart grid, faranno emergere modelli di business alternativi in cui i cittadini e le imprese diventano attori attivi grazie alle forme di autoproduzione e autoconsumo che si affermeranno attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici nei condomini e nelle aziende. Assisteremo dunque ad una crescente disintermediazione nel settore energetico, con numerosi soggetti che da semplici consumatori diventano produttori di energia, senza bisogno di intermediari. Questo porterà alla nascita di un nuovo attore, i prosumers: i cittadini non solo acquistano energia dalla rete, ma installando pannelli solari sui tetti o legandosi assieme in comunità energetiche la produ-

cono, possono immagazzinarla grazie alle batterie di accumulo e quando serve venderla all'esterno. Il nuovo modello ha cominciato a diffondersi nei mesi successivi all'invasione russa dell'Ucraina, quando l'aumento dei prezzi del gas ha spinto molte aziende a emanciparsi dai combustibili fossili. Dal 2020 a oggi, sull'onda delle esperienze negative legate al costo dell'energia e alla volatilità dei prezzi dei combustibili fossili, il nuovo sistema si è rapidamente radicato per la convenienza economica e dobbiamo aspettarci un'espansione a livello globale ancora per molti anni a venire.

Il percorso non è privo di ostacoli: costi di installazione, barriere normative, ostilità al cambiamento o mancanza delle conoscenze adeguate da parte dei cittadini. Per questo è importante accompagnarlo con misure di incoraggiamento, come la Solar Rooftop Initiative di REPowerEU. La rivoluzione ha comunque già aperto le porte alla nascita di nuove filiere e di aziende specializzate nel fornire ai privati gli strumenti per installare le rinnovabili e gestirle nella maniera adeguata.

Le forme di autoproduzione, autoconsumo e vendita diretta sono da distinguere dalle comunità energetiche, in cui cittadini, enti locali, attività commerciali e pmi si associano e creano una cooperativa che gestisce in maniera collettiva impianti di energia rinnovabile non solo integrati con gli edifici, ma inseriti in un'aria di interesse che serve tutta la comunità, dotandosi spesso anche di colonnine domestiche o collegiali per la ricarica dei veicoli elettrici e adottando altre forme di efficientamento energetico. Certamente, in linea con gli obiettivi della transizione energetica, le diverse configurazioni della generazione distribuita vedranno una crescita da qui al 2030. Le comunità energetiche rinnovabili (CER) rappre-

sentano ancora una nicchia nella maggior parte dei mercati energetici europei e attualmente si stimano circa 9000 comunità in funzione in tutta l'Europa²⁹. A livello europeo, i Paesi più avanti sono la Germania, con le sue 5000 comunità energetiche rinnovabili, e la Danimarca, che ne conta 700.

Le loro esperienze possono offrire esempi di buone pratiche per identificare e implementare modelli di successo per le CER anche per l'Italia. Oggi nel nostro Paese le CER sono in una fase nascente e ci sono meno di 100 comunità tra CER e AUC (Autoconsumo Collettivo). È questo il momento di porre la massima attenzione nell'individuare gli elementi critici da migliorare per minimizzare i rischi. Date le dimensioni consentite, le energy community potrebbero diventare attori rilevanti del sistema energetico. Quindi, a beneficio della sicurezza del sistema e dei cittadini che aderiscono alle CER è importante dare la responsabilità della loro gestione a soggetti professionali abilitati.

6.5. La disintermediazione cambierà i modelli di business dei grandi player dell'energia: l'offerta dalla vendita di energia andrà verso l'erogazione di nuovi servizi

Per i grandi player dell'energia la nascita dei prosumers non è, tuttavia, un pericolo, ma una grande opportunità. Se avranno la lungimiranza di comprendere che aiutare e sostenere i clienti nell'autoproduzione non significa perderli, ma aprire un nuovo rapporto economico, più orientato sui servizi,

genereranno nuove redditività. Inoltre, c'è un limite oltre cui l'autoproduzione non può arrivare e perciò i cittadini continueranno senz'altro ad avere bisogno di un apporto di energia. I grandi player con una posizione integrata lungo la catena del valore, reti di distribuzione e un'offerta adeguata di servizi ai clienti sono in grado di adattarsi al cambiamento. Chi resterà esclusivamente produttore di energia avrà, invece, una maggiore esposizione al rischio.

I modelli energy-as-a-service cambieranno il rapporto tra clienti e operatori energetici. Non dovendo più acquistare kWh di elettricità i clienti pagano un abbonamento in cambio di un pacchetto di servizi energetici, come la gestione della domanda, il supporto ai clienti con generazione decentralizzata e accumulo di energia e scambio di energia elettrica tramite reti locali, la consulenza sul risparmio energetico, le misure di miglioramento del comfort e della sicurezza.

Inoltre, emergeranno modelli di business in grado di consentire la fornitura di energia rinnovabile in aree off-grid come i modelli pay-as-you-go: tecnologie di pagamento mobile facilmente accessibili in aree remote. I clienti acquistano impianti fotovoltaici domestici e altri elettrodomestici essenziali per la cucina o radio/televisione nella formula in leasing o a rate a lungo termine, mentre pagano l'effettivo consumo elettrico, con un notevole risparmio rispetto alla somma che pagherebbero normalmente in anticipo. I modelli di business digitali³⁰ sbloccheranno, infine, nuovi flussi di entrate per i fornitori di energia elettrica al dettaglio e porteranno alla nascita di nuovi attori economici. Gli aggregatori riescono a mettere a sistema più fonti di energia rinnovabile distribuita, creando come abbiamo visto nel capitolo precedente "centrali elettriche virtuali" per vendere elettricità

²⁹ Studio Agici – Accenture del 2023. Modelli per promuovere le comunità energetiche: un'opportunità per le Utilities: https://agici.it/wp-content/uploads/2023/04/AGICI-Accenture_Report-Comunita-Energetiche_Maggio2023.pdf
³⁰ <https://www.iea.org/articles/the-potential-of-digital-business-models-in-the-new-energy-economy>

o servizi ausiliari nel mercato all'ingrosso o nell'approvvigionamento di servizi ausiliari del gestore del sistema.

Una tendenza simile riguarda gli investimenti nel commercio di energia e nelle piattaforme di trading peer-to-peer (P2P), che nel 2021 hanno registrato un leggero aumento degli investimenti rispetto agli anni precedenti. Il modello peer-to-peer consente di creare mercati online in cui produttori e consumatori possono scambiare energia elettrica senza intermediari, consentendo ai cittadini e alle comunità di assumere un controllo attivo sui propri asset di generazione di energia in base alle personali esigenze. Grazie alla diffusione degli smartphone connessi a internet e l'installazione di apparecchiature intelligenti di monitoraggio e controllo, i clienti possono monitorare attivamente le loro prestazioni energetiche e gli introiti nel caso di vendita di energia. In questo campo, tuttavia, è ancora necessaria un'evoluzione normativa, ad esempio per stabilire i canoni di utilizzo della rete, prima che i vantaggi per i consumatori siano davvero rilevanti.

7. LE FONTI RINNOVABILI CAMBIERANNO IL DESIGN DEI PRODOTTI (E IL VOLTO DELLE CITTÀ) CON INTEGRAZIONI FINORA IMPENSABILI



La strada dell'evoluzione dei prodotti è sempre una strada di convergenza di funzioni: basti pensare a quanto successo ai telefoni cellulari, diventati nel giro di pochi anni anche fotocamera, videocamera, registratore e tablet. Allo stesso modo, nel mondo della transizione energetica, l'automobile non sarà più solo un mezzo di trasporto, ma un sistema di accumulo di energia da usare per il vehicle to grid e addirittura un luogo di intrattenimento, quando sarà completamente sviluppata la guida autonoma. Lo stesso tipo di evoluzione multifunzionale si sta verificando nel settore delle fonti rinnovabili, destinate a integrarsi con gli elettrodomestici e i prodotti edilizi e manifatturieri. Questa interconnessione sarà sempre più stretta, tanto da cambiare il volto delle abitazioni o addirittura delle città, dove le fonti rinnovabili non saranno più solo mezzi di produzione di energia ma entreranno a far parte dell'ecosistema urbano come un elemento costitutivo.

7.1. Le celle fotovoltaiche sono il prodotto multifunzionale per eccellenza: l'integrazione negli oggetti di uso quotidiano e negli elettrodomestici

Un modulo fotovoltaico è già un prodotto in sé multifunzionale, perché può essere utilizzato come elemento sostitutivo di altri materiali o componenti per la copertura di edifici o la realizzazione di tettoie, affiancando in quest'ultimo caso alla produzione di energia la funzione schermante per ridurre la temperatura interna degli ambienti, o in maniera simile, come avviene nell'agrivoltaico, per rispondere a esigenze specifiche di minore illuminazione delle colture sottostanti.

L'integrazione funzionale tra le celle fotovoltaiche e altri prodotti manifatturieri non si ferma qui, e la ricerca prosegue in direzioni ancora più sofisticate. Il CNR studia da tempo tra le tecnologie fotovoltaiche innovative i concentratori solari luminescenti (LSC). Un dispositivo LSC è costituito da un pannello plastico in cui sono dispersi dei fluorofori, cioè dei composti di varia natura capaci di assorbire parte della radiazione solare e di riemetterla ad una lunghezza d'onda differente da quella di assorbimento. A causa del diverso indice di rifrazione del polimero rispetto all'aria, la radiazione luminosa rimane per la gran parte intrappolata all'interno del pannello e si concentra ai margini.

Posizionando una comune cella fotovoltaica al silicio ai margini del pannello è possibile quindi sfruttare la radiazione lì concentrata e produrre corrente elettrica. La prima applicazione che viene in mente è posizionare i concentratori solari luminescenti negli angoli delle finestre per sfruttare l'energia solare

che andrebbe altrimenti persa. Ma la tecnologia può essere impiegata più in generale nelle pareti verticali delle città o in altri ambienti urbani come pensiline e fermate del trasporto pubblico. Il problema è che i materiali fluorescenti per questi dispositivi sono colorati, tipicamente gialli ed arancioni, e quindi non sono adatti in alcuni contesti, come centri storici o uffici.

Qualcuno ha pensato di adottare una soluzione simile integrando pannelli solari con le strade e i marciapiedi delle città. La Solar Roadways, startup statunitense, ha sviluppando una soluzione innovativa per realizzare manti stradali attraverso pannelli fotovoltaici costituiti da un vetro speciale. Questi pannelli sono in grado di sostenere il peso di qualsiasi veicolo e garantiscono una trazione identica a quella dell'asfalto. In più, permettono di produrre energia rinnovabile e di ricaricare i veicoli elettrici sia parcheggiati sia in movimento e sono integrati con luci al Led, elementi riscaldanti per prevenire la formazione del ghiaccio e microprocessori per mettere in comunicazione i pannelli e i veicoli e inviare segnali di allarme in caso di maltempo o incidenti. Sicuramente un progetto futuristico, ma nel concreto da qui al 2030 difficilmente vedremo impiegata questa tecnologia, perché evidentemente i costi sono molto elevati e andrebbero fatte valutazioni più approfondite sul reale impatto ambientale. Inoltre, richiederebbe una continua manutenzione dei pannelli fotovoltaici e delle connessioni alla rete elettrica, a causa dello stress a cui sono soggette le strade. Probabilmente un'applicazione potrebbe avercela nelle aree pedonali e nelle piste ciclabili, ma si tratta di zone marginali nei centri urbani e più che un reale impatto sull'economia cittadina assumerebbe un significato educativo sull'importanza delle fonti

rinnovabili.

Sicuramente l'integrazione delle fonti rinnovabili dal punto di vista del design e delle soluzioni è destinata a cambiare volto a molti prodotti di uso quotidiano, ad esempio con celle fotovoltaiche installate direttamente sugli elettrodomestici per svolgere una funzione analoga alle batterie o nella mobilia per assorbire la luce in eccesso dell'illuminazione artificiale di case, uffici e luoghi pubblici. È quello a cui stanno lavorando da anni i ricercatori dell'università di Roma Tar Vergata: realizzare piccole celle fotovoltaiche in perovskite, ultra sottili e ultra leggere facilmente integrabili nei dispositivi elettronici per interni. Dopo vari esperimenti l'efficienza dall'iniziale 12% è arrivata al 32,5%³¹.

L'integrazione di prodotto tra pannelli solari e oggetti porta alle più svariate soluzioni creative. Una startup tedesca ha recentemente sviluppato un tavolino da giardino fotovoltaico in grado produrre giornalmente tra gli 1,04 e gli 1,37 kWh di elettricità. Oppure l'ombrellone fotovoltaico progettato dall'architetto Carlo Ratti, pensato per produrre elettricità a scopo refrigerativo³². O, infine, i tettucci fotovoltaici installati sulle automobili, sebbene difficilmente si potrà andare oltre a usare quell'energia per l'elettronica dell'auto e sicuramente non sarà sufficiente per ricaricare il veicolo. Aspetti secondari, certo, ma che dimostrano la pervasività delle possibili integrazioni della tecnologia fotovoltaica nella quotidianità.

³¹ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/solr.202300324>

³² <https://carloratti.com/project/sammontana-beach-umbrella/>

³³ <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2304318120>

7.2. Il calcestruzzo per l'accumulo dell'energia delle fonti rinnovabili: la casa diventa una grande batteria

La ricerca più sperimentale va oltre e tocca materiali finora impensabili. Un recente studio del MIT³³, ad esempio, apre delle potenzialità enormi nel modo in cui sono costruite le case e le infrastrutture del futuro, permettendo lo storage di energia direttamente nel calcestruzzo, trasformando gli edifici in batterie su grande scala indispensabili per ovviare alla non programmabilità delle fonti rinnovabili e sostenere le necessità di accumulo crescenti delle abitazioni. Questo è possibile aggiungendo alla miscela di acqua e calcestruzzo il nerofumo, una polvere di carbone molto fine, in modo da creare un materiale con le caratteristiche di un supercondensatore e un funzionamento simile a quello della batteria.

Un'applicazione immediata, potrebbe essere immagazzinare energia nelle abitazioni in aree isolate o addirittura off-grid, caricando il calcestruzzo con l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici o dalle pale eoliche per uso domestico a esso collegate. Per immagazzinare circa 10 kilowattora di energia, più o meno il consumo medio giornaliero di elettricità di una famiglia, occorrono circa 3,5 metri cubi di questo materiale. Non è l'unica soluzione: facendo arrivare direttamente l'elettricità nel calcestruzzo, è possibile usarlo come fonte di riscaldamento domestico. L'unico problema è che la densità energetica del nuovo materiale è bassa e l'aggiunta di nerofumo indebolisce il calcestruzzo, quindi c'è un compromesso da trovare tra la quantità di energia immagazzinata e la resistenza necessaria per il calcestruzzo. Inoltre, la capacità di accumulo di un supercondensatore è tan-

to maggiore quando maggiore è la superficie. Quindi il materiale è adatto per la costruzione delle fondamenta, dove si può ovviare alla minore resistenza del calcestruzzo aumentandone la quantità per non incorrere in rischi strutturali.

I supercondensatori, infine, hanno la proprietà di essere caricati e scaricati molto più rapidamente delle classiche batterie, caratteristica molto adatta, ad esempio, per la ricarica veloce dei veicoli elettrici. È facile pensare, dunque, a una strada costruita con questa tipologia di calcestruzzo e collegata a dei pannelli fotovoltaici lungo il tragitto, in grado di accumulare l'energia rinnovabile e ricaricare le batterie delle automobili parcheggiate.

7.3. L'integrazione tra fonti rinnovabili e città: non solo produzione di energia, ma batterie termiche, arredo urbano e recupero del calore

La transizione energetica cambierà il volto alle nostre città: l'installazione di impianti fotovoltaici si accompagnerà a interventi di efficientamento energetico in tutte le abitazioni e si costituiranno anche nei grandi centri abitati le comunità energetiche, come dimostra il caso di New York. Già oggi sta crescendo l'attenzione e l'impegno delle imprese a sviluppare progetti e soluzioni in grado di coniugare lo sviluppo delle rinnovabili, la diffusione dell'efficienza energetica e l'integrazione nel paesaggio naturale e urbano nel pieno rispetto del patrimonio artistico e culturale. I centri storici italiani andranno ripensati integrandoli con le energie rinnovabili, con soluzioni creative

dove non sempre è possibile fare gli interventi invasivi richiesti dalle installazioni di fonti rinnovabili. Ad esempio, il Museo e Real Bosco di Capodimonte di Napoli ed ENGIE hanno avviato un progetto di efficienza energetica, riqualificazione e valorizzazione del sito museale che prevede anche l'installazione di 4500 moduli fotovoltaici, completamente integrati e invisibili. La Soprintendenza ai beni culturali, nel motivare il proprio parere positivo, ha riconosciuto la rilevanza del progetto come modello pilota e sperimentale, sottolineando l'alto profilo degli interventi e la profonda innovazione tecnologica, in particolar modo sul tema dell'efficientamento energetico.

Se edifici intelligenti, perfettamente autonomi dal punto di vista energetico grazie alla produzione di fonti rinnovabili e ai sistemi di accumulo sono già la norma in molti progetti architettonici avviati o già realizzati nelle principali città del mondo, il futuro va verso una convergenza ancora maggiore, in cui le fonti rinnovabili producono energia pulita interessando ampi spazi pubblici cittadini trasformandoli in grandi parchi solari. Un esempio è il prototipo di Sun&Shade, modulo pensato dalla Carlo Ratti Associati per la copertura di aree esterne ai raggi solari grazie a un sistema fotovoltaico a concentrazione in grado di generare energia rinnovabile. Un'infrastruttura energetica adatta sia a climi caldi e molto caldi, in cui maggiore è la necessità di ombra per gli spazi pubblici e abbondante è la luce solare, sia a climi freddi e temperati, dove invece l'energia potrebbe alimentare il riscaldamento di porzioni di spazi aperti in caso di necessità.

Quando le fonti rinnovabili saranno completamente assimilate all'ambiente urbano non saranno più esclusivamente un mezzo per la produzione di energia, ma risponderanno alle esigenze della rete

elettrica cittadina e del riscaldamento metropolitano. Nell'avveniristico progetto Helsinki Hot Heart, sempre della Carlo Ratti Associati, l'energia proveniente da fonti rinnovabili verrà immagazzinata in dieci larghe isole artificiali galleggianti in mezzo al mare sotto forma di acqua calda, la quale verrà poi ridistribuita nel sistema di riscaldamento cittadino.

Il sistema, gestito dall'intelligenza artificiale, sincronizza la produzione e il consumo di energia termica, contribuendo a stabilizzare la rete energetica nazionale in relazione alle fluttuazioni dell'offerta, come fosse una gigantesca batteria termica. Si prevede che questo sistema coprirà l'intero fabbisogno di riscaldamento di Helsinki, stimato in 6.000 GWh, entro la fine del decennio, il tutto senza emissioni di carbonio e a un costo stimato inferiore del 10% rispetto a quello attuale.

Lo sviluppo tecnologico permetterà di trovare nuove soluzioni in campi finora poco battuti, come dimostra un interessante caso nella città di Vancouver, in Canada, dove per decarbonizzare le reti energetiche si è investito in una fonte rinnovabile finora poco sfruttata: il calore delle acque reflue provenienti dagli scarichi cittadini³⁴. Come fa notare uno studio pubblicato nel 2023 dalla società di ingegneria Danfoss, il calore generato, ad esempio, dalla lavastoviglie o da una doccia calda viene sprecato una volta che lascia lo scarico, mentre potrebbe rappresentare un'enorme fonte di energia.

Il progetto del comune di Vancouver, nel quartiere False Creek, punta proprio a evitare questo spreco: il calore contenuto nelle acque reflue che scorre attraverso i tubi fognari viene recuperato dalle pompe di calore e messo nuovamente in circolo da una rete di tubi che la distribuisce tra gli edifici per essere riutilizzato. In pratica, in ogni edificio gli scambiatori di

calore trasferiscono il calore dal sistema idrico a circuito chiuso al sistema di riscaldamento dell'edificio e ai tubi dell'acqua calda sanitaria.

Una fonte di calore completamente rinnovabile e al tempo stesso una forma di efficienza energetica il cui potenziale è riassunto nelle stime degli esperti della London South Bank University: nel Regno Unito l'energia proveniente dai 16 miliardi di litri giornalieri di acque reflue potrebbe generare più di 20 TWh di energia termica all'anno, sufficienti per fornire acqua calda e riscaldamento degli ambienti a 1,6 milioni di abitazioni.

³⁴ <https://www.bbc.com/future/article/20240103-sewage-a-low-cost-low-carbon-way-to-warm-homes>

8 ■ IL MERCATO DEL LAVORO NEL 2030: LE FIGURE PROFESSIONALI CHIAVE NELLA TRANSIZIONE ENERGETICA (CHE ANCORA MANCANO)

► *La transizione energetica creerà fino a 540.000 nuovi posti di lavoro in Italia. Le professioni “tradizionali” dovranno riconvertirsi e acquisire nuove competenze. Serviranno operai specializzati, ingegneri, elettricisti, ma anche economisti ed esperti di finanza, informatici ambientali, esperti di diritto, manager di progetti di sostenibilità, esperti di marketing e comunicazione ambientale, commerciali e consulenti vendite di impianti rinnovabili, data analyst, certificatori della qualità ambientale, esperti di edilizia green. Nasceranno nuove professioni, come il data mining applicato alle reti elettriche e il promoter di comunità energetiche. Infine il capitolo del fine vita e dell’economia circolare: un campo di intervento sterminato e pieno di nuove opportunità professionali.*

8.1. Nelle nuove professioni, 540.000 posti di lavoro

La transizione energetica è un volano per l'occupazione, anche in Italia. Raggiungere i target di elettrificazione significa creare 540.000 nuovi posti di lavoro in Italia nel settore elettrico e nella sua filiera industriale che si aggiungeranno agli attuali 120.000.³⁵

Dal punto di vista delle professionalità, il successo di un'azienda protagonista dei processi di transizione energetica ed ecologica in generale passerà dalla capacità di trasformare le sensibilità "green" dei cittadini in capacità di operare professionalmente nel settore. Il paradigma è semplice: più rinnovabili significa maggior benessere ambientale, lotta ai cambiamenti climatici ma anche ricadute economiche positive per i territori.

È chiaro che da qui alla fine del decennio le professionalità che serviranno sono in gran parte legate all'applicazione delle nuove tecnologie che abbiamo visto in precedenza, soprattutto digitali. Se, per fare un paragone con l'informatica, queste saranno le nuove professionalità "software" della transizione ecologica, le nuove filiere legate alle fonti di energia rinnovabili richiederanno tuttavia una parte "hardware", fatta di colonnine di ricarica, batterie, pompe di calore e pannelli fotovoltaici.

Servono dunque, prima di tutto, elettricisti, elettrotecnici, termotecnici, ingegneri elettronici, ingegneri meccanici, esperti della gestione dell'energia, installatori di impianti, riparatori di macchinari. Professioni indispensabili per proseguire nel percorso di elettrificazione eppure già oggi carenti, e chiamate alla sfida di riconvertirsi nei prossimi due o tre anni: i caldaisti in esperti di pompe di calore; i tecnici per l'ideazione e la gestione di progetti energetici, an-

che in ambito agricolo, dovranno specializzarsi nelle fonti rinnovabili; gli operai specializzati nelle installazioni di impianti rinnovabili. Il settore delle batterie nei prossimi anni avrà bisogno in Italia di almeno 800.000 lavoratori: non solo ingegneri, ma anche esperti del design e della logistica.

E poi ci sono altre professioni "tradizionali" chiamate a convergere con la transizione energetica e digitale: economisti ed esperti di finanza, informatici ambientali, esperti di diritto, manager di progetti di sostenibilità, esperti di marketing ambientale, commerciali e consulenti vendite di impianti fotovoltaici o eolici domestici, data analyst, certificatori della qualità ambientale, professionisti della comunicazione, esperti di edilizia green, architetti per ripensare le città in ottica ecosostenibile.

Sono solo alcune delle professionalità che rientrano nell'ampio ventaglio di nuovi posti di lavoro che le imprese del settore elettrico stanno già offrendo. Non solo operai e tecnici specializzati quindi, per lavorare nella transizione energetica si può scegliere di specializzarsi nel digitale, nell'economia e nella finanza, nell'architettura, in ambito legale, nella comunicazione, nella gestione delle risorse umane, nell'intelligenza artificiale.

Secondo l'ultimo rapporto GreenItaly 2023 di Fondazione Symbola e Unioncamere³⁶ sulla green economy nazionale nel 2022 (anno cui fa riferimento lo studio presentato a ottobre dello scorso anno) sono stati oltre 1.800.000 i green jobs richiesti sul mercato italiano. Nel 2022 i green jobs in Italia sono cresciuti del 4,1% – quasi il doppio del dato medio complessivo – raggiungendo le 322.000 unità.

Quando nel 2030 il processo di trasformazione sarà completamente avviato è difficile persino immaginare le professioni che nasceranno su stimolo dell'evol-

³⁵ Fonte: Piano elettrico 2030, Elettricità Futura

³⁶ <https://symbola.net/ricerca/greenitaly-2023/>

luzione tecnologica e della creatività. Una di queste sarà sicuramente l'esperto di data mining specializzato sui dati provenienti dal settore energetico. Già oggi nelle facoltà di economia la specializzazione in statistica avanzata sta esplodendo perché in futuro sarà una competenza estremamente ricercata dalle aziende.

Legata invece allo sviluppo e alla regolamentazione delle comunità energetiche, nascerà la nuova figura professionale del promoter di comunità energetiche: si occuperà di illustrare i benefici economici e organizzativi delle comunità energetiche alle associazioni di pmi, ai comuni e alle attività commerciali locali offrendosi come consulente per la realizzazione. Quando le comunità energetiche si affermeranno in Italia, probabilmente saranno i cittadini stessi a desiderare di associarsi, ma in una prima fase serviranno figure in grado di favorirne l'avvio.

8.2. Le fonti rinnovabili aprono un mercato enorme per l'economia circolare: nei prossimi anni nasceranno nuove filiere e serviranno nuove competenze

Un capitolo di approfondimento merita l'economia circolare, perché sotto un'unica definizione racchiude cambiamenti che riguarderanno la nascita di nuovi modelli di business, nuove filiere e nuove professionalità. Per quanto concerne il settore delle rinnovabili, basti pensare ai moduli fotovoltaici. Le prime installazioni di moduli fotovoltaici sono state realizzate intorno agli anni Ottanta. Da qui al 2030 comincerà a presentarsi un problema di dimensioni

enormi: la dismissione dei pannelli fotovoltaici a fine vita e la sostituzione con nuovi modelli più efficienti. Secondo gli esperti, in tutto il mondo entro il 2030 ci saranno almeno quattro milioni di tonnellate di pannelli dismessi. Nelle stime di Enel distribuzione, da qui al 2050 solo in Italia ci saranno da smaltire 2 milioni di tonnellate di pannelli solari.

I materiali di maggior valore all'interno dei pannelli fotovoltaici includono rame, argento, alluminio, vetro e silicio cristallino. Da un pannello fotovoltaico comune, di circa 22 kg di peso, è possibile recuperare mediamente 0,1 kg di schede elettriche, 0,2 kg di metalli vari, 1,7 kg di plastiche, 2,8 kg di silicio, 2,9 kg di alluminio, e 13,8 kg di vetro. È necessario sviluppare tecniche meccaniche o chimico meccaniche per recuperarli: attualmente ci sono già, ma dovranno diventare economicamente più sostenibili e per il momento mancano le aziende sufficienti per reggere l'onda d'urto prevista nei prossimi anni.

Lo stesso problema si presenterà per quanto riguarda le pale e le turbine eoliche, composte da resina e altri materiali compositi complicati da riciclare. Questa evidenza come alle tecnologie di riciclo e recupero sia importante accostare interventi legati all'ecodesign, ovvero progettare in anticipo i moduli fotovoltaici o le pale eoliche e i loro componenti con il minor utilizzo possibile di materiali critici. È un argomento sul quale sta lavorando la Commissione europea con l'attuale proposta di regolamento Eco-design.

Infine il tema, enorme in vista dell'elettrificazione dei trasporti e della transizione energetica, del recupero delle batterie al litio e, come abbiamo visto, il second life legato alle rinnovabili. Saranno una grande opportunità per nuove aziende: ancora non ci sono abbastanza consorzi che si occupano di riciclo, ma

arriveranno perché è un business in crescita e molto conveniente.

Se i programmi pionieristici nel campo delle rinnovabili e delle batterie contribuiscono a far acquisire nuove professionalità e competenze ai tecnici e agli operai specializzati, l'economia circolare imporrà la nascita di nuove figure professionali. Legate agli aspetti finanziari, come il circularity manager e lo specialista di investimenti circolari, o aziendali, come il responsabile del programma di economia circolare e il consulente LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), che segue tutte le fasi di progettazione e costruzione, indicando e poi certificando l'uso dei materiali da utilizzare, o chi si occuperà di green marketing. Oppure chi lavora a monte, come il progettista di imballaggi o a valle, come il gestore di rifiuti zero, il cui obiettivo è prevenire la produzione di rifiuti prima ancora di doverli riciclare o riutilizzare.

8.3. Serve un grande piano di formazione per una transizione energetica equa: per formare nuovo personale, sviluppare nuove competenze e riconvertire chi già lavora

È innegabile, con l'accelerazione della transizione energetica andremo incontro a una perdita di posti di lavoro nel settore dei combustibili fossili o altri settori non in linea con gli obiettivi della decarbonizzazione. In tutto questo si inseriscono nuove tecnologie come l'intelligenza artificiale, perfettamente in grado di sostituirsi a milioni di lavoratori. Perciò si

sta diffondendo una narrativa per cui la transizione ecologica è un costo troppo alto, a beneficio di una minoranza elitaria. Si tratta di una visione distorta e non sincera. Non sosterremo costi, ma investimenti per un futuro migliore, anche sul piano socio-economico, che consentiranno alle economie più arretrate di saltare la fase della combustione fossile passando direttamente all'elettricità da fonti rinnovabili.

L'evoluzione verso uno scenario che vede la produzione di rinnovabili notevolmente incrementare la sua presenza a livello globale, non può, però, prescindere da requisiti di sostenibilità a tutti i livelli: occorre innanzitutto che si tratti di una "just transition", soprattutto nei confronti delle fasce sociali e delle regioni più vulnerabili. È necessario cioè che venga garantita la sostenibilità dei processi di decarbonizzazione sulle economie e sulle società, senza speculazioni e scossoni ma sempre nell'ottica della produzione di valore sostenibile.

Per progettare politiche di transizione che non lascino indietro nessuno, sarà necessaria un'analisi dettagliata per comprendere la struttura delle qualifiche nei posti di lavoro persi e la composizione della forza lavoro. Oggi tra le imprese che assumono e gli studenti che escono dalla scuola, dalle università, dagli istituti tecnici c'è un gap in termini di bagaglio di competenze e capacità. Le imprese che offrono nuovi posti di lavoro nella transizione energetica in Italia affermano di avere difficoltà di reperimento per oltre il 40% delle figure professionali richieste (Rapporto GreenItaly 2022³⁷).

Il mondo della formazione, sia delle scuole superiori sia universitario, ha un ruolo fondamentale per orientare gli studenti verso i green jobs. Per poter valorizzare al meglio i talenti, è importante da una parte che gli studenti conoscano quali sono le

³⁷ <https://symbola.net/ricerca/green-italy-2022/>

professionalità che verranno sempre più ricercate dalle imprese della transizione energetica, dall'altra è necessario fornire ai ragazzi le competenze e le capacità per poter scegliere, in base alle loro personali inclinazioni, verso quale percorso professionale orientarsi.

Manca quell'infrastruttura di collegamento che dalla formazione assicuri un passaggio rapido e mirato al mondo del lavoro, un ponte da costruire quando ancora i ragazzi stanno studiando, ad esempio prevedendo moduli didattici dedicati a conoscere le opportunità dei green jobs, concordando giornate di formazione presso le imprese, ospitando testimonianze e lezioni in classe di manager industriali, portando gli studenti a visitare gli impianti e le infrastrutture dell'energia.

È necessario, perciò, organizzarsi al più presto con un grande piano di formazione a tutti i livelli: accademico, post accademico, istituti tecnici intermedi, imprese per formare o riconvertire operai specializzati, tecnici, quadri, ingegneri energetici di alto profilo per garantire un adeguato livello occupazionale, sia, attraverso la ricerca, le nuove tecnologie e le innovazioni che possono generare nuove filiere e competenze da esportare, in mercati in cui l'Italia non è attualmente presente.

9. L'ITALIA PUÒ GIOCARE UN GRANDE RUOLO NELLA TRANSIZIONE ENERGETICA

► *In questa riorganizzazione del sistema l'Italia ha tutte le carte in regola per eccellere. Il caso dello stabilimento 3Sun a Catania, dove è stata sviluppata la tecnologia più avanzata al mondo di cella fotovoltaica e diventerà il primo stabilimento europeo a livello di produzione di pannelli solari, è un esempio. L'intera nazione guadagnerà dalle rinnovabili se sarà consapevole delle sue potenzialità: entro il 2030 si prevedono oltre 360 miliardi di euro di benefici economici, in termini di valore aggiunto per filiera e indotto.*

9.1. Un'opportunità storica per l'Italia: da importatori di energia a produttori grazie alle fonti rinnovabili

Le fonti di energia rinnovabile sono una delle opportunità più grandi nella storia della nazione. L'Italia, a causa della mancanza di materie prime, è sempre stato un Paese importatore di energia. In media, tra il 2016 e il 2021, ha importato l'80% del suo approvvigionamento energetico totale, soprattutto petrolio e gas. Le nuove fonti rinnovabili consentono finalmente all'Italia, invece, di essere un paese produttore di energia, perché ha in abbondanza le "materie prime" necessarie: sole, vento, fiumi. Grazie all'energia rinnovabile l'Italia potrà da qui al 2030 migliorare la sicurezza nazionale grazie all'autonomia strategica energetica, le condizioni ambientali sostenendo il processo di decarbonizzazione che inevitabilmente si accompagna alla transizione energetica, garantire costi energetici più competitivi ai cittadini e supportare il sistema industriale nazionale fornendogli un elemento abilitante per competere nei mercati.

9.2. Gli asset dell'Italia nell'economia delle fonti rinnovabili: grandi player per diventare un hub nel Mediterraneo di energia green

L'Italia è una piccola potenza industriale, è uno stato di fatto di cui tutti gli operatori, anche negli schemi dell'industria green, sono consapevoli. Qualunque ruolo possa giocare, deve farlo nell'ottica del contri-

buto che può dare a livello quantomeno continentale. Tuttavia, non va sottovalutata la posizione strategica al centro del Mediterraneo, che fa dell'Italia il "paese del sole", paradigma dello sviluppo sostenibile in campo energetico attraverso il fotovoltaico. Nel settore eolico, lo sviluppo dell'eolico offshore galleggiante promette importanti sinergie tra la filiera nazionale dell'eolico e il comparto manifatturiero italiano e le competenze specifiche nelle tecnologie marittime, due eccellenze del made in Italy competitive a livello mondiale. È possibile sviluppare la filiera nazionale facendo leva sui primati industriali raggiunti dall'Italia a livello europeo nei settori del ferro e dell'acciaio e nella produzione di piattaforme galleggianti. Il mare apre sinergie anche tra l'Oil & Gas e le tecnologie rinnovabili offshore. Le piattaforme petrolifere potrebbero essere avviate a riconversione sostenibile e diventare hub logistici a servizio delle turbine eoliche flottanti.

L'Italia ha asset notevoli nel governare la transizione. Enel è il più grande operatore privato al mondo nel settore delle rinnovabili³⁸ e con gli impianti costruiti nel 2022 ha raggiunto circa 59 GW di capacità rinnovabile, compresi i sistemi di accumulo, ed è la più importante società privata di distribuzione di energia elettrica a livello globale, con circa 72,7 milioni di utenti finali allacciati alle reti. La resilienza delle reti sarà certamente un fattore chiave per lo sviluppo delle rinnovabili, ma non è una barriera, è piuttosto un volano. Le imprese nazionali sono leader nell'innovazione delle reti elettriche e sono un esempio a livello mondiale di digitalizzazione e innovazione. In quest'ottica l'Italia può candidarsi a diventare uno degli hub energetici più importanti per l'Europa e per il bacino del Mediterraneo. Serve però dare risposte all'esigenza che emerge da tutti i fronti e

³⁸ <https://www.enelgreenpower.com/it/media/press/2023/01/nuovi-record-2022-capacita-rinnovabile#>

abbattere le barriere di cui si è parlato in precedenza. Tutto dipenderà, soprattutto, dal tempismo: chi a livello europeo sarà bravo ad arrivare al momento giusto con l'offerta giusta nel campo delle rinnovabili e della tecnologia digitale avrà un vantaggio competitivo enorme sugli altri. E anche un po' dalla contingenza, viste le variabili economiche e geopolitiche e nuovi imprevedibili shock in futuro.

9.3. L'Italia può svolgere un ruolo importante nella filiera dell'idrogeno grazie alla ricerca e all'industria pronta a riconvertirsi

L'Italia può sicuramente posizionarsi in modo strategico nel nascente settore dell'idrogeno: produzione, trasporto, distribuzione, logistica e usi finali (industriali, trasporti e residenziali), aumentando i livelli occupazionali e creando indotto. C'è la maturità tecnologica e la presenza di un'industria nazionale pronta a convertirsi al nuovo vettore energetico: nei settori manifatturieri termico e meccanico l'Italia è già tra i primi due produttori continentali di tecnologie termiche e meccaniche e di impianti e componenti potenzialmente utilizzabili per l'idrogeno. Inoltre, l'industria italiana è supportata da enti di ricerca e università di alta qualificazione e rilevanza internazionale con competenze in grado di coprire tutti gli aspetti, dalla ricerca all'innovazione, e di accelerare lo sviluppo sperimentale dell'idrogeno: l'ENEA, ad esempio, è presente con propri rappresentanti in tutte le iniziative europee ed internazionali che guardano alla catena del valore interconnessa dell'idrogeno.

9.4. Quanti investimenti servono nella filiera italiana dell'energia rinnovabile e quali saranno i benefici economici: molte le eccellenze in campo a partire dalla 3Sun

Per comprendere il ruolo dell'Italia nella transizione energetica, è bene partire dallo stato attuale della filiera industriale del settore e dai suoi possibili sviluppi per raggiungere gli obiettivi del REPowerEU al 2030. Attualmente, come emerge dal presente lavoro, sono oltre 30.000 le imprese attive nella filiera: dalla progettazione alla manifattura, dall'installazione alla produzione di energia.³⁹ In quest'ambito si contano oltre 800 imprese titolari di tecnologie per le energie rinnovabili e smart con fatturati di oltre 12 miliardi.⁴⁰ I benefici socio-economici per l'Italia derivanti dallo sviluppo di questo settore potrebbero equivalere fino al 2% del Pil annuo da qui al 2030. Il già citato Piano elettrico 2030 di Elettricità Futura prevede oltre 320 miliardi di investimenti e 540.000 nuovi posti di lavoro nel settore elettrico e nella sua filiera industriale entro il 2030, che si aggiungeranno ai circa 120.000 di oggi. La priorità per la sicurezza energetica nazionale e la competitività della nostra economia è sviluppare la filiera industriale in Italia, che è già un'eccellenza a livello mondiale per l'elevata qualità e il grado di innovazione delle linee di produzione.

Secondo uno studio del Gruppo Intesa Sanpaolo⁴¹ che analizza la filiera delle imprese italiane che realizzano componentistica per la produzione di energia da fonte rinnovabile, l'Italia con il 3% dell'export mondiale è il sesto paese esportatore di tecnologie rinnovabili nel mondo. Dopo la Germania, l'Italia è il

³⁹ Fonte: Fondazione Symbola, IEG – Filiera del futuro - 2024

⁴⁰ Fonte: Elettricità Futura, nello studio "La filiera italiana delle tecnologie per le energie rinnovabili e smart verso il 2030" di Enel Foundation, realizzato insieme a Althesys

⁴¹ https://group.intesa-sanpaolo.com/content/dam/portalgroupp/repository-documenti/research/it/collana-ricerche/Rapporto_Transizione_energetica_giugno_2021.pdf

secondo Paese europeo produttore di tecnologie per le rinnovabili. Una filiera ancora non del tutto sfruttata, se si considera ad esempio il know-how sulle attività connesse alla componentistica e all'installazione.

Per rafforzare la capacità produttiva nazionale di tecnologie per la transizione energetica e sviluppare la filiera italiana è tuttavia necessario aumentare la domanda interna e dare tempistiche certe alle imprese. E serve un sistema strutturato per fare crescere questi germogli e che potrebbe essere l'unica zavorra per l'Italia: c'è un importante incubatore di Cassa Depositi e Prestiti, ma va rafforzata l'ambizione di giocare un ruolo chiave dell'Italia nella transizione energetica.

Lavorare solo per la domanda del mercato italiano, tuttavia, non è sufficiente perché non ha una massa critica necessaria per diventare un Paese significativo a livello mondiale. L'importante sarà continuare a guardare al mondo come hanno fatto Enel e altre importanti aziende nei primi quindici anni di boom delle rinnovabili, esportando all'estero conoscenze imprenditoriali, manifatturiere e tecnologia.

Un esempio è lo stabilimento 3Sun di Enel a Catania: sarà la più grande fabbrica di pannelli fotovoltaici in Europa e avrà una produzione di 15.000 pannelli solari al giorno, realizzati con la tecnologia innovativa 3Sun Core H, sviluppata dal team di Innovazione guidato da Cosimo Gerardi: bifacciale (con il pannello che assorbe energia solare da entrambi i lati), ad eterogiunzione (per una maggiore potenza massima), in grado di generare un'efficienza record del 24%, che aumenterà nei prossimi anni grazie all'uso di materiali innovativi come la perovskite e ha già segnato in più occasioni il record mondiale di efficienza per celle commerciali. L'impresa italia-

na Convert assorbita dalla multinazionale Valmont, progetta e installa in tutto il mondo una tecnologia innovativa, al 100% made in Italy e realizzata da una filiera composta da sei aziende nazionali, che permette ai pannelli fotovoltaici di ruotare e inseguire la luce solare.

L'esempio di Catania è indicativo di un'altra opportunità: far tornare in patria, grazie all'innovazione e alla ricerca, talenti emigrati all'estero e attrarne di nuovi dal resto del mondo. In Italia ci sono eccellenze nella ricerca, come Enea, Cnr, Fondazione Bruno Kessler e poli universitari, dal Politecnico di Torino al Politecnico di Milano: tutti attivi nello studio di soluzioni innovative nelle energie rinnovabili o negli accumuli.

9.5. La filiera dell'economia circolare: l'Italia è già leader europea, ma c'è ancora margine di sviluppo e sarà fondamentale per il futuro

L'Italia rimane tra i Paesi europei più avviati nel passaggio a un'economia circolare: prima per il tasso di riciclo sul totale dei rifiuti prodotti (oltre l'80% contro meno del 40% della media Ue), con prestazioni brillanti in tutti gli altri principali indicatori di "circolarità", dal consumo di materia per unità di Pil al tasso di utilizzo di materie prime seconde, cioè provenienti da riciclo.

Nel campo delle rinnovabili, sarà sicuramente necessario farsi trovare pronti per il business del riciclo dei pannelli fotovoltaici. In Italia ci sono una decina di impianti di recupero, con differenti capacità pro-

duttive. Per il flusso di lavoro attuale bastano, ma in futuro ci saranno seri problemi se l'offerta di trattamento non aumenterà.

Ci sono però numerosi ostacoli: i costi di recupero sono ancora molto elevati e conferire in discarica i pannelli solari dismessi è più vantaggioso, difficilmente gli investitori hanno intenzione di mettere i soldi adesso in un'industria che fiorirà tra dieci-quindecimanni e ancora non c'è una grande domanda di riciclo perché molti pannelli sono sempre funzionanti. Il prolungamento della vita produttiva degli impianti di energia rinnovabile, in particolare eolica, è un tema sul quale ERG, uno dei principali operatori indipendenti di energia pulita da fonti rinnovabili a livello europeo, sta lavorando con una serie di progetti e investimenti sul reblading, repowering e lifetime extension dei parchi, con l'obiettivo della completa circolarità. Gli aerogeneratori finora smontati sono stati riutilizzati da un operatore specializzato che li ha ricollocati o usati per ricambi.

In parallelo, ERG sta focalizzando l'attenzione sul settore del riciclo propriamente detto, in caso di criticità nella reinstallazione completa degli aerogeneratori in un futuro di medio termine. Insieme ai principali operatori energetici in Italia, è in una fase avanzata dello studio di fattibilità per un impianto di riciclo delle pale eoliche, unico elemento dell'aerogeneratore ad oggi non riciclabile per via del materiale composito con il quale è costruito. L'impianto è uno dei primi in Italia di questo tipo, certamente il primo nel Sud Italia, quindi vicino ai luoghi di installazione dei parchi eolici.

Per quanto riguarda il riciclo e riutilizzo delle batterie agli ioni di litio esauste, la situazione è analoga al fotovoltaico: se i progetti di ricerca sono avviati e le tecnologie sono in fase di sviluppo, mancano gli

impianti necessari per farlo su scala industriale. L'Enel è impegnato in attività di ricerca, analogamente all'Enel. Attualmente in Italia lo stabilimento di Teverola, in provincia di Caserta, della società Faam, ha avviato un progetto per il riciclo delle batterie agli ioni di litio. E poi, naturalmente, c'è Stellantis: la gigafactory a Termoli avrà una linea dedicata al recupero dei materiali dalle batterie, ma bisognerà attendere almeno il 2026.

10. GEOGRAFIA PRODUTTIVA DELLE RINNOVABILI IN ITALIA

- ▶ *L'Italia vanta una filiera delle energie rinnovabili di tutto rispetto, sono infatti ben 37.655 gli operatori attivi o potenzialmente attivi, quasi 4.400 in più rispetto la precedente rilevazione (+13,2%).*

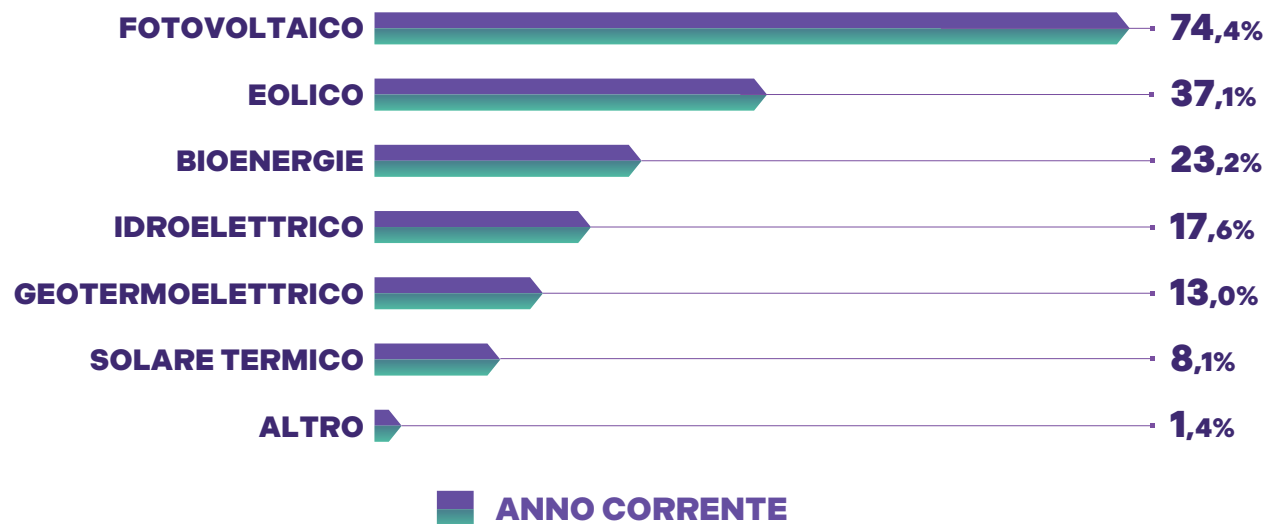
► **DISTRIBUZIONE IMPRESE PER TIPOLOGIA DI ENERGIA RINNOVABILE**

Le imprese attive o potenzialmente attive nella filiera delle energie rinnovabili ammontano a 37.655 unità*, contro le 33.257 dell'anno precedente, evidenziando un aumento del 13,2%. La distribuzione per tipologia di energia rinnovabile – piuttosto in linea con i dati

dello scorso anno – vede un 74,4% di tali imprese che esplicitano attività sul fotovoltaico, seguite da un 37,1% per l'eolico, 23,2% sulle bioenergie (ovvero biomasse e biogas), 17,6% sull'idroelettrico, 13,0% nel geotermoelettrico e 8,1% nel solare termico.

37.655
imprese

Distribuzione** delle imprese per tipologia di energia rinnovabile trattata



* L'elaborazione parte da un archivio di soggetti con bilancio (oltre 2 milioni e mezzo), comprendenti società, imprese individuali, liberi professionisti e lavoratori autonomi.

** La somma delle percentuali presenti nel grafico non è pari al 100% in quanto la stessa impresa, all'interno del proprio oggetto sociale, può riportare riferimenti a più di una tipologia di energia rinnovabile.

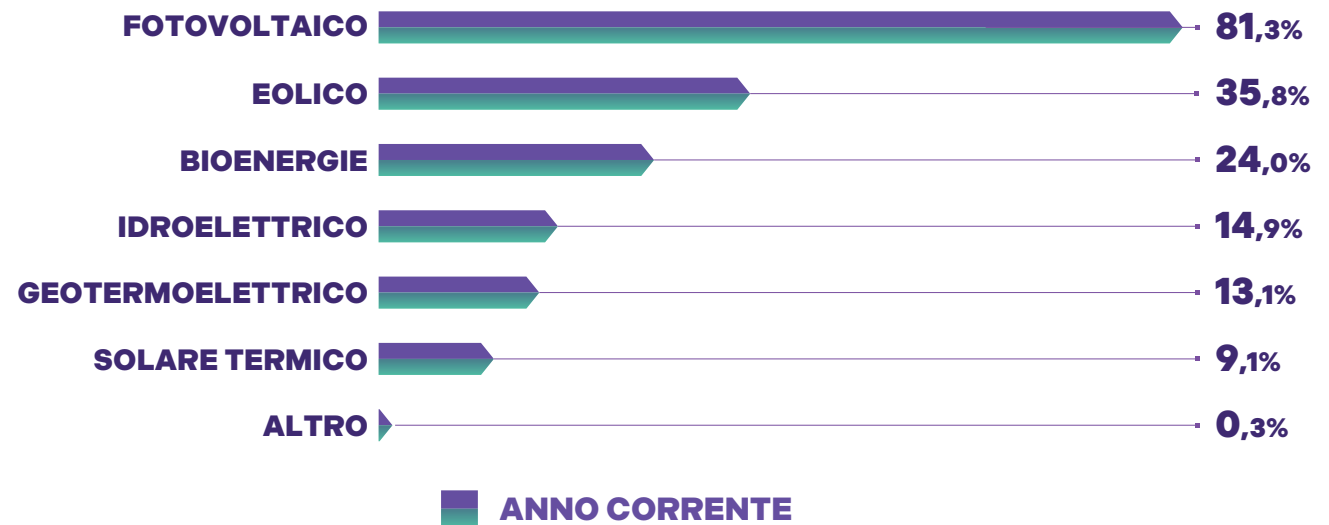
► **DISTRIBUZIONE DELLE NUOVE IMPRESE PER TIPOLOGIA DI ENERGIA RINNOVABILE**

Le nuove imprese nella filiera delle energie rinnovabili sono 4.398 unità, ed hanno portato ad una crescita del 13,2% rispetto al computo complessivo dello scorso periodo. Negli ultimi 12 mesi, sono le imprese che esplicitano attività sul fotovoltaico a evidenziare l'incremento più cospicuo

in termini relativi (+7,8 punti percentuali, ovvero l'81,3% di oggi contro il precedente 73,5%). Aumentano, seppur in misura più contenuta anche le aziende che puntano su idroelettrico (+3,0 punti percentuali) e eolico (+1,5 punti percentuali).

4.398
nuove
imprese

Distribuzione* delle nuove imprese per tipologia di energia rinnovabile trattata



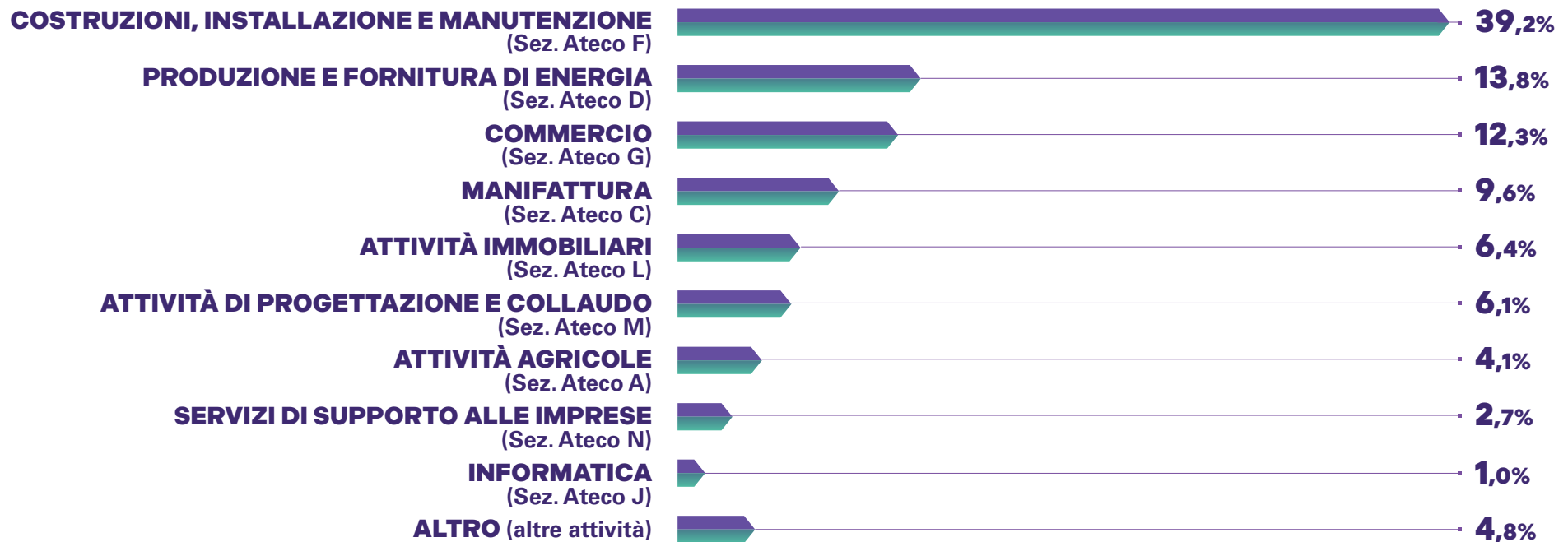
* La somma delle percentuali presenti nel grafico non è pari al 100% in quanto la stessa impresa, all'interno del proprio oggetto sociale, può riportare riferimenti a più di una tipologia di energia rinnovabile.

► **DISTRIBUZIONE IMPRESE PER ATTIVITÀ**

Riguardo alla distribuzione nei vari settori di attività, spiccano le imprese di installazione e manutenzione (39,2%), quelle impegnate nella produzione di energia (13,8%), il commercio (12,3%), la manifattura

(9,6%), l'affitto e la gestione immobiliare (6,4%), e le attività di progettazione e collaudo (6,1%). La distribuzione delle imprese per settore di attività si mantiene piuttosto stabile tra gli anni.

Distribuzione delle imprese nella filiera delle rinnovabili per grandi settori



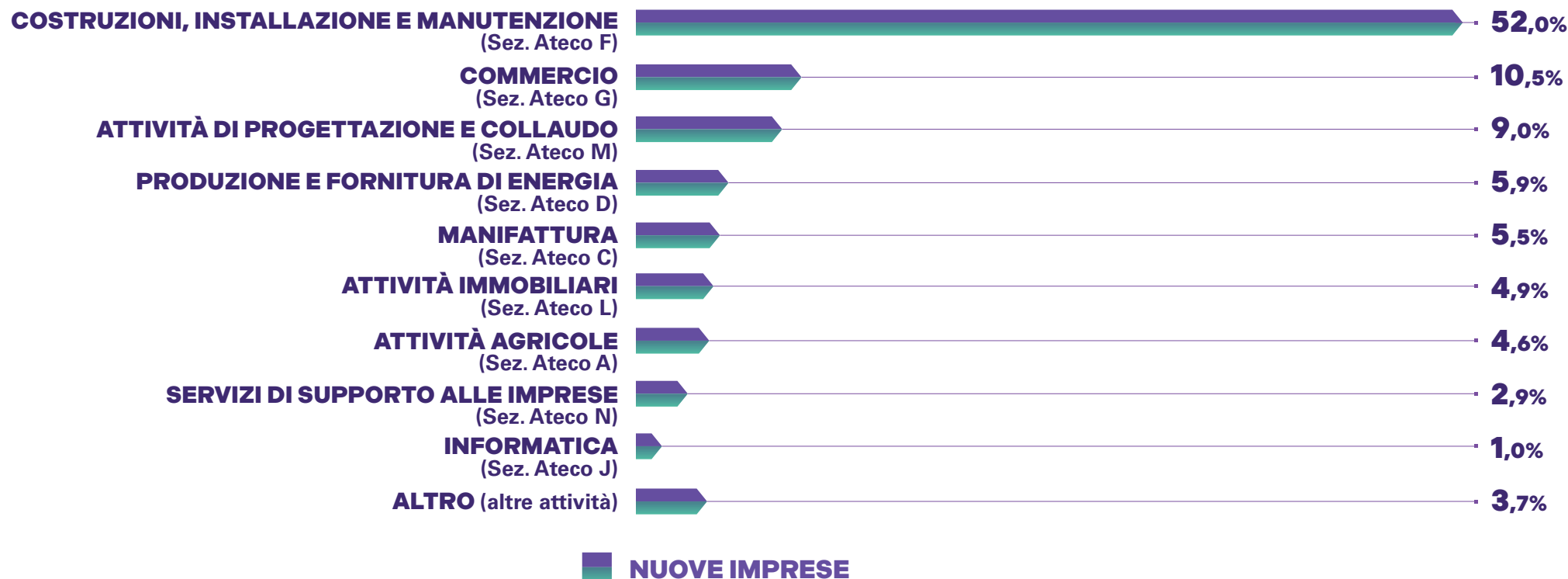
■ ANNO CORRENTE

► **DISTRIBUZIONE DELLE NUOVE IMPRESE PER ATTIVITÀ**

Analizzando la distribuzione per settori di attività, l'ultimo anno ha evidenziato un prevedibile balzo delle imprese specializzate in installazione e manutenzione: oltre la metà delle neonate aziende della filiera appartiene a questo comparto (52,0%), superando di 14,5 punti percentuali il valore dello scorso anno, diretta conseguenza degli effetti legati

all'erogazione del superbonus statale. Aumentano in maniera non trascurabile anche le imprese del settore di progettazione e collaudo (+3,2 punti percentuali rispetto all'anno passato), mentre subiscono un rallentamento i settori della produzione di energia (-8,9 p.p.), della manifattura (-4,7 p.p.) e del commercio (-2,0 p.p.).

Distribuzione delle nuove imprese nella filiera delle rinnovabili per grandi settori

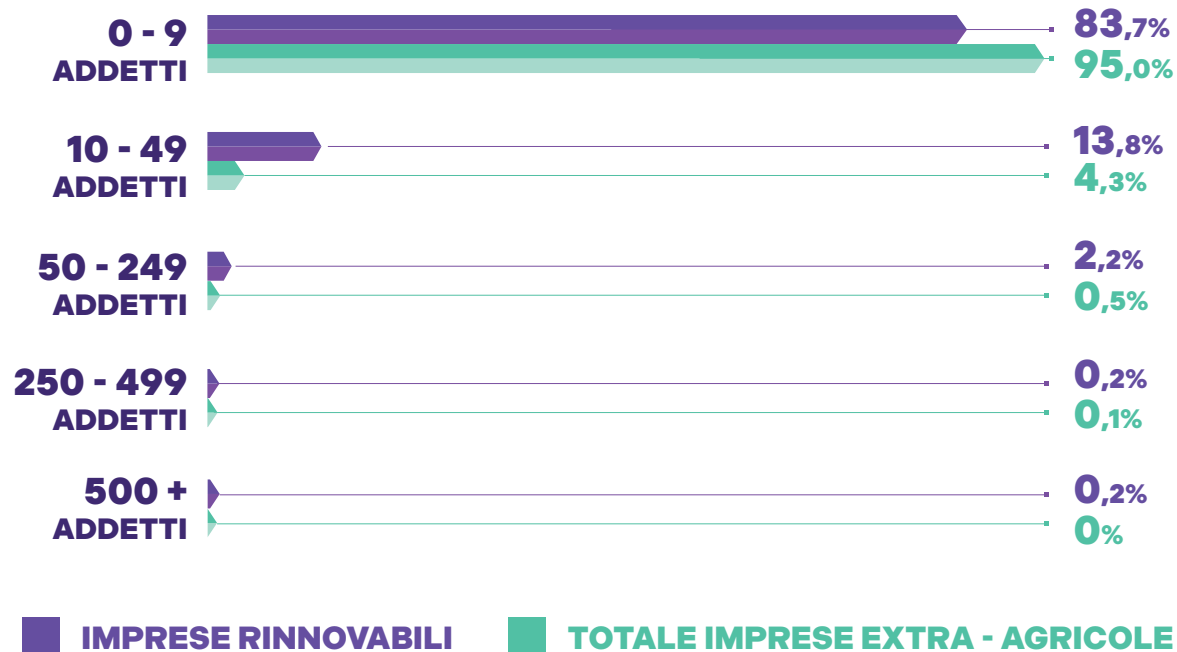


► **DISTRIBUZIONE DIMENSIONALE**

Le aziende operanti nel campo delle energie rinnovabili tendono ad avere una dimensione media più grande rispetto al complesso delle imprese extra-agricole. Queste infatti hanno una dimensione media di 9,5 addetti, cifra che supera di 2,4 volte la media

del totale delle aziende extra-agricole. Questo è evidenziato dalla distribuzione per classi dimensionali, dove si nota una quota minore di imprese fino a 9 dipendenti e incidenze maggiori per le classi di ampiezza più elevata.

Distribuzione delle imprese nella filiera delle rinnovabili per classe dimensionale

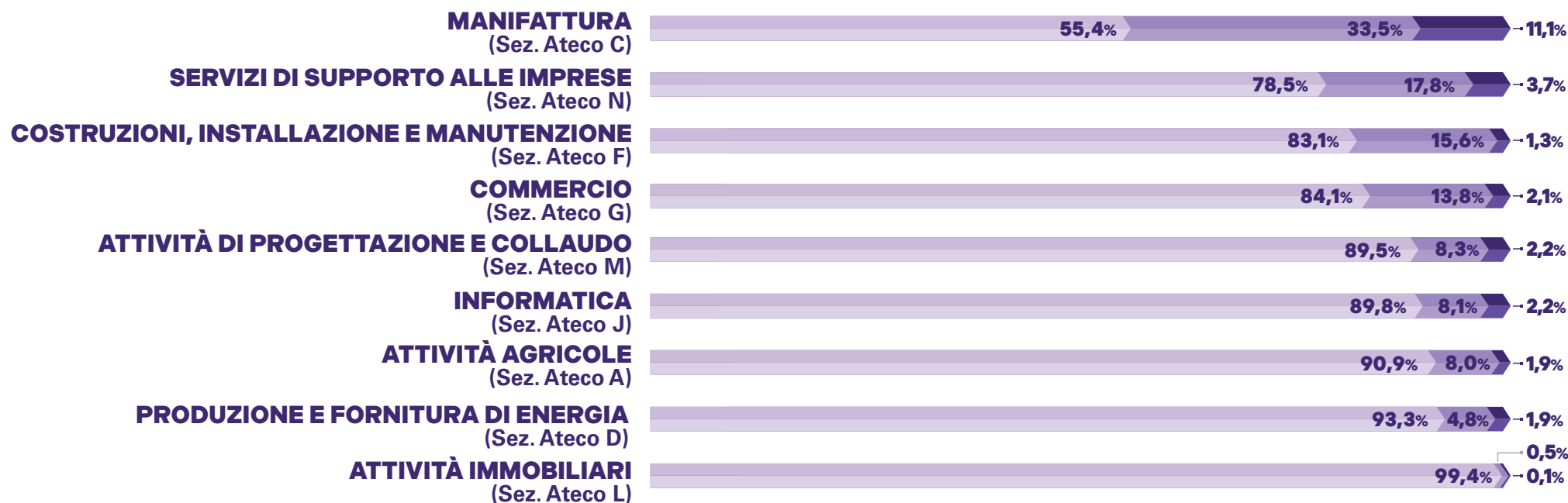


► **DISTRIBUZIONE IMPRESE PER SETTORE E CLASSI DI ADDETTI**

La dimensione media delle imprese varia a seconda del settore di appartenenza. Nel comparto manifatturiero – con una media di 29,9 addetti per impresa – il 44,6% delle imprese ha una dimensione di almeno 10 addetti, a cui fanno da contraltare le attività immobiliari e la produzione di energia e recupero in cui la stragrande maggioranza delle

aziende (rispettivamente 99,4% e 93,3%) risulta di piccola dimensione. Una significativa presenza di imprese di medio-grande dimensione si riscontra anche nel settore della Progettazione e collaudo, dove il 21,5% delle stesse conta almeno 10 lavoratori.

Distribuzione delle imprese nella filiera delle rinnovabili per settore e classi di addetti



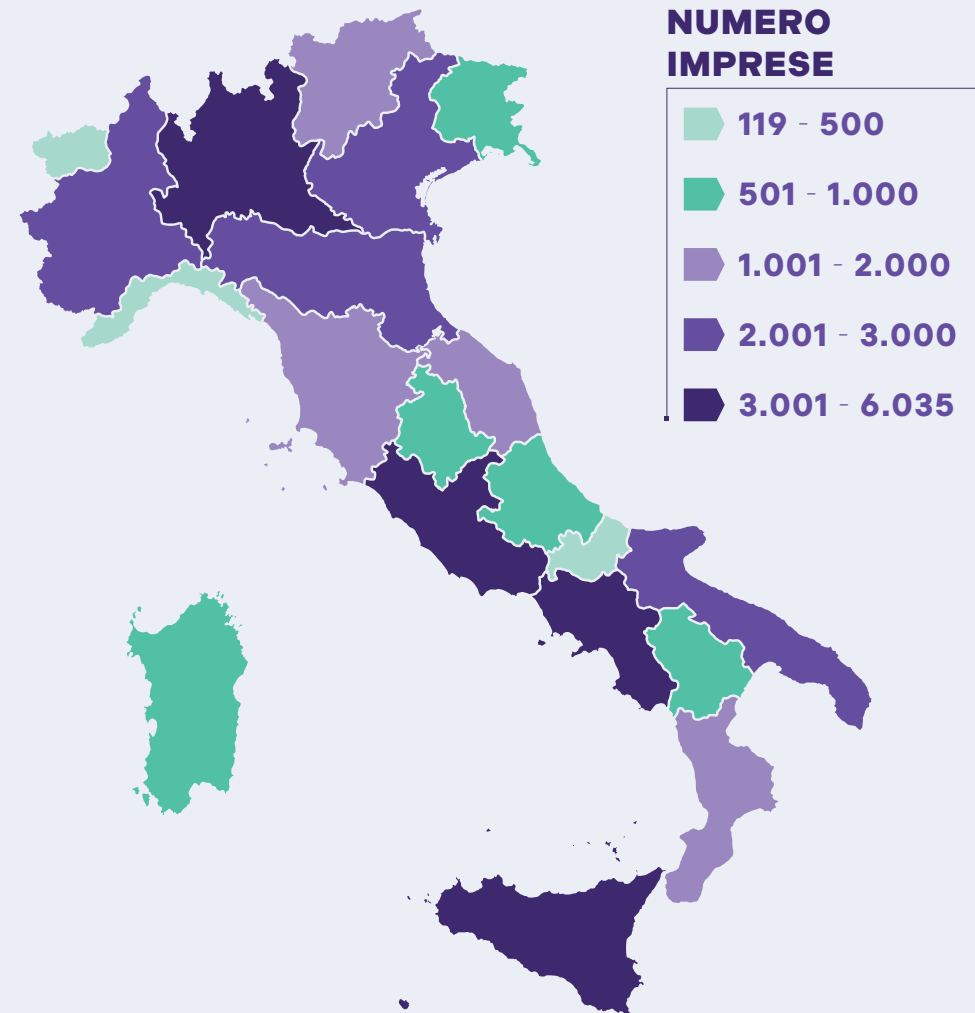
■ 1. 0-9 ADDETTO ■ 2. 10-49 ADDETTI ■ 3. 50+ ADDETTI

► **DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DELLE IMPRESE DI FILIERA**

Tra le 37.655 imprese attive o potenzialmente attive nel settore delle energie rinnovabili, oltre un terzo ha la sede legale in Lombardia, Lazio e Campania. La Lombardia domina con 6.035 imprese, corrispondenti al 16,0% del totale nazionale, seguita dal Lazio con 4.084 imprese e una percentuale del 10,8%. La Campania è al terzo posto con 3.490 imprese (9,3%), seguita dalla Sicilia con 3.018 (8,0%) e il Veneto molto vicino con 2.981 imprese (7,9%). Queste cinque regioni raccolgono insieme oltre la metà del totale delle imprese censite nella filiera (52,1%).

Sono ancora le sopracitate regioni a guidare la classifica dei territori che hanno registrato il maggior numero di nuove imprese nella filiera nell'ultimo anno: se ne contano 676 in Lombardia, 564 nel Lazio e 465 in Campania.

In termini di settori di attività, le costruzioni, l'installazione e la manutenzione spiccano in modo particolare in Campania (48,2% delle imprese regionali) e nel Lazio (45,4%). Per la Lombardia, invece, è più rilevante la quota di imprese operanti nella produzione di energia (17,8% rispetto al 13,8% nazionale) e le attività di progettazione e collaudo (8,6% contro il 6,1% nazionale).



► CAPITALI PROVINCIALI

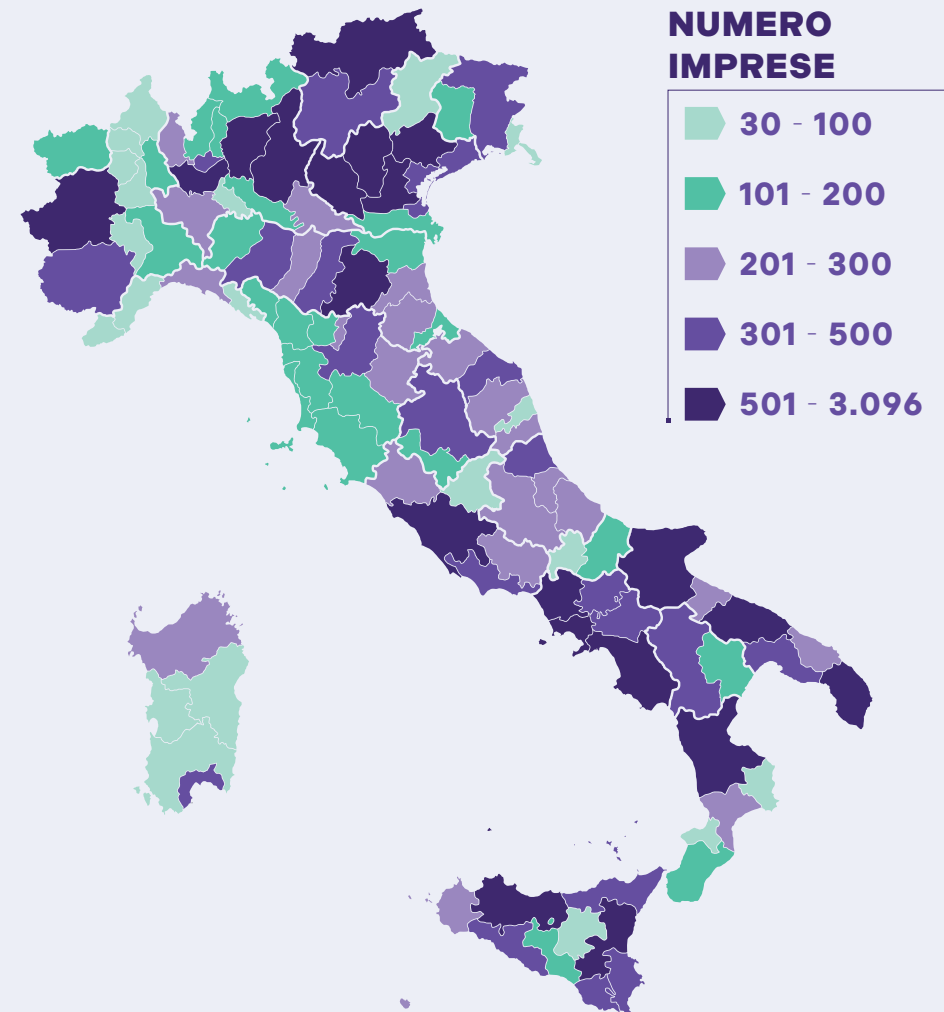
Per il complesso della filiera delle rinnovabili, la provincia di Roma si distingue come leader (con 3.096 aziende, rappresentando l'8,2% del totale in Italia), influenzata principalmente dalla presenza di imprese specializzate nelle operazioni di costruzioni, installazione e manutenzione. Le seguono Milano con 2.748 imprese (7,3%), Napoli (1.569, 4,2%), Bolzano/Bozen (1.220, 3,2%) e Torino con (1.098, 2,9%). L'intera Top 10 provinciale non ha subito variazioni rispetto alla situazione dell'anno precedente.

TOP 10 province

Totale filiera rinnovabili

PROVINCE	IMPRESE	%
Roma	3.096	8,2%
Milano	2.748	7,3%
Napoli	1.569	4,2%
Bolzano / Bolzen	1.220	3,2%
Torino	1.098	2,9%
Bari	989	2,6%
Brescia	817	2,2%
Salerno	715	1,9%
Padova	675	1,8%
Bologna	674	1,8%

Totale filiera rinnovabili



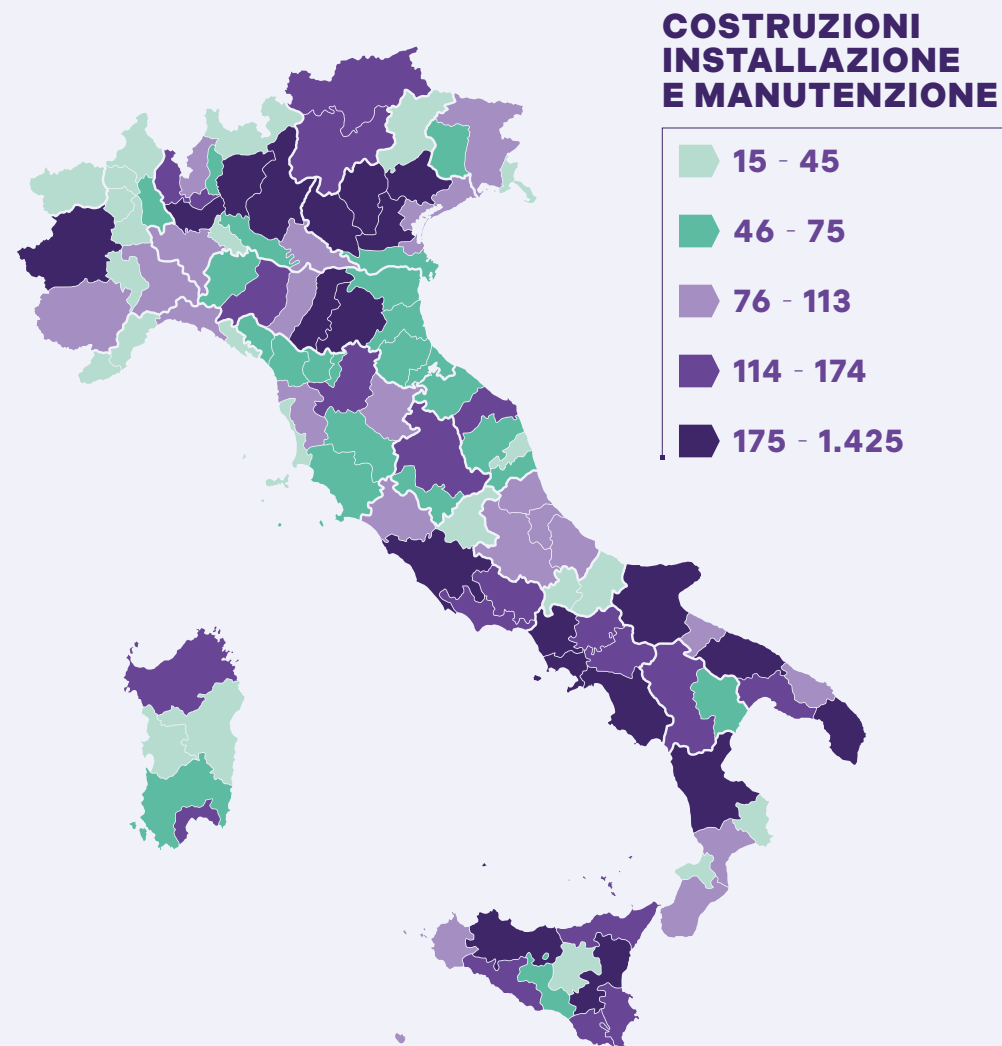
► CAPITALI PROVINCIALI: COSTRUZIONI, INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE

Nel settore delle costruzioni, installazione e manutenzione, Roma mantiene la posizione di testa con 1.425 aziende, che costituiscono il 9,6% del totale italiano (valore di concentrazione superiore rispetto al dato riferito alla media delle rinnovabili). Seguono ben distanziate Napoli (816, 5,5%), Milano (745, 5,0%), Torino (454, 3,1%) e Bari (447, 3,0%). Non emergono sostanziali differenze rispetto alla situazione dell'anno precedente.

TOP 10 province

Costruzioni, installazione e manutenzione

PROVINCE	IMPRESE	%
Roma	1.425	9,6%
Napoli	816	5,5%
Milano	745	5,0%
Torino	454	3,1%
Bari	447	3,0%
Brescia	323	2,2%
Bologna	296	2,0%
Salerno	296	2,0%
Catania	282	1,9%
Bergamo	281	1,9%



► CAPITALI DELLE RINNOVABILI: PRODUZIONE E FORNITURA DI ENERGIA

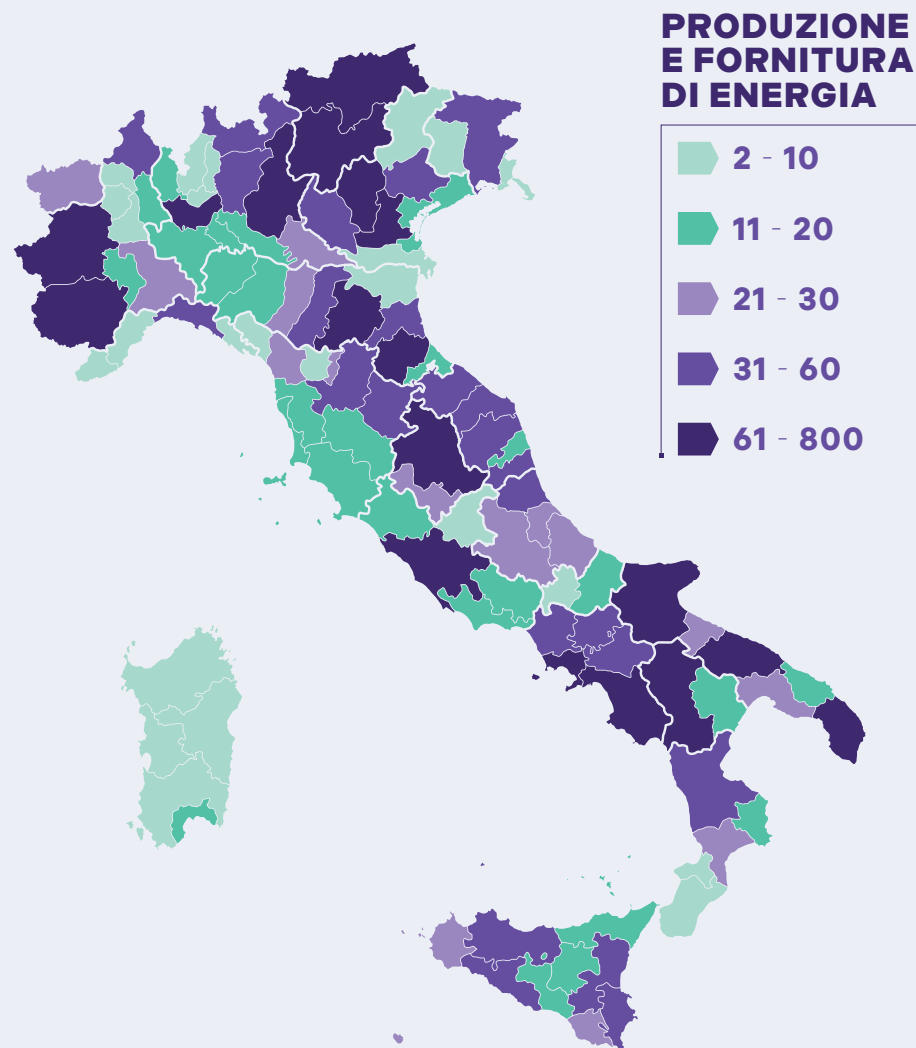
Nel panorama della produzione energetica, come rivelato dalla mappa, l'attività produttiva è ben distribuita sul territorio nazionale, evidenziando una significativa presenza anche al di fuori dei grandi centri urbani, con le province del Trentino che si posizionano tra i primi cinque posti della classifica.

Milano guida la classifica con 800 imprese, pari al 15,4% del totale nazionale, seguita da Bolzano (697, 13,4%), Roma (332, 6,4%), Torino (174, 3,4%) e Trento (165, 3,2%). Anche in questo caso, la classifica si mantiene aderente a quella riferita all'anno precedente.

TOP 10 province

Produzione e fornitura di energia

PROVINCE	IMPRESE	%
Milano	800	15,4%
Bolzano/Bozen	697	13,4%
Roma	332	6,4%
Torino	174	3,4%
Trento	165	3,2%
Bari	120	2,3%
Potenza	108	2,1%
Cuneo	107	2,1%
Foggia	98	1,9%
Napoli	94	1,8%



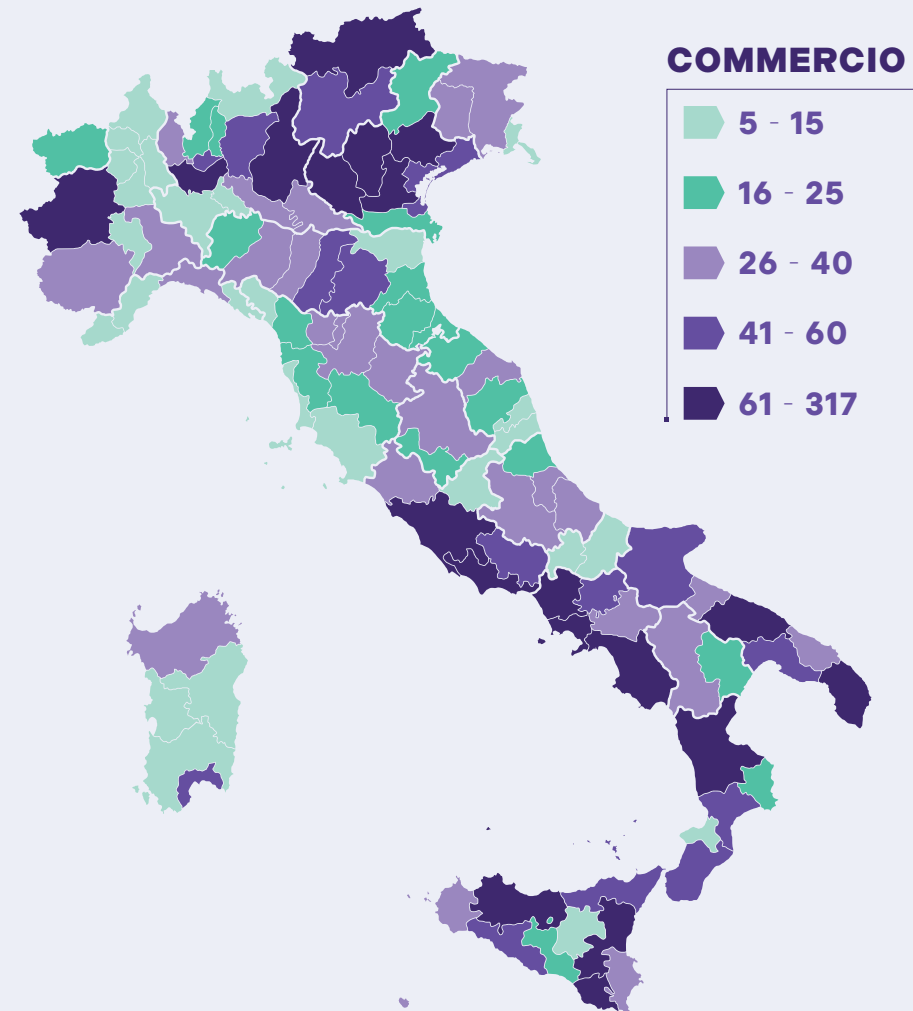
► CAPITALI PROVINCIALI: COMMERCIO

L'analisi della mappa mostra una maggiore concentrazione delle attività del commercio nelle province meridionali della costa tirrenica e al Nord-Est. In termini di numero di imprese, Roma è al primo posto (317 aziende, 6,9% del totale nazionale), seguita da Milano (273, 5,9%), Napoli (217, 4,7%), Torino (136, 2,9%) e una nuova realtà del Mezzogiorno, Catania (125, 2,7%). Rispetto allo scorso anno entra in graduatoria Treviso (10°), mentre guadagnano una posizione Padova e Bari.

TOP 10 province

Commercio

PROVINCE	IMPRESE	%
Roma	317	6,9%
Milano	273	5,9%
Napoli	217	4,7%
Torino	136	2,9%
Catania	125	2,7%
Salerno	119	2,6%
Padova	110	2,4%
Brescia	107	2,3%
Bari	103	2,2%
Treviso	98	2,1%



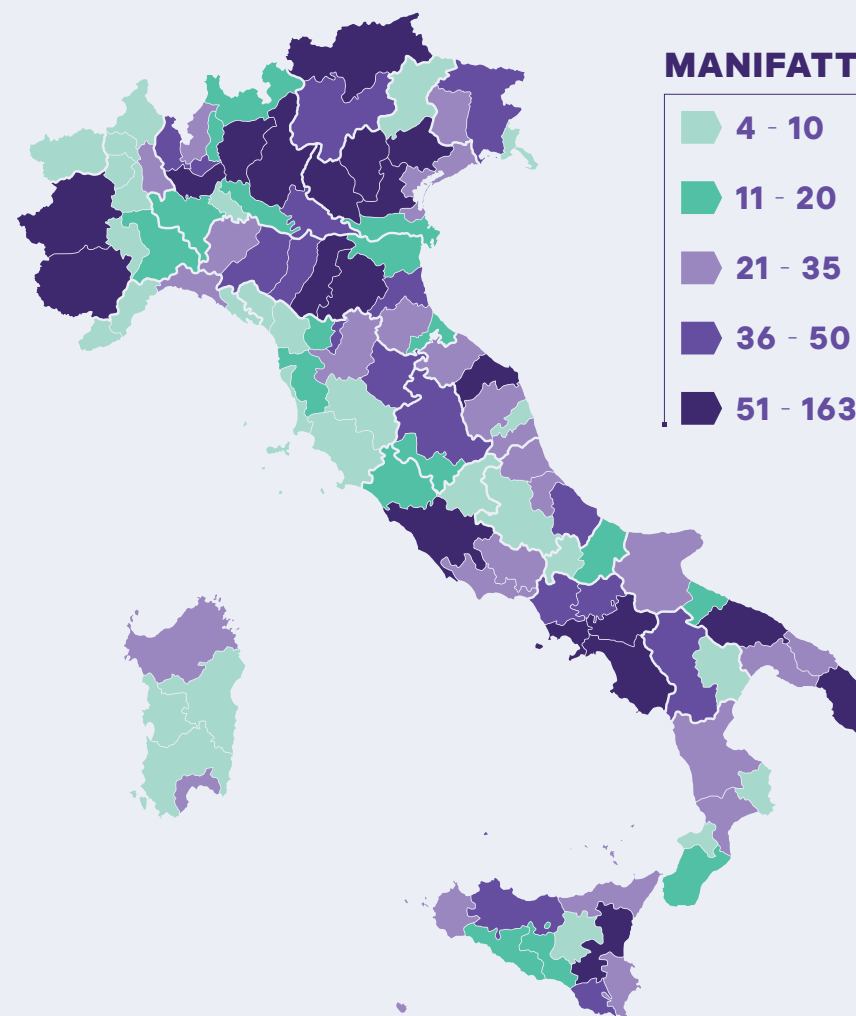
► CAPITALI PROVINCIALI: MANIFATTURA

Nell'ambito della fabbricazione di prodotti e macchinari legati alle energie rinnovabili, Milano si posiziona in cima alla classifica con 163 imprese (4,5% del totale nazionale), seguita a brevissima distanza da Brescia (144, 4,0%), e quindi da Roma (129, 3,6%), Napoli (127, 3,5%) e Vicenza (127, 3,5%), a testimonianza come evidenziato dalla mappa di una concentrazione di attività in Lombardia e nelle aree del Triveneto. Il confronto con il ranking dello scorso anno evidenzia il miglioramento di una posizione in graduatoria per le province di Roma, Napoli e Bergamo.

TOP 10 province

Manifattura

PROVINCE	IMPRESE	%
Milano	163	4,5%
Brescia	144	4,0%
Roma	129	3,6%
Napoli	127	3,5%
Vicenza	127	3,5%
Padova	109	3,0%
Treviso	108	3,0%
Bari	92	2,5%
Bergamo	84	2,3%
Torino	84	2,3%



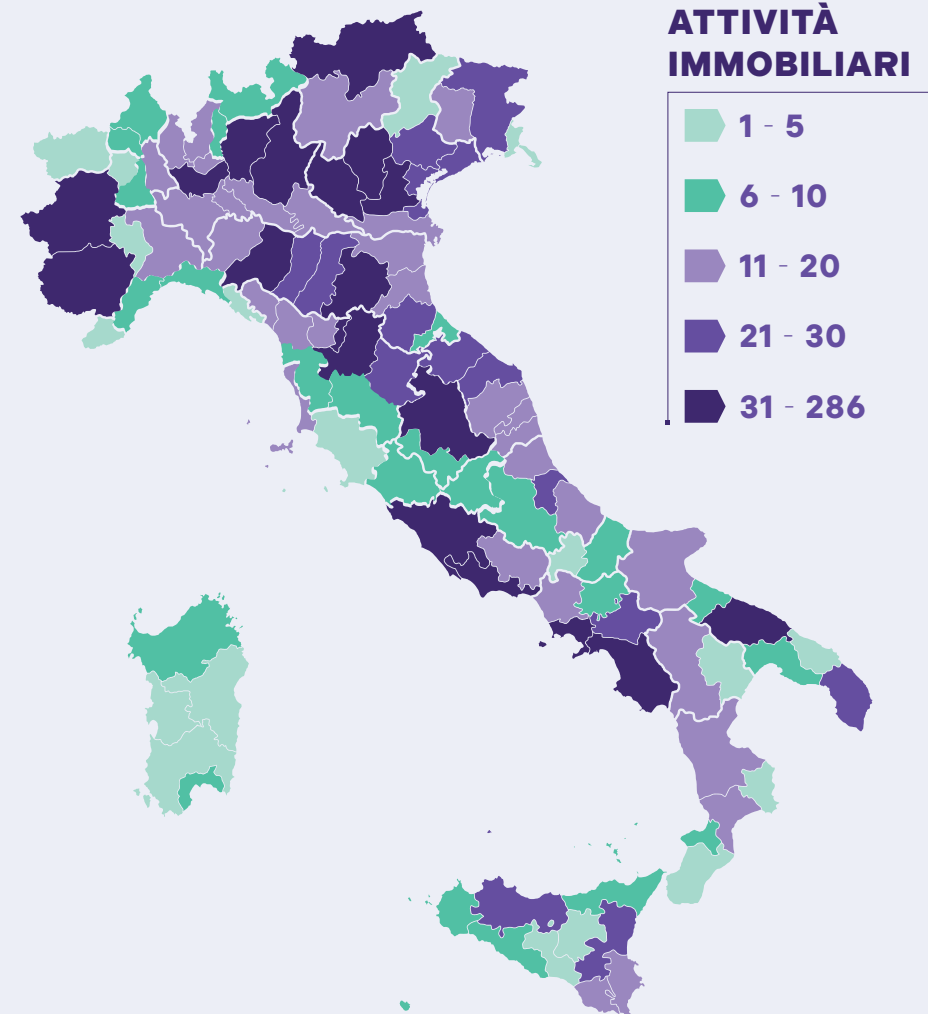
► CAPITALI PROVINCIALI: ATTIVITÀ IMMOBILIARI

Analizzando la distribuzione territoriale per il comparto delle attività immobiliari, emerge una maggiore concentrazione nelle aree metropolitane, al Nord-Est e lungo la dorsale appenninica. A guidare la classifica è Roma con 286 imprese (11,9% del totale nazionale), seguita a distanza da Milano (164, 6,8%), Napoli (127, 5,3%), Parma (84, 3,5%) e Torino (71, 3,0%). Rispetto allo scorso anno, Brescia scala due posizioni in graduatoria piazzandosi all'ottavo posto, mentre il resto dei territori conferma il piazzamento.

TOP 10 province

Attività immobiliari

PROVINCE	IMPRESE	%
Roma	286	11,9%
Milano	164	6,8%
Napoli	127	5,3%
Parma	85	3,5%
Torino	71	3,0%
Latina	58	2,4%
Bologna	57	2,4%
Brescia	51	2,1%
Vicenza	50	2,1%
Padova	49	2,0%



► CAPITALI PROVINCIALI: ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE E COLLAUDO

Anche per le attività di progettazione e collaudo si pone in risalto una concentrazione territoriale delle imprese in Lombardia, Triveneto e in parte delle province del Mezzogiorno.

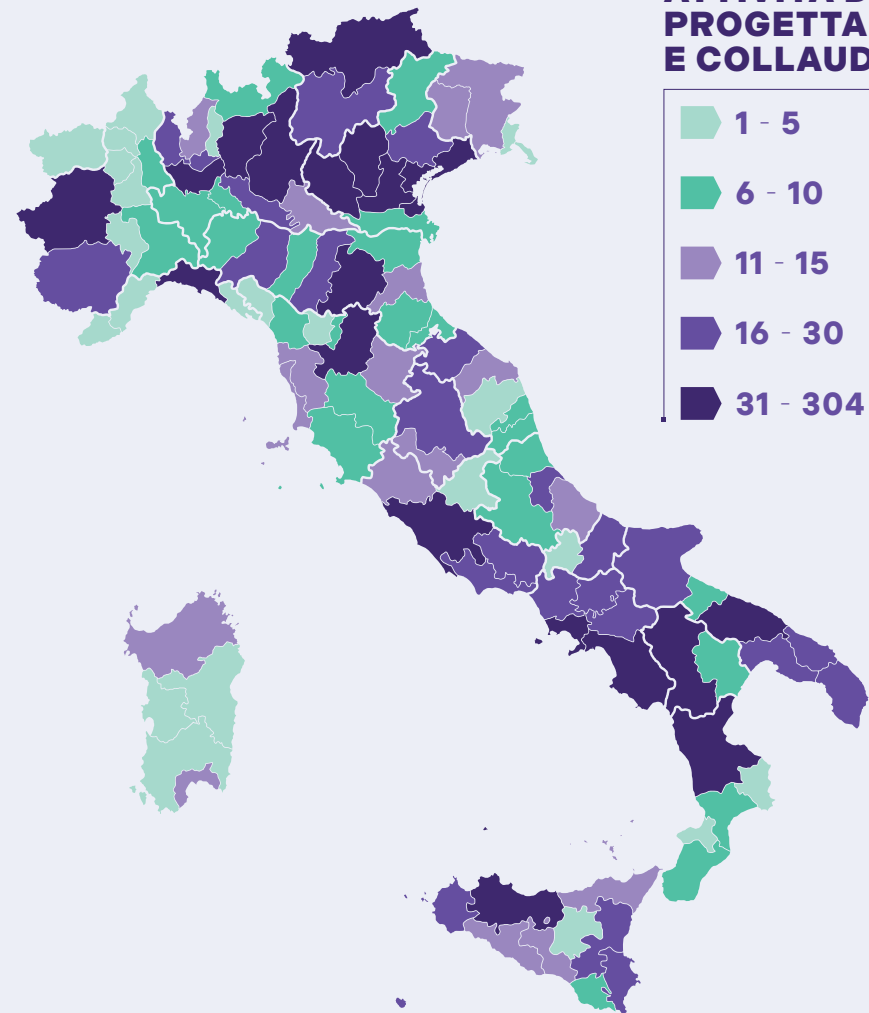
Milano si afferma come il polo più rilevante con 304 aziende, equivalenti al 13,1% del totale nazionale, seguita a breve distanza da Roma (261, 11,3%): le due città metropolitane raggruppano un quarto delle aziende del Paese. Seguono staccate Torino (83, 3,6%), Napoli (59, 2,5%) e Bergamo (57, 2,5%) che entra nella top 5 (+2 posizioni rispetto all'anno scorso). Nella parte bassa della Top 10, meritano una menzione Bologna e Palermo che rispetto allo scorso anno hanno guadagnato ben 3 posizioni in graduatoria.

TOP 10 province

Attività di progettazione e collaudo

PROVINCE	IMPRESE	%
Milano	304	13,1%
Roma	261	11,3%
Torino	83	3,6%
Napoli	59	2,5%
Bergamo	57	2,5%
Brescia	55	2,4%
Bologna	51	2,2%
Padova	49	2,1%
Bolzano/Bozen	48	2,1%
Palermo	44	1,9%

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE E COLLAUDO



► **METODOLOGIA**

1. La metodologia è mirata a tracciare il **perimetro delle imprese attive e potenzialmente attive nella filiera energie rinnovabili** per arrivarne a determinare le caratteristiche (a partire dal settore di attività economica identificato attraverso il codice ATECO 2007), passa per un percorso su **due fasi**:

a. ricostruzione delle liste di operatori delle principali organizzazioni di riferimento per vari ambiti delle rinnovabili (fotovoltaico, eolico, idroelettrico, solare termico, geotermico, bioenergia);

b. utilizzo di algoritmi di text mining per l'analisi testuale negli oggetti sociali delle imprese dai dati di bilancio delle società attraverso keywords di riferimento.

La prima fase ha richiesto una attività **ricostruzione di chiavi univoche** per l'aggancio degli archivi (codici fiscali) per poi passare alla **armonizzazione e analisi incrociata degli stessi** eliminando duplicazioni, verificando le attività svolte, ecc. I risultati ottenuti sono stati sottoposti a verifiche a campione sulla bontà degli esiti ottenuti, arrivando a un database comprendente esclusivamente imprese (eliminando quindi associazioni, soggetti pubblici, ecc.). Questo nucleo di imprese ha rappresentato il campione di controllo per la più ampia attività di individuazione ottenuta con le procedure di text mining.

L'elaborazione si è basata su un archivio di soggetti con bilancio (oltre 2 milioni e mezzo), comprendenti **società, imprese individuali, liberi professionisti e lavoratori autonomi**.

► **METODOLOGIA**

2. La seconda fase di lavoro, focalizzata come già detto sui testi degli oggetti sociali delle imprese dai dati di bilancio delle società, ha implicato una serie di passaggi:

- **preparazione del testo**, essenziale per una corretta scansione dello stesso, consistente nella pulizia e normalizzazione dell'input. A tale fase fanno capo eventuali applicazioni di algoritmi di stemming (per identificare la radice delle parole: es. "COMPUT" è la radice di "COMPUTER", "COMPUTING", ecc.) e di lemming (per identificare la radice morfologica delle parole: es. "ESSERE" è il lemma di "SONO", "SEI", "SIAMO", ecc.);
- **analisi lessicale ed estrazione delle informazioni di interesse** producendo statistiche sulle parole connesse con il target di analisi (es. FOTOVOLTAICO, EOLICO, ecc.) e catturando eventuali costanti nel lessico utilizzato all'interno degli oggetti sociali (analisi dei bi-grammi, tri-grammi, ecc.), anche adottando keywords supplementari (ad esempio per non considerare attività di gestione rifiuti all'interno del mondo delle biomasse);
- **estrazione delle imprese** in target a partire dagli oggetti sociali, selezionate adottando regole deterministiche basate sulle evidenze raccolte allo step precedente.

Queste analisi portano alla definizione di imprese attive o potenzialmente attive nella filiera (le aziende dichiarano nei propri oggetti sociali attività che svolgono o che possono svolgere).

► METODOLOGIA

3. Successivamente a verifiche a campione e controlli incrociati con gli archivi ottenuti in precedenza, si è arrivati a una quantificazione di imprese (stimate per difetto, mancando una parte di ditte individuali non presenti negli elenchi di quelle con bilancio), sulle quali sono stati ricostruiti caratteri e dati statistici (a partire da dati Istat) utili alle analisi sviluppate nella ricerca.

Sulla base delle analisi di text mining sugli oggetti sociali ottenuti dai bilanci, la distribuzione che si ottiene vede un 74,4% di imprese che esplicitano una potenzialità sul fotovoltaico, seguite da un 37,1% per l'eolico, 23,2% sulle bioenergie, 17,6% sull'idroelettrico, 13,0% nel geotermoelettrico e 8,1% nel solare termico.

La metodologia e le banche dati utilizzate in questo lavoro attingono al laboratorio permanente di analisi sulla green economy e l'economia circolare *GreenItaly* che Fondazione ha con Unioncamere e il Centro Studi delle Camere di commercio Guglielmo Tagliacarne.

Rispetto all'analisi condotta lo scorso anno, si è registrato un sensibile aumento nel computo delle imprese coinvolte nella filiera delle rinnovabili, passate dalle 21.378 del precedente periodo alle attuali 37.655 (+76,1%). Tale incremento è da attribuire sia alla congiuntura positiva del comparto (stimato in un +13,2%, come riportato nell'analisi) sia alla nuova disponibilità di dati – da parte della fonte primaria – che nell'ultima versione ha premesso di attingere all'universo delle imprese in attività tenute a presentare un bilancio.

ISBN 9788899265892