

Il concetto di vorticità in meteorologia

La vorticità svolge un ruolo fondamentale in meteorologia, poiché è coinvolta nella descrizione di numerosi aspetti della dinamica atmosferica (cioè di quei processi che spiegano i moti atmosferici). Che cosa rappresenta questa particolare grandezza?

Il concetto di vorticità è in realtà piuttosto semplice e intuitivo, ben più di quanto farebbero presupporre le complesse equazioni differenziali che ne descrivono la forma analitica. Per poterlo spiegare è il caso di collocarlo tra le quattro mura domestiche, in particolare nel caldo tepore del bagno.

Immersi nelle vaporose e tiepide acque della vasca da bagno, può accadere di osservare le geometriche evoluzioni della sottile patina di sapone che galleggia sul pelo libero dell'acqua. Da una parte il velo schiumoso va dilatandosi (e quindi le particelle d'acqua in superficie "divergono"), dall'altra la chiazza oleosa tende a restringersi (qui l'acqua "converge"), un po' più in là, invece, i filetti fluidi stanno disegnando un moto vorticoso, più o meno spiraleggiante. Ebbene, quel piccolo specchio d'acqua può essere visto come un modellino in scala dei fenomeni dinamici che quotidianamente interessano i vari livelli dell'atmosfera. Del resto, l'aria risponde alle stesse leggi cui devono sottostare tutti i fluidi (acqua inclusa), le leggi della fluidodinamica.

Per descrivere in maniera esauriente i movimenti sul pelo dell'acqua che riempie la vasca, così come i movimenti dell'atmosfera, occorre introdurre una grandezza che esprima la vorticità locale del fluido aria chiamata appunto *vorticità*.

I moti più importanti e più imponenti dell'atmosfera sono quelli che si svolgono nel piano orizzontale, ed è per questo che la meteorologia è interessata soprattutto alla vorticità dei moti orizzontali, anche se sono abbastanza frequenti pure i vortici nel piano verticale (la cella di Hadley, le circolazioni di brezza, le onde orografiche). Per di più, siccome i moti più intensi, e quindi con effetti dinamici più importanti, sono quelli dell'alta e media troposfera, di solito si considera solo la vorticità nel piano orizzontale su scale spaziali di 500-3000 km (quella che si dice scala sinottica), in corrispondenza della superfici isobariche 500 hPa e 300 hPa cioè, alle nostre latitudini, rispettivamente alle quote di circa 5500 m e 9000 m.

Se dal punto di vista intuitivo la vorticità descrive la propensione del fluido aria a generare vortici, da un punto di vista più rigoroso, ovvero facendo riferimento alla formula che la descrive (fondamentalmente la grandezza vettoriale definita dal rotore della velocità), si può facilmente dimostrare che la vorticità non è altro che il doppio della velocità angolare dei moti rotatori che avvengono nell'atmosfera.

Per convenzione la vorticità è considerata con il segno positivo (vorticità ciclonica) quando, come nei cicloni e nelle saccature (regioni dell'atmosfera in cui la bassa pressione tende a "insaccarsi" tra due aree di alta pressione), la rotazione avviene in verso antiorario. La vorticità negativa (vorticità anticiclonica) è invece quella collegata ai moti rotatori in verso orario, come negli anticicloni e nei promontori (zone in cui l'alta pressione tende a protendersi tra due regioni in cui sia presente bassa pressione). La vorticità, ovviamente, risulta più intensa laddove l'aria tende a circolare con una curvatura più stretta (piccolo raggio di curvatura).

Alla vorticità contribuiscono due fattori: da una parte l'effetto appena visto della curvatura, dall'altra la variazione della velocità del vento. Infatti, là dove la velocità del vento varia orizzontalmente (*wind shear* orizzontale) si generano dei moti vorticosi, perché le particelle d'aria che si muovono lungo lo strato più veloce tendono a richiudersi e ad arricciolarsi verso lo strato dove il moto è più lento.

Il concetto di vorticità consente anche di capire perché le grandi strutture bariche (cicloni, anticicloni, saccature e promontori) si muovano di solito secondo i venti medi della troposfera, i quali sono ben approssimati dalle correnti a 500 hPa (cioè alla quota di circa 5500 metri) [Fig. A]. Infatti, così come in un fiume i mulinelli si muovono lungo la corrente, una

saccatura può essere considerata come un nucleo di vorticità ciclonica (a rotazione antioraria) trasportato nella direzione dei venti prevalenti nella troposfera. Analogamente, un promontorio è un nucleo di vorticità anticiclonica (a rotazione oraria) che si muove in seno alle correnti portanti.

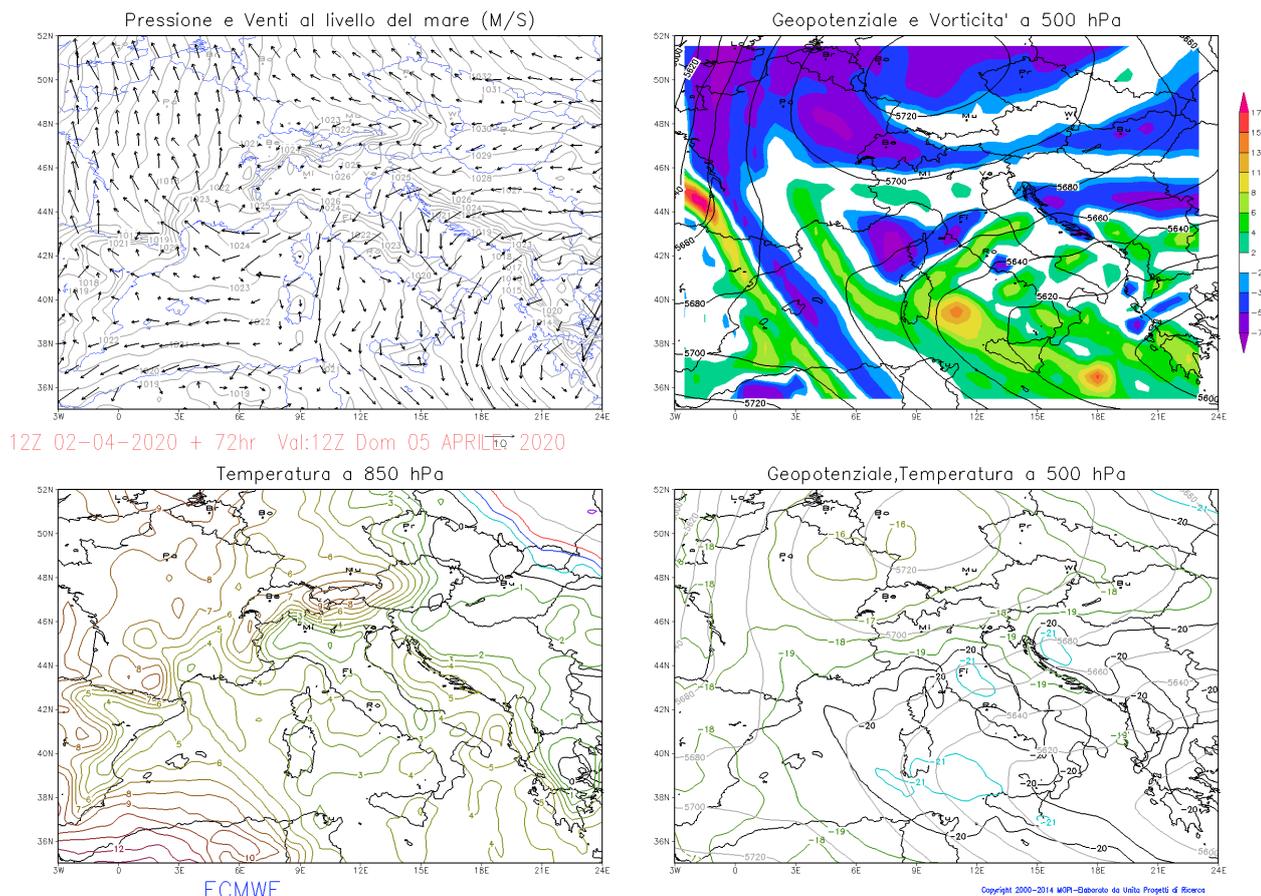


Fig. A Mappa rappresentante la vorticità a 500 hPa.

La vorticità definita fin qui è quella di una massa d'aria animata da un moto vorticoso orizzontale relativamente alla Terra (vorticità relativa). Occorre però considerare che mentre questi megamulinelli d'aria si muovono sulla superficie terrestre, contemporaneamente, rispetto a un osservatore che guardi la Terra dallo Spazio, il mulinello ruota anche con la velocità angolare del nostro Pianeta, cosicché la sua vorticità totale nel piano orizzontale (vorticità assoluta) sarà la somma di quella relativa alla superficie terrestre e di quella della Terra stessa. Perché tutto ciò è importante? Perché la vorticità propria della Terra, rispettando le leggi della fisica, deve aumentare man mano che si sale di latitudine, cioè spostandosi verso i poli. Poiché le leggi della dinamica impongono che vorticità assoluta di una particella d'aria rimanga costante nel tempo, tutto ciò significa che, per esempio, una massa d'aria diretta verso il Polo Nord, dove la vorticità terrestre è più alta, per compensare dovrà assumere una rotazione anticiclonica (ovvero deviare verso destra). Analogamente, un centro di bassa pressione diretto verso più basse latitudini, dove la vorticità terrestre diminuisce, deve incrementare la sua vorticità ciclonica e quindi diventare più intenso.

Andrea Giuliacci – Meteo Expert