

PIENO PER VUOTO

l'energia rinnovabile non è tutta "pulita".

La Covid-19 ci aiuterà a sviluppare più velocemente le fonti rinnovabili?

Di Mirco Rossi

Prefazione

sull'energia elettrica

- 1) L'energia elettrica è il miglior vettore energetico*, più duttile e meno inquinante negli usi finali, di cui disponiamo.
- 2) Possiamo produrla** in molti modi, più o meno puliti e più o meno scalabili.
- 3) Nella stragrande parte delle sue applicazioni non è fungibile: non può essere sostituita da altra fonte di energia.
- 4) È quindi la più preziosa tra le fonti e da essa dipendono servizi e prestazioni essenziali.
- 5) Sarà molto difficile ridurre stabilmente il consumo complessivo, salvo in presenza di un collasso duraturo del sistema.
- 6) L'obiettivo minimo che dobbiamo raggiungere per frenare l'incremento dell'effetto serra è mantenere il suo livello complessivo dal lato dell'offerta, **ELIMINANDO L'IMPIEGO DI TUTTO IL COMBUSTIBILE FOSSILE CHE IMPIEGHIAMO PER PRODURLA.**
- 7) La fonte fossile rappresenta di gran lunga la quota maggiore tra le fonti da cui deriva l'energia elettrica: 65% a livello mondiale, 61% in Italia.
- 8) Il nucleare, una delle fonti su cui sino a qualche decennio fa si faceva grande affidamento, copre tutt'ora il 10% della produzione globale, ma è in evidente e inarrestabile declino. Il che complica le prospettive, perché bisognerà supplire anche a questa riduzione.
- 9) Le fonti rinnovabili no-carbon*** rappresentano il 22,7% a livello mondiale e il 29,8% in Italia, paese tra i migliori tra quelli più avanzati.
- 10) A livello mondiale il 22,7% di rinnovabili no-carbon è costituito da 15,8% di idro, 4,8% di eolico e 2,2% di solare.
- 11) In Italia il 29,8% di rinnovabili no-carbon è costituito da 15,8% di idro, 6% eolico, 8% fotovoltaico.
- 12) Le fonti realmente scalabili sono eolico e fotovoltaico.
- 13) L'idroelettrico è scalabile significativamente solo nei paesi che hanno grandi o grandissimi fiumi e scarsa produzione elettrica, ma solo a prezzo di costi ambientali e antropici devastanti. A livello globale la potenzialità è di qualche per cento.
- 14) Allo stato dell'arte e degli scenari razionali (a cui si aggiungono ora le devastanti conseguenze della Covid-19 sulla ricchezza disponibile e sulla dimensione degli investimenti di un intero pianeta in profonda crisi) appare del tutto inverosimile che la quantità di rinnovabili no-carbon giunga, prima o anche dopo la metà di

questo secolo, a produrre quantità di elettricità tali da sostituire l'uso del fossile nella produzione elettrica.

- 15) In subordine, che tale quantità non giunga mai a rappresentare una percentuale tale da poter giustificare il suo parziale ma significativo "dirottamento" in impieghi non essenziali.
- 16) L'elettricità da rinnovabili va quindi riservata a SOSTITUIRE IL FOSSILE nella produzione elettrica, evitando di espanderne l'uso in settori che attualmente impiegano altri combustibili e che non hanno, per loro natura, lo stesso livello di essenzialità e di non fungibilità propri della stragrande parte degli attuali usi elettrici.
- 17) Eccezione si può fare per l'utilizzo diretto dell'autoproduzione elettrica da fonte rinnovabile, che riduce a zero tutte le perdite e sfrutta in termini ottimali le condizioni favorevoli per alimentare le proprie apparecchiature elettriche essenziali, non alimentabili da altre fonti.
- 18) Le utilizzazioni che ora impiegano fonti diverse dall'elettricità, vanno per quanto possibile, ridotte, limitate, e non alimentate da energia elettrica, costringendo in tal caso il sistema a continuare ad alimentare settori essenziali con elettricità prodotta da fonti fossili.

** Di seguito, per comodità, l'energia elettrica è indicata o intesa come fonte tra altre fonti*

*** L'uso del verbo "produrre" per l'elettricità è improprio. L'energia elettrica deriva dalla conversione di un'altra fonte.*

**** che non emettono significative percentuali di carbonio durante il loro funzionamento*

Introduzione

Se avete avuto occasione di richiedere il preventivo per dipingere o intonacare alcune stanze, l'artigiano potrebbe avervi proposto una cifra a forfait. Spesso però si usa formulare il preventivo sulla base di un prezzo a metro quadrato. In quest'ultimo caso il prezzo è quasi sempre inteso "**vuoto per pieno**". La superficie "*vuota*" (fori di finestre e porte) viene comunque conteggiata come fosse normale parete, per ripagare la maggior quantità di tempo, di impegno e di cura nel lavoro, che richiede seguire i contorni dei fori.

Tra le fonti rinnovabili alcune (biomassa, rifiuti, "altre non specificate" e, in minor misura, il geotermico) nel produrre energia liberano gas climalteranti, ma sono solitamente censite assieme a idroelettrico, eolico e fotovoltaico. Dando origine a un dato complessivo che viene generalmente considerato "carbon free".

Quindi, parafrasando la precedente formulazione commerciale in "**pieno per vuoto**" (si considera vuoto ciò che è pieno) possiamo esprimere adeguatamente un aspetto che mette in discussione il reale contenuto dei dati statistici cumulativi riferiti alle Fonti Rinnovabili di Energia (FER). Perlomeno nel momento in cui quei dati vengono prodotti o utilizzati dalla generalità degli attori esterni al mondo tecnico-scientifico, della cogenza e della certificazione volontaria, cioè da associazioni, politici, agenzie d'informazione, organismi gestionali, aziende, pubblicitari, media e rilanciati poi dai singoli sulle reti sociali.

Questo approfondimento tende a delineare con chiarezza il ruolo realmente svolto nella produzione di elettricità da quelle fonti di energia rinnovabile che sono sostanzialmente prive di emissioni di carbonio (o di altre sostanze climalteranti o inquinanti) sciogliendo l'ambiguità di un criterio impreciso e distorsivo di quantificazione e classificazione statistica, usato troppo spesso strumentalmente.

Ma vediamo di iniziare con ordine, a partire dalla individuazione delle fonti rinnovabili fatta dalla [Direttiva \(UE\) 2018/2001 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2018](#): "*... energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare (solare termico e fotovoltaico) e geotermica, energia dell'ambiente, energia mareomotrice, del moto ondoso e altre forme di energia marina, energia idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas*".

Più avanti si trova scritto che "*... per la diffusione delle energie rinnovabili, gli Stati membri possono istituire dei regimi di sostegno.*"

Si può immaginare che la scelta di proporre un elenco di così ampio respiro, che comprende fonti aventi caratteristiche fundamentalmente diverse tra loro e altre (talvolta solo sperimentali) che in questa fase contribuiscono in maniera del tutto marginale e trascurabile al fabbisogno energetico, sia giustificata dal risultare tutte destinatarie di "provvidenze" pubbliche.

Per la produzione di energia elettrica le principali fonti rinnovabili sono:

- l'energia idroelettrica
- l'energia eolica
- l'energia solare
- l'energia geotermica
- l'energia da biomassa.

Ma quando e perché una fonte di energia può essere definita “rinnovabile”?

Si considera rinnovabile una fonte non esauribile, che si rigenera naturalmente a scala temporale umana e a una velocità comparabile a quella con cui viene utilizzata.

Tale fondamentale caratteristica non permette di poter considerare queste fonti (sole, vento, acqua, vapore endogeno) né “infinite” né “a costo zero”; i loro limiti sono segnati dalla velocità di rigenerazione e dalla necessità di trasformare, con soluzioni tecnologiche più o meno efficienti, la loro energia in forme energetiche sfruttabili dall’uomo.

A fianco di questa prima definizione, valida di per sé e funzionale a definire il loro ruolo a fronte del progressivo esaurimento delle fonti di energia di origine fossile (carbone, petrolio e gas, presenti sul pianeta in quantità necessariamente limitata, e “rinnovabili” solo in tempi geologici) ha assunto crescente importanza il fatto che l’impiego di energia da FER viene concepito e percepito generalmente “carbon free”, cioè senza emissioni di carbonio o altri gas climalteranti in atmosfera.

L’accumularsi di dati ed eventi che rendono conclamata la crisi climatica, ha reso quest’ultima caratteristica delle FER parimenti importante quanto la loro capacità di sostituire il consumo delle fonti fossili in via di esaurimento, perché principalmente evitando nuove emissioni di carbonio in atmosfera si può frenare l’aumento dell’effetto serra, problema che sembra assumere maggiore urgenza.

A tale scopo servirebbe anche “estrarre e imprigionare” almeno una parte del carbonio in eccesso presente in atmosfera, ma il tema esula dal *focus* di questo lavoro.

Come emergerà nel seguito della trattazione, l’elencazione proposta dalla Direttiva Europea, a cui si attengono le registrazioni statistiche, risulta imprecisa e crea una discreta confusione nelle analisi, nei calcoli e negli scenari.

Anche le raccomandazioni formulate più avanti nel testo della stessa Direttiva (“considerazioni” 94, 95, 101, 105, 106, 112 e 113), non servono a fare la necessaria chiarezza in quanto, se da una parte inequivocabilmente individuano la presenza di un importante fattore distorsivo da ridurre, nulla dicono sulla congruità della rilevazione indifferenziata dei dati delle diverse fonti in un unico valore, che quindi risulta spurio nella sostanza.

L’incongruità del dato statistico cumulativo delle FER emerge ancor più chiaramente leggendo ancora a pag. 185 della Direttiva:

13. Le emissioni di CO₂ derivanti dal combustibile al momento dell'uso, e_u, sono considerate pari a zero per i combustibili da biomassa. Le emissioni di gas a effetto serra diversi dal CO₂ (CH₄ e N₂O) derivanti dal combustibile utilizzato sono incluse nel fattore e_u.

In sostanza, mentre “le emissioni di gas ad effetto serra diversi dal CO₂” vengono prese in considerazione nel valutare l’impatto della biomassa, il CO₂ emesso in fase di combustione con la stessa viene volutamente e inspiegabilmente “compensato”, in quantità e soprattutto in relazione al tempo, con il CO₂ che la biomassa aveva catturato in vita o che altra biomassa catturerà in futuro.

L’equilibrio quantitativo che potrebbe realizzarsi in futuro, oltre che risultare teorico (l’incremento di biomassa sarà adeguato?), non evita in ogni caso l’aumento immediato della concentrazione di carbonio in atmosfera. Il ciclo risente fortemente della differenza

temporale degli accadimenti: l'emissione del CO₂ in combustione avviene per l'intera quantità nell'immediato, la cattura è avvenuta e (probabilmente) avverrà gradualmente in tempi non ben definibili, ma sicuramente lunghi.

Idroelettrico, eolico, fotovoltaico

Le fonti idroelettrica, eolica e solare presentano tutti i requisiti per essere classificate “fonti rinnovabili”, anche se la loro disponibilità varia nel tempo, d’intensità e in quantità. **Sono le uniche il cui funzionamento è sostanzialmente privo di emissioni climalteranti o nocive.**

La quantità, la durata e la velocità del flusso d’acqua, che alimenta un impianto **idroelettrico**, dipendono dalla quantità di precipitazioni, dalla forma e dimensioni degli alvei o delle condotte, dalla portata dei corsi d’acqua, dall’esistenza di ghiacciai e di serbatoi di raccolta in quota. La velocità è condizionata anche dalla pendenza e dalla differenza di quota sfruttabile.

La presenza, la durata e la velocità del vento che muove le pale di una turbina **eolica**, sono dovute alla differenza di pressione atmosferica e di temperatura tra luoghi diversi. Eventuali ostacoli (alberi, edifici), corrugamenti del terreno, strozzature orografiche (valli, colline, montagne) influiscono su velocità, linearità, turbinosità e costanza di flusso.

La luce solare che incide su una unità di superficie terrestre, attivando le celle **fotovoltaiche**, varia durante il giorno, tra il giorno e la notte, con le condizioni meteorologiche e con l’inclinazione dell’asse terrestre rispetto al sole (stagioni).

Queste tre tipologie d’impianti si differenziano anche per la “densità di potenza” (potenza di flusso per unità di superficie impegnata) che possono sfruttare: sino a molto elevata nel caso dell’idroelettrico, elevata per l’eolico, bassa per il fotovoltaico.

La disponibilità e la produzione di queste fonti è subordinata pesantemente a diverse variabili, ma l’uomo da molti secoli ha imparato ad usarle per soddisfare, con varie soluzioni meccaniche, esigenze agricole, industriali e di trasporto, arrivando, in vari momenti del secolo scorso, a sfruttarle anche per produrre energia elettrica.

Le loro discontinuità/variabilità non prefigurano alcun pericolo di esaurimento ma condizionano, nel tempo e nello spazio, la continuità e la quantità della produzione di energia elettrica.

Tuttavia, i processi di costruzione e smantellamento degli impianti che ne sfruttano la potenzialità, prevedono l’impiego di più fonti di energia, in gran parte fossile, per alimentare i processi di estrazione, trasporto, produzione, lavorazione, montaggio, manutenzione e smontaggio dei macchinari e delle strutture.

La realizzazione dei diversi componenti comporta anche l’impiego di minerali e metalli, più o meno rari, che vanno dai materiali di natura preminentemente edile/strutturale (cementi, ghiaie, calcare, pietra, bentonite, gesso, ferro, acciaio, alluminio, vernici, plastiche, gomma, fibre sintetiche) ad altri, usati più in campo elettromeccanico ed elettronico (rame, nickel, cromo, zinco, neodimio, magnesio, manganese, molibdeno, titanio, ecc.). Un lungo elenco di sostanze, buona parte delle quali, a fine vita dell’impianto, risulterà recuperabile e riutilizzabile.

Ciò contribuisce comunque al progressivo esaurimento dei relativi giacimenti, in qualche caso non abbondanti né facili da sfruttare, e alla produzione di una certa quantità di rifiuti destinati in parte in discarica, in parte ad essere dispersi in ambiente.

L'insieme dei processi dà origine a rifiuti gassosi, liquidi e in polvere, di varia natura, anche tossica: acidificanti, fotochimici (creazione di Ozono), eutrofizzanti.

Ma il dato più rilevante è indubbiamente rappresentato dalle emissioni gassose climalteranti (Global Warming Potential) che va messo in relazione alla quantità di emissioni dello stesso tipo risparmiate con la produzione di energia elettrica durante il ciclo di vita dell'impianto stesso.

Per definire con sufficiente rigore l'efficienza e la convenienza di queste fonti, occorre valutare l'intero loro **ciclo di vita**, confrontando con modalità, per quanto possibile scientifiche e attendibili, i "costi" e i "benefici" energetico-ambientali.

Non risultano disponibili dati utili a costruire in modo sintetico tale confronto nel settore **idroelettrico**. Considerato il periodo molto lungo di funzionamento che caratterizza questi impianti (parecchie decine d'anni) e l'elevata producibilità media del sistema, almeno in questa sede si può dare per scontato che il bilancio generale sia più che positivo. Il problema vero di questa fonte è rappresentato dalla difficoltà di espandersi ulteriormente.

La fonte idroelettrica è stata sviluppata per prima, sfruttando praticamente quasi tutto il potenziale teorico dei corsi d'acqua in quota, sia in Italia che nei paesi maggiormente industrializzati del pianeta. Spesso anche oltre il limite di accettabilità, tenendo in conto i molteplici usi vitali che l'acqua deve soddisfare in una società.

Potenziali ben maggiori sono presenti nei grandi fiumi che attraversano alcuni paesi di recente parziale sviluppo, in Asia, Africa e Sud America. Le grandi (relative, ma importanti localmente) quantità di energia che se ne possono trarre, hanno già fatto nascere, o fortemente accentuato, la conflittualità tra stati che rivendicano il diritto allo sfruttamento di quelle acque.

Lungo i fiumi di maggiore dimensione di Cina, Brasile, Argentina, USA, Congo, Sudan, Egitto, Etiopia, ecc., nuovi giganteschi sbarramenti sono stati realizzati di recente, altri sono in fase di costruzione o di progetto.

Così i paesi relativamente industrializzati puntano a coprire una buona quota del loro fabbisogno elettrico; alcuni altri potranno integrare significativamente il loro mix, ma nel complesso tutta questa nuova produzione non potrà cambiare di molto il peso della fonte idroelettrica nel mix elettrico mondiale.

La fonte idroelettrica, pur risultando la più importante tra le rinnovabili, appare oggi nettamente minoritaria rispetto al ruolo del gas e del carbone.

Non può essere sottaciuto che questi nuovi impianti, proprio a causa della loro imponenza, provocano, a dimensione regionale, cambiamenti profondi e radicali in ogni aspetto della morfologia del territorio: clima, foreste, frane, fauna, inquinamento dell'acqua, pesca, irrigazione, insediamenti umani. In più casi, preavvertite o no, migliaia e migliaia (qualche milione, talvolta) di persone, animali allevati e selvatici, hanno dovuto abbandonare i territori invasi dalle acque che, sollevate dagli sbarramenti artificiali, arrivano ad allagare territori vasti centinaia, migliaia di chilometri quadrati. Ad esempio, la diga delle Tre Gole sullo Yangtze ha creato un bacino lungo oltre 600 chilometri, sommergendo gran parte dei terreni prossimi alle rive del fiume e dei suoi affluenti: ha costretto alla "deportazione forzata" oltre un milione e mezzo di persone.

Per le fonti **eolica** e **fotovoltaica** qualche studio, predisposto con metodo e cura scientifiche, è disponibile, e se ne possono ricavare informazioni affidabili.

In questo lavoro vengono presi in considerazione tre EPD (Environmental Product Declaration) presenti in questo sito: <https://www.environdec.com/> (THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM).

1. EPD di una centrale **fotovoltaica** di grande potenza: El Romero Solar, 246 MWp, costruita nella regione di Atacama in Cile (29°6'35" S), tra il 2016 e il 2017. 280 ettari sono coperti da pannelli in silicio policristallino, mentre il territorio impegnato raggiunge i 600 ettari. Produce mediamente 482,976 GWh/anno, da cui si ricava una utilizzazione media della potenza di picco pari a 1.963 ore/anno.

L'impianto, nei 25 anni di vita stimati, produce 14,09 volte l'energia che richiede il suo ciclo di vita ed evita l'emissione 14,03 volte più CO₂eq di quello che emette durante la sua esistenza.

Le emissioni sono per il 99,75% dovute alla fase di costruzione.

Costruzione, manutenzione e smantellamento richiedono 3.085.308.483 MJ di risorse energetiche, di cui:

. 85,72% da fonti fossili primarie (il carbone è la quota più importante e rappresenta il 44,37% del totale complessivo)

. 14,28% elettricità – non fossile (di cui 44,77% nucleare, 55,23% rinnovabile, di cui il 63,59% rappresentato dall'idraulica).

2. EPD di un insieme di **turbine eoliche offshore e onshore** di proprietà di Vattenfall presenti il 31.12.2017 in 58 parchi eolici distribuiti in 5 paesi europei (Regno Unito, Germania, Olanda, Danimarca e Svezia). La potenza complessiva è 2.178 MW (1.095 MW offshore, 1.083 onshore) fornita da turbine che variano tra 1,5 MW e 3,6 MW. L'energia generata annualmente risulta pari a 6,6 TWh (3.765 GWh offshore, 2.835 onshore).

Le ore di utilizzazione medie annue della potenza risultano quindi pari a 3.438 offshore e 2.618 onshore.

L'impianto (inteso come insieme delle turbine di proprietà Vattenfall) nei 20 anni di vita stimati, evita l'emissione di 19,52 volte più CO₂eq di quanto ne emette durante la sua esistenza.

Le emissioni sono per l'86,9% dovute alla fase di costruzione.

Costruzione, manutenzione e smantellamento richiedono:

- 434.425 t di carbone e torba

- 132.000 t di petrolio

- 66.660 t di metano e biomassa

- 697,4 GWh di energia elettrica-non fossile, di cui il 36,28% da nucleare, il 63,72% da rinnovabili (di cui il 50,3% idraulica).

3. EPD di una virtuale **Wind Farm onshore** di Siemens-Gamesa, composta da 9 turbine da 2,5 MW ciascuna, collocate su torri di 88 metri, per un totale di 22,5 MW, situata in uno scenario europeo (pesato percentualmente su 6 siti di altrettanti paesi: Regno Unito, Spagna, Italia, Polonia, Francia e Finlandia) e funzionante in condizioni di vento

medio (IEC II-a). Nei 20 anni di attività può generare 2.092,6 GWh di elettricità, cioè 104,6 GWh/anno, pari a un utilizzo medio della potenza di 4.648,3 ore/anno. L'impianto, nei 20 anni di vita stimati, produce 21,49 volte l'energia che richiede il suo ciclo di vita ed evita l'emissione di 30,63 volte più CO₂eq di quello che emette durante la sua esistenza.

Le emissioni sono per il 92,62% dovute alla fase di costruzione.

Costruzione, manutenzione e smantellamento richiedono 350.323.697 MJ di risorse energetiche, di cui:

. 70,41% da fonti fossili primarie (il petrolio è la quota più importante e rappresenta il 30,84% del totale complessivo)

. 29,59% elettricità-non fossile (di cui 65,81% eolico, 18,89% nucleare, 8,15% idraulico, 6,90% biomassa e geotermico, 0,24% fotovoltaico).

In tutta evidenza si tratta di tre esempi che mostrano livelli di efficienza non comuni.

Gli impianti sono collocati in siti particolarmente adatti per intensità e persistenza delle fonti eolica e solare, sono realizzati a grandissima dimensione e con tecnologie recentissime.

Per coglierne la diversa valenza, ben superiore a quella della generalità degli impianti, è sufficiente confrontare le ore di utilizzazione della potenza installata che li caratterizzano con quelle che si registrano per il complesso degli impianti collocati in Italia: 1.800/1850 ore per l'eolico, 1.150/1.250 per il fotovoltaico.

Dimostrano anche che tutte le emissioni, inevitabilmente legate alla loro realizzazione-manutenzione-smantellamento, vengono pareggiate nel giro di circa un anno dall'eolico e in meno di due anni dal fotovoltaico. Questi tempi risulteranno forse un po' più dilatati per gli impianti che non raggiungono questo elevato livello di efficienza complessiva, ma l'ordine di grandezza dovrebbe risultare molto simile.

Il lungo periodo di vita e di funzionamento (sulla scorta di risultati empirici registrati su un'ampia platea di impianti, i tempi presi a base del calcolo per le EPD paiono determinati con grande prudenza) e l'elevata produttività, giustificano abbondantemente la scelta di considerare queste fonti "zero emissioni" e, di conseguenza, suggeriscono di perseguire il loro massimo sviluppo.

Geotermoelettrico

Diversa è la situazione della fonte geotermica, ovvero del calore della Terra. Il calore terrestre si manifesta nel sottosuolo con un progressivo aumento della temperatura a mano a mano che ci si sposta dalla superficie verso le profondità. Tale incremento (o gradiente geotermico) è in media di circa $2,5^{\circ} - 3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$.

Per poter sfruttare il calore terrestre tramite le centrali geotermoelettriche, sono necessarie tre condizioni: la presenza di un serbatoio roccioso (un corpo di rocce permeabili per frattura), la presenza di una anomalia geotermica positiva e la presenza di un fluido (acqua o vapore) in grado di trasportare per convezione il calore alla superficie, condizioni geologiche che raramente sono presenti sullo stesso luogo. Se manca la terza condizione si parla di “rocce secche”, in cui l’acqua fredda può essere iniettata dalla superficie e poi recuperata per sfruttarne (in teoria) l’aumento di temperatura.

L’eccessivo emungimento dei fluidi può impoverire il serbatoio sotterraneo e ridurre la produzione per un periodo imprecisato. Tuttavia, una attenta gestione garantisce per molti anni la produzione continua di un quantitativo piuttosto stabile di energia elettrica (o di calore, in forma di vapore).

I fluidi estratti dal terreno solitamente veicolano una importante frazione gassosa incondensabile, molto variabile a seconda delle caratteristiche delle rocce e del serbatoio (cfr. [CNR: Rischi ambientali connessi all’utilizzo della risorsa geotermica - giugno 2016](#)), composta solitamente da CO_2 , H_2S , NH_3 , CH_4 , e tracce di altri gas e sostanze chimiche disciolte, come ad esempio Hg, As, B, Rn.

La frazione non condensabile che viene rilasciata in atmosfera è costituita principalmente da CO_2 , CH_4 , Hg e H_2S , poco solubili in acqua. Il CO_2 rappresenta circa il 95% del gas incondensabile; l’ H_2S è il secondo componente maggiore (1-2%).

La presenza di questi gas non condensabili nei fluidi non crea alcun problema in presenza di impianti (ciclo binario) che non mettono in contatto il fluido geotermico con l’atmosfera. Diversamente, nella tipologia impiantistica a “vapore secco” e *flash*, dopo adeguati trattamenti per eliminare le sostanze più critiche, essi vengono liberati in atmosfera.

Le emissioni rilasciate durante il funzionamento di questa fonte sono inferiori di quelle generate dalla produzione di elettricità da impianti alimentati da combustibili fossili (si stima che in media il CO_2 emesso possa scendere fino al 5-10% di quello prodotto da un analogo impianto alimentato a fossile), ma un certo contributo all’inquinamento e all’aumento dell’effetto serra è evidente.

Una ulteriore conseguenza negativa può essere rappresentata dal fenomeno della **sismicità indotta**, in particolare nelle aree densamente abitate. In Svizzera, tra il 2006 e il 2013, due progetti di geotermia che intendevano sfruttare il calore delle rocce secche profonde, sono falliti. Nei pressi di Basilea, l’iniezione di acqua a 5 km di profondità sotto la città ha provocato sismicità con danni a migliaia di abitazioni; nei dintorni di S. Gallo, per contrastare la fuoriuscita di gas metano durante la trivellazione di un pozzo, l’iniezione di acqua a forte pressione provocò fenomeni sismici.

Il “peso” del geotermico nel mix elettrico italiano è marginale (767 MW), con una produzione che si aggira stabilmente attorno al 2% del totale, nonostante la geotermia sia nata proprio in Italia nella zona di Larderello (Toscana).

Questa fonte è presente nel mix elettrico di alcuni paesi situati in corrispondenza della cintura di fuoco circumpacifica o nelle dorsali medio-oceaniche, con un contributo percentuale solitamente piuttosto limitato, diverso in rapporto alla produzione elettrica complessiva di ciascun paese. Le maggiori quantità di potenza installata si trovano negli USA (3.801 MW), Indonesia (1.946 MW), Filippine (1.928 MW), Turchia (1.283 MW), Nuova Zelanda (996 MW), Mexico (951 MW), Giappone (536 MW) e Islanda (753 MW), paese con consumi elettrici molto limitati, il solo dove il geotermico assume un ruolo decisivo arrivando a coprire quasi un terzo della produzione totale. In ogni caso, **considerare statisticamente il geotermico tra le fonti di elettricità prive di emissioni climalteranti e inquinanti, è improprio.**

Biomassa

La “biomassa” si può suddividere in:

1. un primo gruppo di vegetali utilizzati in combustione diretta (legna naturale, legna coltivata, residui di lavorazione della legna, composti legnosi).
2. un secondo gruppo, formato dai rifiuti urbani (CDR–Combustibile Derivato da Rifiuti e CSS–Combustibile Solido Secondario) e rifiuti speciali: plastica, carta, fibre sintetiche, ecc.
3. un terzo gruppo, costituito da piante appositamente coltivate (mais, soia, colza, barbabietole, canna da zucchero, sorgo, panico) destinate a lavorazioni successive per la produzione o di combustibili liquidi (etanolo, biodiesel), oppure gassosi.
4. un quarto gruppo di sostanze di derivazione vegetale e animale (liquami zootecnici, letame, sfalci, scarti di produzione agricola, insilati, coltivazioni varie, fanghi di depurazione, olio alimentare usato).

La produzione di elettricità da biomassa va in larga parte accreditata al vapore prodotto con la combustione di una quota importante della biomassa del primo gruppo. La rimanente viene usata per usi di riscaldamento e di cucina.

Anche il secondo gruppo viene impiegato per produrre vapore destinato a concludere un processo termoelettrico, ma in co-generazione di calore per usi di riscaldamento urbano o industriale. In questo caso le emissioni sono particolarmente critiche perché, in aggiunta al particolato e ai macroinquinanti (composti di carbonio, azoto, zolfo, fluoro, cloro) la combustione può produrre quantità significative di microinquinanti pericolosi come metalli pesanti, composti organici volatili, idrocarburi policiclici aromatici, diossine e furani.

Va anche considerato che la movimentazione dei rifiuti comporta una pesante attività di trasporto. In Italia, per esempio, vengono [impiegati circa 200.000 camion all'anno](#), gran parte dei quali diretti anche all'estero, per raggiungere località spesso lontane centinaia e centinaia di chilometri.

L'insieme di materiali riassunti nei punti 3. e 4. rappresenta una frazione della biomassa nettamente minoritaria, destinata soprattutto alla produzione di calore, ma anche di elettricità in sistemi di co-produzione. Il loro contributo alla produzione elettrica complessiva è molto limitato, tanto che non viene solitamente evidenziato nelle statistiche. Poiché i tempi di crescita (o di origine) e di naturale decomposizione di queste sostanze sono brevi, la loro combustione non causa uno sfasamento importante tra cattura ed emissione di carbonio. Tuttavia, considerate le proporzioni quantitative, ciò non influisce significativamente sul dato generale che riguarda la totalità della biomassa.

Escluse le plastiche e i tessili sintetici presenti nei rifiuti, all'origine di quella che complessivamente definiamo biomassa c'è materiale vegetale che, nel momento in cui viene trasformato, con la combustione o altro processo, in calore, elettricità, carburante, rilascia immediatamente in atmosfera il carbonio che aveva accumulato durante la sua crescita, più o meno lunga, tramite la fotosintesi.

L'utilizzo di biomassa vegetale a scopo energetico libera quindi, in tempi brevissimi, nell'atmosfera tutto il carbonio accumulato dalle piante nei mesi, anni, decenni o secoli, di vita. Carbonio che si libererebbe ugualmente, certo, durante la lenta decomposizione

alla morte dei vegetali, ma in un arco di tempo ben più lungo. Per gli alberi (in particolare quelli a lenta crescita, la quota più importante della biomassa da combustione) servirebbero almeno molti decenni a insetti, batteri, funghi, temperatura, acqua, ghiaccio e luce solare, per destrutturare completamente il materiale vegetale e incrementare l'humus del terreno.

Quindi, dal punto di vista dell'effetto serra la combustione di biomassa non è affatto neutra. Il carbonio liberato in combustione verrà riassorbito dall'atmosfera solamente in un periodo di tempo analogo a quello in cui era stato catturato, ammesso che si verifichi una adeguata crescita di nuova massa arborea.

Inoltre, per unità di energia prodotta, la combustione della legna emette più gas a effetto serra rispetto a quanto accade con i combustibili fossili: biomassa 965 kg CO₂ / MWh – carbone 856 kg CO₂ / MWh, ovvero un livello di emissioni di CO₂ da biomassa circa il 13% in più rispetto al carbone; metano circa 30 volte di più; ossido nitroso da 3 a 4 volte di più. ([Duncan Brack | Environment, Energy and Resources Department | February 2017 : Woody Biomass for Power and Heat Impacts on the Global Climate.](#))

Anche nell'ipotesi che il bilancio del CO₂ fosse neutro, le sole emissioni di questi altri due gas climalteranti causano l'aumento dell'effetto serra.

Se quindi appare accettabile trasformare, con impianti di piccola taglia, biomassa di scarto disponibile sul territorio (residui boschivi, di falegnameria, potature) in calore da impiegare direttamente per soddisfare esigenze locali (che dovrebbero essere soddisfatte comunque con altri combustibili provenienti da più lontano, magari di origine fossile), molto meno opportuno è produrre energia elettrica (o diversamente calore) volendo considerarla "no carbon", magari garantendo la continuità produttiva dell'impianto anche con l'importazione di biomassa coltivata da grandi distanze.

Mentre la piantumazione di nuovi alberi a vita lunga andrebbe finanziata e incentivata, l'uso del pellet andrebbe contrastato anche con balzelli disincentivanti, come dovrebbe essere fatto per il fossile.

Va ricordato che, in aggiunta a quello delle emissioni causate dalla combustione, i processi di raccolta, coltivazione (eventuale), trasporto, lavorazione, vengono effettuati con l'apporto pressoché esclusivo di energia fossile.

A titolo di esempio: in Italia si stima l'impiego 150-200.000 TIR per importare nel 2020, principalmente da Austria, Germania, Slovenia, Polonia, Repubblica Ceca, Croazia, Russia, Ucraina, ma anche dal Nord America e dal Nord Africa, l'85% dei 5 milioni di tonnellate di pellet necessari (<https://www.globalwoodmarketsinfo.com/italy-imports-wood-pellets-27-2018/>).

Il consumo nell'UE è stato di circa 30 milioni di tonnellate nel 2019, di cui il 40% importato da USA, Canada e Russia (<http://biomassmagazine.com/articles/16371/report-eu-demand-for-wood-pellets-continues-to-grow>).

Ed è sostanzialmente a questi ultimi aspetti e al miglioramento dell'efficienza nell'impiego della biomassa, che si limitano le "raccomandazioni" delle Direttiva (UE) 2018/2001, citate nella sua "Introduzione". Nulla dicono riguardo il carbonio contenuto nella materia vegetale che si libera poi con la combustione.

A seguito della tempesta Vaia (26-30 ottobre 2018), che devastò alcune valli del Veneto e del Trentino, è ancora sparsa sui pendii alpini una enorme quantità di biomassa boschiva, potenzialmente ottimo combustibile, che difficilmente potrà essere recuperato.

Ipotesizziamo che sia invece possibile utilizzarla: al netto di tutta l'energia fossile necessaria per far arrivare quella biomassa alla bocca di una caldaia, di una stufa, di un camino, si determinerebbe un aumento immediato della percentuale di carbonio in atmosfera, nemmeno confrontabile con il lentissimo processo di rilascio naturale per decomposizione che, a quelle quote, va valutato di durata ben superiore al secolo.

Proprio quello di cui non abbiamo bisogno, nel momento in cui tutti gli sforzi devono tendere a ridurre il livello di concentrazione.

Purtroppo, di recente sono accaduti altri eventi disastrosi, che hanno provocato la combustione di enormi quantità di biomassa: i giganteschi incendi in Amazzonia, in Siberia e le migliaia di fuochi che hanno distrutto la vegetazione e la vita animale su oltre 11 milioni di ettari, il 21% della superficie forestale australiana.

Ruolo svolto attualmente

La tabella 1 riporta i dati relativi all'anno 2018 delle energie classificate statisticamente come "rinnovabili" di 32 paesi dell'Europa, della Cina, degli USA e i totali di Europa e Mondo.

Tabella 1

PRODUZIONE DI ELETTRICITA' in TWH - anno 2018											
RAPPORTO DELLE FONTI "RINNOVABILI" RISPETTO ALLA PRODUZIONE COMPLESSIVA											
paese	EOLICO		SOLARE		IDRO		RINNOVABILI Eolico+Solare+Idro		ALTRE RINNOVABILI (*)		Totale Elettricità TWH
	TWH	su Tot. Elettricità	TWH	% su Tot. Elettricità	TWH	% su Tot. Elettricità	TWH	% su Tot. Elettricità	TWH	% su Tot. Elettricità	
Austria	5,9	8,7%	1,6	2,3%	37,5	55,0%	45,0	66,0%	4,8	7,0%	68,2
Belgium	7,5	10,0%	4,0	5,3%	0,3	0,4%	11,7	15,7%	5,4	7,3%	74,6
Bulgaria	1,4	2,9%	1,1	2,4%	5,1	11,0%	7,6	16,3%	0,5	1,1%	46,8
Croatia	1,4	10,0%	0,1	0,5%	7,5	54,6%	9,0	65,2%	0,7	5,0%	13,8
Cyprus	0,2	4,4%	0,2	3,8%		0,0%	0,4	8,2%	0,1	1,0%	5,0
Czech Republic	0,6	0,7%	2,3	2,7%	1,6	1,8%	4,6	5,2%	4,7	5,4%	88,0
Denmark	13,9	45,6%	1,0	3,1%		0,0%	14,9	48,7%	6,1	20,1%	30,5
Estonia	0,6	5,1%	^	0,1%		0,0%	0,6	5,2%	1,4	11,0%	12,4
Finland	5,9	8,4%	0,2	0,2%	13,3	19,1%	19,3	27,7%	12,9	18,5%	69,6
France	28,2	4,9%	10,2	1,8%	64,2	11,2%	102,5	17,9%	8,5	1,5%	574,2
Germany	111,6	17,2%	46,2	7,1%	16,9	2,6%	174,7	26,9%	51,4	7,9%	648,7
Greece	6,3	11,6%	3,8	7,0%	5,7	10,6%	15,8	29,2%	0,3	0,6%	54,2
Hungary	0,6	1,9%	0,6	1,8%	0,2	0,7%	1,4	4,4%	2,4	7,4%	32,0
Iceland	^	0,0%		0,0%	13,8	69,5%	13,8	69,5%	6,0	30,3%	19,9
Ireland	8,4	27,2%	^	0,1%	0,7	2,2%	9,1	29,5%	1,2	4,0%	30,9
Italy	17,5	6,0%	23,2	8,0%	45,9	15,8%	86,6	29,8%	25,3	8,7%	290,6
Latvia	0,1	1,8%	^	0,0%	2,4	36,5%	2,6	38,3%	1,0	14,4%	6,7
Lithuania	1,1	32,5%	0,1	2,3%	0,5	12,8%	1,7	47,6%	0,5	13,4%	3,5
Luxembourg	0,3	13,6%	0,1	5,2%	0,1	4,2%	0,5	23,0%	0,2	10,0%	2,3
Netherlands	10,5	9,0%	3,2	2,7%	0,1	0,1%	13,8	11,8%	4,9	4,1%	117,5
North Macedonia	0,1	1,7%	^	0,4%	1,8	31,9%	1,9	34,1%	0,1	1,0%	5,6
Norway	3,9	2,6%	0,1	0,0%	138,5	94,2%	142,4	96,9%	0,2	0,1%	147,0
Poland	12,8	7,5%	0,3	0,2%	2,0	1,2%	15,1	8,9%	6,3	3,7%	170,1
Portugal	12,7	21,1%	1,0	1,7%	12,3	20,6%	26,0	43,4%	3,4	5,7%	59,9
Romania	6,5	10,0%	1,7	2,6%	17,6	26,9%	25,7	39,5%	0,5	0,7%	65,2
Slovakia	^	0,0%	0,6	2,2%	3,6	13,5%	4,2	15,7%	1,4	5,3%	26,6
Slovenia	^	0,0%	0,3	1,6%	4,7	28,9%	5,0	30,5%	0,3	1,8%	16,3
Spain	50,8	18,5%	12,5	4,6%	35,2	12,8%	98,6	35,8%	7,4	2,7%	275,0
Sweden	16,8	10,3%	0,4	0,2%	61,9	37,9%	79,1	48,4%	11,9	7,3%	163,5
Switzerland	0,1	0,2%	2,0	2,8%	34,8	49,9%	36,9	52,9%	2,0	2,8%	69,8
Turkey	19,8	6,6%	7,9	2,6%	59,5	19,7%	87,2	28,8%	10,0	3,3%	302,5
Ukraine	1,1	0,7%	1,3	0,8%	9,9	6,2%	12,3	7,7%	0,2	0,1%	159,4
United Kingdom	57,1	17,1%	12,9	3,9%	5,5	1,6%	75,5	22,6%	35,6	10,7%	333,9
Other Europe	0,5	0,6%	0,4	0,5%	38,9	41,8%	39,9	42,9%	0,2	0,3%	93,1
Total Europe	404,4	9,9%	139,1	3,4%	642,1	15,7%	1.185,49	29,1%	217,6	5,3%	4.077,3
Cina	366,0	5,1%	177,5	2,5%	1.202,4	16,9%	1.745,93	24,5%	90,7	1,3%	7.111,8
Usa	277,7	6,2%	97,1	2,2%	288,7	6,5%	663,51	14,9%	83,7	1,9%	4.460,8
Mondo	1.270,0	4,8%	584,6	2,2%	4.193,1	15,8%	6.047,70	22,7%	625,8	2,4%	26.615,0

(*) Include l'elettricità generata da: geotermia, biomassa e altre fonti di energia rinnovabile (non già dettagliate).
 E' interessante ricordare come la produzione da "altre rinnovabili" (oltre a geotermico (**), biomassa legnosa, rifiuti, biogas da culture, oli alimentari, ecc.) risulti superiore alla produzione "solare" a livello mondiale, in Italia e Germania, mentre sia simile negli USA e circa la metà in Cina.
 L'idroelettrico in Italia rappresenta il 41% di tutte le rinnovabili, non più espandibile; il 65% in Cina e il 63% nel mondo, dove risulta in qualche misura espandibile a prezzo di cambiamenti idrografici, antropici e ambientali di intere regioni.
 (**) Tra questo gruppo di paesi solo USA (TWh 16,6), Italia (TWh 5,7) e Islanda (TWh 5,2) hanno una quota di produzione geotermoelettrica e assieme nel 2015 rappresentavano il 37,4% della produzione mondiale (Unione Geotermica Italiana).

dati: bp-stats-review-2019-all-data.xlsx

Risulta evidente che la fonte **idroelettrica** è la più importante, rappresentando in tutti i casi all'incirca la metà, o anche ben più, delle rinnovabili, con percentuali particolarmente elevate in Norvegia, Islanda, Austria, Croazia, Svezia.

L'energia **eolica** ha complessivamente valori più che doppi rispetto al fotovoltaico con percentuali elevate nei paesi caratterizzati da coste, bassi fondali o altipiani esposti a venti forti e costanti, come Danimarca, Lituania, Irlanda, Portogallo, Spagna, Germania, Regno Unito.

Il **fotovoltaico**, che in nessun caso riesce a raggiungere percentuali a due cifre, mostra i valori più elevati in Italia, Germania e Grecia che si collocano a un livello più che doppio della media dell'Europa e triplo rispetto al dato di Cina, USA e Mondo.

Il **geotermico** (come evidenziato nella nota in tabella) è presente solo in tre paesi: USA, Italia e Islanda. Conglobato all'interno del dato delle "altre rinnovabili", contribuisce a quella voce per l'87% in Islanda mentre si limita a circa un quinto in Italia e USA.

Le "**altre rinnovabili**" sono principalmente costituite dalla combustione di **biomassa legnosa, rifiuti, biogas da culture, oli alimentari**, ecc. Percentuali elevate si riscontrano nei paesi dov'è presente un'ampia copertura forestale o dove sono da tempo stati messi a punto moderni sistemi di combustione dei rifiuti, come Danimarca, Finlandia, Lettonia, Lituania, Estonia. Nella generalità dei casi la percentuale delle "altre rinnovabili" supera abbondantemente quella del fotovoltaico, in particolare nel caso di Italia e Germania, nonostante queste due nazioni mostrino, in valore assoluto e in percentuale, i valori più elevati di questa seconda fonte.

Conglobata statisticamente assieme alle altre FER, la tipologia "altre rinnovabili", aumenta significativamente in modo improprio la consistenza percentuale complessiva delle rinnovabili, implicitamente considerate tutte "no carbon", e determina una distorsione importante nella valutazione della composizione del mix elettrico della nazione. Ecco alcuni casi in cui la distorsione del contributo delle rinnovabili assume particolare rilevanza: UK +47,1%; Cechia +103,4%; Belgio +46,3%; Danimarca +41,2%; Olanda +35,3%; Germania +29,5%; Italia +29,2%;

Per ulteriore chiarezza, di seguito si esamina la rappresentazione grafica del mix di produzione elettrica mondiale (Figura 1) e italiano (Figura 2) nel 2018.

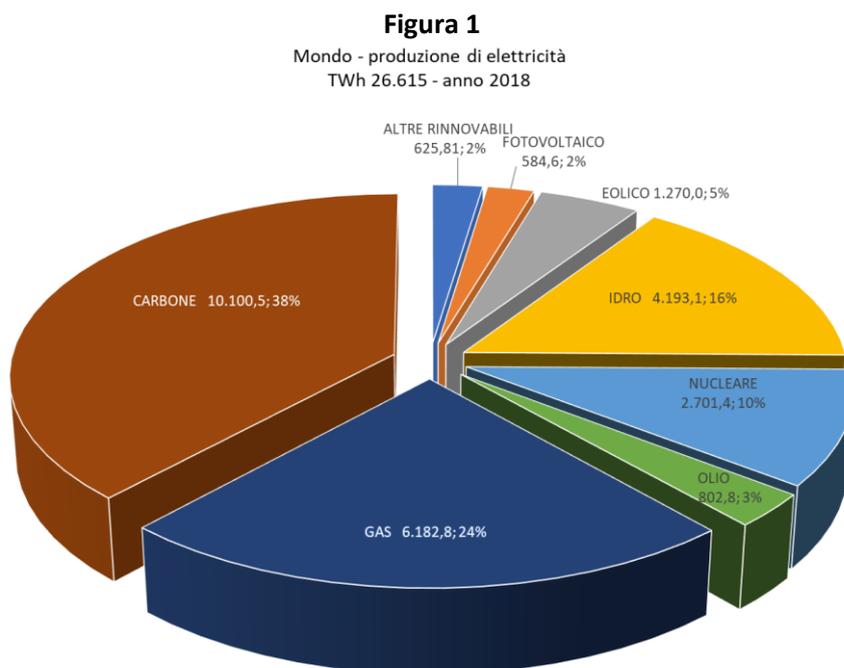
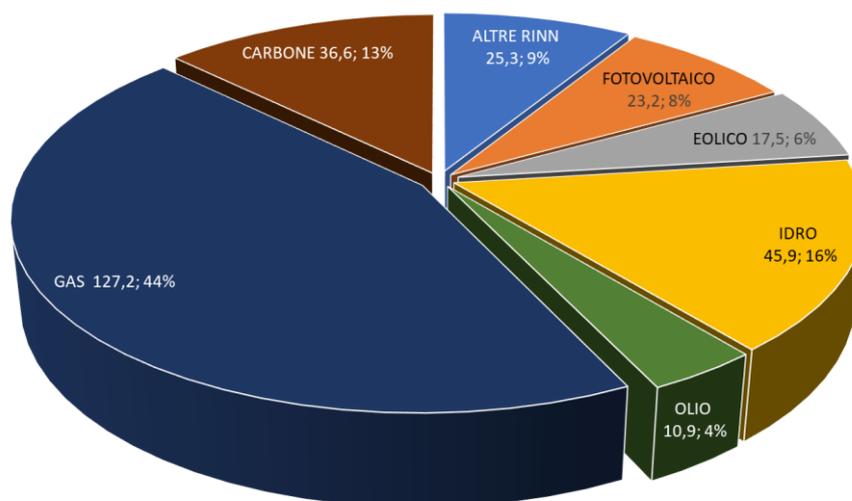


Figura 2

Italia - produzione di elettricità
TWh 290,6 - anno 2018



Scenari di carattere generale

Pur consci che il ruolo delle fonti rinnovabili diventerà progressivamente sempre più essenziale, risulta particolarmente arduo disegnare scenari credibili del loro sviluppo.

Recentemente l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - <https://www.ipcc.ch/>) ha chiarito che, per restare entro un aumento della temperatura media di +1,5°C, bisogna ridurre da subito le emissioni di CO₂, sino a raggiungere lo zero nel 2055 e, dal 2030, diminuire anche la forzante radiativa dovuta a metano, ossidi di azoto, aerosol e altri agenti antropogenici: un percorso particolarmente sfidante.

Per comprendere il livello reale della sfida occorre sottolineare che i modelli prevedono, oltre a numerose iniziative di decarbonizzazione di varia natura (drastica riduzione dell'uso dei combustibili fossili, cattura e stoccaggio del CO₂, riforestazione, ecc.) e un certo aumento dell'energia nucleare, che le fonti rinnovabili forniscano nel 2050 almeno il 70-85% dell'energia elettrica.

Le scelte da fare su questo terreno paiono chiare: o si realizza la drastica riduzione dei consumi elettrici o si sviluppano esponenzialmente le FER "no carbon" (idroelettrico, eolico, fotovoltaico). Oppure, meglio, si perseguono contemporaneamente entrambi gli obiettivi.

Le implicazioni della prima soluzione non vengono esaminate in questo contesto ma si può immaginare la complessità degli effetti. Un solo accenno: la riduzione dei consumi elettrici dovrebbe essere perseguita contemporaneamente alla diminuzione graduale (azzeramento attorno al 2050) dell'uso dei combustibili fossili in tutti i settori. In pratica, oltre che rendere più efficienti tutti sistemi che consumano elettricità e ridurre l'uso, dovremmo anche evitare, o limitare fortemente, la penetrazione dell'energia elettrica per sostituire l'impiego dei fossili in qualunque settore in cui essa ora non viene impiegata.

Ne consegue che uno dei tanti interrogativi, a cui bisogna rispondere già ora, riguarda l'attuale tendenza a elettrificare una quota crescente della mobilità automobilistica privata: esistono altri usi essenziali per l'impiego dell'elettricità o quello delle automobili elettriche deve essere ritenuto un impiego prioritario?

La produzione da FER risulta opportunamente allocata nella ricarica di batterie per auto o sarebbe più utile la sua immissione in rete per ridurre il consumo di fonti fossili nella produzione elettrica e garantire il soddisfacimento di esigenze essenziali e prioritarie?

La seconda strada, quella di sviluppare le rinnovabili, appare più facilmente perseguibile, senza dimenticare però che la costruzione delle tre tipologie impiantistiche risulta quasi del tutto fossile-dipendente.

Non è nemmeno all'orizzonte la possibilità che quanto serve per realizzare un impianto idroelettrico, eolico o fotovoltaico, venga scavato, lavorato, trasportato, costruito, montato, mantenuto, con l'impiego preminente di energia elettrica.

E un dato evidente, empirico, che trova ampia conferma dalle risultanze puntuali delle tre EPD illustrate in precedenza; dalle quali tuttavia non traspare con la dovuta evidenza il ruolo insostituibile dei metalli rari e delle **terre rare**: lo sviluppo delle tecnologie "verdi", del digitale e delle comunicazioni hanno moltiplicato l'impiego di questi elementi.

Se neodimio, praseodimio e samario, presentando eccezionali proprietà magnetiche, permettono la realizzazione di magneti ultrapotenti e la conseguente maggior efficienza delle turbine eoliche, numerosi altri elementi rari sono impiegati nel settore dell'informazione e della comunicazione. Il funzionamento integrato e sempre più digitale di questi sistemi è indispensabile per il trasporto e la gestione dei carichi nelle reti elettriche "intelligenti" e altamente performanti, senza le quali l'apporto delle energie rinnovabili resta depotenziato.

Nella singola applicazione i quantitativi impiegati sono talmente minimi da risultare praticamente irrecuperabili a fine vita (se ne riciclano percentuali che vanno dallo zero al tre per cento) ma il consumo dei metalli e delle terre rare è letteralmente esploso, anche grazie al crescente impiego nel settore automobilistico, negli armamenti più avanzati e nell'avionica civile e militare.

Sono elementi piuttosto diffusi sulla crosta terrestre, ma si trovano in basse concentrazioni e sempre combinati (in piccolissima percentuale) ad altri metalli o altre sostanze, da cui devono poi venir separati. La loro estrazione e raffinazione richiedono **procedimenti molto inquinanti**, tanto da spingere i paesi più ricchi a rinunciare a coltivare i giacimenti presenti nei loro territori, delegando il compito a paesi in cui lo sfruttamento della manodopera, l'assenza di regole e di controlli ambientali permettono di attivare catene lavorative molto economiche, pressoché completamente sostenute con l'impiego di energia fossile.

Di gran lunga le quantità maggiori di queste materie prime essenziali vengono estratte in Cina dove, per parecchi metalli rari, la produzione supera il 60-70% dei quantitativi estratti al mondo; per le terre rare raggiunge addirittura il 95% (cfr. [La guerra dei metalli rari – G. Pitron – LUISS 2019](#)).

Sempre Pitron, oltre a evidenziare che l'Occidente ha posto il destino delle tecnologie verdi e digitali e la sorte dei più sofisticati eserciti occidentali nelle mani di una sola nazione, sottolinea come la ricerca di un modello sostenibile e del superamento delle fonti fossili, stia portando a un più intenso sfruttamento della crosta terrestre e alla dispersione in ambiente di crescenti quantitativi di elementi di cui ignoriamo i cicli e le conseguenze.

Purtroppo, le FER, oltre che lontanissime da una "maturità" che permetta loro di autoriprodursi, sono condizionate anche dalla disponibilità di metalli e terre rare. A partire da queste considerazioni si può affermare che il loro sviluppo, per ora e forse a lungo, sembra dipendere dall'impiego di combustibili fossili.

Lo scoglio maggiore è comunque rappresentato dalle loro peculiari caratteristiche, cioè dai limiti legati alla densità di potenza (kW per m² di superficie), all'intermittenza e alla variabilità della loro produzione (giornaliera, settimanale, stagionale) che, in particolare per il fotovoltaico e l'eolico, rappresentano vincoli condizionanti:

- la produzione annua di energia in Europa corrisponde in media a un utilizzo della potenza installata, di circa 2.000/2.100 ore per l'eolico (1.800/1.850 in Italia) e di quasi 1.100 ore per il fotovoltaico (1.150/1.250 in Italia). Per un confronto, gli impianti a combustibile fossile e nucleare permettono di sfruttare in media la potenza installata

per molte più ore durante l'anno: i primi attorno a 3-4.000 ore/anno, i secondi oltre le 6.000 ore/anno (disponendo di combustibile e con le note conseguenze, ovviamente).

- quindi, una sostituzione paritaria (rinnovabile al posto della fossile) della quantità di energia non può essere ipotizzata semplicemente sostituendo una uguale quantità di potenza (1 kW rinnovabile / 1 kW fossile). Bisognerà costruire e installare un quantitativo di potenza 3 – 4 volte maggiore (3-4 kW rinnovabile / 1 kW fossile), a seconda delle diverse percentuali di eolico e di fotovoltaico nel mix elettrico considerato.

- all'interno di una singola regione, di una nazione, il diagramma di produzione delle fonti rinnovabili non potrà mai risultare del tutto aderente al diagramma della domanda, pur ammettendo che quest'ultima in futuro possa risultare "guidata", con incentivi e penalità, per adeguare quanto più possibile il suo andamento a quello della produzione.

Si verificherebbero in ogni caso dei "picchi" più o meno elevati. Sempre più elevati a mano a mano che si installano nuovi impianti; picchi sostanzialmente inutilizzabili dalla rete. A fronte di inevitabili fasi, giornaliere o pluri-giornaliere, più o meno lunghe, in cui la produzione risulterebbe insufficiente.

- per ottimizzare le possibilità di utilizzo delle diverse tipologie di rinnovabili e ridurre al minimo i pericoli di blackout, risulta quindi indispensabile la presenza di tre "sistemi", integrati nella struttura elettrica di un paese che voglia dotarsi di una consistente quantità di FER:

1. Una rete di interconnessione in grado di collegare tra loro le diverse fonti di produzione, allargata quanto più possibile anche a livello sovranazionale.

Questa scelta potrebbe permettere di usare, in un dato momento o per un periodo più o meno lungo, il surplus di una fonte, di un territorio, per compensare le carenze produttive di una diversa fonte o di un altro territorio. Sia in ambito nazionale che tra paesi diversi.

Per le lunghissime distanze, collegamenti in corrente continua ridurrebbero a livelli accettabili le perdite di trasporto. In ambito nazionale potrebbe risultare sufficiente la normale rete AT, opportunamente potenziata e gestita.

Il meccanismo funziona però solo in presenza di un presupposto indispensabile: un surplus di potenza e di energia da un lato e contemporanea capacità di assorbimento di analoghi quantitativi dall'altro.

Una condizione che in teoria potrebbe verificarsi più facilmente tra località collocate longitudinalmente, cioè in fusi orari diversi. Si sfrutterebbe in questo caso la riduzione del fabbisogno notturno di una località per permettere all'altra di utilizzare durante il giorno la produzione in eccesso che le verrebbe ceduta.

In direzione nord-sud si possono ipotizzare scambi tra una località che assorba i picchi o surplus produttivi presenti nell'altra.

Va però detto che, per creare le condizioni tecnico-strutturali necessarie a realizzare questo livello di interscambio, anche intercontinentale, di energia

servono anzitutto l'agibilità politica e, in seconda istanza, investimenti molto importanti.

Bisogna quindi poter fare affidamento stabilmente su surplus molto consistenti, prevedibili, di alta affidabilità, non certo su picchi temporanei e aleatori.

2. Imponenti sistemi di "stoccaggio" a breve, medio e lungo periodo. Se i primi possono essere realizzati con batterie di vario tipo, anche "riciclate", per le due altre tipologie di stoccaggio per ora la strada più promettente che si può immaginare di percorrere è il "pompaggio" dell'acqua in quota.

Gli impianti esistenti di questo tipo sono pochi e già utilizzati.

Nuove costruzioni necessitano di orografia adatta e presenza di acqua in quantità sufficiente (condizioni piuttosto rare), scavo di due bacini (di monte e di valle), realizzazione delle condotte, dell'impianto idroelettrico e della linea di trasporto per il collegamento alla rete.

Strutture costose, che dovremmo costruire in centinaia di esemplari.

Esiste anche la possibilità di trasformare l'energia di supero delle fonti rinnovabili in idrogeno, tramite l'elettrolisi dell'acqua, per poi stoccare l'idrogeno in opportuni contenitori.

Il processo è attuato da tempo e non particolarmente complicato, anche se presenta problematiche di un certo livello per mantenere a lungo nel tempo l'idrogeno stoccato. Il vero punto debole è la bassa efficienza complessiva della filiera elettricità → idrogeno → stoccaggio → fuel cell o combustione, lungo la quale si perdono all'incirca i due terzi dell'energia elettrica iniziale.

Per immaginare di percorrere questa strada bisogna quindi poter contare su grandi quantitativi di energia rinnovabile di cui risulti impossibile l'utilizzo diretto da parte del produttore o in rete: anziché buttarla, se ne recupera alla fine un terzo.

Potrebbe non essere uno scenario adatto a piccole quantità di energia, resi disponibili di tanto in tanto, da picchi di breve o brevissima durata.

3. Impianti in "riserva calda" (prevalentemente a combustibile fossile), cioè fermi, ma sempre pronti a entrare in servizio in tempi brevissimi.

Già ora in Italia, pur con una potenza da FER ancora limitata, a questa funzione provvedono (assieme a una quota di idroelettrico) numerosi impianti a gas.

Il costo unitario del kWh prodotto da questi impianti, che necessitano di manutenzione e gestione in continuo, risulterebbe particolarmente elevato, a causa dei brevi momenti di funzionamento e delle ridotte quantità di elettricità prodotta. Concretamente questi costi vengono poi scaricati e spalmati sul costo unitario della produzione elettrica dell'intero sistema di un paese.

- si pone infine anche il problema della superficie sulla quale collocare gli impianti fotovoltaici, fonte che possiede una densità di potenza ben più bassa delle altre.

Prendendo a riferimento i dati della prima EPD (l'impianto fotovoltaico El Romero Solar, costruito nel deserto di Atacama, già illustrato in precedenza) si ricava che per ottenere una potenza pari a 1 GWp bisogna ricoprire con i pannelli all'incirca 1.150

ettari (un quadrato di 3,4 km di lato) e, per far posto anche a tutte le strutture di completamento e servizio, occupare una superficie complessiva di 2.450 ettari (un quadrato di 4,9 km di lato).

Quell'impianto è costruito su terreno libero, privo di ostacoli di qualunque tipo, e si può ipotizzare progettato ottimizzando tutti gli aspetti. Bisogna quindi immaginare che, per una espansione in aree fortemente antropizzate, sia necessaria una superficie maggiore per ogni kilowatt installato, a causa della scarsa ottimizzazione ottenibile con la suddivisione della potenza di 1 GW in numerosissimi impianti di piccole dimensioni, con il necessario adattamento a situazioni preesistenti.

Questo aspetto non dovrebbe comunque porre problemi insuperabili a una forte espansione del fotovoltaico (almeno nei paesi posti a latitudini adeguate), anche se la necessità di coinvolgere migliaia di soggetti e di affrontare migliaia di situazioni diverse, distribuite su territori particolarmente estesi, può complicare la strada per raggiungere un livello di potenza complessivo elevato.

- il frazionamento della potenza sul territorio può, da una parte richiedere l'ammodernamento della rete (*smart grid*) per gestire le connessioni, gli scambi e le integrazioni a copertura della domanda, dall'altra agevola l'autoconsumo e il soddisfacimento di una quota del fabbisogno dei singoli proprietari.

Numerosi fattori, alcuni tra loro interdipendenti, possono contrastare o facilitare sia il possibile miglioramento tecnico/qualitativo, che il rapido incremento quantitativo di queste fonti.

Forse il principale va individuato nell'esistenza di una consapevolezza collettiva di dover limitare al più presto l'uso dei combustibili fossili, promossa e consolidata da chiare prese di posizione e scelte durature della politica.

La condivisione delle cause, degli obiettivi da raggiungere e la reciproca fiducia tra cittadini e governi, rappresentano le premesse indispensabili per tentare di rallentare, e possibilmente fermare, l'aumento della temperatura media del pianeta e mitigare le conseguenze della crisi climatica di cui stiamo già osservando le prime evidenze.

Obiettivi evidentemente molto difficili da perseguire, considerato che in tre decenni, pur in presenza di forti incentivazioni attuate in alcuni paesi, lo sviluppo delle FER è quello mostrato dai dati di Tabella 1.

A questo proposito esiste una scuola di pensiero che, basandosi su alcuni dati, che per essere meglio valutati andrebbero esaminati in un contesto più complesso, sostiene che i costi del chilowattora da fonte rinnovabile, su impianti di grande scala, sono ormai competitivi con quelli del fossile e ne stimoleranno un veloce e ampio sviluppo.

Lo afferma a chiare lettere anche *J. Rifkin* nel suo "*Un green new deal globale*". In sostanza sostiene che il mercato, con le leggi che lo governano, sposterà i capitali dalle fossili in direzione delle rinnovabili ed entro il 2028 avremo già fatto enormi passi avanti verso la transizione e il superamento delle fonti tradizionali.

L'eventuale competitività (che molti sostengono sia già raggiunta) del costo del chilowattora rinnovabile, rappresenterebbe un fattore molto positivo per lo sviluppo delle FER, soprattutto se si tiene conto che il confronto con il costo delle fossili avviene

senza che in esso siano implementati gli onerosi (per la collettività, non per il produttore o il consumatore) “costi esterni” (inquinamento, effetto serra, sanità, ecc.), riscontrabili nell’intero ciclo del fossile.

Tuttavia, anche il costo del kWh rinnovabile non può essere riferito solo all’impianto che lo produce. In presenza di significative quantità di energia di questa natura, la rete elettrica va riconcepita, ampliata e potenziata, occorrerà costruire potenti sistemi di accumulo, mantenere in riserva calda parecchi impianti a fossile. Tutti oneri da cui una valutazione di scenario non può prescindere.

I prezzi dei diversi componenti di un impianto fotovoltaico si sono nettamente ridotti, ma va considerato che, almeno negli USA, il costo di installazione stimato per watt di picco in un impianto fotovoltaico residenziale, cioè per l’insieme dei numerosissimi impianti distribuiti sul territorio, è di circa l’80% superiore a quello di un impianto su scala industriale (cfr: MIT, *The Future of Solar Energy*).

Il confronto tra i diversi costi a questo punto risulta molto problematico. Se poi ci si vuole limitare alla stretta logica del mercato, così come fanno molti, va ricordato che l’energia da fossile, come da nucleare, sta ora usufruendo di una condizione di vantaggio che durerà a lungo: i costi degli impianti tradizionali sono completamente ammortizzati, alcuni sicuramente da diversi anni. Quindi il proprietario, per produrre un chilowattora da fonte fossile ora affronta solo i costi del combustibile, della gestione e della manutenzione. E ne ricava l’agognato profitto. Per avere un chilowattora da FER, l’impianto bisogna prima costruirlo, con investimenti ed oneri elevati, che risultano affrontabili anche perché in gran parte sostenuti da consistenti incentivi, in mancanza dei quali l’attesa per ottenere utili sarebbe molto lunga.

Tra l’altro, a causa della pandemia da Covid-19 esplosa all’inizio del 2020 e che minaccia di condizionare fortemente la situazione globale per un lungo periodo, il costo dei combustibili fossili, già prima ridotto da consistenti incentivi e dalla scarsità della domanda per il persistere di elementi di crisi in diversi paesi, è diminuito di oltre il 50%.

La pandemia ha anche dato origine alla generale condizione di lockdown che, mentre costringe all’isolamento sociale forzato miliardi di persone, sta consolidando uno scenario mondiale in cui, pur a livelli diversi di pericolosità e di invasività, si sconta la presenza attiva e diffusa del virus per parecchi mesi e anche più. In tutti i campi, esclusi i settori che hanno a che fare con la sanità e la ricerca medica, gli investimenti risultano congelati, compresi quelli necessari allo sviluppo delle fonti rinnovabili.

Molte produzioni, gran parte del commercio e dei servizi sono attualmente fermi e non è chiaro quando potranno riprendere. I sistemi economici di quasi tutti gli stati sono in gravissime difficoltà. Milioni di aziende sono inattive; decine di milioni di lavoratori non ricevono più il salario.

Non c’è alcuna certezza su quando, dove, in che misura e con quali modalità potrà ripartire l’attività, la produzione, la mobilità, la vita sociale. Quali strategie verranno messe a punto? Quali tattiche guideranno le prime decisioni?

Pare del tutto improbabile che, uscendo da una situazione di recessione così lunga, profonda, complessa e generalizzata, il settore pubblico o il capitale privato o il “mercato”, individuino tra le priorità lo sviluppo delle fonti rinnovabili. Ben sapendo che

già in tempi “normali”, esisteva una forte resistenza teorica e politica nei loro confronti, e che costruire un gran numero di questi impianti non è affatto semplice, né privo di ostacoli e limiti di varia natura.

Sembra utopico quindi immaginare che, quando sbucherà la luce in fondo al tunnel in cui ci troviamo, uno o più governi siano dotati di sufficiente lungimiranza per esprimere scelte politiche chiare, magari condivise tra un certo numero di paesi, in direzione dello sviluppo di energie rinnovabili per rallentare il riscaldamento globale

Va ricordato che anche il decisore politico più illuminato, in un sistema democratico, ben poco può fare senza il consenso largo della popolazione. Consenso di cui non si vedono ora che tracce inconsistenti e che, nel futuro ipotizzabile, difficilmente pare possa imporsi.

Nel contempo, stiamo assistendo all’emergere generalizzato di un ceto politico che, invece di guidare i cittadini, ne eccita gli umori più istintivi, ne alimenta l’emotività, ne solletica le illusioni e potrebbe continuare a farlo anche quando si troverà a gestire un tragico e insidioso periodo post- pandemia.

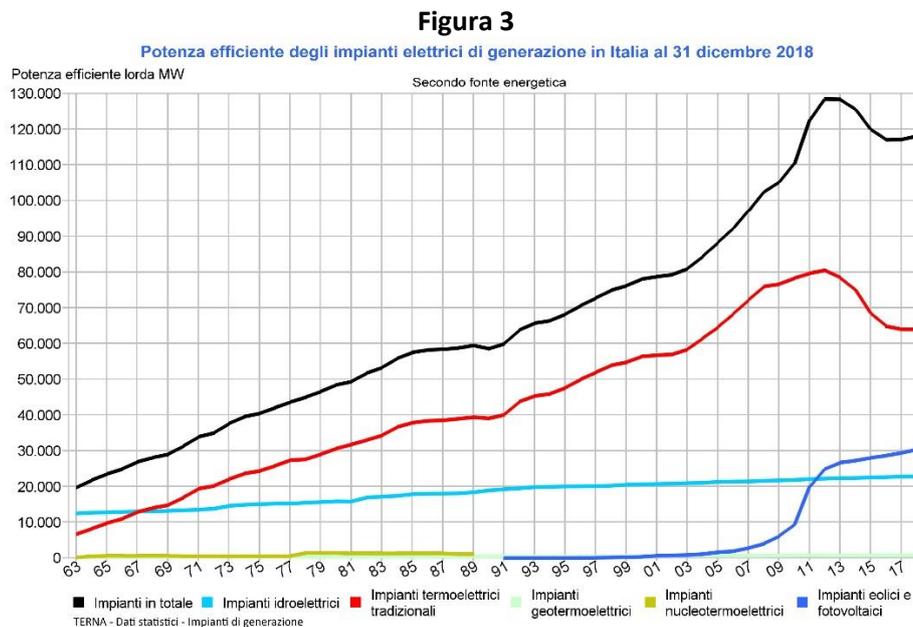
Non sono certo le premesse migliori per raggiungere in tempo il livello auspicabile e necessario di sviluppo delle fonti rinnovabili. In questo quadro, bisognerebbe almeno non aumentare i consumi elettrici, cioè non favorire la riduzione dei consumi diretti di fonti fossili facendo penetrare l’energia elettrica in settori che attualmente le sono estranei.

Stiamo verificando che sarà molto arduo persino sostituire le fonti fossili usate per la produzione di elettricità. Se a questo colleghiamo il fatto che nella quasi totalità delle sue tipiche applicazioni l’energia elettrica risulta del tutto insostituibile, mentre per i pochi casi rimanenti è molto difficilmente sostituibile, dovremmo agire con grande prudenza e lungimiranza, abbandonando strade che rispondono alle esigenze del consumismo e del mercato, entrambe da tempo non più sostenibili.

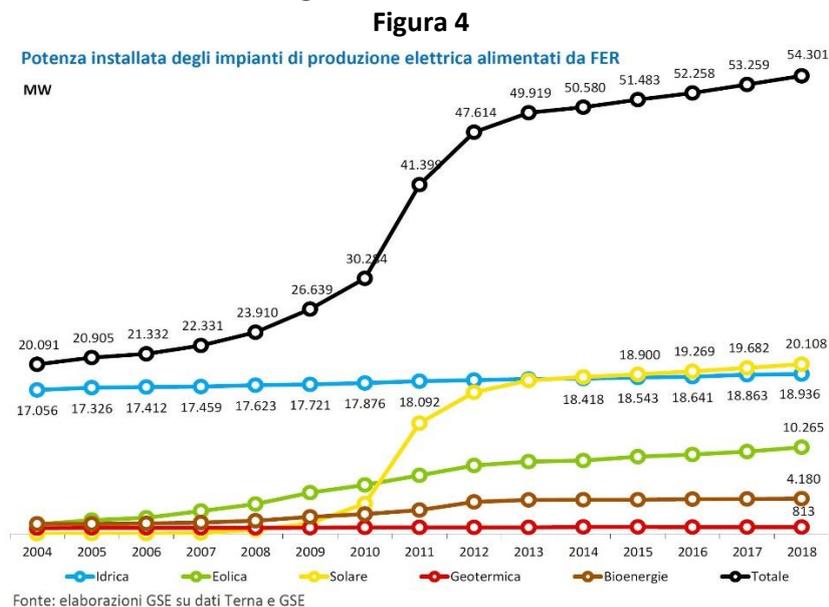
Italia: situazione 2018

Abbiamo già esaminato la composizione del mix elettrico nell'anno 2018 (Figura 2). Nella Figura 3 osserviamo l'evoluzione storica della potenza degli impianti di generazione. È evidente l'inversione di tendenza degli impianti termoelettrici tradizionali, avvenuta contemporaneamente al forte incremento di eolico e fotovoltaico, a cavallo della prima decade degli anni 2000. Mentre i primi si stanno consolidando attorno a 62-63 GW, i secondi, terminata una fase di aumento esponenziale, mostrano un lieve tasso incrementale.

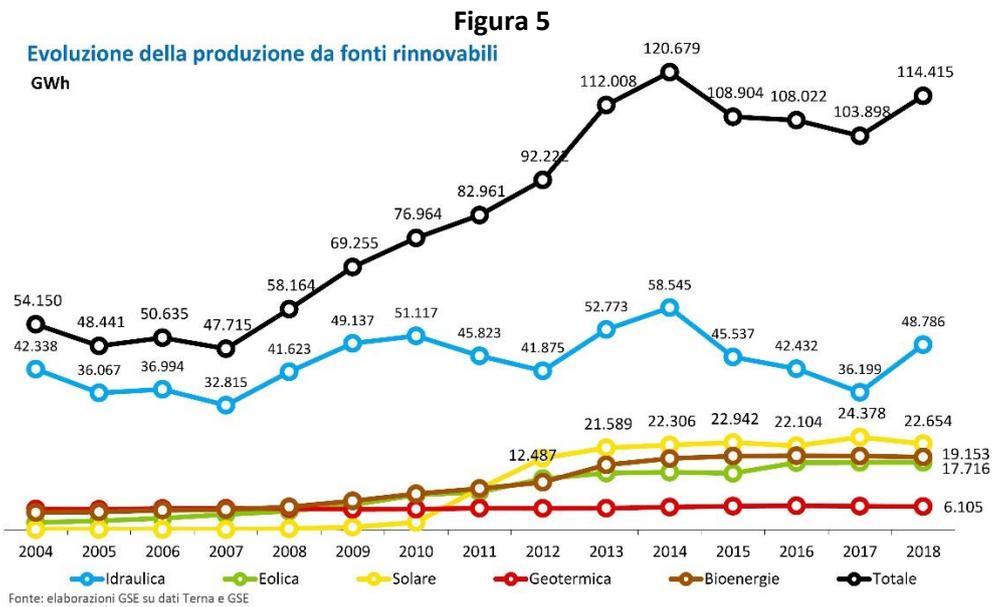
Dopo aumenti più significativi sino agli anni '90, la curva dell'idroelettrico cresce in maniera molto più contenuta e sembra proiettarsi verso un andamento poco più che orizzontale.



Limitando l'osservazione alle rinnovabili, negli ultimi cinque anni l'incremento medio annuo della potenza installata delle FER "no carbon", è stato pari a circa 1,7-1,8%, principalmente grazie all'eolico e al fotovoltaico (Figura 4). Gli andamenti delle curve mostrano gli effetti dei diversi livelli di incentivazione.

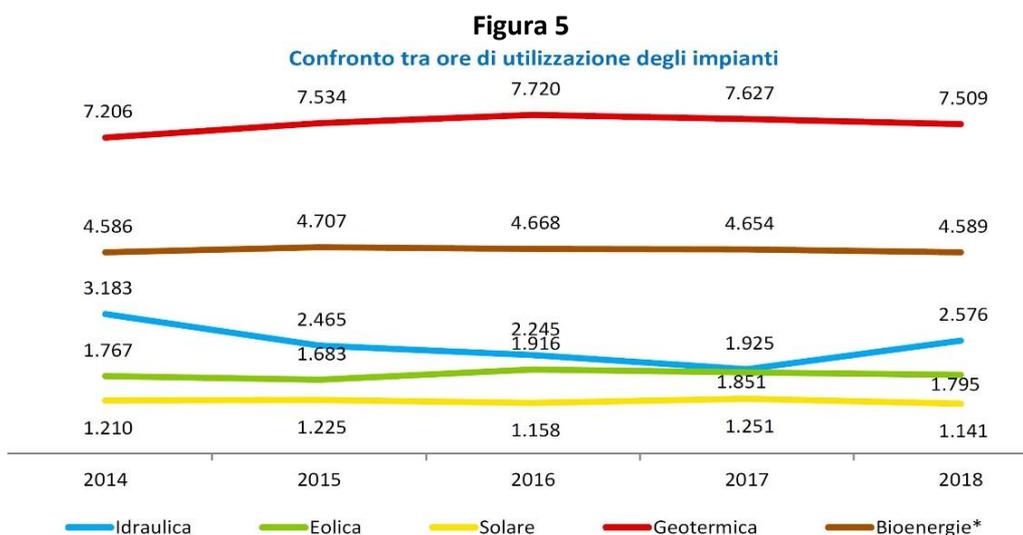


La Figura 5 mostra la stabilità del geotermico e l'elevata variabilità della produzione idroelettrica negli anni. Pur con diversa rilevanza nel tempo, l'idroelettrico, che dispone di una potenza installata di poco inferiore al fotovoltaico, fornisce quasi sempre una quota di energia ben superiore alla somma di eolico e fotovoltaico.



Si può anche notare come il fotovoltaico, pur con una potenza installata doppia, produca una quantità di energia di poco superiore all'eolico. Il quale, a sua volta, produce una quantità di energia inferiore a quella prodotta con la biomassa.

La spiegazione a queste apparenti incongruenze è in Figura 5, che mostra l'andamento storico delle ore di utilizzazione della potenza installata per le diverse fonti.



* Esclusi gli impianti ibridi

Un parametro utile per indicare la performance produttiva di un impianto o di un parco di impianti è costituito dalle ore di utilizzazione equivalenti, ottenute dal rapporto tra la produzione lorda generata in un anno e la potenza efficiente lorda installata.

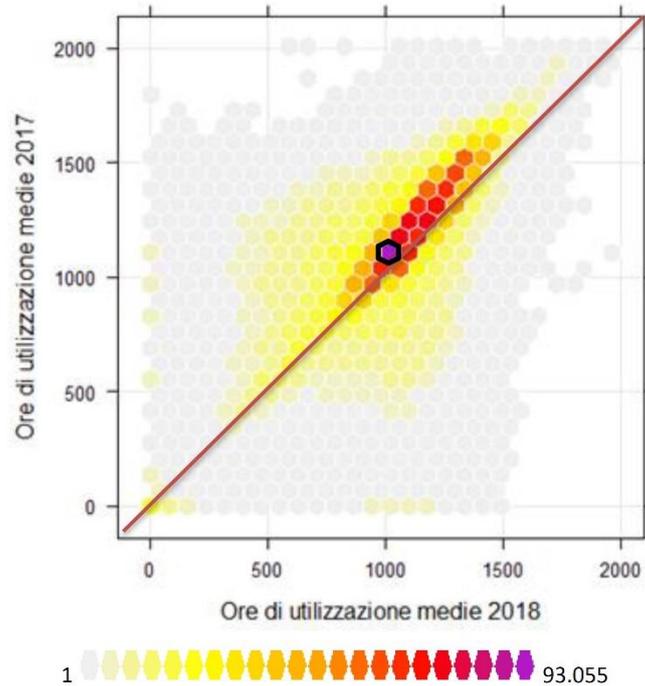
Fonte: elaborazioni GSE su dati Terna e GSE

Maggiori informazioni di dettaglio si ricavano dall'esame dei grafici seguenti, raggruppati per fonte.

Fotovoltaico (8% del mix di produzione elettrica)

Figura 6

Distribuzione percentuale delle ore di utilizzazione degli impianti fotovoltaici

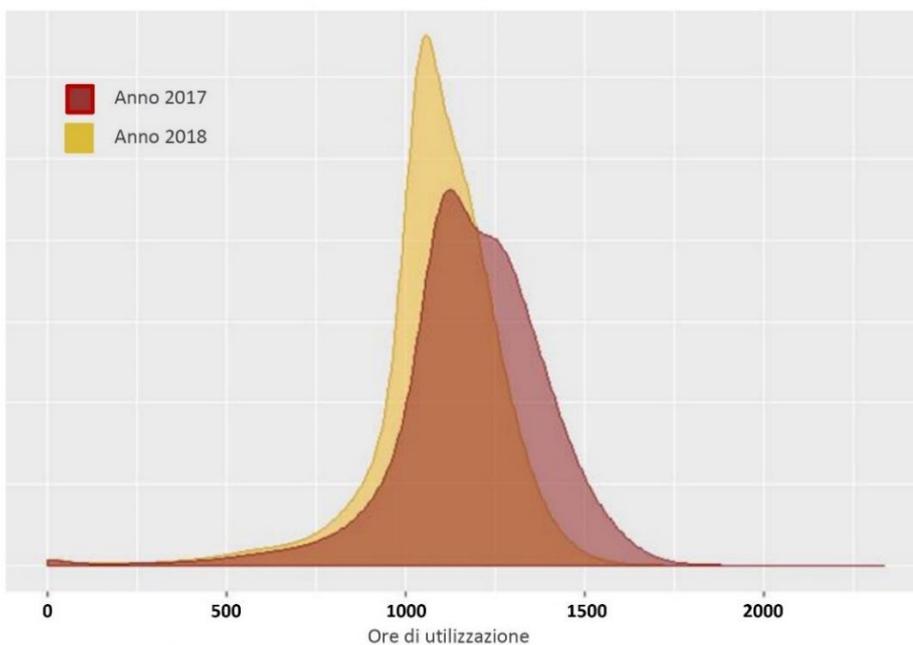


Il grafico confronta le ore di utilizzazione negli anni 2017 e 2018 degli impianti entrati in esercizio entro il 31 dicembre 2016. Ogni unità grafica rappresentata (esagono) contiene un insieme di impianti. Il posizionamento degli esagoni indica le ore di utilizzazione degli stessi impianti negli anni 2017 (asse verticale) e 2018 (asse orizzontale). La colorazione di ogni esagono rappresenta la numerosità degli impianti che ricadono in quell'area; ad una maggiore intensità di colore corrisponde un numero maggiore di impianti. L'esagono evidenziato in nero è quello che contiene più impianti (93.055).

fonte: GSE - Rapporto Statistico FER 2018

Figura 7

Distribuzione delle ore di produzione degli impianti fotovoltaici nel 2017 e nel 2018



Nella figura sono illustrate le distribuzioni delle ore di produzione degli impianti nel 2017 e nel 2018. Dallo spostamento verso sinistra della distribuzione del 2018 rispetto a quella del 2017 e dalla differenza tra le superfici associate ai due anni si nota come l'anno 2017 sia stato più produttivo del 2018 (il dato di ore medie di utilizzazione equivalenti è sceso da 1.251 del 2017 a 1.141 del 2018).

fonte: GSE - Rapporto Statistico FER 2018

La Figura 8 evidenzia come dal 2013 risultino costruiti soprattutto impianti di piccola taglia, con risultati incrementali modesti per la potenza installata e per la produzione. Estrapolare questo andamento allontana di parecchi decenni la possibilità che il fotovoltaico costituisca una delle strutture portanti del sistema elettrico italiano.

Figura 8

Evoluzione del numero e della potenza degli impianti fotovoltaici



Il grafico mostra l'evoluzione della serie storica del numero e della potenza installata degli impianti fotovoltaici in Italia. Si può osservare come dal 2013, con la cessazione del Conto Energia, i ritmi di crescita siano significativamente meno sostenuti.

Agli 822.301 impianti fotovoltaici installati in Italia al 31 dicembre 2018 corrisponde una potenza pari a 20.108 MW. Gli impianti di piccola taglia (potenza inferiore o uguale a 20 kW) costituiscono oltre il 90% degli impianti totali installati in Italia e concentrano il 21% della potenza complessiva nazionale.

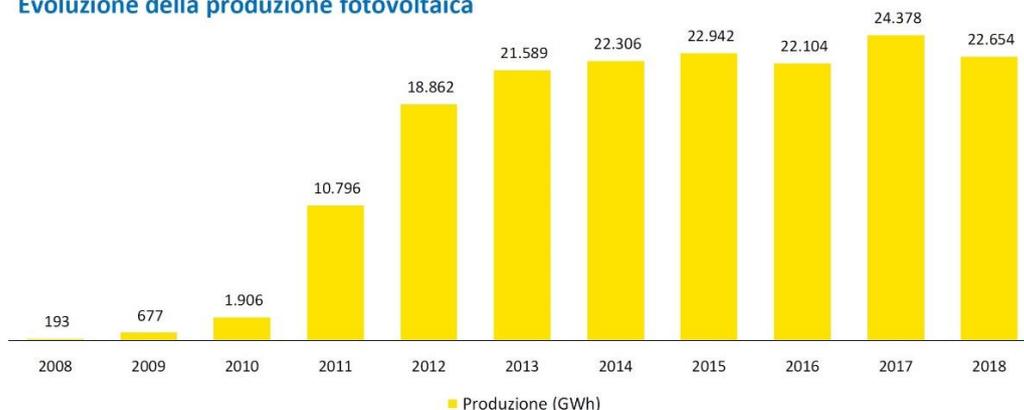
Classi di potenza (kW)	Installati al 31/12/2017		Installati al 31/12/2018		Var % 2018/2017	
	n°	MW	n°	MW	n°	MW
1<=P<=3	262.214	716,1	279.681	759,8	+6,7	+6,1
3<P<=20	447.332	3.266,9	476.396	3.445,2	+6,5	+5,5
20<P<=200	52.591	4.122,5	54.209	4.244,0	+3,1	+2,9
200<P<=1.000	10.739	7.352,5	10.878	7.413,2	+1,3	+0,8
1.000<P<=5.000	950	2.334,5	948	2.328,2	-0,2	-0,3
P>5.000	188	1.889,7	189	1.917,2	+0,5	+1,5
Totale	774.014	19.682,3	822.301	20.107,6	+6,2	+2,2

fonte: GSE - Rapporto Statistico FER 2018

Nonostante il lieve progressivo aumento della potenza impegnata, la produzione fotovoltaica nel 2018 è aumentata solo dell'1,5% rispetto al 2014 (Figura 9).

Figura 9

Evoluzione della produzione fotovoltaica



Nel 2018 la produzione degli impianti fotovoltaici in Italia ha raggiunto 22.654 GWh, in deciso calo rispetto al valore di produzione osservato l'anno precedente (-7,1%).

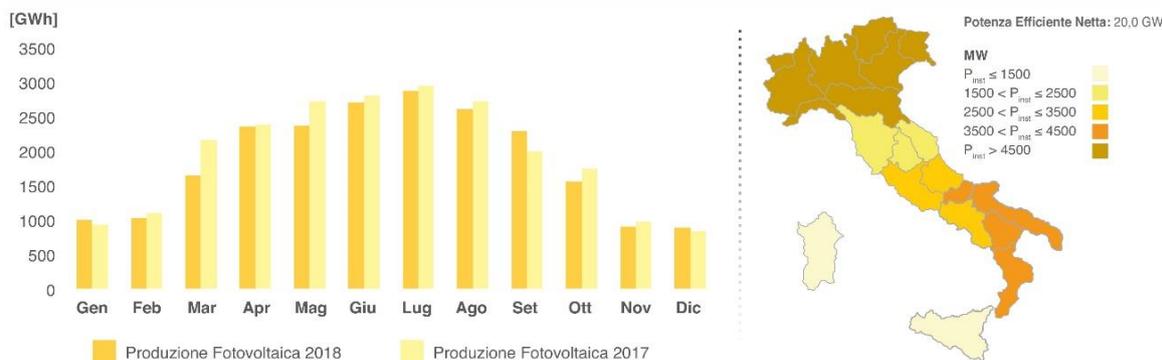
fonte: GSE - Rapporto Statistico FER 2018

La Figura 10 dimostra che circa 3/4 della produzione fotovoltaica viene realizzata tra marzo/aprile e settembre/ottobre. Di conseguenza, si verificano picchi estivi e un consistente sfasamento stagionale della produzione; aspetti problematici che si aggiungono a quelli posti dall'inevitabile alternanza giorno/notte e dai cambiamenti atmosferici.

Figura 10

PRODUZIONE FOTOVOLTAICA E CONSISTENZA

TERNA - Dati provvisori d'esercizio 2018

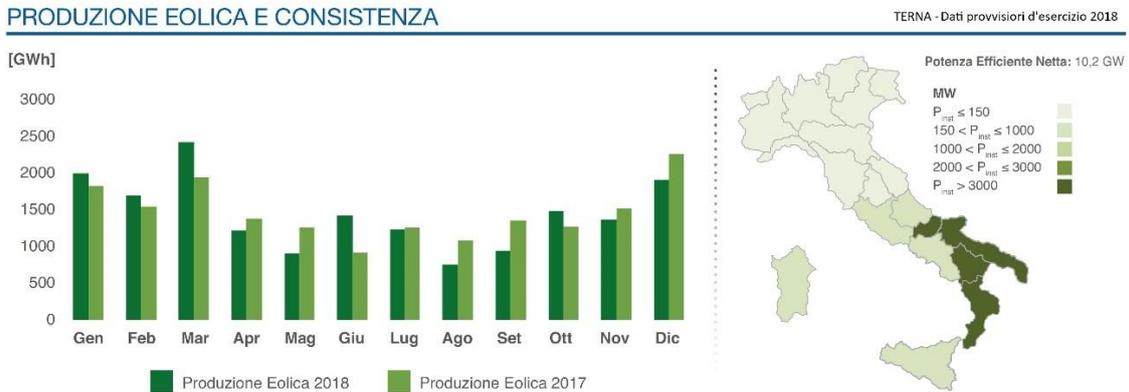


La presenza delle più elevate concentrazioni di impianti ai due estremi della penisola, conferma l'esistenza di una grossa potenzialità di espansione di questa fonte nell'intero territorio nazionale, investito tutto da livelli piuttosto favorevoli di radiazione solare.

Eolico (6% del mix di produzione elettrica)

La diversità stagionale della produzione del fotovoltaico trova una parziale compensazione negli andamenti della produzione eolica, che si mostra più elevata proprio a cavallo dei mesi invernali (Figura 11). Emerge tuttavia il forte divario geografico di una realtà eolica presente solo al sud della nostra penisola.

Figura 11



Come nel fotovoltaico, anche nell'eolico la taglia media dei nuovi impianti diminuisce progressivamente, in questo caso a partire già dal 2010. Nella Figura 12 la curva del numero degli impianti sino al 2017 cresce molto più velocemente di quella della potenza installata.

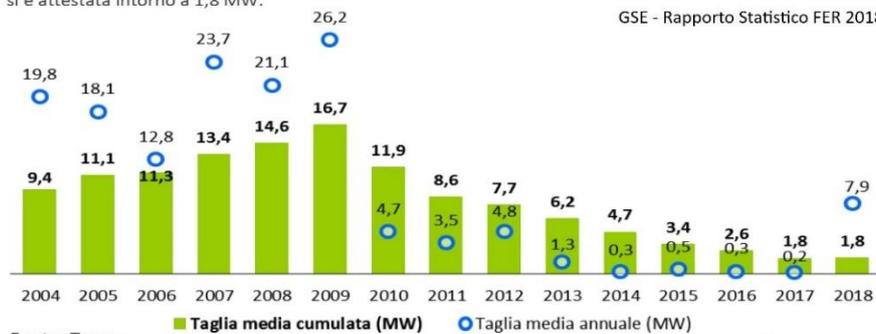
Figura 12



Negli ultimi 15 anni si è osservato uno sviluppo molto veloce dei parchi eolici in Italia: nel 2004 gli impianti installati erano 120, con una potenza pari a 1.131 MW, mentre alla fine del 2018 il parco nazionale risulta composto da quasi 5.642 impianti, con potenza pari a 10.265 MW.

La taglia media complessiva nazionale degli impianti eolici diminuisce progressivamente dal 2010; nel 2018 si è attestata intorno a 1,8 MW.

GSE - Rapporto Statistico FER 2018



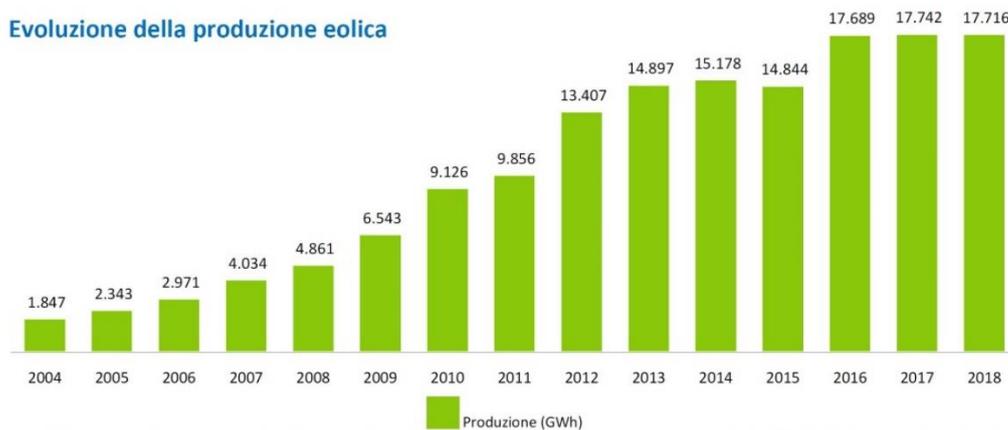
Fonte: Terna

Classi di potenza (MW)	2017		2018		2018 / 2017 Variazione %	
	n°	MW	n°	MW	n°	MW
$P \leq 1$ MW	5.175	491,0	5.209	507,6	0,7	3,4
$1 \text{ MW} < P \leq 10$ MW	117	619,4	125	675,2	6,8	9,0
$P > 10$ MW	287	8.655,5	308	9.081,9	7,3	4,9
Totale	5.579	9.765,9	5.642	10.264,7	1,1	5,1

La produzione eolica negli anni presenta due diversi *plateau* (Figura 13) a partire dal 2013, che non seguono gli andamenti dell'aumento della potenza installata. Per comprendere appieno i motivi di un tale fenomeno servirebbe indagare la storia di un elevato numero d'impianti, in particolare di quelli collocati in Sicilia, ma non solo. Vicende giudiziarie, impianti irregolari, possono essersi sovrapposti a deficienze strutturali della rete, inadatta in alcuni momenti a ricevere tutta la produzione. Potrebbero così essersi determinate, per certi periodi, condizioni tali da rendere inutile l'esistenza di una certa quota di potenza installata.

Figura 13

Evoluzione della produzione eolica



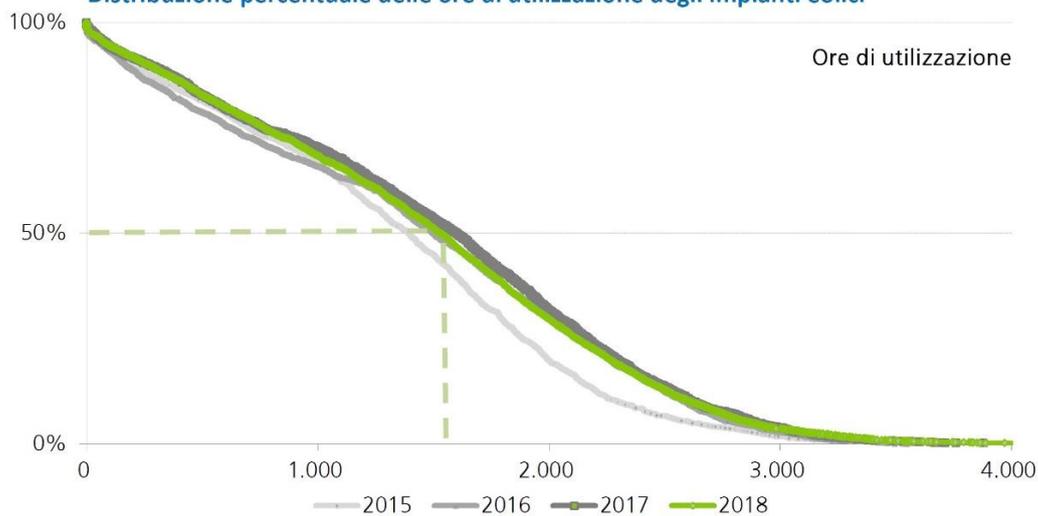
Tra il 2004 e il 2018 la produzione di energia elettrica da fonte eolica è quasi decuplicata, passando da 1.847 GWh a 17.716 GWh; nel 2018 il valore di produzione è rimasto sostanzialmente invariato (-0,1% rispetto al 2017).

GSE - Rapporto Statistico FER 2018

Va anche notato come la Figura 14 metta in evidenza che un gran numero di turbine eoliche risulta collocata in zone di scarsa ventosità. Quasi il 30% degli impianti non supera le 1.000 ore di utilizzazione della potenza installata.

Figura 14

Distribuzione percentuale delle ore di utilizzazione degli impianti eolici



Escludendo gli impianti entrati in esercizio in corso d'anno (che non hanno avuto la possibilità di produrre per un anno intero), nel 2018 il 50% degli impianti eolici è riuscito a produrre per almeno 1.531 ore equivalenti, in diminuzione rispetto al 2017 (1.601).

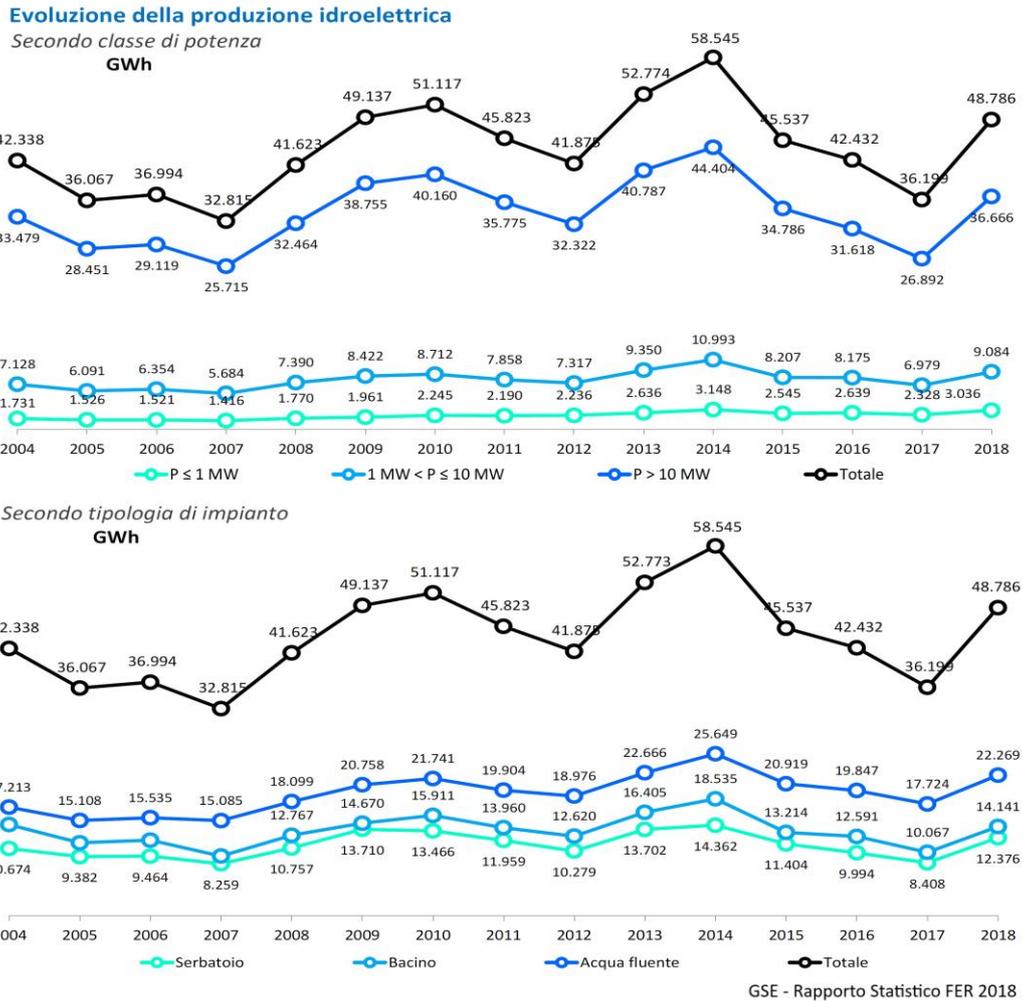
Le ore di utilizzazione medie (ottenute come rapporto tra produzione e potenza installata) sono state nel 2018 pari a 1.795 (1.851 nel 2017, 1.916 nel 2016 e 1.683 nel 2015).

GSE - Rapporto Statistico FER 2018

Idroelettrico (15,8% della produzione elettrica)

La produzione di questa fonte cambia molto di anno in anno (Figura 15) in conseguenza del variare delle precipitazioni. In grande evidenza il picco del 2014, che fu preceduto da forti nevicate sull'intero arco alpino nell'inverno precedente.

Figura 15



La variabilità emerge anche su base stagionale (Figura 16), fortemente influenzata dalle fasi di disgelo e dalle piogge autunnali. La potenza è preminentemente collocata nell'Italia del nord.

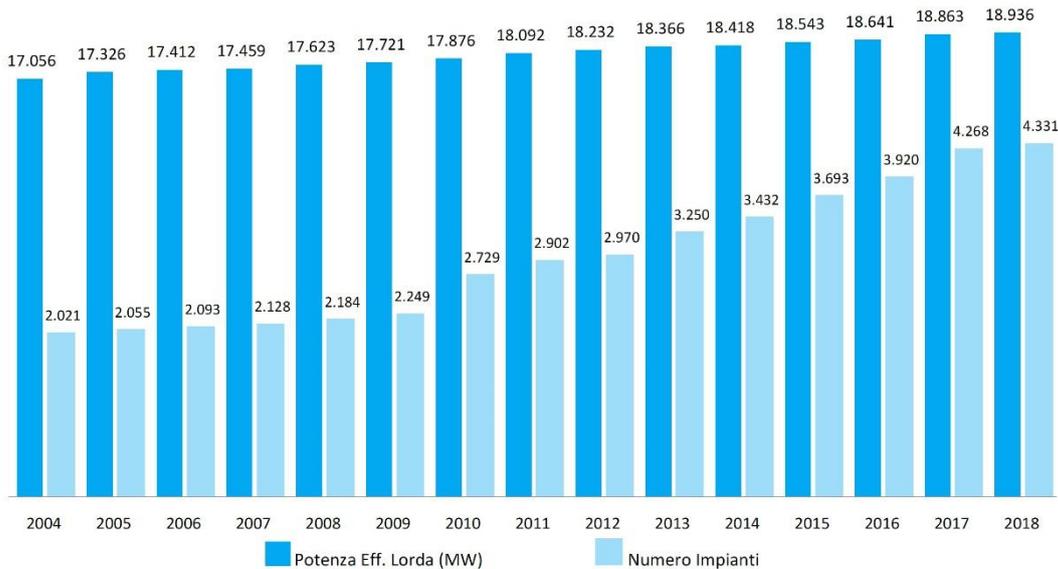
Figura 16



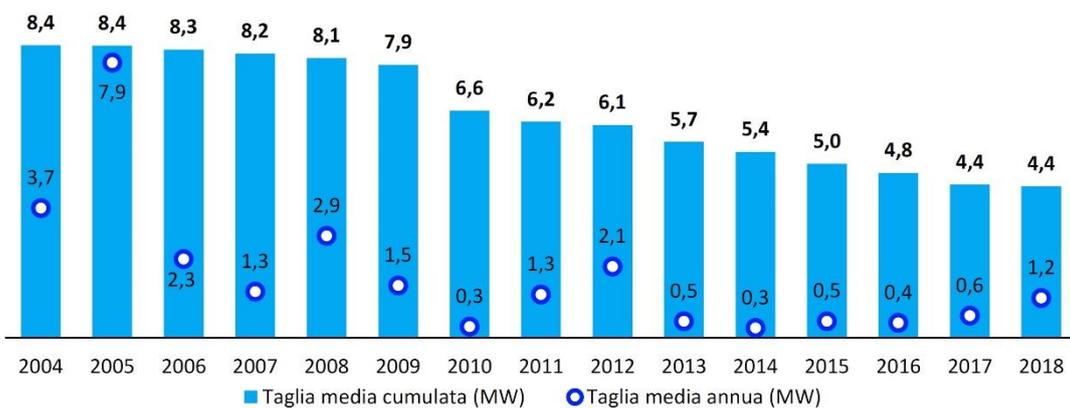
La Figura 17 mostra lo scarso contributo alla produzione offerto dalle migliaia di piccoli impianti costruiti negli ultimi anni sulla spinta degli incentivi statali. Va ricordato che la realizzazione dei micro-impianti sui pochi rivoli torrentizi ancora liberi dell'arco alpino, ha fatto sorgere un diffuso rifiuto da parte di molti valligiani. Spesso costretti ad assistere alla degradazione permanente della ormai scarsa risorsa idrica locale, da interventi mordi-e-fuggi, sorti soprattutto per lucrare incentivi statali. Miglioramenti di efficienza degli impianti più datati possono offrire ancora qualche significativo aumento percentuale della produzione.

Figura 17

Evoluzione del numero e della potenza degli impianti idroelettrici



L'arco temporale compreso tra il 2004 e il 2018 è caratterizzato soprattutto dall'installazione di impianti di piccole dimensioni; la potenza installata in Italia è cresciuta secondo un tasso medio annuo dello 0,7%. Naturale conseguenza di questo fenomeno è la progressiva contrazione della taglia media degli impianti, passata da 8,4 MW del 2004 a 4,4 MW nel 2018.



Classi di potenza (MW)	2017		2018		2018 / 2017 Variazione %	
	n°	MW	n°	MW	n°	MW
P ≤ 1 MW	3.074	841,1	3.123	858,5	1,6	2,1
1 MW < P ≤ 10 MW	886	2.640,8	900	2.676,1	1,6	1,3
P > 10 MW	308	15.381,1	308	15.400,9	0,0	0,1
Totale	4.268	18.862,9	4.331	18.935,5	1,5	0,4

Fonte: Terna

GSE - Rapporto Statistico FER 2018

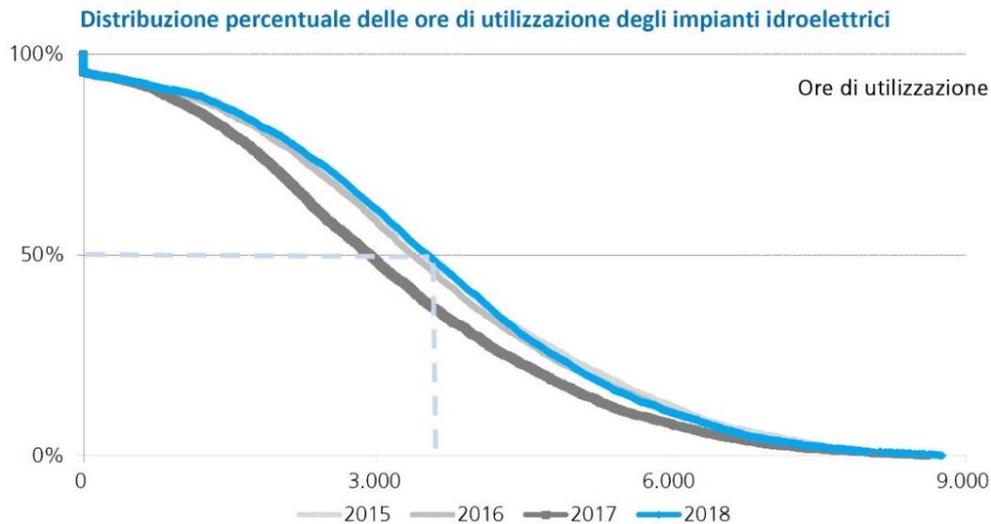
Nella tabella di Figura 17 sono riportate la numerosità e la potenza efficiente lorda degli impianti che producono energia rinnovabile. Sono esclusi gli impianti di pompaggio puro

mentre sono inclusi gli impianti di pompaggio misto, di cui vengono contabilizzate l'intera potenza e la sola produzione da apporti naturali.

Ai sensi della normativa comunitaria l'energia elettrica da pompaggio, prodotta con il ricorso ad acqua precedentemente pompata a monte, non può considerarsi rinnovabile.

I diversi regimi delle precipitazioni si notano chiaramente anche nei differenti andamenti delle curve di utilizzazione media annuale della potenza idroelettrica (Figura 18).

Figura 18



La produzione di energia da impianti idroelettrici nel 2018 è stata caratterizzata da condizioni climatiche molto favorevoli rispetto a quelle osservate nel 2017, anno caratterizzato da scarse precipitazioni.

Escludendo gli impianti entrati in esercizio in corso d'anno (che non hanno avuto la possibilità di produrre per un anno intero), nel 2018 il 50% degli impianti idroelettrici ha prodotto per almeno 3.521 ore, valore superiore alle 3.485 ore del 2015 e alle 3.376 ore del 2016.

Le ore di utilizzazione medie sono 2.576 (erano 1.925 nel 2017, 2.245 nel 2016 e 2.465 nel 2015).

Italia: prospettive

Ciò che emerge da questi approfondimenti della realtà nazionale può essere così riassunto:

- 1) **l'idroelettrico** svolge un ruolo primario tra le FER e nel mix nazionale, per la quantità di energia che può produrre e per la diversità dei "giacimenti" naturali che sfrutta. Le differenti caratteristiche della fonte (bacino, serbatoio e fluente) rispondono a necessità diverse e offrono una grande flessibilità di impiego. Oltre che alimentare una quota della "base", questa fonte è in grado di contribuire, di volta in volta, alla copertura delle "punte" e al riempimento delle "valli" del diagramma di carico.

Il suo peso nel complesso della produzione elettrica non potrà aumentare in modo significativo, anche tenendo conto del fatto che i ghiacciai si stanno ritirando e che il progressivo processo di desertificazione dell'area mediterranea sta rendendo sempre più aleatorie e tropicali le precipitazioni.

Le residue scarse risorse idrauliche, non ancora sfruttate, sono contese tra più soggetti per esigenze di varia natura (turistiche, naturalistiche, agricole, acquedottistiche, ecc.). Il loro impiego a preminente scopo idroelettrico è spesso vivacemente contestato dalle popolazioni rivierasche.

Qualche limitato incremento della produzione può verificarsi a seguito di interventi di ammodernamento e di efficientamento dei numerosi vecchi impianti, di media ed elevata potenza, già esistenti. In misura ancor più lieve e graduale, anche dall'eventuale costruzione di altre migliaia di micro-impianti.

In questo contesto non rientra l'eventuale sviluppo del "pompaggio", in quanto fonte non classificabile tra le rinnovabili. Tuttavia, un sostanzioso incremento di questa tipologia impiantistica è fortemente auspicabile. Potrebbe svolgere un ruolo centrale nel sistema di "accumulo" a dimensione pluri-giornaliera e stagionale, stoccando, sotto forma di acqua spinta dentro un serbatoio in quota, l'energia elettrica di "punta", prodotta dall'eolico e dal fotovoltaico, non utilizzabile direttamente dalla rete.

- 2) Disegnare scenari per l'**eolico** non è semplice. È evidente nei grafici quanto, forse più del fotovoltaico, lo sviluppo di questa fonte sia influenzato dalla natura e dal livello degli incentivi pubblici. E come la stessa produzione abbia sofferto, in alcune aree e per certi periodi, di problemi dovuti a iniziative puramente speculative (talvolta malavitose) e a causa di strozzature strutturali o problemi di gestione, collegati al sistema di trasporto dell'energia.

Quest'ultimo aspetto diventa ancor più critico a causa della concentrazione geografica di gran parte degli impianti in un'area eccentrica della penisola.

Ciò ha richiesto prestazioni e qualità di esercizio per le quali la rete di trasporto esistente non era stata inizialmente progettata. Se, come augurabile, la potenza eolica installata continuerà ad aumentare, sarà giocoforza adeguare la rete e le dorsali alle nuove condizioni di esercizio, per integrare questa fonte al resto della produzione e porre rimedio, almeno parziale, agli andamenti stagionali del fotovoltaico.

Osservando il grafico delle ore di utilizzazione della potenza installata, si nota che quasi un terzo degli impianti non riesce a superare di molto le 1.000 ore all'anno. È probabile che non tutti i siti presentino condizioni di vento sufficienti per garantire una elevata efficienza delle turbine.

Le caratteristiche di ventosità di un sito dovrebbero essere indagate a fondo prima di collocare gli impianti. Servirebbero dati registrati in un arco di tempo sufficientemente lungo, tale da consolidare prospettive di qualità e durata del vento, per giustificare la presenza di una *wind farm* in un certo luogo.

Queste informazioni sono invece scarse e incomplete. Le stime spesso vengono fatte sulla base di osservazioni effettuate per periodi troppo brevi e, talvolta, alla fine addomesticate per motivi diversi dalla coerenza impiantistica.

I luoghi in teoria più adatti alla collocazione di impianti eolici sono i crinali, le coste e i bassi fondali marini. La nostra penisola di crinali e coste ne offre un gran numero; molti di meno sono i fondali marini poco profondi vicini alla costa.

Geograficamente essa è però collocata all'interno di un mare chiuso e riparata a nord da un arco continuo di montagne. I venti che la investono sono quindi ben diversi da quelli che sferzano frequentemente gli altipiani elevati e aperti della Meseta spagnola o soffiano, quasi stabilmente, sulle coste aperte agli oceani, rendendo molto più efficienti i sistemi eolici nei paesi del nord Europa.

Come se non bastasse, il nostro paese è fortemente antropizzato, vive in gran parte di turismo, presenta una spiccata sensibilità paesaggistica e nutre una grande attenzione per i pregi storici e culturali del territorio.

Caratteristiche qualificanti per una popolazione, ma che costituiscono limiti aggiuntivi (accettabilità sociale, rilascio di autorizzazioni, contrasti d'interessi) a quelli oggettivi propri della fonte, ponendo ostacoli a un forte sviluppo dell'eolico.

Non è un caso se il primo parco eolico italiano offshore (Beleolico, 10 turbine da 3 MW ciascuna collocate a 100 metri dalla costa di Taranto) ha preso il via nel 2019 e dovrebbe entrare in esercizio nel 2020. Il progetto era stato presentato nel lontano 2008.

Di recente si comincia a ragionare su ipotesi di turbine galleggianti, le uniche che teoricamente si potrebbero installare nei mari italiani, che quasi sempre sprofondano appena fuori della costa.

L'esempio più importante di questa tecnologia è rappresentato da 5 turbine da 6 MW ciascuna (Hywind, torri 70 metri sotto e 70 metri sopra il pelo dell'acqua) installate al largo della Scozia. Mostrano grande efficienza e, pur presentando notevoli problematiche costruttive e di manutenzione, potrebbero rappresentare una soluzione da perseguire per i nostri mari, molto meno esposti al maltempo di quelli nordici.

Sembra opportuno comunque fare ogni sforzo tecnico ed economico per sviluppare quanto più velocemente e al massimo grado possibile questa fonte che presenta elevate capacità produttive e un rapporto costo-beneficio energetico particolarmente favorevole.

3) Anche il **fotovoltaico** mostra uno sviluppo fortemente condizionato dagli incentivi statali.

Da una decina d'anni non attira quasi più, come nella fase iniziale, numerosi forti investimenti di carattere speculativo, interessati a ricavare profitto in breve tempo con la costruzione di impianti di media-grande potenza.

Contemporaneamente, la progressiva forte riduzione dei costi, l'aumento dell'efficienza, il diffondersi di una legislazione edilizia che impone la presenza di pannelli fotovoltaici nelle nuove costruzioni, e una certa crescita della sensibilità ambientale, hanno promosso l'installazione di una grande quantità di impianti di piccole e piccolissime dimensioni.

L'andamento della potenza complessiva, da esponenziale, si è trasformato in una lieve crescita lineare, tanto che per realizzare poco più di 2.000 MW di incremento (10% circa del totale) sono stati necessari 5 anni e oltre 200.000 nuovi impianti.

La stragrande maggioranza dei nuovi impianti è a dimensione casalinga, familiare, o al massimo condominiale.

Sono numerosi in Italia coloro che considerano questa fonte lo strumento ideale per sostituire l'attuale sistema di produzione elettrica centralizzato, fatto da pochi impianti di grande potenza alimentati a fossile, con una fonte rinnovabile, fortemente parcellizzata e diffusa sul territorio. In questo modo la maggior parte della popolazione potrebbe gestire direttamente l'energia autoprodotta per soddisfare le proprie esigenze. L'elevato livello di autonomia energetica - si sostiene - influenzerebbe anche il tasso di democrazia nella società.

Aspirazioni legittime, nate da considerazioni in qualche misura condivisibili, ma che tuttavia devono fare i conti con alcune problematiche di non facile soluzione.

a) L'autonomia

Il fotovoltaico soffre di ineliminabile intermittenza, discreta dose di aleatorietà e forti variazioni stagionali.

In presenza di una capacità produttiva superiore all'andamento del diagramma giornaliero di consumo, un adeguato sistema di accumulo casalingo può in buona parte sopperire al primo problema. Molto relativamente al secondo e per nulla al terzo.

Sistemi "*stand alone*" necessitano di impianti fortemente sovradimensionati e la varianza stagionale resterebbe probabilmente un aspetto molto critico.

In tutti gli altri casi, collegati per scambi con la rete, la struttura produttiva e di distribuzione del servizio pubblico, dovrebbero essere comunque dimensionate, predisposte e gestite per intervenire in ogni momento a fornire la potenza e l'energia mancanti.

b) La superficie

Le caratteristiche orografiche, antropiche e agricole del nostro paese non offrono di frequente ampie zone libere, piane e comode, dove collocare alcune centinaia di kW o qualche MW di pannelli fotovoltaici. Aree che in ogni caso, vista la continua

cementificazione del territorio, se non definitivamente degradate o sterili, andrebbero riservate alla produzione agricola.

Sono più disponibili i versanti collinari incolti, o aree in diversa misura degradate, tra cui vanno individuati i siti, forse numerosi, facilmente raggiungibili e collegabili, adatti per la natura del terreno, l'orientamento e l'inclinazione.

Si può immaginare che buona parte di questi possa ospitare un impianto di alcune decine o qualche centinaio di kW, anche se potrebbero emergere sovraccosti d'impianto, legati alle caratteristiche problematiche del sito.

La crisi che da qualche anno investe l'edilizia abitativa, all'interno di una più ampia stagnazione economica del paese (che mostra prospettive di forte aggravamento e lunga durata, a causa della pandemia virale in corso!), non permette di ipotizzare uno sviluppo edilizio significativo in nessun settore. Da questo versante non verranno grandi spazi su cui prevedere, già in fase progettuale, la collocazione di nuovi pannelli.

Potranno essere più numerose le ristrutturazioni di edifici esistenti, più o meno radicali, sulle cui coperture potrebbero trovare posto impianti per una potenza fino a qualche decina di kW ciascuno.

Fruibili in gran quantità restano le strutture edili esistenti, civili, commerciali e artigianali, largamente diffuse in gran parte del territorio nazionale.

La superficie di milioni di coperture rappresenta un'area teoricamente più che sufficiente affinché la fonte fotovoltaica possa aumentare di alcune volte il proprio peso nel mix elettrico. Questa prospettiva risulta però fortemente ridimensionata da:

- Il 60% della popolazione italiana vive in circa 1,2 milioni di condominii. Un patrimonio immobiliare vecchio di cui più dell'80% costruito prima del 1991, quando fu varata la prima vera legge italiana sull'efficienza energetica. Il 98% dei condominii si concentra tra le classi energetiche G e C.

Raggiungere una decisione unanime per installare un impianto condominiale è quasi sempre impossibile. O era stato collocato inizialmente dal costruttore o questa strada risulta in generale impercorribile.

La legge tuttavia [permette al singolo condomino](#) *“l'installazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili destinati al servizio di singole unità del condominio sul lastrico solare, su ogni altra idonea superficie comune e sulle parti di proprietà individuale dell'interessato”* ma alla condizione di non arrecare pregiudizio all'edificio condominiale, sia in termini di stabilità che di decoro architettonico e di non pregiudicare il diritto degli altri condomini di usare la stessa area per le medesime o altre finalità.

Poiché quasi tutti i condominii si sviluppano in verticale su più piani, le coperture e i lastrici solari, se non vengono sfruttati per l'installazione di un impianto condominiale indiviso, risultano disponibili al singolo condomino solo in proporzione ai millesimi di proprietà. Il che significa che il proprietario può disporre di un'area molto limitata, molto piccola. Anche se ottimamente orientata risulterà insufficiente allo scopo.

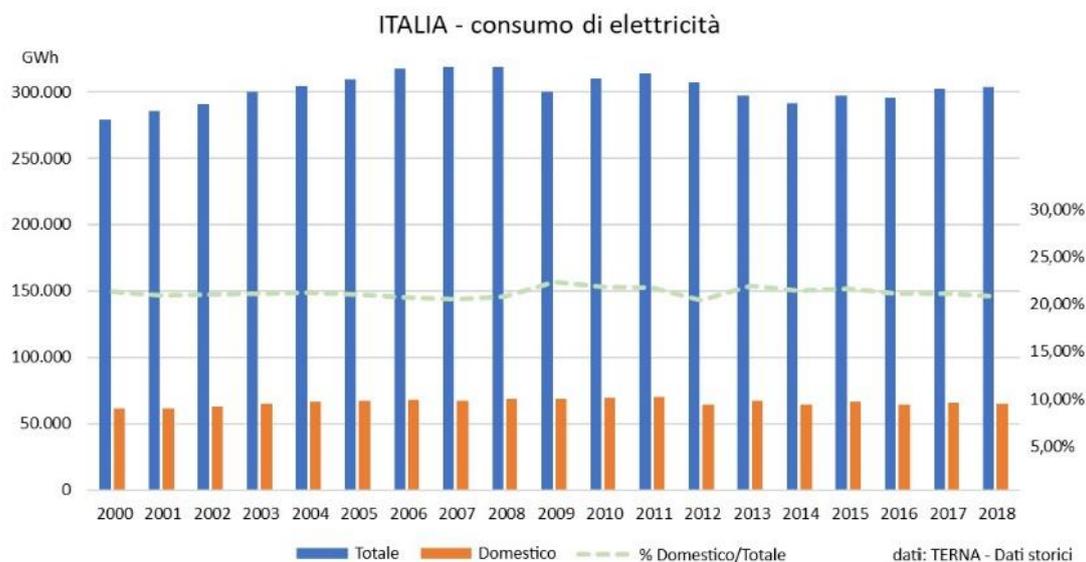
Va anche ricordato che in quasi tutti i condomini meno recenti, sono prioritari numerosi problemi, capaci di assorbire gran parte delle (eventuali) risorse dei proprietari (impiantistica, rivestimenti, intonaci, serramenti, isolamento termico, raffrescamento, interventi antisismici, ecc.).

- Nelle aree di pregio delle città e nei centri storici sulle coperture non è consentita l'installazione di pannelli fotovoltaici. Una restrizione di cui si capisce la ratio ma che, in molte realtà, potrebbe essere mitigata considerando che dei pannelli stesi sui tetti per produrre elettricità (bene essenziale) non contribuiscono particolarmente a deturpare la vista di certi quartieri.
- Particolarmente adatte sono le numerosissime coperture, più o meno piane, di strutture artigianali, agricole, di piccole industrie, parcheggi, stazioni di servizio, depositi, ecc. Molte accolgono già da tempo pannelli fotovoltaici. Molte di più mostrano le coperture ancora libere per indifferenza o mancanza di risorse della proprietà. Altre, e si tratta di buona parte di esse, a causa della perdurante crisi economica, sono abbandonate, vuote, in attesa da anni di essere riutilizzate. Situazioni queste ultime apparentemente semplici da sfruttare, anche con la collocazione di impianti di una certa consistenza, delle quali però va prima verificata la reale disponibilità e adeguatezza. Partecipazione all'attivo fallimentare di procedure lontane dalla conclusione, debolezza strutturale, indisponibilità della proprietà ad accettare vincoli di lungo periodo, eccessiva difficoltà di collegamento alla rete, zone controllate dalla criminalità, sono alcune delle motivazioni che possono scoraggiare o impedire il loro utilizzo per produrre elettricità.
- Ci sono per ultime le cosiddette villette, singole o plurime, che si sviluppano a livello del terreno, in orizzontale, spesso con giardino, garage e dipendenze varie. In questo caso l'area dei tetti risulta quasi sempre sufficiente per installare alcuni kW di pannelli, sufficienti a garantire in una parte dell'anno una produzione che, con l'aiuto dell'indispensabile sistema di accumulo, può soddisfare più o meno gran parte della richiesta dell'abitazione. Ciò non succede però nella generalità dei casi perché gli edifici sono stati, nella maggioranza dei casi, progettati senza prevedere la collocazione di pannelli: presentano orientamenti inadatti allo sfruttamento della luce solare e ostacoli di varia natura (spigoli, camini, abbaini, diversità di livello) che ostacolano o impediscono la possibilità di produrre dell'impianto.

c) La quantificazione

La principale "narrazione" proposta dai sostenitori acritici del fotovoltaico per descriverne le potenzialità risolutive, riguarda la sua capacità di soddisfare le esigenze elettriche dei nuclei familiari. Non solo e non tanto al livello "storico" piuttosto consolidato di Figura 19, ma, si deve supporre, incrementato dai consumi aggiuntivi che nei prossimi anni saranno determinati dalle ricariche delle batterie delle vetture elettriche private, anch'esse di solito fortemente promosse e incentivate dai medesimi sostenitori.

Figura 19



Questo aspetto è direttamente collegato alla questione dell'autonomia energetica del produttore, affrontata in precedenza. Presenta in aggiunta una problematica "quantitativa", imposta dal rapporto tra i circa 70.000 GWh/anno del consumo per usi domestici, sostanzialmente stabile da un ventennio, e i circa 20-22.000 GWh/anno prodotti attualmente dal sistema fotovoltaico.

In altre parole, per soddisfare gli ipotizzabili 70-80.000 GWh richiesti in futuro dal settore domestico, serve produrre una quantità aggiuntiva pari a tre volte la produzione attuale fotovoltaica.

In termini di energia, s'intende, ma considerando che le ore medie annue di produzione del fotovoltaico in Italia sono circa 1.200, bisogna produrre e installare circa altri 50.000 MW di nuovi impianti, cioè due volte e mezza la quantità di potenza fotovoltaica oggi presente in Italia.

Resterebbe ancora da esaminare la questione dei tempi.

Non pare un obiettivo impossibile perché ci troviamo in uno dei paesi meglio collocati geograficamente per utilizzare la luce solare. Ma nello sviluppo di questo lavoro sono emerse difficoltà e limiti di varia natura e notevole portata, che fanno dubitare sulla possibilità che lo si possa raggiungere, soprattutto nei tempi che taluni collocano ben prima della metà del secolo.

Conclusioni

L'aver identificato e distinto con maggior precisione le diverse fonti, tutte definite "rinnovabili" nel linguaggio corrente, ha evidenziato che la nostra capacità di produrre energia elettrica senza scaricare ulteriori consistenti quantità di carbonio in atmosfera, è inferiore a quella stimata normalmente sulla base alle statistiche riprese dai media, dalla stampa, dalle reti sociali e dalla quasi totalità delle persone sensibili a questi problemi.

Il quadro delle difficoltà e delle problematiche, che emerge dall'esame della situazione italiana, non permette di alimentare facili illusioni. Esistono grandi potenzialità che possono essere abbastanza agevolmente sfruttate, ma anche limiti e problemi non facili da risolvere.

Scenari ancora più foschi e complicati lascia intravedere la situazione mondiale, considerato che nel confrontare la percentuale delle FER "no carbon" presenti nel mix elettrico dei più importanti paesi del mondo, l'Italia si colloca tra le prime posizioni. Nettamente migliore di Cina, USA e della media mondiale.

La *governance* delle nazioni più importanti non è all'altezza delle questioni che stanno iniziando a condizionare la nostra esistenza. Le organizzazioni sovranazionali sono in crisi e la loro capacità di incidere sui processi internazionali e globali, già molto limitata statutariamente, è praticamente congelata dai contrasti d'interesse dei propri membri.

Noi, come tutti gli altri paesi, avremmo certamente potuto fare di più in passato. Ogni paese, sfruttando le proprie peculiarità naturali, le tecnologie e le risorse ancora disponibili, potrebbe impegnarsi a fare molto di più, da subito, per sviluppare il settore delle energie rinnovabili prive di significative emissioni di carbonio.

Non abbiamo più tanto tempo a disposizione.

Sarebbe ora necessario quello che si definisce "un colpo di reni", uno scatto. Un rovesciamento immediato delle priorità, così come sta accadendo in questo periodo per arrestare la diffusione pandemica della Covid-19.

Quasi contemporaneamente in tutto il mondo, senza defatiganti trattative e accordi al ribasso, la salute delle persone viene posta prima di ogni altra esigenza. Governi di destra o di sinistra, tradizionalisti o progressisti, più o meno democratici, tutti si stanno rendendo conto che, senza un contesto che garantisca normali condizioni di salute per le loro popolazioni, il resto vale poco. Priorità storiche indiscusse e indiscutibili come produzione, consumismo, crescita vengono momentaneamente accantonate. Le pesanti conseguenze di questo comportamento sono note, prevedibili, ma per ora vengono messe in secondo piano.

Si cambia natura alla tecnologia del "futile", dell'intrattenimento, e la si usa per lo studio, per il lavoro, eliminando la necessità per molti lavoratori di spostarsi.

Si ferma tutto ciò che non è essenziale, si azzerano la mobilità non indispensabile, si riducono i consumi. Si mette in pericolo gran parte della struttura produttiva, si superano accordi sovranazionali prima intoccabili, si ravviva – a contrastare inevitabili spinte alla chiusura egoistica, al separatismo difensivo – una certa solidarietà internazionale.

Per sostenere gli inevitabili contraccolpi su chi vive di lavoro, si inizia a distribuire "in basso" quote di ricchezza, per ora solo pubblica. Non solo in Italia ma anche dove l'idea di

“mercato”, di “privato”, sono fulcri esclusivi, intoccabili, di tutta l’organizzazione della società.

Probabilmente tutto ciò finirà appena si sarà raggiunto un certo controllo del virus. Si tenderà a ricostruire, con inevitabile gradualità, la situazione di precedente “normalità”. Ma quel futuro non potrà essere una copia della “normalità” di ieri. Molte cose risulteranno già cambiate e altre cambieranno. Quasi certamente non i concetti base dell’economia, ma aspetti molto importanti delle relazioni, del produrre, del consumare, del viaggiare, quelli sì.

Non è escluso che anche altre idee si rafforzino: quelle che facilmente e pericolosamente potrebbero mettere in discussione il contesto democratico e una quota di libertà individuale.

Ma risulterà anche influenzato per sempre il sistema di pensiero di moltissime persone. Perché nel frattempo una strada originale, mai prima considerata, è stata per un tratto percorsa. Per la prima volta è stata intrapresa dai governi, accettata dalla stragrande parte della popolazione, con sacrifici e rischi, senza ribellioni violente.

Se quindi, le motivazioni sono sufficientemente forti, vissute da tutti in quanto tali, se chi è alla guida risulta sufficientemente credibile, si possono ribaltare le priorità. Si può osare l’inosabile.

Per l’energia, per il riscaldamento globale, per il progressivo esaurimento delle risorse, dovremmo agire con la medesima radicalità, magari necessariamente in modo più graduale (per quanto possibile), ma puntando a ottenere cambiamenti in linea con l’obiettivo più alto, in tempi molto brevi.

Un compito così gigantesco che, già in tempi di “normali” dinamiche economiche e sociali, richiede una inversione a U di molti comportamenti individuali e collettivi: sostituire la crescita con il benessere, la prevenzione alle azioni tardive, rivalutare la prospettiva rispetto all’immediato, cambiare il rapporto tra profitto e valore sociale. Tutte esigenze a cui, com’è ben noto, già non sappiamo e non abbiamo saputo dare risposte sufficienti.

Ci si dovrà invece misurare all’interno di una fase in cui tutto il “vecchio edificio” economico-sociale-politico, così faticosamente e contraddittoriamente realizzato dall’umanità, starà dolorosamente uscendo da un evento mai affrontato prima, pieno di crepe, incertezze e criticità.

Un insignificante microorganismo avrà dimostrato l’estrema fragilità dell’intera costruzione – di materia e di pensiero – che l’uomo ha realizzato per guardare e gestire, con ingiustificabile senso di superiorità, la “natura”, quella che ritiene altra e fuori da sé.

Sarà servita la lezione? Saprà l’umanità cogliere l’opportunità per accelerare la transizione energetica piuttosto che limitarsi a rattoppare il vecchio edificio?

Sapranno i governi farsi carico di azioni decisive di cambiamento? O si limiteranno a ripristinare l’orientamento di fondo che ci porta ancora, testardamente, a fare ogni sforzo per non diminuire, non fermare, non limitare, non consumare di meno?

Ci si sforza di trovare il modo gattopardesco affinché *tutto cambi perché nulla cambi*. In questa direzione vedo chiaramente orientati lo sbandierato “Green New Deal”, la “crescita verde”, l’auto elettrica “ecologica”.

Potrei sbagliarmi. Anzi, vorrei sbagliarmi, ma sembrano strade che, a un esame approfondito, non portano a soluzione nessuno dei problemi che abbiamo davanti. Per certi versi li aggravano.

La Covid-19, in un modo o nell’altro, lasciando più o meno cadaveri dietro di sé, presto sarà tra i fastidiosi ricordi. Un periodo. Quasi sicuramente resterà con noi in forma endemica, come la malaria, il raffreddore, la normale influenza.

Riuscirà a fare lutti, danni, tra tante cicatrici lascerà anche qualche scia positiva, cambierà il modo di vivere e di pensare di parecchi, ma terminerà la sua mietitura di massa.

Invece, l’eccessivo aumento di temperatura del pianeta, la carenza di risorse minerali ed energetiche, l’ecatombe della biodiversità, lo sconvolgimento di diversi ecosistemi, definiscono situazioni permanenti, del tutto ignote, irreversibili per l’umanità. All’interno della quale non è dato capire cosa e quanto potrà sopravvivere di ciò che ora valutiamo sia il nostro patrimonio più prezioso.

Dovremmo fare tutto il possibile per evitare di ritrovarci in quella situazione. Ma sarebbe necessaria la presenza, tra tutti i componenti e le diverse articolazioni della società, di una profonda e diffusa consapevolezza degli scenari che si stanno concretizzando, così motivata da avere la forza che esprime la paura di questi giorni.

Dovremmo impegnarci a trasformare le conclusioni della conoscenza scientifica, che già possediamo, in senso comune, in linguaggio popolare, in confronto quotidiano.

Quella consapevolezza diverrebbe, in breve, fatto politico, cambierebbe la natura stessa del potere spingendolo a prendere decisioni immediate e a non trascurare più problemi vitali che, solo in quanto spostati in avanti di qualche decennio, sembrano di relativa importanza.

Questa indispensabile premessa ancora non c’è, né si intravede.

Quasi certamente non potremo raggiungere i risultati indispensabili a mantenere la temperatura della Terra all’interno degli obiettivi indicati dall’IPCC, ma bisogna insistere, bisogna cercare di sfruttare appieno le poche possibilità di cui disponiamo, di cui le fonti rinnovabili sono parte fondamentale, perché ogni miglioria che riusciremo a ottenere permetterà di ridurre la negatività delle conseguenze che investiranno la società nei prossimi decenni.

Mestre, 5 aprile 2020