

**Valutazione comparativa di modelli
CFD a diversa fedeltà per la previsione
della scia di una turbina eolica in
STAR-CCM+**

Anno accademico 2025/26



**Politecnico
di Torino**

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale

Prof. Bruno Paduano
Corelatore: Dr. Ornzo Dell' Edera
Dipartimento : DIMEAS

Autore: Curri Carlo

Abstract

La previsione della scia generata da una turbina eolica rappresenta un aspetto centrale nello studio delle prestazioni aerodinamiche delle macchine eoliche e nella valutazione delle interazioni all'interno dei parchi eolici. La scelta del modello numerico adottato per rappresentare il rotore influenza infatti sia l'accuratezza della descrizione del campo di moto a valle della turbina sia il costo computazionale della simulazione. In questo contesto, il presente lavoro analizza l'effetto della modellazione del rotore sulla previsione della scia di una turbina eolica ad asse orizzontale, confrontando tre approcci CFD implementati in STAR-CCM+: una simulazione con geometria tridimensionale completa del rotore, un modello Virtual Disk basato su informazioni sezionali della pala e un modello Virtual Disk basato su grandezze globali di prestazione.

Il caso studio considerato è la IEA 15 MW Offshore Reference Wind Turbine, analizzata in corrispondenza del punto operativo di progetto associato alla prima velocità del vento per la quale la turbina raggiunge la potenza nominale. Tale condizione è stata scelta per confrontare i diversi modelli in un caso significativo dal punto di vista aerodinamico e prestazionale, caratterizzato da elevati carichi assiali sul rotore. Per il modello Virtual Disk basato su informazioni sezionali, sono state generate in STAR-CCM+ le polari aerodinamiche bidimensionali dei profili di pala, in modo da costruire un database coerente con le ipotesi numeriche adottate. Sono stati inoltre realizzati setup CFD omogenei per i tre approcci e uno studio di convergenza di mesh finalizzato a verificare l'affidabilità delle grandezze utilizzate nel confronto.

La comparazione è stata condotta analizzando sia grandezze globali del rotore, quali spinta, coppia e potenza, sia grandezze locali estratte su dischi di controllo posti a diverse distanze a valle della turbina. In particolare, sono stati valutati il deficit di velocità, l'evoluzione della turbolenza, la vorticità e i profili trasversali della componente assiale di velocità. L'analisi consente di discutere il diverso comportamento dei modelli considerati, evidenziando come la rappresentazione geometrica completa sia più indicata per descrivere il campo di moto nella regione prossima al rotore, mentre i modelli Virtual Disk permettono di ottenere una previsione media della scia con un costo computazionale ridotto. In questo quadro, il modello basato su informazioni sezionali della pala rappresenta un compromesso tra fedeltà fisica e semplicità di implementazione, mentre il modello basato su coefficienti globali risulta particolarmente adatto ad analisi preliminari o a studi in cui il dettaglio locale della scia non costituisce l'obiettivo principale.