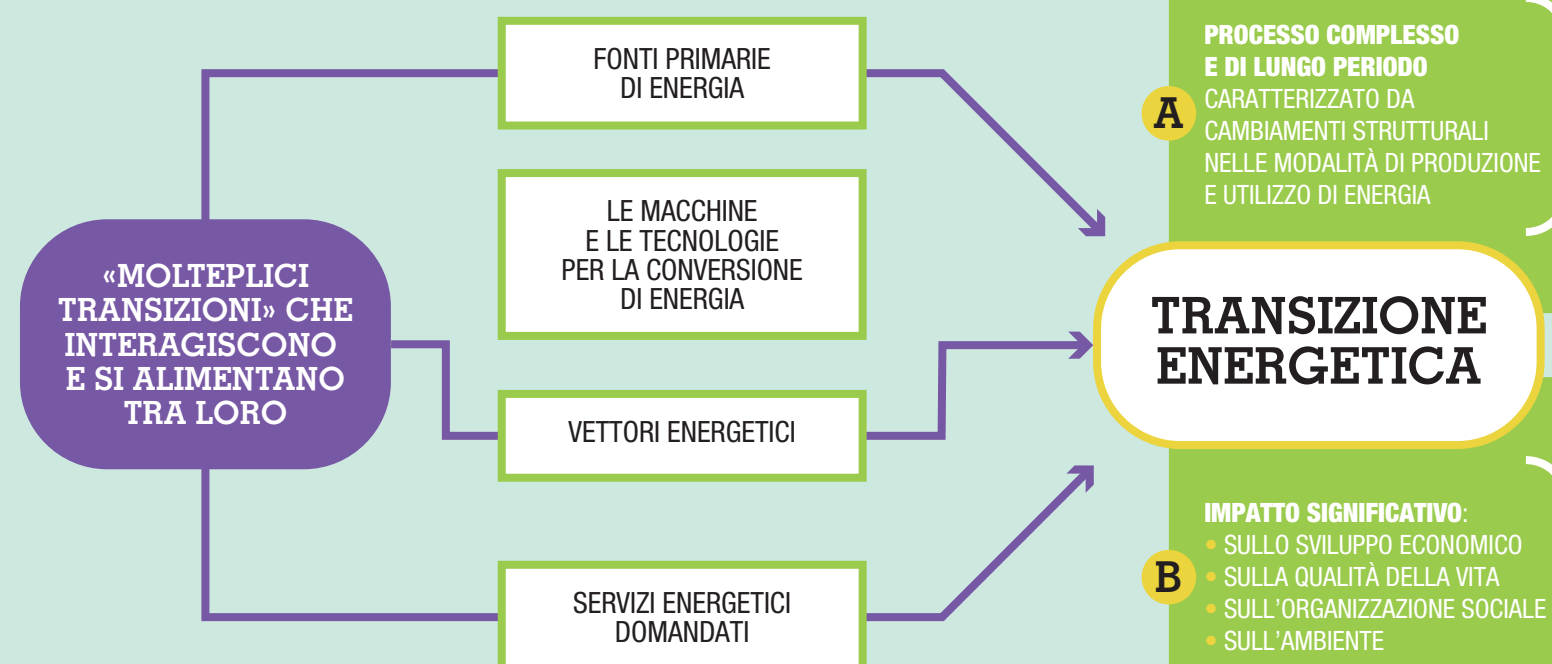


Il mercato dell'energia sta cambiando: nuove politiche, tecnologie e fonti fanno pensare all'inizio di un lungo viaggio verso un nuovo mondo, una "transizione energetica" alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico.

1. CHE COS'È UNA TRANSIZIONE ENERGETICA



La formula del nuovo paradigma

L'evoluzione dei sistemi di produzione energetica verso modelli sostenibili implica progressi paralleli in termini di fonti e tecnologie. Un processo lento ma inesorabile

di **Giuseppe Sammarco** SVP Energy Sector Integrated Technical Studies, Eni E&P Division

Che cos'è una transizione energetica e quali elementi la caratterizzano? È importante partire approfondendo questo tema, poiché ci consente di conoscere meccanismi, nessi logici e vincoli tecnologici o di altro tipo che governano il processo di cambiamento del sistema energetico e ne determinano direzione e velocità.

La transizione energetica è un processo che accompagna la storia dell'uomo fin dalla sua nascita e ha consentito lo sviluppo e il progresso della civiltà umana. Per comprenderne il significato definiamo gli elementi che la caratterizzano.

La prima caratteristica è di essere (almeno finora) un processo complesso e di lungo periodo, un processo che comporta cambiamenti strutturali nelle modalità di produzione e utilizzo di energia da parte dell'uomo, modalità spesso indicate con il termine di "paradigma energetico".

La seconda riguarda l'impatto signi-

ficativo della transizione energetica sullo sviluppo economico, sulla qualità della vita dell'uomo, sull'organizzazione sociale e sull'ambiente. Per questo motivo, nei paesi non ancora toccati in modo pervasivo dall'ultima transizione energetica - innescata dalla prima rivoluzione industriale, come vedremo in un prossimo articolo - e in cui ampie fasce di società non hanno accesso a fonti moderne di energia, i benefici sociali di una sua diffusione sono potenzialmente enormi. In questi paesi, ad esempio, il semplice passaggio da una candela all'energia elettrica consentirebbe alla popolazione giovane di studiare in condizioni ottimali e di poter contribuire così al progresso del paese, affrancando non solo se stessi dal fenomeno della povertà.

Infine, non dobbiamo pensare alla transizione energetica come a un processo monolitico, associato alla sola applicazione di una nuova tec-

nologia o alla sola diffusione di una nuova fonte energetica. Alla base di ogni transizione energetica vi sono «molteplici transizioni» che interagiscono e si alimentano tra loro e che riguardano più di una delle principali componenti di un sistema energetico:

1. le fonti primarie di energia (che si trovano in natura, come il carbone, il petrolio e il gas naturale);
2. le macchine e le tecnologie per la conversione di energia (ad esempio: motori elettrici, motori a scoppio, turbine);
3. i vettori energetici (ovvero le forme di energia che - come l'elettricità, la benzina o l'idrogeno - sono originate dalla trasformazione di fonti primarie);
4. i servizi energetici domandati (ad esempio: riscaldamento, raffrescamento, e più recentemente mobilità sostenibile).

A questo punto, assumendo che un sistema di produzione e consumo

di energia segua - nella sua fase di crescita - una determinata direzione, un modello o paradigma energetico stabile e consolidato, che cosa può determinare un cambiamento di percorso, avviando una nuova fase di transizione? La transizione (o meglio le "molteplici transizioni") può essere innescata da numerosi driver, ovvero da numerose variabili il cui cambiamento è in grado di far evolvere il sistema energetico in una direzione piuttosto che in un'altra, più o meno velocemente, raggiungendo gradualmente un nuovo paradigma energetico.

Per semplicità abbiamo raggruppato i "driver" in quattro grandi macro-categorie (Figura 2):

1. la disponibilità e competitività di nuove fonti primarie o vettori di energia;
2. la disponibilità e competitività di nuove macchine per la conversione di energia (motori primi o forze motrici primarie);

TRANSIZIONE ENERGETICA & CAMBIAMENTI CLIMATICI

(PARTE 1)

Su questi temi è in corso un dibattito importante e diffuso, i cui termini e concetti sono approfonditi in questi articoli a puntate.

Lo scopo è di proporre ai più esperti un'occasione di riflessione su argomenti conosciuti e, ai meno esperti, gli elementi di base per seguire la discussione.



3. l'adozione di nuove politiche energetiche e ambientali;
4. il cambiamento del livello e della tipologia di servizi energetici domandati dal consumatore.

Tutti i driver fanno leva sulla competitività delle fonti di energia e delle tecnologie, una competitività, fate attenzione, intesa nel senso più ampio, misurata su più dimensioni: competitività di prezzo, di qualità dei servizi forniti e ambientale. Le ultime due forme di competitività sono generalmente premiate dal quadro normativo di riferimento o dalle preferenze del consumatore. Il tema della competitività come leva principale dei driver della transizione è importante. Infatti, ci fa capire come ricerca e sviluppo tecnologico siano centrali in questo processo, poiché hanno avuto - e avranno sempre più - un ruolo fondamentale nel determinare il livello di tutti i tipi di competitività delle fonti di energia e delle forze motrici. Tra l'altro, questo significa che - grazie al progresso tecnologico - nulla può essere dato per scontato: soluzioni

messe da parte o considerate obsolete potrebbero acquisire (o riacquisire) competitività e rientrare in gioco, così come potrebbero entrare in gioco soluzioni attualmente impensabili. I driver della transizione, ab-

biamo visto, trasmettono al sistema energetico, con diversa intensità ed efficacia, la direzione da seguire, esattamente come il sistema di sterzo di una macchina trasmette alle ruote la volontà del guidatore di raggiun-

gere una destinazione. Ma, a sua volta, cosa influenza il guidatore nella sua decisione di raggiungere un nuovo obiettivo girando il volante? Cosa spinge il sistema a rendere disponibili nuove fonti e tecnologie e a modificare norme o preferenze? Sono i mega-trend, ovvero le grandi forze di cambiamento che modellano l'intera organizzazione sociale e il sistema di produzione. Ma di questo tema, che merita un ampio approfondimento, parleremo in una delle prossime puntate. Per concludere, in questa prima parte abbiamo visto quali siano le caratteristiche principali e i driver di una transizione energetica. Abbiamo visto che è un processo complesso, probabilmente non semplice da comprendere in astratto. Per questo motivo, per dare concretezza alle definizioni, nel prossimo articolo esamineremo le principali transizioni energetiche "epocali" del passato, portando esempi storici di come si siano realizzate ed evolute.



Una nuova percezione

La sfida della transizione energetica rappresenta per l'Italia e il suo sistema produttivo una potente chiave di crescita sostenibile, e anche un'opportunità di business, se si sarà in grado di realizzare innovazione tecnologica orientata all'efficienza energetica. Una sfida rispetto alla quale il paese e soprattutto la Basilicata non sono affatto all'anno zero. L'Italia è stata tra i primi ad adottare misure in materia di efficienza energetica e energia rinnovabile, che ci hanno aiutato a raggiungere in anticipo gli obiettivi energetici dell'Ue per il 2020. Meglio ancora fa la nostra regione: la Basilicata - con 2.487 Gigawattora prodotti da acqua, vento e sole, rispetto ai 2.863 totali (a fronte di un consumo pari a 3.014 Gwh) - ha raggiunto una performance di energia verde pari all'87 per cento, ben oltre il target minimo europeo di energia da fonti rinnovabili (32 per cento). È quanto emerso nel corso del convegno dal titolo "Transizione energetica una nuova percezione", organizzato da Confindustria Basilicata, con il

L'innovazione protagonista a Potenza

Gli "Innovation Days" che si sono svolti a Potenza tra il 26 e il 28 settembre, sono stati l'occasione per disegnare le prospettive sul futuro innovativo del tessuto imprenditoriale lucano. A mettere in piedi la tre giorni, con tanto di start up competition finale, è stata T3 Innovation, la struttura di trasferimento tecnologico della Regione Basilicata nata dall'unione di soggetti che operano da anni nel settore della consulenza strategica e dell'innovazione e supportata dal Dipartimento Politiche di Sviluppo, Formazione e Ricerca della Regione Basilicata. "Questi Innovation Days - ci ha raccontato Argoneto - ci hanno dimostrato che l'innovazione è possibile solo attraverso un'azione sinergica tra le istituzioni per dar vita ad un network virtuoso di valorizzazione delle idee e di cambiamento produttivo e duraturo nel tempo. Proprio questo principio di cooperazione ha reso possibile la creazione del Progetto IncHUBatori, che mette a sistema, per la prima volta, non solo Sviluppo Basilicata e T3, ma anche la stessa Università della Basilicata". L'incubatore, gestito da Sviluppo Basilicata, in collaborazione con l'Università della Basilicata e T3 Innovation, è stato inaugurato proprio al termine della

patrocinio dell'Università degli Studi della Basilicata. Nel corso dei lavori, moderati dal direttore Mario Sechi, è stato presentato il libro di Gianni Bessi "Gas naturale - l'energia di domani", con prefazione dell'economista e storico Giulio Sapelli. "La Basilicata si conferma tra le regioni più verdi d'Italia", ha detto il vicepresidente di Confindustria Basilicata, Francesco Somma, nel corso dei lavori. "Questo ci consente di aspirare legittimamente a essere un hub di produzione energetica generata dal mix delle diverse fonti". "L'energia è questione delle democrazie e della partecipazione cittadina - ha aggiunto Sapelli -; senza virtù civili la questione energetica non potrà mai essere risolta perché oltre alla prudenza tecnologica è necessaria la saggezza di saper vedere e comprendere i benefici futuri oltreché quelli presenti e quelli a breve termine. Benefici che passano anche attraverso la diminuzione delle disuguaglianze sociali e l'aumento della qualità della vita". Un nuovo approccio al tema funzionale dello sviluppo non solo energetico, quindi, ma anche economico e sociale presuppone - è questo l'assunto portante del libro di Gianni Bessi - scelte consapevoli e passa anche attraverso un confronto ricco e trasparente con i cittadini. "Per questo - ha sottolineato l'autore - è fondamentale investire nella formazione scolastica e universitaria. Di qui la mia proposta: le risorse con le quali attualmente si incentivano le rinnovabili, insieme alle royalties delle estrazioni, vengano utilizzate per sostenere lo studio dei giovani". "Nella prospettiva del sistema paese e della valorizzazione dei settori economici considerati strategici, come per esempio quello energetico - ha concluso Claudio Franchi della Flc Cgil, - è necessario che lo Stato, le amministrazioni locali e il sistema delle imprese siano coinvolti direttamente, attraverso un investimento di risorse, non solo economiche, che possa risultare efficace e produttivo sin da subito, e che, contemporaneamente, costruisca le basi dello sviluppo della conoscenza dei prossimi decenni".

L.S.



manifestazione, nel campus universitario di Macchia Romana. I destinatari sono micro, piccole e media imprese costituite e attive da non più di 24 mesi che possano qualificarsi come start up innovative e aspiranti imprenditori che presentino idee di impresa ad alto contenuto tecnologico. Tra i primi fruitori dei servizi messi a disposizione dall'Incubatore, ci saranno i vincitori di Start Cup Basilicata 2018. Il primo premio è stato assegnato a Xflies. Il secondo premio è andato ad Amerino Track, mentre Nhssoftgel si è aggiudicato il "Premio speciale Banca Popolare di Bari" e a Rolling Shoes è stato assegnato il "Premio Industria culturale e creativa".

C.I.

Il mercato dell'energia sta cambiando: nuove politiche, tecnologie e fonti fanno pensare all'inizio di un lungo viaggio verso un nuovo mondo, una "transizione energetica" alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico.



Su questi temi è in corso un dibattito importante e diffuso, i cui termini e concetti sono approfonditi in questi articoli a puntate. Lo scopo è di proporre ai più esperti un'occasione di riflessione su argomenti conosciuti e, ai meno esperti, gli elementi di base per seguire la discussione.

LE PRINCIPALI TRANSIZIONI ENERGETICHE EPOCALI DEL PASSATO



Le rivoluzioni del passato

Dalla scoperta del fuoco alla prima rivoluzione industriale. Un excursus attraverso i quattro passaggi energetici epocali che hanno segnato la storia dell'umanità

di **Giuseppe Sammarco** Energy Sector Integrated Technical Studies, Eni E&P Division

Nel primo articolo abbiamo visto quali siano le caratteristiche principali e i driver di una transizione energetica. Ora, per dare concretezza alle definizioni, esaminiamo le principali transizioni energetiche "epocali" del passato. Individuare le fasi di transizione energetica che hanno accompagnato la storia dell'uomo è una operazione che rischia di basarsi su valutazioni soggettive: il processo è continuo e si manifesta in fasi successive e i suoi limiti temporali non sempre sono facili da individuare. Per questo motivo ci affidiamo alla classificazione utilizzata da un noto studioso della storia dell'energia, Vaclav Smil, che ha identificato quattro transizioni energetiche epocali del passato. La prima ha come protagonista l'uomo

primitivo. A quel tempo i nostri antenati facevano affidamento solo sulla propria energia somatica (ovvero sulla conversione del cibo in forza muscolare) per raccogliere alimenti vegetali o uccidere animali. In questo modo si rifornivano dell'energia necessaria per mantenersi in vita e svolgere i compiti quotidiani. La forza motrice primaria (il motore primario) era rappresentata dall'uomo stesso e dai suoi muscoli, mentre la fonte di energia primaria erano le biomasse, alla base della catena alimentare dei cibi di cui si nutriva. Quando l'uomo primitivo imparò a controllare il fuoco – evento databile a circa 800.000 anni fa – ebbe luogo la prima transizione energetica. Questa scoperta, infatti, fornì la prima fonte di calore extra-somatica rendendo

più appetibile il cibo e più sicure e calde le notti. Il combustibile era comunque costituito da biomasse, che per lungo tempo continuarono a essere l'unica fonte primaria d'energia del sistema. La seconda transizione energetica epocale si ebbe quando l'uomo primitivo si trasformò da cacciatore e raccogliitore in allevatore e coltivatore. Quel periodo storico è identificato con il nome di "Rivoluzione agricola del neolitico" ed ebbe luogo presumibilmente nel periodo che va dal 12.000 – 8.000 a.C. (alla fine dell'ultimo periodo glaciale) fino al 3.500 a.C. circa. Da una situazione di nomadismo l'uomo passò progressivamente a una situazione di agricoltura sedentaria che forniva una fonte di energia alimentare di

gran lunga più affidabile e costante rispetto alla pratica tipica del nomadismo di "depredamento" dell'ecosistema naturale e successivo cambiamento di zona. A sua volta, un approvvigionamento alimentare-energetico più sicuro consentì la domesticazione e l'utilizzo sistematico nel lavoro di varie specie animali. La rivoluzione agricola del neolitico, nella pratica, potremmo dire sia stata la prima azione di ricerca della "sicurezza energetica" da parte dell'uomo. L'uomo, quindi, iniziò ad allevare animali e a utilizzarli nel lavoro agricolo, nella costruzione di edifici, nei trasporti e nelle guerre. In termini di capacità di lavoro, l'animale era in grado di superare gli uomini più energici e laboriosi. Buoi, cavalli, muli e asini (ma anche cammelli ed



1

IL DOMINIO DEL FUOCO

Circa un milione di anni fa, l'Homo erectus era in grado di controllare il fuoco: lo testimoniano i reperti rinvenuti nel 2012 nella grotta di Wonderwerk, in Sudafrica.



2

LA RIVOLUZIONE AGRICOLA

Durante il neolitico, l'uomo comincia a sfruttare la forza degli animali. Nella foto, pittura rupestre raffigurante delle mucche, Laas Geel, Somalia.



3

I MOTORI MECCANICI

La terza transizione energetica vide l'utilizzo di motori primari dall'antichità fino al XVII secolo. Nella foto, un mulino ad acqua, 1200 circa, Lower Slaughter, Inghilterra.



4

LE FONTI FOSSILI

La rivoluzione industriale indirizza la ricerca verso motori più potenti che impiegheranno energia di origine fossile. Nella foto, Edwin Drake, il primo pozzo di petrolio, 1859.

elefanti) sono rimasti i nostri motori primari per tutto il corso della storia, scomparendo dalla scena del lavoro – in buona parte ma non del tutto – solo dopo l'inizio dell'industrializzazione moderna. La terza transizione energetica epocale fu un processo lungo e a macchia di leopardo, che vide l'introduzione di nuovi tipi di motori primari - questa volta di natura meccanica - azionati dall'acqua e dal vento. Le prime piccole ruote a pale mosse dall'acqua furono introdotte in Europa nell'età antica e i primi mulini a vento arrivarono circa 1.000 anni dopo. L'au-

mento di capacità ed efficienza di queste macchine fu lento, ma alcuni paesi europei, agli albori dell'era moderna, ne disponevano ormai in gran quantità: i mulini a vento contribuirono alla prosperità dell'Olanda durante l'età moderna e, nei secoli XVIII e XIX, erano numerosissimi e sempre più potenti anche nelle zone montuose di Francia e Germania. La quarta transizione energetica epocale – quella che ha portato al paradigma energetico attuale – è un processo ben più complesso dei precedenti, i cui elementi costitutivi sono la sostituzione in tempi relativamente

rapidi della biomassa come fonte di energia con le fonti fossili (carbone, petrolio e gas naturale), l'introduzione dell'elettricità come moderno vettore energetico e l'invenzione e diffusione di macchine (motori primari) molto più potenti. La quarta rivoluzione energetica fu innescata – e resa possibile – dalla prima rivoluzione industriale: fu questo il processo che spinse alla ricerca e sviluppo di motori potenti alimentati da fonti di energia facilmente reperibili e disponibili in ampia quantità. Lo scopo era di aumentare la produttività della forza lavoro e di soddisfare una

domanda di beni in crescita continua. Il primo combustibile fossile in grado di rispondere a queste esigenze fu il carbone estratto dal sottosuolo. Al carbone seguirono – alla fine del diciannovesimo secolo – i combustibili liquidi ottenuti per raffinazione del petrolio greggio e successivamente il gas naturale.

Notevoli furono anche le novità introdotte nel settore dei motori primari. Nel XVIII secolo i motori a vapore furono i primi a essere alimentati a combustibile fossile, ovvero il carbone che generava il vapore. Ad essi seguirono i motori a combustione interna alimentati da prodotti petroliferi come benzina, gasolio o olio combustibile (scoperti e sviluppati nella seconda metà del XIX secolo) e le turbine a vapore (sviluppate negli anni Ottanta del XIX secolo). Anche i motori elettrici furono introdotti verso la fine dello stesso decennio.

Tra le grandi innovazioni del XX secolo vi sono poi l'energia nucleare e la turbina a gas (turboreattore), una tecnologia ampiamente impiegata nella generazione elettrica e nel trasporto aereo. A parte queste ultime eccezioni, i principali combustibili e i vari tipi di macchine ancora oggi in uso sono gli stessi da oltre un secolo, sebbene l'entità del loro utilizzo, la loro capacità produttiva unitaria e la loro efficienza siano aumentate considerevolmente rispetto agli inizi.

La quarta transizione energetica ci ha dunque portati nell'età contemporanea e, giunti a questo punto, può sorgere spontanea una domanda: ma qual è di preciso il mix energetico attuale? Qual è il paradigma da cui la nuova transizione energetica – la quinta - ci dovrebbe far uscire per andare alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico? Se avrete la pazienza di seguirci, sono questi gli argomenti che affronteremo nella prossima puntata. ■



Da "Porte aperte" agli incontri con le associazioni dei consumatori. Le iniziative che Eni ha portato avanti nella Val d'Agri e in tutta la Basilicata

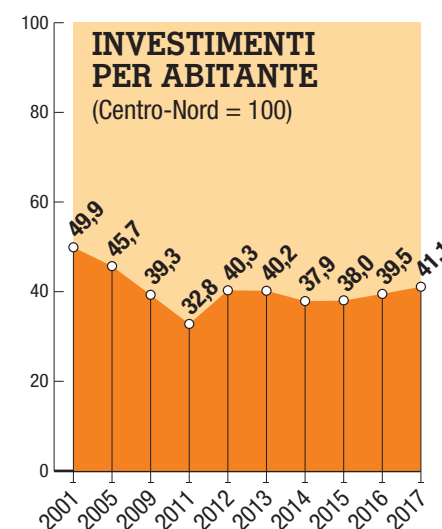
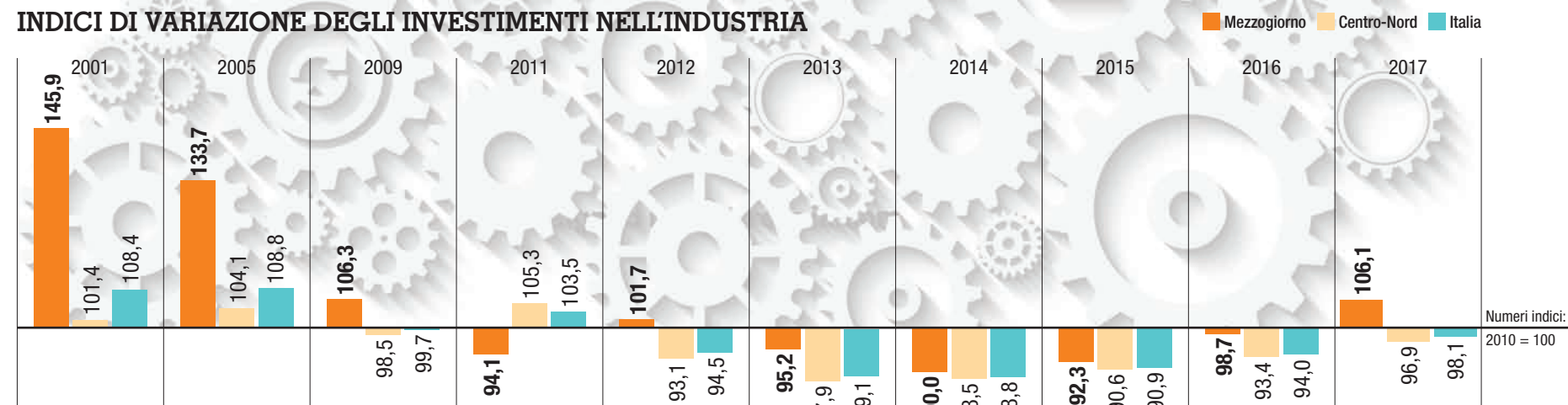
2018

negli ultimi dodici mesi, "per aprire il nostro mondo e dialogare sui fatti per trovare convergenze e possibili convivenze"

Un anno di dialogo e confronto

SPECIALE

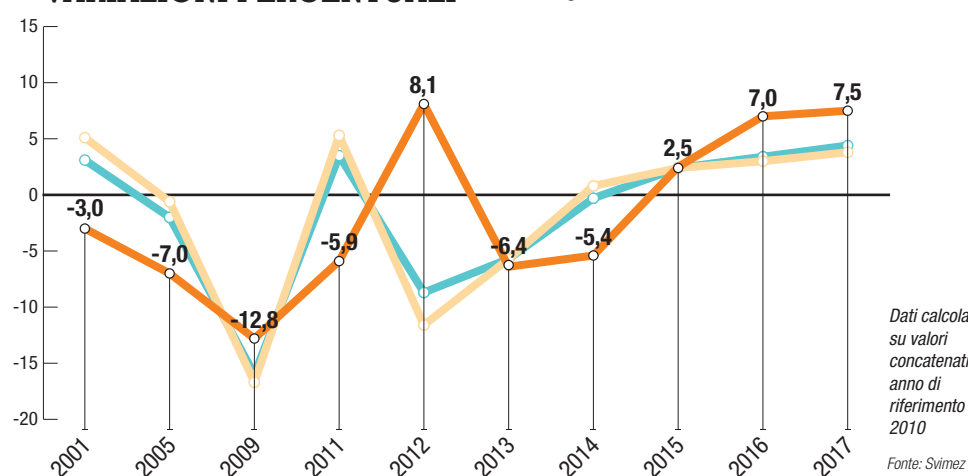
INDICI DI VARIAZIONE DEGLI INVESTIMENTI NELL'INDUSTRIA



QUOTA PERCENTUALE MEZZOGIORNO/ITALIA

| | |
|------|-------|
| 2001 | 21,9% |
| 2005 | 20,0% |
| 2009 | 17,3% |
| 2011 | 14,8% |
| 2012 | 17,5% |
| 2013 | 17,4% |
| 2014 | 16,5% |
| 2015 | 16,5% |
| 2016 | 17,1% |
| 2017 | 17,6% |

VARIAZIONI PERCENTUALI



Il primo grafico mette a confronto le variazioni degli investimenti fissi lordi nell'industria al Sud, al Centro-Nord e in Italia, tra il 2001 e il 2017, prendendo come punto di riferimento l'anno 2010 (=100). Le figure successive mostrano, nell'ordine, l'ammontare degli investimenti per abitante al Sud rispetto a quello del Centro-Nord (=100); la quota dei fondi investiti nel Mezzogiorno rispetto al totale italiano e le variazioni percentuali degli investimenti al Sud, al Centro-Nord e nell'intero Paese tra il 2001 e il 2017.

dicono essere in pericolo. Pongo delle domande semplici e chiare, sperando che ciascuno di voi possa darsi una risposta sincera e non pregiudiziale.

È vero o non è vero che l'agricoltura di qualità è migliorata e cresciuta, nella Basilicata degli ultimi vent'anni? E le aree protette, sono cresciute o diminuite? E il turismo culturale? E le grandi operazioni mediatiche – dal cinema a Matera 2019 – sono migliorate o peggiorate? E l'enogastronomia? E la capacità attrattiva dei nostri piccoli borghi? Le risposte credo le sappiate tutti; si tratta di meditarle a fondo e convincersi che in Basilicata – rispettando ambiente, ricerca tecnologica e legalità – è possibile “tenere tutto insieme”, perché solo così si possono dare quelle risposte, a partire dall'occupazione giovanile, che è la croce di tutti gli attori pubblici impegnati in questa Regione.

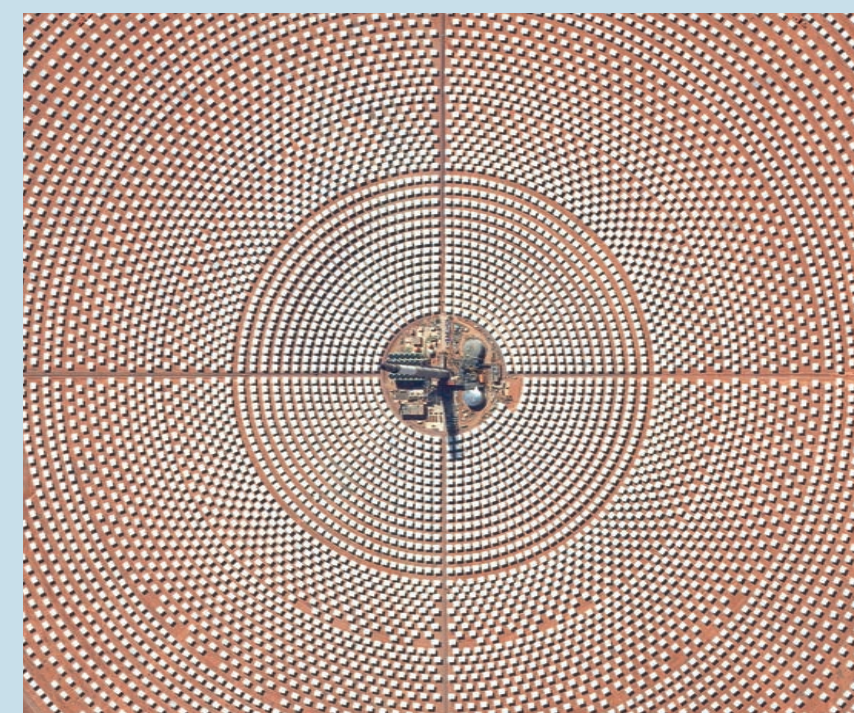
Aggiungo un'ultima nota di riflessione. Sono favorevole – come tutti, credo – al principio delle autonomie locali e del decentramento amministrativo e politico. Ma credo sia nefasto considerare il regionalismo la premessa ideologica a pensarsi quale “repubblica indipendente”. La Basilicata, come tutte le Regioni d'Italia, deve sempre tenere conto che le proprie risorse sono al servizio del Paese e che uno Stato forte non può non avere un governo forte che indirizza l'intero Paese in materia di sfruttamento delle risorse e di energia. Infatti quando parliamo di estrazioni petrolifere in Basilicata noi dovremmo imparare a dire che il petrolio viene estratto anzitutto in Italia, perché serve all'Italia e perché fa bene alla

strategia geopolitica, energetica ed economica dell'Italia. E allora facciamo in modo che la Basilicata non abbia paura di dirsi la verità fino in fondo: che il benessere economico è un valore, perché dà dignità, libertà e indipendenza – anche politica – alle persone. Lo so, lo so bene che molti non saranno d'accordo, perché si tratta di pagare un prezzo. Ma credetemi, senza crescita economica e senza ricchezza la Basilicata è destinata a spopolarsi – o, al massimo, a diventare meta turistica episodica per chi vuole riposarsi un po' e godere per qualche giorno di paesaggi unici. Ma non basta. Non basta per essere vivi, forti e protagonisti.

Il mercato dell'energia sta cambiando: nuove politiche, tecnologie e fonti fanno pensare all'inizio di un lungo viaggio verso un nuovo mondo, una “transizione energetica” alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico.



Su questi temi è in corso un dibattito importante e diffuso, i cui termini e concetti sono approfonditi in questi articoli a puntate. Lo scopo è di proporre ai più esperti un'occasione di riflessione su argomenti conosciuti e, ai meno esperti, gli elementi di base per seguire la discussione.



Alla vigilia di una nuova era

La maggior parte del fabbisogno energetico mondiale è ancora soddisfatto da fonti tradizionali ma ci sono alcuni indizi che fanno presagire un cambiamento di rotta

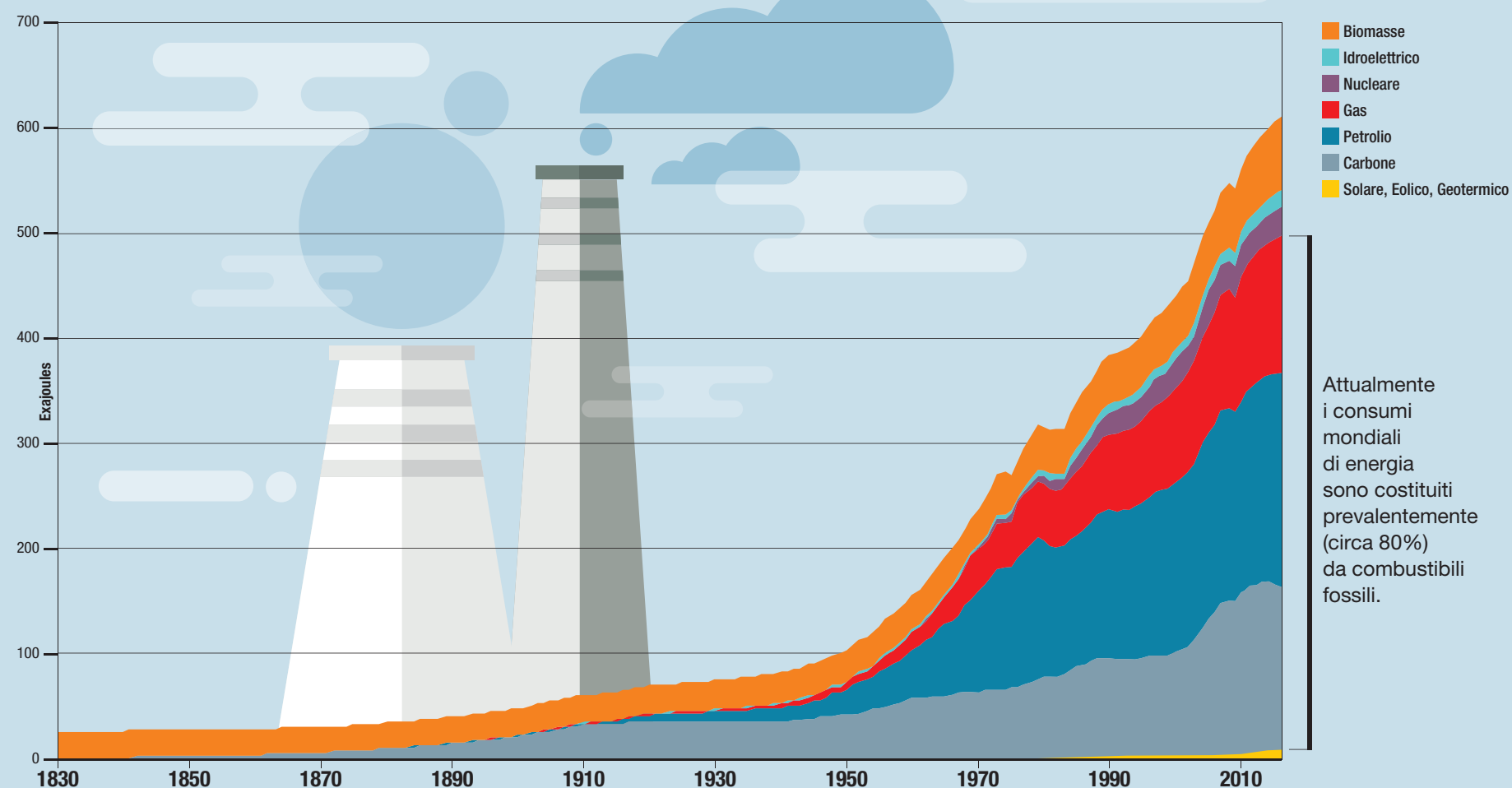
di **Giuseppe Sammarco** Energy Sector Integrated Technical Studies, Eni E&P Division

Alla fine della scorsa puntata ci eravamo lasciati con la domanda di quale sia il mix di fonti che caratterizza l'attuale paradigma energetico da cui ci stiamo muovendo. Nella Figura 1 sono riportati i consumi mondiali primari di energia dal 1831 al 2016. Se la si analizza

con attenzione ci racconta molte cose. La prima osservazione è che l'ultima transizione energetica – la quarta – è stata caratterizzata da una crescita esponenziale della domanda di energia, una crescita alimentata sia dal rapido e intenso (rispetto al passato) progresso economico che dallo sviluppo della popolazione. Il

FIGURA 1. CONSUMI PRIMARI DI ENERGIA MONDIALI: 1830-2016

Fonte: dal 1830 al 1950 fonti varie, dal 1950 al 2016 BP Statistical Review



nesso causale ha operato in entrambe le direzioni, ovvero anche l'ampia disponibilità di energia ha permesso di raggiungere in molte aree del Mondo un livello di benessere e di reddito elevati e diffusi come mai successo in precedenza.

A sua volta, l'ampia disponibilità di energia deriva dalla crescente offerta di fonti fossili (carbone, petrolio e gas naturale) resa possibile dal progresso tecnologico e da conoscenze scientifiche sempre maggiori.

La seconda osservazione è che le diverse fonti fossili si sono sviluppate in fasi successive. La prima a diffondersi è stato il carbone, seguono il petrolio e il gas naturale. Infine – ma non è una fonte fossile - a partire da metà del XX secolo è apparsa sul mercato una nuova forma di energia:

il nucleare. La terza osservazione è che gli attuali consumi mondiali di energia sono costituiti prevalentemente proprio da petrolio, gas naturale e carbone, che – congiuntamente – raggiungono una quota sul totale pari a circa l'80 per cento. Per questo motivo l'attuale paradigma energetico è detto anche "era delle fonti fossili".

L'ultima osservazione è che da questo grafico non sembrerebbero emergere indizi di una nuova transizione energetica, non sembra vi sia un cambiamento rispetto alle dinamiche del passato e che nuove fonti si stiano affermando in sostituzione di quelle esistenti.

Ma se fate attenzione, in basso a destra si nota una parte di rinnovabili (costituita prevalentemente da eolico

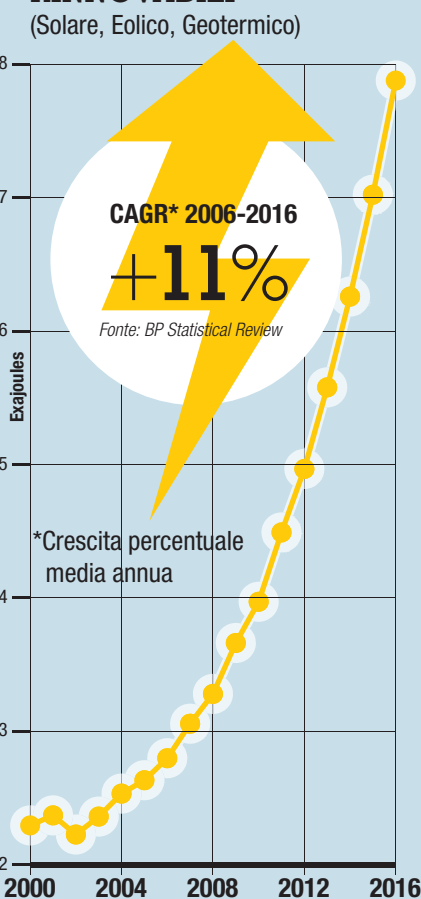
e solare) che, seppure di volume ridotto, sembra essere in una fase di forte sviluppo: questo dettaglio è considerato da alcuni esperti il segnale iniziale di una trasformazione in atto. Esplorendo questa parte del grafico (Figura 2), si vede che negli ultimi anni queste fonti sono cresciute a tassi elevati (in media +11 per cento l'anno nel 2006 – 2016) assumendo il tipico andamento di una crescita "esponenziale". Tale andamento sarebbe il segnale di una loro rapida e continua espansione in grado di sostituire nei prossimi anni quantità significative di combustibili fossili. A questo proposito si può osservare che gli elevati incrementi percentuali registrati sono caratteristici della fase iniziale di sviluppo di una fonte di energia, quando i quantitativi in

gioco sono molto bassi rispetto al fabbisogno totale. In futuro, probabilmente, man mano che cresce la base di partenza sarà difficile mantenere questi incrementi percentuali e occorrerà tempo prima che le nuove fonti rinnovabili raggiungano quote di mercato elevate. Su questo importante punto di discussione torneremo con maggiore dettaglio in uno dei prossimi articoli.

Tornando al nostro tema, altri indizi di mutamento del paradigma energetico sono visibili, forniti dall'osservazione dei principali driver delle transizioni energetiche illustrati nel primo articolo di questa serie.

Il primo è il costo. Come si può vedere dal grafico della Figura 3, nel periodo 2010 – 2017 il costo di generazione elettrica (media ponderata

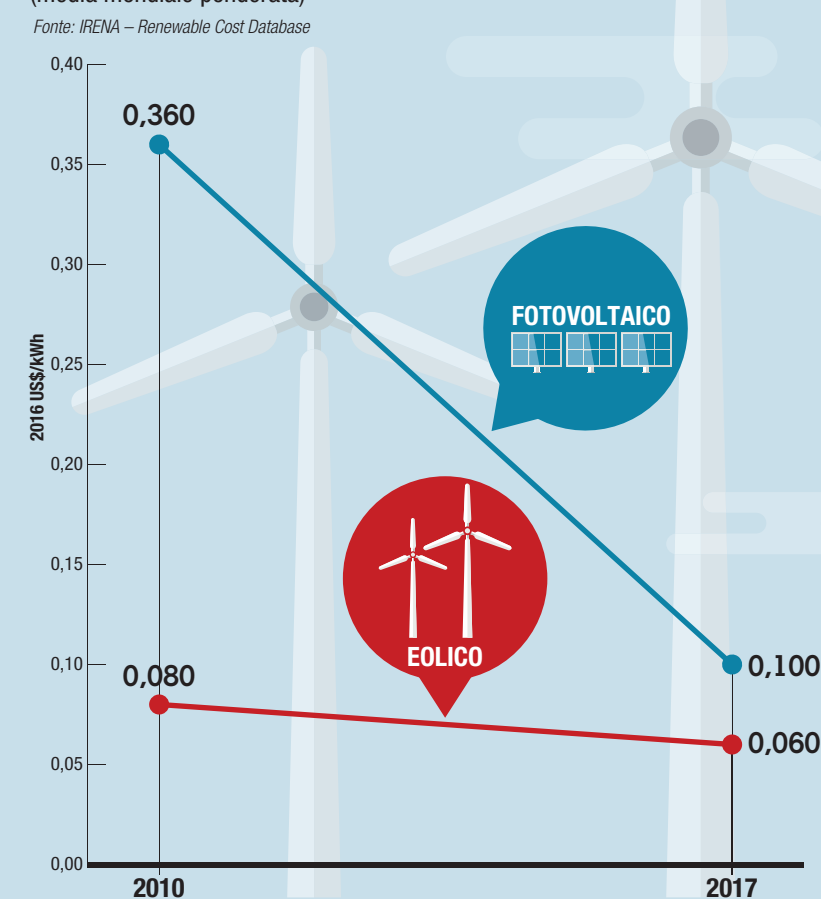
FIGURA 2. CONSUMI PRIMARI DELLE NUOVE FONTI RINNOVABILI (Solare, Eolico, Geotermico)



mondiale) da impianti di grande taglia (utility-scale) fotovoltaici ed eolici a terra (onshore, attualmente i più diffusi) è diminuito rispettivamente del 72 per cento (da 0,360 \$/kWh a 0,100 \$/kWh) e del 25 per cento (da 0,080 \$/kWh a 0,060 \$/kWh). Di conseguenza, la distanza dai prezzi che si formano sui mercati elettrici nazionali si è ridotta (per un confronto di massima: in Europa, nel periodo giugno 2017 – giugno 2018 il prezzo medio è oscillato tra 0,035 €/kWh e 0,055 €/kWh; fonte: Platt's). Se questa dinamica di riduzione dei costi dovesse proseguire nei prossimi anni, secondo alcuni darebbe ulteriore supporto alla crescita esponenziale di fotovoltaico ed eolico. Alla riduzione del costo di generazione si è aggiunta una elevata riduzione

FIGURA 3. EVOLUZIONE DEL COSTO DI GENERAZIONE DEL KWH DA IMPIANTI FOTOVOLTAICI ED EOLICI "UTILITY SCALE" (media mondiale ponderata)

Fonte: IRENA – Renewable Cost Database

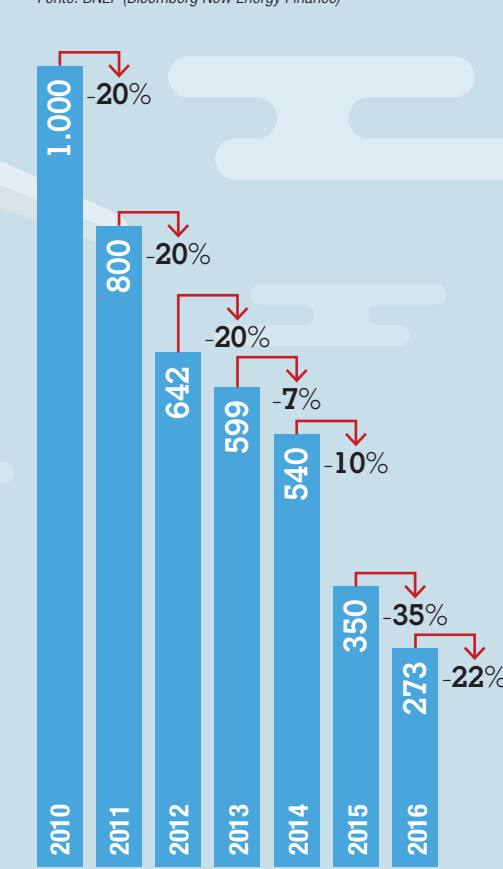


dei costi delle batterie al litio nel periodo 2010-2016 (Figura 4). La possibilità di avere uno stoccaggio energetico è uno dei fattori chiave per la diffusione di eolico e fotovoltaico, per loro natura fonti non programmabili, intermittenti e quindi difficili da integrare in un sistema elettrico che deve fornire energia in rete quando serve e deve mantenere costantemente stabile l'equilibrio di domanda e offerta. Lo stoccaggio energetico permette di agire da backup di queste fonti non programmabili, assorbendo energia quando è in eccesso rispetto alla domanda e rilasciandola quando si verifica il caso contrario. Il problema attuale dei sistemi di stoccaggio è il loro costo che, se aggiunto a quello della generazione, rende particolarmente elevato il costo complessivo

delle rinnovabili. La riduzione del costo delle batterie del 73 per cento è un risultato importante, ma non ancora sufficiente. Anche in questo caso, però, l'attesa di ulteriori progressi tecnologici alimenta in una parte degli esperti l'aspettativa di una rimozione definitiva dell'ostacolo. Il terzo indizio è la crescente priorità nelle principali agende politiche nazionali e internazionali assunta dal tema dell'adozione di misure di contrasto al cambiamento climatico. Il driver politico e normativo si sta già rivelando il principale motore della nuova transizione energetica e potrebbe esserlo sempre più in futuro. Infine, il quarto indizio è legato alle preferenze dei consumatori: nei Paesi più ricchi – ma non solo - una maggiore coscienza sociale del problema

FIGURA 4. EVOLUZIONE DEL PREZZO DELLE BATTERIE AL LITIO (\$/kWh)

Fonte: BNEF (Bloomberg New Energy Finance)



del riscaldamento globale inizia ad essere uno dei principali parametri decisionali delle scelte energetiche di imprese e consumatori, spingendo all'adozione di soluzioni low carbon, ovvero all'utilizzo di tecnologie e fonti di energia che consentano una riduzione delle emissioni di gas serra. A questo punto ci poniamo una nuova domanda: se esistono evidenze che i driver si stiano attivando per modificare la direzione dello sviluppo del sistema energetico, quali sono i mega-trend che guidano l'azione dei driver, che individuano la nuova meta e definiscono le caratteristiche del nuovo paradigma energetico verso cui evolvere? Un po' di pazienza e ne discuteremo nella prossima puntata.

Il mercato dell'energia sta cambiando: nuove politiche, tecnologie e fonti fanno pensare all'inizio di un lungo viaggio verso un nuovo mondo, una "transizione energetica" alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico.

All'origine della transizione energetica: i mega-trend

Ad orientare lo sviluppo del sistema energetico sono le grandi forze di crescita e cambiamento che modificano e modellano l'intera organizzazione sociale e produttiva

di **Giuseppe Sammarco** SVP Energy Sector Integrated Technical Studies, Eni E&P Division

Nelle scorse puntate abbiamo conosciuto e discusso i "driving system" del sistema energetico. Ma è sufficiente la loro osservazione per capire dove ci stia portando la nuova transizione energetica e soprattutto in che modo e perché? La risposta è negativa: i driving system, infatti, sono come il meccanismo di sterzo e l'acceleratore di una macchina, in grado di indirizzare il veicolo verso la meta voluta alla velocità voluta ma solo se manovrati dal guidatore. Chi guida l'auto nel nostro caso? Chi decide meta e strada da percorrere, regolando la velocità? Alla base di tutto ci sono i mega-trend, ovvero le grandi forze di crescita e cambiamento che modificano e modellano l'intera organizzazione sociale e il sistema di produzione, e che orientano la coscienza collettiva e le principali scelte di imprenditori,

consumatori e decisori politici. Sono i mega-trend, in sostanza, che guidano la nuova transizione energetica e i suoi tempi agendo sui driving system, poiché indirizzano:

- le decisioni politiche, inducendo il legislatore - ad esempio - a produrre norme e standard ambientali più o meno severi o a favorire o meno l'utilizzo di alcune fonti di energia;
- l'innovazione tecnologica, inducendo industria e ricerca a dare impulso o meno all'attività di sviluppo e commercializzazione di nuove tecnologie e fonti di energia aventi caratteristiche che rispondono a esigenze emergenti;
- le preferenze dei consumatori, rendendo le tecnologie e le fonti di energia disponibili sul mercato più o meno appetibili e competitive e modificando, in definitiva,



sia la composizione della domanda che - conseguentemente - il mix dell'offerta. Il risultato finale dell'azione di queste forze è il raggiungimento di un nuovo equilibrio, di un nuovo paradigma energetico che riflette in modo mediato i diversi obiettivi finali verso cui spingono i singoli mega-trend in azione. Nella figura qui sopra sono riportati alcuni dei più importanti mega-trend (la lista non vuole essere ov-

vamente esaustiva) che orientano lo sviluppo del sistema energetico. Parte di essi sono "storici" - ovvero hanno guidato l'ultima transizione energetica - e continueranno in futuro ad esercitare la loro influenza. Altri, pur essendo più recenti, avranno comunque un notevole peso nel determinare percorso e punto di arrivo della transizione energetica in divenire. Il primo mega-trend preso in esame è un fenomeno già citato quando

abbiamo parlato della quarta (e per ora ultima) transizione energetica epocale iniziata nel XVIII secolo: lo sviluppo industriale. In quell'occasione lo identificammo come il principale motore di quel processo. L'aumento dei volumi di beni e servizi prodotti e il cambiamento delle modalità di produzione per il mercato di massa innescati dalla prima, seconda e terza rivoluzione industriale hanno infatti impresso una chiara direzione al sistema energetico: ci

hanno portato al paradigma attuale caratterizzato da un ampio utilizzo di carbone, petrolio e gas naturale, fonti di energia facilmente trasportate, stoccate e utilizzate per la produzione di lavoro, calore ed energia, ma soprattutto disponibili in quantità sufficienti a soddisfare un fabbisogno energetico che è cresciuto a ritmi esponenziali nel corso degli ultimi 150 anni. Poiché buona parte del mondo non ha ancora sperimentato uno sviluppo industriale diffuso,

TRANSIZIONE ENERGETICA & CAMBIAMENTI CLIMATICI
(PARTE 4)

Su questi temi è in corso un dibattito importante e diffuso, i cui termini e concetti sono approfonditi in questi articoli a puntate. Lo scopo è di proporre ai più esperti un'occasione di riflessione su argomenti conosciuti e, ai meno esperti, gli elementi di base per seguire la discussione.



Il terzo mega-trend è rappresentato dalla diffusione del trasporto di persone e merci, un fenomeno che, come lo sviluppo industriale, è ancora estraneo a molti paesi e avrà nei prossimi anni un impatto elevato sul fabbisogno complessivo di energia del mondo.

striale, è ancora estraneo a molti paesi e avrà nei prossimi anni un impatto elevato sul fabbisogno complessivo di energia del mondo, in particolare sulla richiesta di fonti che siano economiche e facilmente utilizzabili nel settore dei trasporti, date le tecnologie e le infrastrutture disponibili.

Il quarto mega-trend è costituito dall'esigenza di ridurre le emissioni di inquinanti a impatto locale causate dalla produzione e dall'utilizzo delle fonti di energia. Questo importante mega-trend guida il sistema energetico già da molti decenni e – in particolare per i grandi impianti industriali o per i veicoli a motore – ha portato all'introduzione di standard emissivi sempre più severi e ha innescato importanti processi di innovazione tecnologica come quelli che hanno riguardato il settore dei trasporti (dai motori Euro 1 dei primi anni '90 agli attuali Euro 6). Per completare lo scenario delle grandi tendenze che potranno guidare l'evoluzione del sistema energetico nel corso di questo secolo, rimangono da analizzare gli ultimi tre mega-trend: la mitigazione del fenomeno del cambiamento climatico (ovvero la riduzione delle emissioni di gas serra), l'accesso universale all'energia e la crescita della popolazione. Nella prossima puntata vedremo quale sia la loro rilevanza e perché costituiscano le più importanti sfide che il mondo dell'energia deve affrontare.

possiamo ritenere che il mega-trend non abbia esaurito la sua funzione propulsiva e, continuando ad alimentare la crescita economica dei Paesi in via di sviluppo, innescherà a cascata un persistente aumento del fabbisogno mondiale di energia. Alle prime tre rivoluzioni industriali, si sta oggi aggiungendo la quarta rivoluzione industriale, meglio conosciuta come rivoluzione della "digitalizzazione". Possiamo definirla – in estrema sintesi – come una nuova modalità di interazione tra macchine, uomo e dati resa possibile da una sempre più ampia disponibilità di informazioni digitali e dalla capacità di elaborarle, migliorando e in parte automatizzando molti processi gestionali e decisionali. Gli esperti ipotizzano che la quarta ri-

voluzione industriale avrà un impatto elevato anche sul processo di de-carbonizzazione del sistema energetico (un altro mega-trend di cui parleremo in seguito) e più in generale sulla sostenibilità delle modalità di produzione di beni e servizi. Il secondo mega-trend è rappresentato dalla sicurezza energetica, ovvero la garanzia di avere a disposizione un flusso stabile e affidabile nel tempo di energia adeguata a sostenere la crescita della domanda e a garantire il livello di benessere raggiunto. Questo mega-trend era già in azione all'epoca della seconda transizione energetica epocale più di diecimila anni fa, quando l'uomo primitivo si trasformò da cacciatore e raccoglitore in allevatore e coltivatore (la "Rivoluzione agricola del

neolitico") proprio allo scopo di assicurarsi un rifornimento sicuro e affidabile delle principali risorse energetiche di allora (cibo e foraggio). Nonostante siano passati migliaia di anni, questo mega-trend esercita il suo influsso ancora oggi. Spesso, infatti, tra i motivi a sostegno di decisioni che favoriscono un più ampio utilizzo delle rinnovabili viene citata la maggior sicurezza energetica che garantiscono queste fonti di energia in quanto disponibili (quasi) ovunque, a differenza di petrolio e gas naturale che creano dipendenza da importazione nei paesi privi o scarsi di risorse nazionali. Il terzo mega-trend è rappresentato dalla diffusione del trasporto di massa di persone e merci, un fenomeno che, come lo sviluppo indu-

A Viggiano il primo impianto digital di Eni

Il COVA guida un importante processo di rinnovamento. Il modello di trasformazione digitale che si sta realizzando qui sarà esportato in tutti i siti Eni nel mondo

La trasformazione digitale in Eni è una realtà da anni. Essa costituisce per la Società una leva fondamentale che permette di migliorare i risultati in termini di salute, sicurezza e ambiente, efficienza produttiva, gestione e integrità degli asset. È un percorso che mette la persona al centro, valorizza le competenze e ne stimola l'accrescimento. È un processo virtuoso, imprescindibile per lo sviluppo di Eni e i cui benefici si riflettono anche sulle comunità locali dei territori nei quali opera. Attualmente il processo di digitalizzazione sta vivendo una grande accelerazione che vede protagoniste le

realtà produttive. Di recente si è conclusa la prima fase dei lavori per la digitalizzazione del Centro Olio Val d'Agri (COVA). Per approfondire quanto fatto fino ad oggi, nel mese di febbraio, a Viggiano, è stato organizzato un incontro che ha visto la partecipazione del management di sede, di sito e dei colleghi dell'impianto. È stato un importante momento di condivisione in cui sono stati affrontati molti temi legati alla trasformazione digitale: dal valore strategico di questo processo per Eni, al ruolo essenziale delle competenze e delle persone, alla cybersecurity. Sono stati poi sottolineati i vantaggi



CuoreBasilicata entra nel vivo

Workshop, spettacoli teatrali, sito web. Tante le iniziative messe in cantiere dal gruppo Atlantide di Jacopo Fo per valorizzare il territorio della Val d'Agri



Nelle foto, il Digital Day di febbraio. Durante l'incontro, il management di sede, di sito e i colleghi dell'impianto hanno affrontato temi legati alla trasformazione digitale del COVA.

per l'impianto: la digitalizzazione migliora la sicurezza, rende più efficiente la gestione delle operazioni, consente di ottenere informazioni e dati in tempo reale, aumenta la flessibilità e la rapidità nel prendere decisioni, accresce la capacità di prevedere eventi e permette di tracciare le operazioni. Ma perché si è scelto di partire proprio dal COVA? Il centro Olio è un sito complesso con processi articolati che hanno costituito un importante banco di prova per la messa a punto dei sistemi e modelli elaborati dagli Eni Data Scientists in stretta collaborazione con i tecnici e con gli operativi del sito. I risultati ottenuti fino ad oggi sono molto positivi. Ecco perché il COVA rappresenterà il modello che Eni esporterà in tutti i siti produttivi in Italia e all'estero.



Il progetto CuoreBasilicata, realizzato da Jacopo Fo srl (Gruppo Atlantide) con il sostegno di Eni, entra nel vivo. Il primo passo è stato costituire un Gruppo di Animazione Territoriale (GAT), composto da giovani professionisti provenienti dagli 11 Comuni dell'area di CuoreBasilicata: Calvello, Grumento Nova, Marsico Nuovo, Marsicovetere, Moliterno, Montemurro, Paterno, Sarconi, Spinoso, Tramutola, Viggiano che, assieme a tutto il team di CuoreBasilicata coordinato da Jacopo Fo e Bruno Patierno, avranno il compito di:

- Incrementare i flussi turistici promuovendo il territorio e i suoi

protagonisti anche attraverso la creazione del portale web www.cuorebasilicata.it e la creazione di pacchetti turistici.

- Sostenere il lavoro di sviluppo di iniziative culturali e artistiche delle associazioni del territorio facendo rete tra associazioni, enti, scuole e aziende. Le associazioni avranno anche la possibilità di utilizzare il portale www.cuorebasilicata.it come vetrina per le proprie iniziative e di usufruire in modo gratuito dei corsi e dei programmi organizzati nell'ambito del progetto CuoreBasilicata.
- Sostenere le aziende, creando una rete tra le realtà produttive locali che possa favorire l'e-commerce dei prodotti del territorio, anche attraverso il portale www.cuorebasilicata.it.



una disponibilità di potenza pari 22,4 PFlop/s. In altre parole: 22,4 milioni di miliardi di operazioni matematiche svolte in un secondo. A maggio 2018, in un tempo record di 15 ore, il supercomputer ha eseguito 100.000 simulazioni di modelli di giacimento ad alta risoluzione. Nella classifica Top500 dei supercomputer più potenti al mondo, pubblicata a giugno, il sistema di supercalcolo di Eni si è piazzato in tredicesima posizione. Non solo: il super cervellone ha quadruplicato la potenza dell'intera infrastruttura

del Green Data Center, rendendola la più potente al mondo a livello industriale e la quarta in termini di efficienza energetica (PetaFlop/MegaWatt). L'infrastruttura di calcolo di Eni funziona sulla base di un unico ecosistema di algoritmi estremamente avanzato, basato sull'esperienza e sul know how della compagnia. HPC4 consentirà, per le attività upstream, l'esecuzione e l'evoluzione degli algoritmi dedicati all'imaging geofisico tridimensionale, alla modellizzazione dei sistemi petroliferi, e all'elaborazione di modelli sofisticati di simulazione di giacimento e di ottimizzazione degli impianti produttivi.

HPC4, il sistema di supercalcolo più potente al mondo

L'HPC (High Performance Computing), nato presso il Green Data Center di Ferrera Erbognone, è il più potente computer in Europa destinato alla produzione industriale Oil & Gas e viene usato principalmente per lo studio dei dati provenienti dal sottosuolo. Il nuovo supercalcolatore denominato HPC4, installato nel gennaio del 2018, vanta una performance di picco pari a 18,6 PetaFlop/s che, associata a quella del sistema di supercalcolo precedente (HPC3), porta l'infrastruttura a raggiungere

Il COVA è il primo impianto che guida questo processo di trasformazione. Perché la scelta è caduta sull'impianto lucano?

Dovevamo scegliere un sito upstream che fosse significativo per potere essere esportato, almeno nell'impostazione di massima. Il COVA opera in una realtà per noi estremamente importante, ed è inoltre un centro impiantisticamente completo. Era inutile trovare soluzioni su un impianto facile per poi cercare di applicarle in impianti più complessi. Vincere la sfida qui, in Italia, ha inoltre per noi anche un forte valore simbolico.

Il processo a che punto è?

La configurazione è stata già fatta, le soluzioni innovative sono state trovate, abbiamo cioè completato la fase di costruzione dell'ambiente digitale in stretta collaborazione con il management e gli operatori di sito. Ora stiamo allargando la conoscenza

del funzionamento a tutte le persone che vi lavorano.

Cioè la formazione?

Non parlerei solo di formazione, ma anche di iniziative di change management. Come dicevo all'inizio, siamo davanti a un approccio diverso, a cambio culturale, di un nuovo rapporto tra la tecnologia e la persona: si deve instaurare un circolo virtuoso in cui le persone migliorano la tecnologia e la tecnologia migliora le performances delle persone.

Ma è possibile immaginare che queste competenze siano condivise con la società scientifica lucana?

Queste sono competenze delle persone che lavorano in Eni. Se poi mi sta chiedendo se questa esperienza siamo disposti a dividerla con il mondo ad esempio dell'università lucana, la nostra volontà è certamente quella di creare un network molto forte con la comunità scientifica per

attrarre nuovi talenti, ma anche fare rete con piccole società e start up. Abbiamo di recente fatto una call for innovation per lo sviluppo congiunto di soluzioni digitali all'avanguardia. In questo modo si creano competenze che possono servire in industrie diverse dalla nostra e allo stesso tempo noi possiamo sperimentare con successo soluzioni applicate altrove.

Avete a disposizione uno dei più grandi cervelloni al mondo, l'HPC4 (High Performance Computing layer 4), un record di intelligenza e velocità che elabora i dati in possesso di Eni. È il grande regista a freddo di tutte le scelte?

No, il grande regista è la persona. Il cervellone nel green data center ci permette di fare i calcoli velocemente, per darle un numero fa 22 milioni di miliardi di operazioni matematiche in un secondo. Gli algoritmi che sviluppiamo per trovare soluzioni

sono utili perché si ha una risposta veloce. L'intelligenza artificiale non è un tema nuovo, se ne parla da 30 anni. Perché oggi è diventata così attuale? Perché oggi il sistema computazionale permette di avere risposte in tempi brevi. Se devo decidere su una cosa che può succedere tra un'ora non ha senso avere la risposta tra due giorni. Quello che abbiamo sviluppato in Val d'Agri sfrutta questa capacità computazionale.

Insomma, o si trova una strada o se ne costruisce una nuova, come lei ripete spesso citando Annibale.

Sì, è così. La trasformazione digitale è il terreno su cui tutte le società e le istituzioni dovranno confrontarsi. È il terreno sui cui si gioca la partita del futuro. Noi abbiamo investito molto per creare delle opportunità, a iniziare dalla Basilicata. Il territorio che ci ospita potrà sicuramente coglierle.

Il mercato dell'energia sta cambiando: nuove politiche, tecnologie e fonti fanno pensare all'inizio di un lungo viaggio verso un nuovo mondo, una "transizione energetica" alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico.



Su questi temi è in corso un dibattito importante e diffuso, i cui termini e concetti sono approfonditi in questi articoli a puntate. Lo scopo è di proporre ai più esperti un'occasione di riflessione su argomenti conosciuti e, ai meno esperti, gli elementi di base per seguire la discussione.

Energia sostenibile per tutti, la sfida del secolo

Tra i mega-trend che oggi guidano la transizione energetica, tre emergono per rilevanza e impatto: mitigazione del cambiamento climatico, accesso universale all'energia e crescita della popolazione mondiale

di **Giuseppe Sammarco** Energy Sector Integrated Technical Studies, Eni E&P Division

Nell'articolo pubblicato su Orizzonti n. 9, abbiamo iniziato ad analizzare alcune delle grandi tendenze che potranno guidare l'evoluzione del sistema energetico nel corso dei prossimi anni (vedi Figura A). Per completare il quadro ci rimangono da analizzare gli ultimi tre mega-trend, che rappresentano probabilmente le più importanti sfide del secolo per il mondo dell'energia.

Il primo dei tre è la mitigazione del fenomeno del cambiamento climatico. È uno dei mega-trend più recenti, ma ha acquisito rapidamente importanza nelle agende dei decisori politici e notevole presa sulla pubblica opinione. Che cos'è il cambiamento climatico? Cambiamento climatico e riscaldamento globale sono termini usati per identificare due fenomeni

semplici da descrivere ma la cui rappresentazione scientifica è molto complessa. Si tratta - in estrema sintesi - dell'ipotesi che alcune attività dell'uomo - in particolare, ma non solo, l'attuale modello di produzione e consumo di energia - siano la causa principale di un costante aumento della temperatura terrestre e mutamento del clima. La combustione delle fonti fossili di energia (carbone, petrolio e gas naturale) causa infatti l'emissione in atmosfera di anidride carbonica, uno dei gas definiti "gas ad effetto serra" o "gas serra". Questi gas sono in grado di aumentare la capacità dell'atmosfera terrestre di trattenere l'energia ricevuta dal sole, innescando un aumento della temperatura e il cambiamento del clima. Se la crescita delle emissioni di gas serra continuasse in futuro



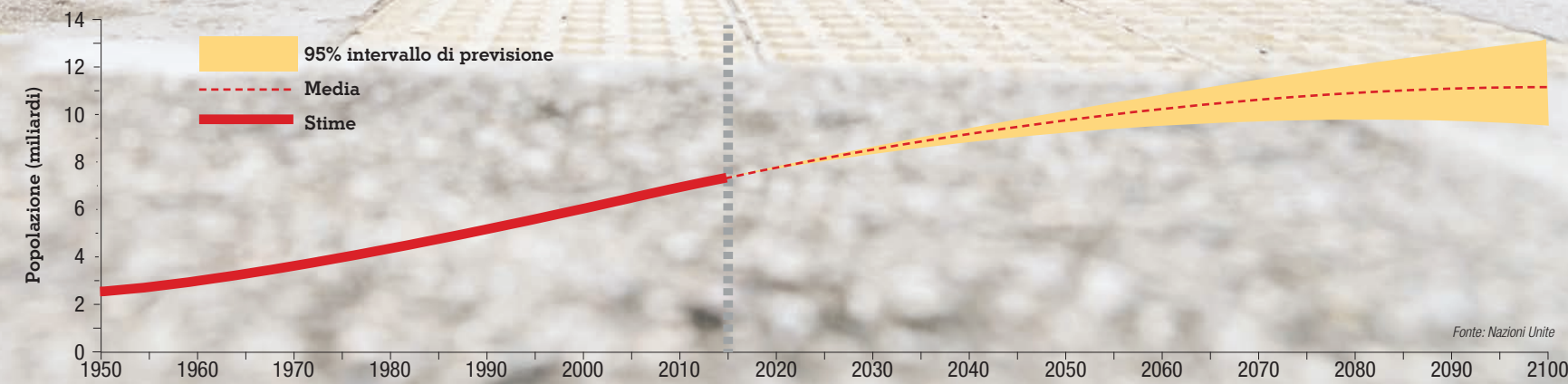
agli stessi ritmi degli ultimi decenni, la comunità scientifica prevede che si possa innescare nel corso del secolo una variazione elevata della temperatura e del clima, dannosa per l'uomo e l'ambiente. Poiché buona parte della crescita dei gas serra presenti in atmosfera è dovuta alle emissioni di anidride carbonica generate dall'attuale sistema energetico, si comprende facilmente come il tema della mitigazione dei cambiamenti climatici sia strettamente connesso a quello della transizione verso un nuovo sistema in grado di fornire quantità crescenti di energia riducendo progressivamente - e infine azzerando - le emissioni di gas serra. Sul fenomeno del cambiamento climatico c'è oggi grande attenzione sociale e politica e, sia a livello internazionale che nazionale, sono molte le iniziative volte a favorire azioni per contrastarlo. Una delle più importanti è la Convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (in inglese United Nations Framework Convention on Climate Change da cui l'acronimo UNFCCC), un trattato ambientale internazionale il cui scopo è la riduzione delle emissioni dei gas serra e che ha portato al noto accordo tra

paesi preso in occasione della conferenza di Parigi a fine 2015. Un altro mega-trend che si può inserire a pieno titolo tra le principali sfide del secolo del settore energetico è l'accesso universale all'energia e la lotta alla povertà energetica. Avere la possibilità di accedere a forme moderne di energia in quantità sufficiente non è solo un presupposto fondamentale per dare a tutti un'opportunità di crescita economica e sviluppo sociale, ma è spesso una questione di sopravvivenza. La povertà energetica affligge ancora oggi larga parte della popolazione mondiale: l'International Energy Agency stima che circa 1,1 miliardi di persone non abbiano ancora oggi accesso all'energia elettrica e che circa 2,8 miliardi - 38% della popolazione mondiale e quasi il 50% della popolazione dei paesi in via di sviluppo - non abbiano accesso a forme di "clean cooking". In sostanza, utilizzano biomasse come legno e carbonella per cucinare il cibo in stufe non idonee a essere impiegate in spazi chiusi e non ventilati. L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che nel solo 2016 circa 3,8 milioni di morti premature siano dovute a questa pratica. Garantire

alle popolazioni più povere del mondo l'accesso a fonti moderne di energia è dunque un tema di grande rilevanza, tanto che le Nazioni Unite lo hanno inserito - assieme alla lotta al cambiamento climatico - tra i 17 obiettivi dell'Agenda 2030 per uno sviluppo sostenibile. Questi obiettivi sono meglio conosciuti come i "Sustainable Development Goals" e il loro scopo è di porre fine alla povertà, ridurre l'ineguaglianza e favorire lo sviluppo sociale ed economico a livello mondiale. Giunti a questo punto, per completare lo scenario delle forze che congiuntamente modelleranno il futuro sistema energetico non è possibile non citare la crescita della popolazione mondiale, un fenomeno sottostante a tutti i mega-trend finora evidenziati e che acuisce il loro impatto e la loro spinta al cambiamento. In effetti, tutte le forze in azione finora elencate sarebbero sufficienti a innescare una nuova transizione energetica anche in assenza di un incremento della popolazione mondiale. Già oggi l'eliminazione delle ineguaglianze esistenti nelle condizioni di vita delle popolazioni richiederebbe una crescita globale sia dell'economia che della disponibilità di energia; una crescita che - per essere equa e sostenibile - dovrebbe essere compatibile con gli obiettivi ambientali, climatici e sociali. Ma se a tutto ciò si aggiunge nuova popolazione cui dare l'opportunità di raggiungere un livello minimo di qualità della vita, la spinta si intensifica e, in parallelo, diventa ancor più sfidante la ricerca di un nuovo modello energetico che concili e risponda a tutte le esigenze. Per avere un'idea della dimensione della crescita attesa della popolazione e del suo potenziale impatto diamo uno sguardo alle più recenti previsioni delle Nazioni Unite per il secolo corrente. Come si vede dal grafico di Figura B, nel caso intermedio - quello che ha maggiori probabilità - dagli attuali 7 miliardi di persone (o poco più) si



B. PREVISIONI DI CRESCITA DELLA POPOLAZIONE MONDIALE



passa nel 2050 a circa 10 miliardi di persone e a 11,2 miliardi nel 2100. In conclusione, esistono numerosi mega-trend che guidano la transizione energetica. Ognuno di questi mega-trend, però, la guida in una direzione che può rivelarsi contrapposta a quella degli altri. Ad esempio, alcuni danno impulso a una crescita della domanda

di energia che - in assenza di un nuovo modello di produzione e consumo - continuerà a causare maggiori emissioni di gas serra, entrando in conflitto con altri mega-trend. La prossima transizione ha dunque il difficile compito di portarci verso un sistema energetico in grado di rispondere a tutte le esigenze, risolvendo

i problemi di conflitto. Il "concept" che orienta questa evoluzione è relativamente semplice e può riassumersi in una frase sintetica ma efficace: energia sostenibile per tutti. Ma quali scelte e quali strumenti consentiranno di tradurlo in pratica? Conosciamo, infatti, le esigenze a cui dare una risposta, ma rimangono ancora incerti

i tempi e le tappe del complesso percorso di transizione verso la meta. Purtroppo non sembra esserci un'unica soluzione o facili scorciatoie se vogliamo dare una risposta globale e raggiungere tutti gli obiettivi, non solo alcuni di essi. Sarà necessario fare leva su un ampio mix di strumenti e puntare anche sulle nuove tecnologie

che si renderanno disponibili nei prossimi anni. Questa ultima riflessione ci introduce a una delle questioni più discusse: quali saranno i tempi della nuova transizione energetica e cosa insegna la storia del passato? Sono temi che approfondiremo nella prossima puntata.

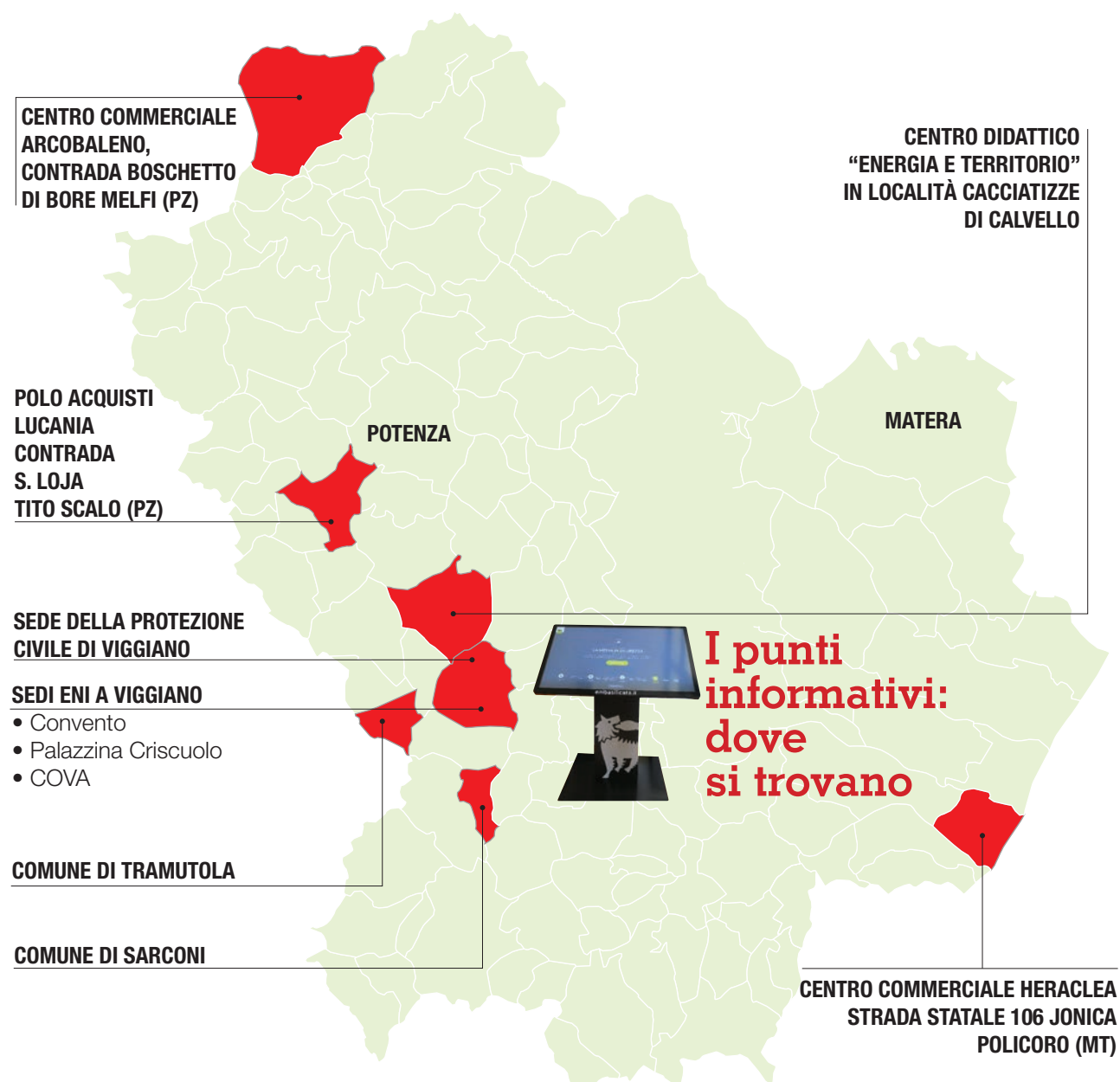
10 totem

Punti informativi, interattivi e multimediali, sul ripristino ambientale dell'area industriale di Viggiano e Grumento Nova

commerciali di Tito, Melfi e Policoro (per intercettare un pubblico più vasto possibile), nella sede della protezione civile di Viggiano, e nelle sedi del Dime.

I totem riproducono la mappa del territorio con spazi e attività da scoprire da prospettive che, al touch, accompagnano lo sguardo di tappa in tappa (meccanismo molto simile a quello di uno smartphone). È possibile rendersi conto, ad esempio, con una ricostruzione in 3D molto più efficace di tante parole e spiegazioni, della zona interessata allo sversamento, di come essa sia stata messa in sicurezza, del sistema idrogeologico utilizzato, dei punti di campionamento del terreno, dei pozzi di monitoraggio, di tutti i passaggi, insomma, del complesso iter della bonifica. La connessione internet consente di aggiornare frequentemente i dati in un dialogo costante tra Eni e la popolazione.

Ma non c'è solo questo. I totem, di elevatissimo standard tecnologico (si avvalgono della progettazione di società di eccellenza internazionale nel panorama delle consulting engineering company, con un primo importante investimento), rappresentano un importante banco di prova in tema di integrazione di conoscenza ed esperienze in materia ambientale. Una novità, quest'ultima, non secondaria perché viene messo a disposizione di tutti il patrimonio di



dati derivanti dal monitoraggio ambientale con lo scopo di aiutare la popolazione a leggere dati tecnici normalmente dedicati agli operatori del settore. Un passo importante nell'accelerazione della costruzione di una società della conoscenza, una finestra aperta sulle dinamiche che interessano il vivere quotidiano della comunità lucana in un ambito in cui può giudicarsi lecito ogni sospetto dietrologico. Un percorso semplice ma non per questo riduttivo o banale. La condivisione sociale dei dati rimane science driven e viene proposta per fronteggiare quel comprensibile divorzio degli ultimi anni dalla spe-

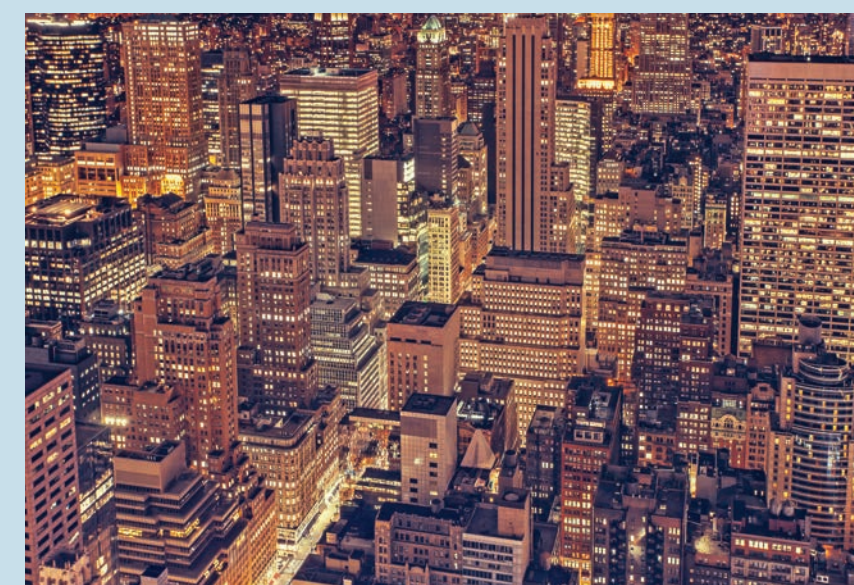
cializzazione di una attività di addetti ai lavori per addetti ai lavori. La premessa di una nuova stagione della grande questione petrolio in Basilicata. I dati sulla bonifica sono da subito disponibili mentre quelli del monitoraggio ambientale, conoscibili grazie al collegamento internet, saranno consultabili da maggio, partendo dalla qualità dell'aria per arrivare via via a tutte le altre matrici in un territorio di più di 100 chilometri quadrati. I totem, infine, sono anche un'interessante novità di fruizione editoriale. Sui monitor sarà possibile infatti

consultare i contenuti di questa testata, Orizzonti, rivista di Eni Basilicata che da un anno offre un punto di vista sullo sviluppo della regione partendo dalla Val d'Agri. Non sarà un semplice sfoglio, già attualmente possibile nella versione digitale della free press. Cambia lo strumento e cambia il linguaggio e così le parole sul monitor diventano infografiche animate e multimediali contribuendo a fare la loro parte nella semplificazione di contenuti complessi. Sarà a disposizione anche un archivio e una preview dell'ultimo numero in distribuzione.

Il mercato dell'energia sta cambiando: nuove politiche, tecnologie e fonti fanno pensare all'inizio di un lungo viaggio verso un nuovo mondo, una "transizione energetica" alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico.



Su questi temi è in corso un dibattito importante e diffuso, i cui termini e concetti sono approfonditi in questi articoli a puntate. Lo scopo è di proporre ai più esperti un'occasione di riflessione su argomenti conosciuti e, ai meno esperti, gli elementi di base per seguire la discussione.



L'incertezza sui tempi della transizione

Storicamente, ogni nuova fonte energetica che si è aggiunta alle precedenti ha impiegato decenni per accrescere la propria quota di mercato. Saranno in grado le rinnovabili di smentire le leggi del passato?

di **Giuseppe Sammarco** Energy Sector Integrated Technical Studies Eni, Development, Operations & Technology

Nella puntata precedente, al termine dell'analisi dei principali mega-trend che guideranno la transizione energetica del secolo corrente, ci siamo posti alcune domande sui tempi del complesso percorso che ci porterà a un nuovo

paradigma energetico. Questo è uno dei temi principali su cui si concentra la discussione e che iniziamo ad affrontare in questo articolo. Per capire il futuro è sempre utile trarre insegnamento dal passato e, per osservare quanto successo nella

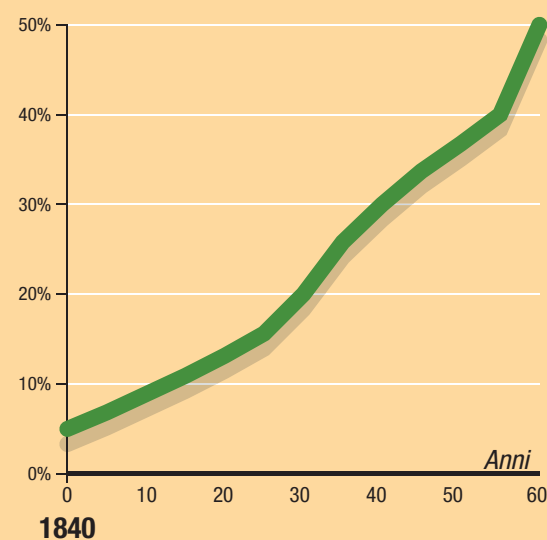
FIGURA 1. LA DIFFUSIONE DI UNA NUOVA FONTE DI ENERGIA HA SEMPRE RICHiesto MOLTO TEMPO (ALMENO FINORA)

L'asse orizzontale riporta gli anni successivi a quello in cui la fonte ha raggiunto la quota del 5% dei consumi mondiali di energia escluse le rinnovabili moderne che nel 2012 sono pari solo al 3%

Fonte: A skeptic looks at alternative energy, Vaclav Smil, 2012

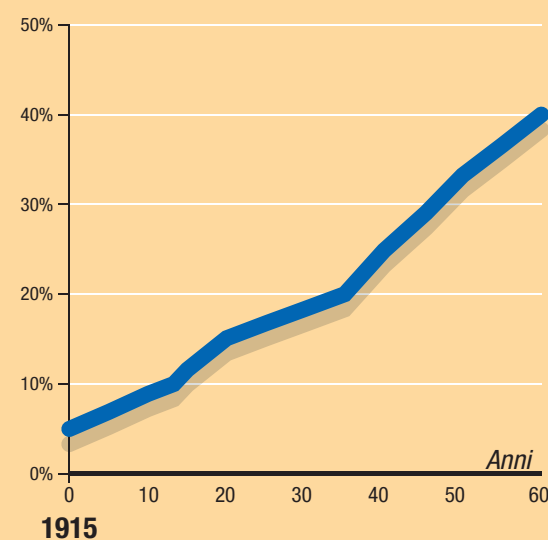
CARBONE

Percentuale del consumo mondiale di energia



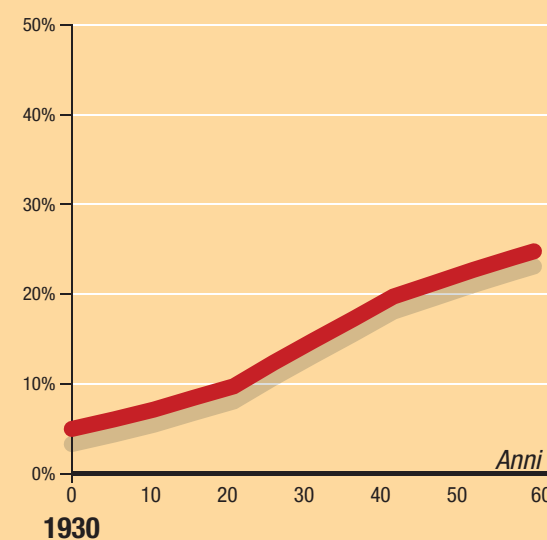
PETROLIO

Percentuale del consumo mondiale di energia



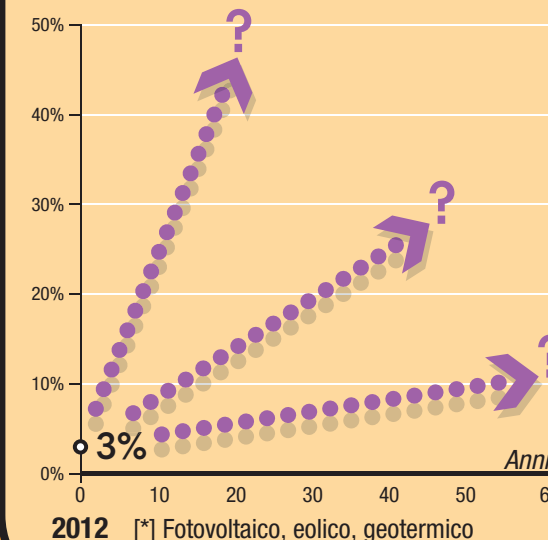
GAS NATURALE

Percentuale del consumo mondiale di energia



RINNOVABILI MODERNE*

Percentuale del consumo mondiale di energia



2012 [*] Fotovoltaico, eolico, geotermico e bioenergie sostenibili

quarta transizione, quella degli ultimi centocinquanta anni che ci ha portato all'attuale paradigma energetico, partiamo da una analisi molto interessante proposta da Vaclav Smil in una delle sue pubblicazioni.

La sintesi dello studio è rappresentata dai grafici che vedete in Figura 1. I grafici sono quattro: uno per il carbone, uno per il petrolio, uno per il gas naturale e uno per le fonti moderne di energia rinnovabile (eolico, solare, geotermico e bioenergie sostenibili). Carbone, petrolio e gas naturale sono le principali fonti di energia su cui si è basata l'ultima

transizione energetica. In questo ordine e in tempi successivi hanno raggiunto la maturità commerciale e sono arrivate al mercato dell'energia mondiale conquistandone progressivamente quote crescenti.

Ogni grafico riporta proprio l'evoluzione nel tempo della quota percentuale della singola fonte sul totale mondiale dei consumi primari di energia, partendo dal momento in cui quella fonte ha raggiunto il livello del 5%.

Ad esempio, il carbone ha raggiunto il 5% dei consumi nel 1840 (dato di partenza della curva) e ha impiegato circa 35 anni a raggiungere la

quota del 25%, per poi superarla negli anni successivi. Non è che raggiungere la quota del 5% sia stato un compito semplice: sono stati necessari quasi 100 anni precedenti al 1840 (questa ultima informazione non è riportata nei grafici).

In un secondo momento è arrivato il petrolio, che ha raggiunto la quota del 5% nel 1915, dopo più di 50 anni di crescita molto lenta. Per raggiungere il livello del 25% del totale dei consumi di energia ha impiegato circa 40 anni.

Infine è arrivato il gas naturale, che ha raggiunto la quota del 5% nel 1930 (dopo quasi 60 anni di cre-

scita) e ha impiegato circa 55 anni per arrivare al livello del 25%.

Certamente, erano altri tempi e il progresso tecnologico non aveva la dinamicità di oggi e non consentiva rapidi cambi di rotta. Ma bisogna anche dire che i consumi mondiali di energia erano di molto inferiori a quelli attuali ed era più semplice accrescere le quote di mercato con incrementi limitati della quantità offerta.

Infatti, se esaminiamo con attenzione questi primi tre grafici è possibile fare una prima osservazione. Le curve dei primi tre grafici sono sempre meno inclinate man mano

che si passa dalla prima alla terza. Ovvero man mano che passano gli anni e il sistema energetico mondiale aumenta di dimensione, alla nuova fonte che si aggiunge alle precedenti (e in parte le sostituisce) occorre sempre più tempo per accrescere la propria quota di mercato. Gli anni impiegati dalle tre fonti fossili per passare dal 5% al 25% (35 per il carbone, 40 per il petrolio e 55 per il gas) sembrerebbero confermare questa osservazione.

Esaminiamo ora il quarto grafico a destra, quello relativo alle fonti rinnovabili moderne (eolico, solare, geotermico e bioenergie sostenibili).

In molti ritengono che la transizione energetica del secolo corrente si baserà su una rapida sostituzione delle fonti fossili con energia solare o eolica, poiché queste fonti sono diffuse e soprattutto prive di emissioni di anidride carbonica e di inquinanti. Ma il loro livello di penetrazione - come abbiamo già avuto modo di vedere - è ancora basso, pari solo al 3% dei consumi totali di energia primaria nel 2012 (il dato di Smil include anche le bioenergie sostenibili; nel 2018 la quota potrebbe aver superato il 4% ed essersi avvicinata al 5%). Se per queste nuove fonti di energia fosse confermata la regola

dell'inclinazione decrescente della curva di diffusione, ci si potrebbe aspettare che impieghino ancora più tempo rispetto al passato per raggiungere una quota pari al 25% e superarla. In ogni caso, anche prendendo una velocità di diffusione media tra quelle del carbone, del petrolio e del gas naturale, se la storia passata si ripetesse queste nuove fonti di energia impiegherebbero alcuni decenni per conquistare quote elevate di consumo e spiazzare le fonti esistenti.

Sul tema dei tempi della transizione c'è incertezza e discordanza di vedute. Infatti, c'è chi dice che le ca-

ratteristiche peculiari delle nuove fonti rinnovabili faranno sì che le leggi del passato non siano più valide: l'andamento della loro crescita rimarrà esponenziale per lungo tempo e la conquista di quote crescenti di mercato sarà estremamente rapida. Ma vi è discussione anche sul fatto che le nuove fonti rinnovabili siano la sola strada da percorrere per decarbonizzare e che solo sulla loro diffusione si debbano misurare tempi ed efficacia della transizione. Nel prossimo e ultimo articolo esamineremo i termini di questi dibattiti.



Da sinistra a destra nella foto:
 Francesco Somma, presidente
 Rotary club Potenza;
 Domenico Arcuri, amministratore
 delegato di Invitalia;
 il giornalista Vito Verrastro;
 Vincenzo Boccia, presidente
 di Confindustria;
 Pasquale Lorusso,
 presidente degli industriali lucani.



93,7 milioni

è l'importo complessivo
 degli interventi previsti
 per le opere incomplete
 della Regione Basilicata
 (al 27 giugno 2018).

Fonte: Regione Basilicata

“distretto industriale del salotto”, passato dalla speranza alla crisi. “Tutto ciò che è cresciuto attorno all'economia della cultura purtroppo – ragiona Lorusso – non basta certo a compensare gli effetti della crisi che ha colpito i comparti trainanti dell'economia, a cominciare dall'edilizia. Perciò insisto che ora, ma oggi non domani, dobbiamo sfruttare i mesi che ci restano dalla fine dell'anno per programmare il completamento infrastrutturale”.

La preoccupazione degli industriali, del resto, è condivisa anche dai sindacati. È di qualche mese fa il dossier di Cgil inviato al presidente della Repubblica e al presidente del Consiglio per sottolineare i persistenti ritardi infrastrutturali “che rischiano di vanificare il tanto auspicato sviluppo economico e occupazionale della nostra regione, consapevoli altresì del fatto che, a partire dall'1 gennaio 2020, quando i riflettori internazionali si spegneranno sulla nostra città, si riproporranno in tutta la loro interezza e acutezza le questioni che hanno determinato l'inequivocabile ritardo nella programmazione degli interventi per la realizzazione delle infrastrutture e dei servizi, la cui inadeguatezza e talvolta anche mancanza, è in palese contrasto con le ambizioni di capitale europea della cultura”.

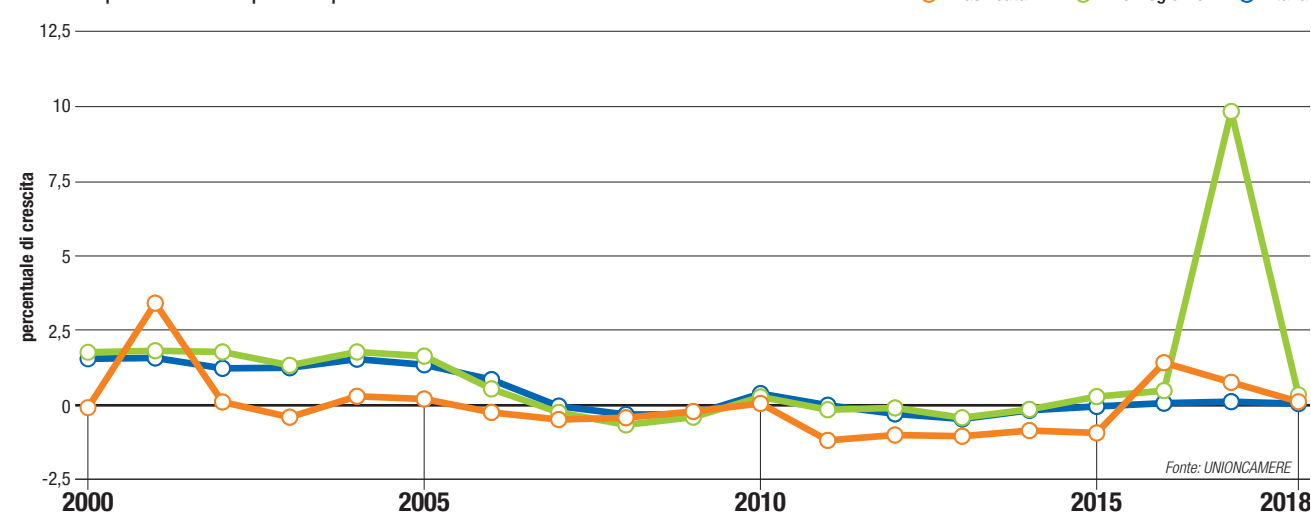
distratti da altro o a quanti – altrettanto numerosi, disillusi da decenni di apparenze inutili rincorsa – hanno smesso anche di sperare. Ma non possiamo dare deleghe in bianco alla politica per poi denunciarne il fallimento. Vedo volgere le cose al peggio, dopo qualche anno di ripresa. Il 2019 è iniziato in salita per la Basilicata e in genere per il Sud. Dal mio osservatorio vedo una forte contrazione – mai vista nella storia repubblicana – di investimenti pubblici”.

Se si considera che il periodo di programmazione 2014-2020 delle politiche di coesione volge a termine, si coglie ancora di più l'urgenza che preoccupa gli industriali la cui organizzazione, dice Boccia, ha l'ambizione di essere attore sociale e non sindacato. Il conto dei fondi non spesi è scoraggiante. “Servirebbe una emissione di eurobond per sostenere la domanda di infrastrutture”, propone Boccia. E sul concetto di impresa sono tutti d'accordo a non

confonderlo con le startup: “Vorremmo evitare che inseguendo le start up che non ci sono – commenta Somma - si finisca per perdere di vista il potenziale bacino di crescita e di sviluppo costituito dalle migliori piccole e medie imprese lucane e meridionali”. Start up molte delle quali sono nate negli ultimi anni anche attorno alla sfida di Matera2019. Che ne sarà alla fine dell'anno? La paura è che si possa ripetere il grande inganno del

TASSO DI CRESCITA DELLE IMPRESE

Crescita percentuale rispetto al periodo di riferimento



Il mercato dell'energia sta cambiando: nuove politiche, tecnologie e fonti fanno pensare all'inizio di un lungo viaggio verso un nuovo mondo, una “transizione energetica” alla ricerca della sostenibilità del modello di consumo e di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico.



Tempi e percorsi della transizione energetica

I diversi punti di vista: c'è chi dice che la crescita esponenziale delle nuove fonti rinnovabili sarà inevitabile e chi sostiene una maggior prudenza sui tempi della loro diffusione a favore di un utilizzo di un più ampio spettro di soluzioni per la decarbonizzazione

di **Giuseppe Sammarco** Energy Sector Integrated Technical Studies
 Eni, Development, Operations & Technology

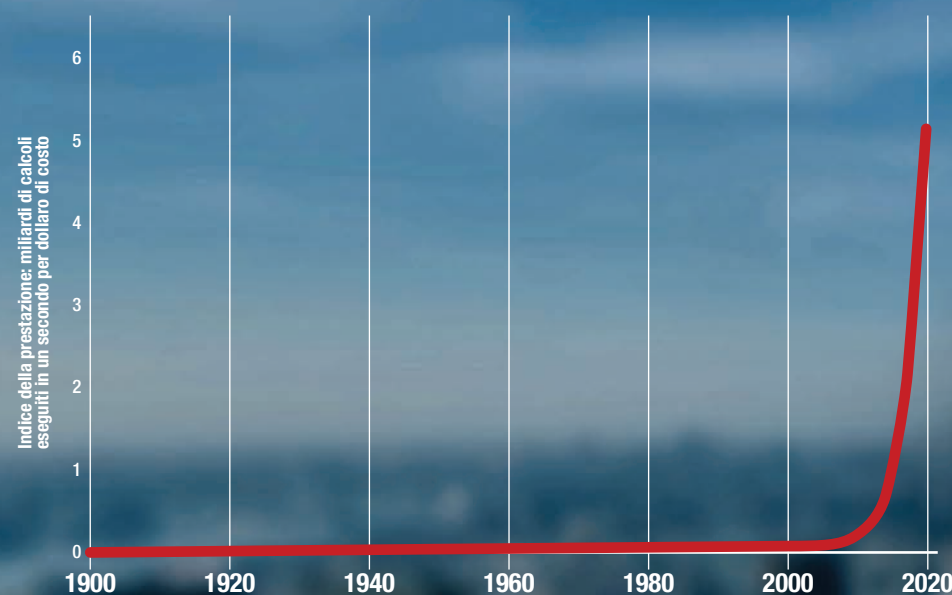
Sono ancora valide le leggi del passato sui tempi della transizione energetica? Su quali fonti di energia si dovranno misurare tempi ed efficacia della nuova transizione? Le domande sono di grande attualità e le risposte fornite dai par-

tecipanti al dibattito che hanno innescato riflettono le differenti opinioni. In questo articolo esaminiamo alcune delle principali argomentazioni che alimentano la discussione. In effetti, c'è chi dice che le caratteristiche peculiari delle nuove fonti

Su questi temi è in corso un dibattito importante e diffuso, i cui termini e concetti sono approfonditi in questi articoli a puntate.

Lo scopo è di proporre ai più esperti un'occasione di riflessione su argomenti conosciuti e, ai meno esperti, gli elementi di base per seguire la discussione.

ESEMPIO DI ANDAMENTO ESPONENZIALE DELLA LEGGE DI MOORE APPLICATA ALLA CAPACITÀ DI ELABORAZIONE DEI COMPUTER



rinnovabili faranno sì che la loro crescita continuerà ad essere esponenziale e che la conquista di quote crescenti dei consumi energetici mondiali sarà estremamente rapida, trasformandole in breve tempo nelle protagoniste assolute sia della fase di transizione sia del nuovo paradigma energetico cui ci porterà questo processo. I motivi a supporto di questa posizione sono sostanzialmente due. Il primo è che lo svi-

luppo tecnologico di fotovoltaico ed eolico sarà sempre più paragonabile a quello dei beni di consumo elettronici, in quanto tecnologie basate su componenti elettroniche. Pertanto, il miglioramento delle prestazioni seguirà l'andamento esponenziale della legge di Moore e avrà in breve tempo un notevole impatto in termini di riduzione di costo, di competitività, di flessibilità di utilizzo e infine di velocità di diffusione

sul mercato. Proprio come capitato ai computer, ai cellulari e ai tablet. Perché è così importante questa legge e cosa dice? La legge di Moore (vedi grafico in alto) prende il nome dal suo ideatore, un ingegnere della IBM che ha osservato come - negli ultimi 50 anni - all'incirca ogni 24 mesi il numero dei transistor di un circuito sia raddoppiato, facendo raddoppiare la performance dei processori dei computer ogni 18 mesi.

Pur essendo una legge osservata su un settore specifico, è utilizzata spesso come un paradigma di valore generale che caratterizza tutte le tecnologie moderne. In questo modo si giustificano le aspettative di un rapido miglioramento delle loro prestazioni e di una diffusione molto più rapida e pervasiva rispetto a quanto avvenuto con le tecnologie del passato. Il secondo motivo è che la principale leva della nuova transi-

zione energetica sarà quella normativa. Pertanto, obblighi di legge e incentivi potrebbero accelerare i tempi di diffusione delle nuove fonti rinnovabili, indipendentemente dai progressi tecnologici e dalla competitività di costo. Un differente punto di vista è quello di chi sostiene posizioni più prudenti sia sui tempi della transizione che sulla semplicità del processo di diffusione delle nuove fonti rinnovabili. La validità della

legge di Moore - almeno finora - non si è dimostrata universale. Nel caso specifico del mercato energetico, la complessità della diffusione di nuove fonti rimane un tema attuale e reale con cui ci si deve inevitabilmente confrontare. La prima argomentazione è che, proprio come avvenuto in passato, anche la diffusione delle nuove fonti necessita di una "pluralità di transizioni". Infatti, la crescita elevata delle rinnovabili è

un fenomeno che riguarda - al momento - prevalentemente la generazione elettrica e conseguentemente ha impatto nei settori dove si consuma elettricità. Per estendere il fenomeno a tutto il sistema energetico, la "transizione di fonte" (da fossile a eolico e fotovoltaico) dovrebbe essere accompagnata da un processo di elettrificazione di tutti i settori che consumano energia, un processo non semplice da portare a termine. Si pensi - a titolo di esempio - al problema della elettrificazione dei veicoli per trasporto merci su strada o degli aerei. Inoltre, la crescente diffusione di impianti di generazione eolici e fotovoltaici comporta problemi di stabilità della rete in quanto sono fonti non programmabili e intermittenti: quando cala il vento o il sole non c'è o è oscurato da nubi la loro produzione di energia elettrica diminuisce o si arresta e deve essere sostituita o da quella di altre produzioni programmabili o da quella fornita da sistemi che l'hanno in precedenza stoccata.

Per questo motivo, se non sarà accompagnata dalla crescita e dalla maggiore competitività dei sistemi di stoccaggio energetico, la gestione della integrazione di eolico e fotovoltaico nelle reti elettriche sarà un processo complesso destinato a pesare sui tempi. In ogni caso, anche lo sviluppo dei sistemi di stoccaggio energetico dovrà essere oggetto di attenta valutazione: le tecnologie su cui più si punta, quelle basate sulle batterie al litio, attualmente non sono esenti da importanti impatti ambientali e da elevati livelli di emissioni di gas serra associati alla loro costruzione. Un'altra argomentazione riguarda il fatto che l'obiettivo di uno dei principali mega-trend alla base della nuova transizione è di decarbonizzare il sistema energetico e non di promuovere la rapida diffusione di nuove fonti di energia. Pertanto, poiché esistono già oggi strumenti e tecnologie che consentono di utilizzare le fonti di energia at-

tualmente più diffuse - gli idrocarburi - riducendo le loro emissioni di gas serra e il loro impatto ambientale, anche queste fonti possono essere utilizzate in un contesto di progressiva decarbonizzazione del sistema energetico. Se lo scopo è di seguire fin da subito un percorso di transizione plausibile e idoneo a conseguire i molteplici risultati attesi, l'utilizzo della pluralità di strumenti già oggi disponibili potrebbe essere la soluzione ideale. In effetti, consentirebbe alle stesse fonti rinnovabili di crescere in funzione sia del loro sviluppo tecnologico che del progresso delle molteplici transizioni richieste, evitando che tempi di diffusione superiori a quelli attesi possano compromettere il raggiungimento degli obiettivi finali.

Alcuni esempi di questi strumenti sono: l'utilizzo del gas naturale al posto del carbone attualmente consumato nel settore della generazione elettrica (solo questa misura consentirebbe di dimezzare i gas serra emessi per ogni kilowattora sostituito); l'installazione di sistemi che catturano e utilizzano o stoccano in luoghi sicuri l'anidride carbonica prodotta dagli impianti di combustione; l'utilizzo di nuove miscele di idrocarburi e biocombustibili prodotti da alghe o da rifiuti come scarti agricoli e scarti alimentari.

Con queste ultime riflessioni siamo giunti al termine del percorso che, partendo dall'analisi dei fattori che hanno caratterizzato le transizioni energetiche nelle diverse fasi storiche, ci ha portato al dibattito attuale sollevato dalle nuove e complesse sfide che ci attendono: la ricerca di soluzioni per combattere riscaldamento globale e cambiamento climatico garantendo l'energia sufficiente a sostenere un adeguato sviluppo economico e sociale di tutta la popolazione mondiale. Ringrazio coloro che mi hanno seguito e vi dò appuntamento per un prossimo ciclo su un altro tema.

