

🕒 5 Luglio 2021 / 🏷️ Tags: eolico, eolico off-shore, turbine eoliche

Come migliorare il rendimento dei grandi campi eolici del futuro

Alessandro Codegoni

Modelli che simulano come distanziare e posizionare le turbine tra loro per evitare che si disturbino a vicenda e riescano a produrre di più.



“Quando il gioco si fa duro... bisogna cominciare a fare sul serio”, si potrebbe dire storpiando il famoso motto in chiave di transizione energetica.

Il “gioco duro” è la consapevolezza di quanto sia ardua la sfida per evitare una catastrofe climatica: in meno di 30 anni, bisognerà smontare un sistema energetico costruito negli ultimi 200, e basato in gran parte su carbone, petrolio e gas naturale, sostituendolo con un altro, ancora largamente da inventare, basato su miliardi di unità di conversione, pannelli solari e turbine eoliche, che sfruttano fonti energetiche naturali molto diluite nello spazio.

“Fare sul serio”, in quest’ottica, vuole quindi dire valutare ogni minimo fattore che possa ridurre l’entità dello sforzo titanico che ci aspetta, massimizzando l’efficienza nell’uso di sole e vento.

Se per il solare le iniziative sono note, e vertono soprattutto sull’aumento dell’efficienza degli impianti solari tramite l’inseguimento monoassiale, e degli stessi pannelli sia attraverso l’ottimizzazione di quelli al silicio, che la messa in commercio di quelli a pervoskite, che richiedono molta meno energia per essere realizzati, meno noti sono gli sforzi che si stanno facendo sullo stesso fronte in campo eolico.

«Il fatto è che le migliori turbine eoliche estraggono già la metà dell’energia del vento che intercettano, quindi sono già vicine al limite massimo teorico del 59%, ulteriori miglioramenti in questo senso saranno difficili e costosi», avverte il fisico dell’atmosfera ed esperto di energia eolica, Enrico Antonini, della californiana Carnegie Institution for Science.

Così l’innovazione in questo settore consiste oggi soprattutto nell’aumentare le dimensioni delle pale eoliche: ormai per l’offshore si parla di “mostri” da 14 o più MW l’uno.

Ma questa strategia rischia di portare notevoli delusioni se non si considera attentamente un altro fattore: la riduzione della produzione nelle turbine quando si trovano sottovento alle altre.

Su questo problema Antonini e il collega Ken Caldeira, hanno pubblicato su Pnas una ricerca particolarmente approfondita, in cui hanno verificato, tramite modelli al computer, cosa accade alle correnti aeree, quando passano all’interno di una distesa di turbine eoliche.

«Il dato di partenza è che più un impianto eolico diventa grande, e più sembra diminuire la quantità di elettricità prodotta per unità di superficie; questo indica che c'è qualcosa che non va nella disposizione delle turbine: più se ne mettono, e meno efficiente diventa la centrale e il sistema nel suo complesso», dice Antonini.

Il modello virtuale, realizzato dai due ricercatori, simula quanto accade in un impianto di decine di turbine poste su un terreno piano e liscio (che potrebbe quindi essere anche la superficie del mare), disposte a griglia compatta, o in una griglia a caselle alternata, o in file disposte nel senso del vento o trasversale ad esso.

«I risultati sono stati molto chiari: quando le turbine sono poste alla distanza, oggi canonica, di 6-7 volte il diametro spazzato dalle pale, la densità di potenza, kW/m², cala molto più rapidamente al crescere della dimensione dell'impianto, rispetto a quanto accade se si mettono le turbine ad almeno 10 volte il diametro delle pale», ricorda il ricercatore.

Per esempio, un impianto con le pale messe tutte alla distanza considerata corretta ed esteso per 100 km, perde circa il 40% della sua densità di potenza, contro il 20% di uno messo in file più distanziate fra loro.

«L'effetto è dovuto a vari fattori interagenti fra loro, fra cui la pressione atmosferica, la differenza di temperatura fra suolo e aria, e la velocità di rotazione della Terra alle varie latitudini, che, sostanzialmente, influiscono sul tempo di "ricarica" del vento dopo che ha attraversato una turbina e questa gli ha sottratto parte delle sua energia», dice il fisico italiano.

In sintesi, la cessione di energia a una turbina, produce una diminuzione di velocità e pressione dell'aria che costituisce il vento, che però vengono compensate dall'affluire nella corrente di nuove masse d'aria: ma questo rifornimento richiede del tempo, e se la turbina successiva è posta troppo vicino, ecco che riceverà un vento "rallentato" e la sua produzione sarà minore del previsto.

«La combinazione dei vari fattori fa sì che l'effetto di disturbo delle turbine sopravento è più marcato tanto più il vento è forte, l'impianto è vicino all'equatore e la superficie del terreno è più fredda dell'aria sovrastante», precisa Antonini.

Tutto ciò dovrebbe servire ai futuri costruttori di grandi impianti eolici per trovare il giusto compromesso fra la necessità di minimizzare l'occupazione di suolo o acqua e quella di massimizzare la produzione, per recuperare il prima possibile il denaro e l'energia impiegati nella costruzione e installazione delle macchine.

«In altre parole, valutate se sia più conveniente mettere le turbine un po' più distanti fra loro, e così spendere di più per i cavi e il terreno, a fronte di un aumento di produzione dell'impianto che può arrivare al 10% annuo», sintetizza il ricercatore.

Quanto scoperto da Antonini e Caldeira fa balenare anche un insperato vantaggio per l'installazione di grandi impianti eolici offshore dalle nostre parti, pensati in genere come sfavoriti rispetto a quelli del Mare del Nord.

«È vero che da quelle parti i venti sono mediamente molto più forti dei nostri, e ciò costituisce un grosso vantaggio per loro. Però è anche vero che il fattore “terreno più caldo dell'aria” potrebbe costituire un piccolo vantaggio per noi rispetto al nord d'Europa. Se infatti l'aria in alto è più fredda di quella a contatto con il terreno, o del mare, è più facile che quella in basso salga mescolandosi con quella in alto, accelerando la “ricarica” del vento che ha attraversato le pale di una turbina», dice il ricercatore della Carnegie Institution for Science.

Cioè, le turbine in aree calde come il Mediterraneo potrebbero poter essere messe più ravvicinate rispetto a quelle nelle nazioni settentrionali, dove mari e terreni gelidi ostacolano il rimescolamento dell'aria. Ciò quindi renderebbe un po' più economici i futuri grandi impianti al largo delle nostre coste, diminuendo quel gap di competitività.

«Ma questo stesso fattore potrebbe anche diventare importante nello scegliere dove installare in generale i futuri impianti offshore. In genere meglio metterli nel cuore di correnti calde, come quella del Golfo, che in mezzo ad acque gelide», conclude Antonini.

E se è importante come distanziare le turbine tra loro per evitare che si disturbino a vicenda, Lucas Buccafusca, ingegnere dell'Università dell'Illinois, sul *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, sembra aver trovato, sempre tramite modelli virtuali di gruppi di turbine all'opera, un altro sistema per ottenere lo stesso risultato, anche da impianti già installati.

«Il nostro lavoro indica che basta non allineare tutte le turbine allo stesso modo verso la direzione del vento, variando fra l'una e l'altra sia l'angolo orizzontale che quello verticale di attacco rispetto alla corrente d'aria, per far sì che le turbine sottovento perdano meno potenza», dice Buccafusca.

Per capire perché, pensiamo al disturbo dato da una turbina eolica, come a un cilindro d'aria rallentata che parte da lei e arriva alla successiva. Se tutte le turbine

puntano esattamente nella stessa direzione, ecco che il cilindro di quella davanti colpirà esattamente quella dietro, mentre se puntano in direzione diverse la sovrapposizione sarà parziale e la perdita di potenza minore.

«Questo però è solo il primo passo: adesso dobbiamo costruire modelli più precisi per capire quali e quanto ampi disallineamenti fra le turbine offrano il migliore compromesso fra la riduzione del disturbo da parte delle turbina precedente, e la diminuzione dello sfruttamento ottimale del vento causato da un non perfetto allineamento alla direzione del vento», conclude l'ingegnere.