

# ENERGIA EOLICA



**Tra le fonti di energia rinnovabile, cresce l'attenzione intorno all'eolico; nella fattispecie, nella sua declinazione off-shore, già molto diffusa specialmente nei Paesi del nord Europa.**

■ Franco Pecchio

● Lo sviluppo dell'energia eolica da alcuni anni si è rivolto allo sfruttamento dei venti marini. Si tratta di venti più regolari in direzione e intensità, quindi più interessanti da sfruttare. Inoltre in mare aperto o in prossimità delle coste (da alcuni chilometri a decine dalla costa) è possibile utilizzare rotori di potenza maggiore, con pale più lunghe e performanti senza impatti significativi sull'ambiente. I limiti per la costruzione di un impianto sono dati principalmente da tre fattori: la velocità del vento, la profondità e geologia del fondale, le connessioni alla rete di trasmissione nazionale.

## **Vento del Nord**

I primi impianti sono nati in via sperimentale alla fine del secolo scorso in Danimarca, dove sono stati sviluppati i primi aerogeneratori con potenze superiori a 2MW dapprima per postazioni sul territorio poi utilizzate anche in mare. Le turbine eoliche sono molto simili anche se ci sono differenze sostanziali nella fondazione e nei materiali che in quelle marine necessitano di un trattamento anticorrosione; inoltre la maggior intensità e costanza del vento in mare aperto può diventare pericolosa in caso di burrasche e tempeste, per cui gli impianti off-shore hanno perfezionato il proprio sistema di imbarcata ed arresto delle pale. Quindi alla co-

# LA OFF-SHORE

stanza dei venti e ad una maggior velocità media del vento che significa un maggior numero di ore di producibilità rispetto agli impianti a terra si aggiungono maggiori oneri costruttivi e anche di manutenzione delle stesse oltre che costi di connessione maggiorati. Tuttavia gli impianti eolici "a mare" sono ormai una solida realtà, il mare del Nord comincia ad essere affollato da gruppi di turbine e politiche transnazionali per la connessione dei diversi impianti con la rete di trasmissione europea (Figura 1).

## Ad ampio respiro

In Italia l'energia eolica (e quella da biomassa) è quella che ha avuto il maggiore incremento nell'ultimo biennio, e così pure è accaduto in Europa. Per la commissione europea l'eolico off-shore è la risorsa con il maggior potenziale di sviluppo nel prossimo decennio, tanto che ha recentemente concluso una consultazione pubblica sull'argomento e inserito la medesima nel piano energetico strategico. A valle di questi due documenti è stato prodotto un piano d'azione per la promozione dell'eolico off-shore. L'energia eolica rappresenta la seconda fonte di energia in termini di nuova capacità installata (la prima è il gas naturale): gli obiettivi del 20% di energia da fonte rinnovabile potranno essere raggiunti grazie ad una buona percentuale di impianti eolici off-shore. Proprio in un recente studio pubblicato da Greenpeace si ipotizza una rete di impianti eolici da 68 GW di potenza complessivamente installata nel mare del Nord capaci di fare fronte al fabbisogno di 70 milioni di famiglie entro il 2030. La commissione europea invece, prevede un

potenziale più che doppio per l'eolico off-shore ipotizzando 150 GW. La contropartita è la creazione di una rete sottomarina per il trasporto dell'energia elettrica con costi stimati tra i 15 e i 20 miliardi di euro. E qui ci si trova di fronte ad uno dei problemi che affliggono il settore dell'eolico marino: la necessità di grandi capitali iniziali per la creazione delle wind farm: turbine di grandi e grandissime dimensioni, critiche operazioni di installazione, credito reso più difficoltoso dalle recenti crisi finanziarie, mettono in difficoltà l'industria dedicata a questo tipo di impianti e, di conseguenza, la crescita potenziale della nuova capacità di generazione ad essa collegata. A questa difficoltà strutturale se ne deve aggiungere una politica a livello europeo per cui gli Stati membri non riescono a coordinarsi per la creazione di regole transnazionali che permettano un'armonica rete di trasmissione dell'energia dei parchi eolici off-shore: il motivo del contendere è la conservazione dell'ambiente marino e la sua regolamentazione a livello transnazionale. A questo proposito sono in corso progetti che cercano di meglio integrare il contributo dell'energia eolica all'interno delle proprie reti di trasmissione. Per alcuni Stati il contributo dell'eolico supera il 20% dell'energia consumata, tuttavia molto del potenziale rimane ancora non sfruttato anche se l'energia eolica contava per circa il 40% della nuova potenza elettrica installata nel 2007 in Europa.

## Capacity factor

Ma i numeri dell'eolico possono trarre in inganno, infatti tutta la nuova potenza installata deve essere misurata in numero di ore anni di



funzionamento e, quindi, di GWh prodotti. Il numero di installazioni, e quindi di GW di potenza installata si riferisce alla sola potenza nominale di picco; per questo è opportuno inserire la nozione di "capacity factor", praticamente la percentuale della potenza media in uscita rispetto alla potenza nominale di una turbina eolica. Il capacity factor in Europa si assume intorno al 30% della potenza nominale, mentre a livello mondiale è del 19,6%. Il capacity factor è influenzato da:  
- funzionamento discontinuo e mai al massimo della curva di producibilità, cioè con venti costanti compresi tra i 12 ed i 15 m/s: con velocità inferiori la produzione elettrica decresce con il cubo della velocità (per la legge di Betz); in pratica ad una diminuzione del vento di 2 m/s corrisponde una diminuzione di produzione elettrica di 8 volte;

*Figura 1 - 2020-2030 proposta per una rete transnazionale di connessione degli impianti eolici off-shore e loro scenario potenziale [Fonte: Greenpeace - A north sea electricity grid [r]evolution, 2008].*

- interruzione delle operazioni e stallo delle turbine per velocità superiori ai 25 m/s (tempeste e uragani) oppure interruzione per venti troppo deboli, di solito inferiori ai 5 m/s.

- interruzione per motivi di manutenzione ordinaria e straordinaria, sono tipici per tutti gli impianti ma per l'eolico off-shore è dimostrato che sono percentualmente superiori a quello a terra e con costi più elevati.

Il capacity factor è anche una misura dell'efficienza del parco eolico nazionale. Ad esempio, la Germania ha un parco del 16,9 % medio che significa che la maggior parte dei siti ad alto coefficiente di potenza (cp) sono già stati sfruttati e che vengono al momento costruiti impianti anche in altre zone meno redditizie dal punto di vista del cp ma tuttavia economicamente appetibili. Il parco eolico americano, invece, ha un cp intorno al 28% che significa ancora un grande potenziale di sviluppo nonostante abbiano già migliaia di MW di capacità installata. Si parla infatti di 21.500 MW di potenza totale nel 2007 con una crescita annuale intorno ai 5.000 MW, praticamente l'eldorado degli impianti eolici in questi ultimi due anni. Quanto all'Europa le previsioni di nuova potenza installata con capacity factor superiore al 30% effettuata dall'European Wind association sono in parte

accettabili solo se si ipotizza un grande sviluppo dell'eolico off-shore. Però Paesi come la Gran Bretagna dimostrano che, anche nelle wind farm marine, è possibile avere capacity factor inferiori alle aspettative: secondo una ricerca del 2005 su 1.651 MW installati a terra si aveva un cp del 27,4% mentre su 304 MW installati off-shore si aveva un cp del 27,2%. L'assenza di differenze significative tra le due tipologie è dovuta all'aumento delle operazioni di manutenzione per le turbine a mare, pur avendo migliori velocità del vento da sfruttare.

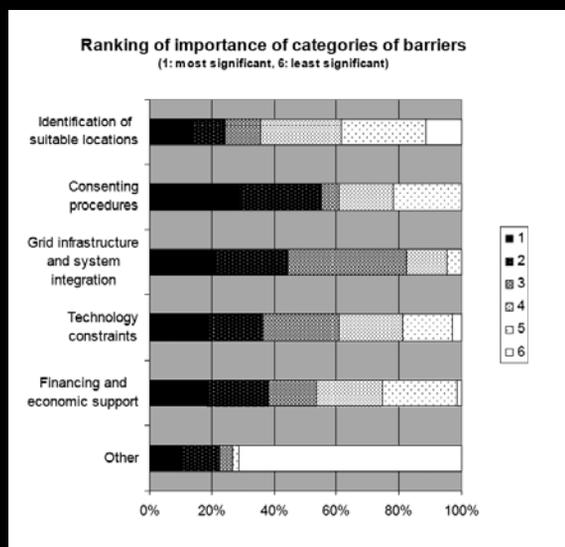
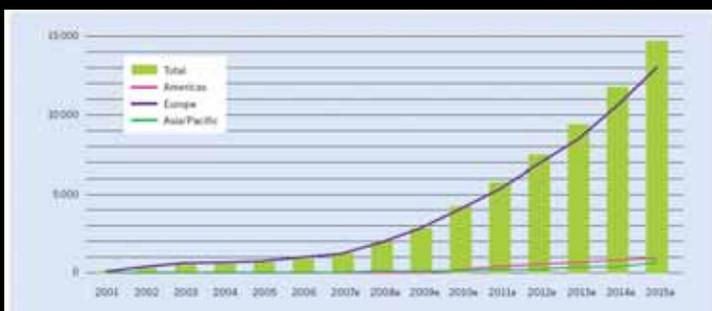
### Potenzialità e percezione

Se gli Stati Uniti non hanno ancora impianti off-shore, l'Europa è in questo campo all'avanguardia e cerca di continuare ad esserci nel futuro. Per questo la Commissione ha in programma diverse iniziative per fare dell'eolico off-shore uno dei punti di forza della politica energetica e delle fonti rinnovabili in particolare. Secondo la prassi è stato pubblicato un documento programmatico e effettuato un sondaggio sulle opinioni dei cittadini dell'Unione riguardo la percezione dello specifico settore. Di solito rispondono alle consultazioni pubbliche sia cittadini privati che sono coinvolti nell'argomento trattato, sia organizzazioni di vario tipo che possono esprimere liberamen-

te pubblicando dei "position paper" adattati alle domande poste. In questo caso si parla, in tutto, di circa 250 risposte pervenute tra privati cittadini, esperti di organizzazioni e centri di ricerca oppure manager di società attive nel campo eolico. In generale c'è un'ottima percezione delle potenzialità di sviluppo dell'eolico off-shore in Europa sia dal punto di vista tecnico sia dal punto di vista di fonte energetica adatta a contribuire sia alla sicurezza energetica sia al contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> e rispettare gli obiettivi di Kyoto. Benché venga unanimemente riconosciuta la grande potenzialità dell'eolico marino vengono anche segnalati diversi vincoli che ne rallentano o bloccano lo sviluppo: la carenza di informazioni dettagliate sulle velocità del vento, la forza delle onde e le proprietà dei fondali per le fondazioni, a queste si aggiungono asimmetrie informative sugli usi di certe aree marine che possono essere vincolate dal punto di vista ambientale oppure soggette a permessi di estrazione petrolifera, o ancora per mancanza di informazioni sugli sviluppi futuri della rete di trasmissione transnazionale. Questi vincoli, essenzialmente informativi, condizionano la "coltivazione" di nuovi campi eolici anche a livello transnazionale, richiedendo un approccio integrato tra i diversi ambiti. Per questo motivo è sempre più spesso auspi-

Figura 3 – Riepilogo dei maggiori ostacoli percepiti dal settore eolico per gli impianti off-shore [Fonte *Ue Public Consultation on off-shore wind, April-June 2008*].

Figura 2 – Grafico delle previsioni di crescita del comparto.



cabile una politica unitaria sul fronte delle reti di trasporto tra i diversi Stati dell'Unione, cosa che al momento non avviene per l'alta tensione nel mare del Nord. Il medesimo problema si presenta nel caso delle zone marine protette, spesso le direttive per la protezione ambientale e dell'avifauna risultano di difficile integrazione e assolvimento per installazioni off-shore, le quali devono essere inserite in modo armonico rispetto ai vincoli posti dalle direttive. Dal momento che non esistono studi o casi pilota che possano guidare l'installatore, il processo decisionale risulta carente e, spesso, con incognite di difficile chiarimento, si pensi ad esempio che alcuni Stati non hanno ancora applicato le direttive e non hanno, quindi, ancora individuato le aree marine da vincolare. Infine l'eolico off-shore soffre dei medesimi problemi del comparto, vale a dire mancanza di chiarezza nelle procedure autorizzative, molteplici autorità, in diverse nazioni, da interpellare con rischio di veti incrociati, necessità di una procedura di impatto ambientale a livello

Nazione	Capacità installata [MW]	Elettricità/anno [TWh]	Capacity factor medio [%]	Consumi elettrici totali (2006) [TWh]
Belgio	3.846	13,1	38,9	89,9
Danimarca	1.577	5,6	40,5	36,4
Francia	1.000	3,4	38,8	478,4
Germania	26.418	97,5	42,1	559,0
Gran Bretagna	22.238	80,8	41,5	405,8
Olanda	12.039	41,7	39,6	116,2
Norvegia	1.290	4,9	43,7	122,6
<b>Totale</b>	<b>68.408</b>	<b>247,0</b>	<b>41,2</b>	<b>1.808,3</b>

Tabella - Capacity factor, potenza installata e producibilità per gli impianti potenziali nel Mare del Nord [Fonte: Greenpeace].

europeo. A tutti questi ostacoli bisogna aggiungere quello dell'accettabilità da parte dei cittadini di nuovi impianti sempre maggiormente invasivi dello spazio marino. Come in altri settori delle energie rinnovabili anche nel caso dell'eolico off-shore sarebbe opportuno avere un unico interlocutore, o meglio, un unico punto di raccolta delle informazioni e delle richieste per avere un processo autorizzativo unico e ripercorribile per le diverse procedure. Al momento la dispersione delle diverse operazioni autorizzative non permette un

processo lineare, con ritardi che arrivano ad essere di cinque anni, per ottenere l'autorizzazione definitiva e l'avvio dei lavori. Se si pensa che il capitale impegnato negli impianti off-shore può essere più del doppio di quello impegnato nei parchi eolici a terra si comprende come ogni ritardo possa essere una perdita per l'azienda coinvolta che deve programmare ordini per le pale e le turbine, per le fondazioni e per le connessioni di rete. Il punto sull'integrazione degli impianti con la rete di trasmissione risulta essere un punto molto controverso in quanto è, al momento, il maggiore ostacolo alla pianificazione di nuovi impianti off-shore. Infatti molti di questi impianti saranno connessi alla rete terrestre in punti costieri del mare del Nord, in una zona già densamente sfruttata dal punto di vista e-

lico. Si rendono, quindi, necessari ulteriori studi per individuare gli impatti introdotti dall'immissione discontinua della corrente prodotta da impianti eolici in una zona dell'Europa già interessata da armoniche e discontinuità che ne hanno diminuito la qualità dell'energia trasportata.

### Moto ascensionale

Infine ci sono aspetti sia tecnici sia finanziari a rallentare lo sviluppo. Per gli aspetti tecnici bisogna guardare ai meccanismi per trasferire la conoscenza dal campo sperimentale a quello pratico, cioè a rendere industrializzabili quei progetti che nei diversi campi cercano di sviluppare prodotti *ad hoc* per l'eolico off-shore: nello specifico si parla di fondazioni marine per i tralicci e le torri (al momento le applicazioni sono limitate ad alcune

Figura 4 - Simulazioni delle curve di producibilità degli impianti eolici nel mare del Nord con i venti di tre giorni-tipo del 2006, dall'alto verso il basso: curva di producibilità di un impianto norvegese da 300 MW, curva per tutti gli impianti norvegesi, curva per tutti gli impianti del mare del Nord [Fonte: Greenpeace - A north sea electricity grid [r]evolution, 2008].

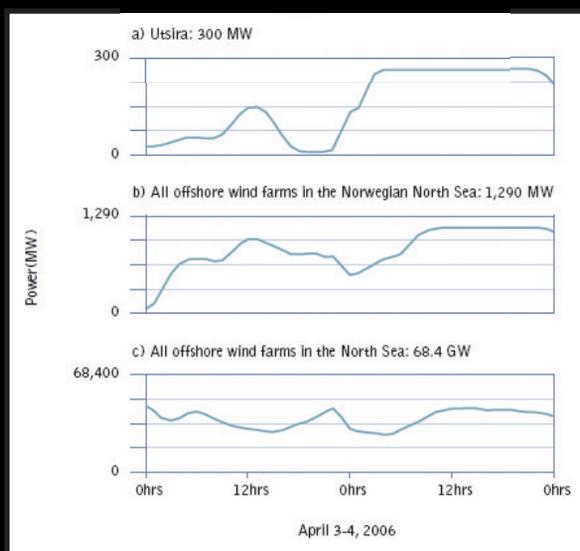
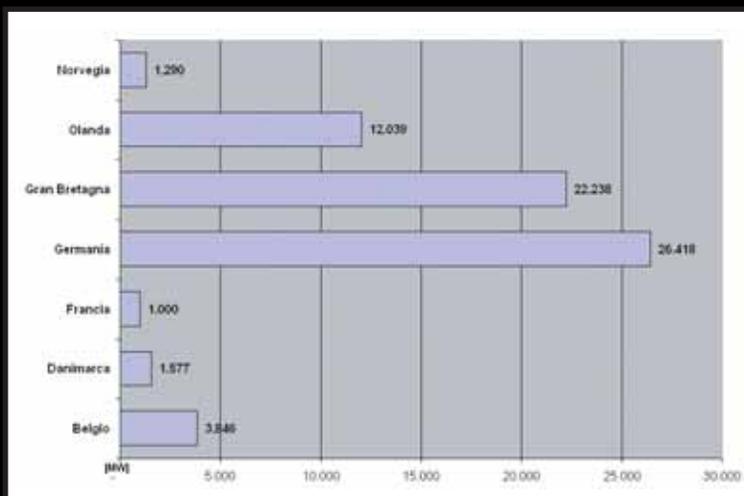


Figura 5 - Capacità installata nel Mare del Nord a regime [Fonte: Greenpeace].



decine di metri di profondità del fondale), di test per turbine specificatamente disegnate per le applicazioni off-shore e di sistemi di connessione dei cavi energetici. Per gli aspetti finanziari manca un quadro unitario intranazionale dei meccanismi di supporto e incentivazione delle fonti rinnovabili. In pratica il sistema di tariffa incentivata tedesco non è in grado di collegarsi al sistema inglese; per un impianto che dovesse sorgere al confine tra i due Stati la possibilità di decidere a quale rete di trasmissione e, di conseguenza, di scegliere a quale tipo di regime di incentivazione sottostare potrebbe cambiare sostanzialmente la configurazione del modello finanziario. Questa mancanza di armonizzazione i sistemi di incentivazione ostacola il project financing e, in ultima analisi, anche la redditività dell'investimento. Occorrerebbe un sistema che tenesse in considerazione anche i rischi dei progetti off-shore, cosa al momento impossibile da effettuare. Per quanto riguarda la situazione italiana, invece, l'eolico off-shore è di là da venire. Alcuni impianti sono in fase avanzata di progettazione e coltivazione ma ancora non è stata posata alcuna fondazione sui nostri fondali. Il motivo è noto: la sindrome nimby che affligge tutte le installazioni energetiche non esclude gli impianti eolici a mare. Per un impianto Enel al largo delle coste siciliane, autorizzato e in fase di avviamento esistono altri progetti rallentati se non bloccati negli uffici delle amministrazioni regionali. Ad esempio, l'impianto molisano composto da 54 pale eoliche da impiantare a 5 miglia dalla costa di Termoli che avrebbe avuto, secondo la giunta regionale, impatti devastanti sul turismo e quin-

di bocciato in via definitiva dalla giunta regionale in base ad una legge sulla conservazione delle coste in barba al parere positivo già dato dalla commissione Via. Sembra strano ma proprio un emendamento del Ministero aveva permesso di inserire i soli impianti eolici off-shore in quelli che sono direttamente autorizzati dalla commissione nazionale a differenza dei parchi a terra che rimangono di competenza regionale. Ci sono, in pratica, tutti i presupposti per rivolgersi, ancora una volta alla corte Costituzionale che dovrà legiferare su questi bisticci di attribuzione. Tuttavia l'Italia è anche all'avanguardia nella ricerca, la società Blue H di proprietà danese ma con sede anche a Taranto, ad esempio, sta testando nel mar Ionio un prototipo di fondazione marina per impianti eolici anche con profondità elevata: da 50 a 200 m. L'obiettivo è quello di arrivare a costruire un impianto da 60 MW entro il 2011. L'energia eolica off-shore è uno dei punti chiave della strategia europea per la sicurezza degli approvvigionamenti e il documento recentemente emesso ha prospettive più che rosee per lo sviluppo dell'off-shore con dati superiori al doppio di quanto previsto dal rapporto di Greenpeace. Lo sviluppo dell'eolico diventa, quindi, una questione di volontà politica e di ripensamento del futuro energetico dei prossimi 20 anni. ■

## BIBLIOGRAFIA

Fossil fuels central to EU's long-term energy security vision.  
EU eyes offshore wind power boost.  
Offshore wind to take EU by storm?  
Wind 'can produce over 25% of EU electricity by 2030'.  
EU research chief champions wind energy.  
EU wind sector confident despite cash and skills shortage.  
UK looks to lead in offshore wind power.  
Offshore Wind Energy (MEMO/08/702).  
Communication "Offshore Wind Energy: Action needed to deliver on the energy policy objectives for 2020 and be-

yond".  
Report on the Public Consultation April-June 2008 "EU Action to promote Offshore Wind Energy"  
[http://www.awea.org/pubs/factsheets/Market\\_Update.pdf](http://www.awea.org/pubs/factsheets/Market_Update.pdf)  
<http://www.3e.eu>  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0847:FIN:IT:PDF>  
<http://www.windplatform.eu/95.0.html>  
<http://www.bluehgroup.com/>  
<http://www.wwindea.org>