

Vento e umidità

MARINA BALDI

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia

Il vento: considerazioni generali

Il vento è originato da differenze di pressione atmosferica fra due zone. Le masse d'aria si spostano sempre da zone di alta pressione (anticicloni), a zone di bassa pressione (cicloni). I venti si originano dal fatto che, nelle zone di bassa pressione, l'aria, maggiormente riscaldata, si dilata e si innalza, richiamando al suo posto quella delle zone anticicloniche circostanti.

Le caratteristiche del vento sono la velocità e la direzione. La velocità del vento è tanto maggiore quanto meno distano fra loro i due nuclei di alta e bassa pressione e quanto maggiore è la differenza di pressione fra di loro. La definizione di vento come «aria in movimento» è valida solo a grandi linee. Anche quando non c'è vento possono verificarsi, sopra il suolo caldo, nel caso di forti diminuzioni di temperatura verso l'alto, considerevoli movimenti (convezione) ascendenti e discendenti. Sui monti o sulle coste montuose sono noti venti discendenti controllati dalla morfologia del terreno. In vicinanza del suolo in genere è la componente orizzontale del movimento che ha importanza, mentre quella verticale è piccola. Le particelle d'aria, che nel loro insieme formano il vento, seguono il dislivello della pressione atmosferica, ossia il gradiente di pressione, dall'alta alla bassa pressione. Questo gradiente si può ricavare da carte della distribuzione della pressione, ed è espresso mediante curve di livello (isopse) di superficie di uguale pressione atmosferica, se si tratta del campo di pressione nella libera atmosfera o mediante linee (isobare) di uguale pressione atmosferica nelle carte meteorologiche (al suolo). Quanto più fitte sono le isopse o le isobare, tanto più intenso è il gradiente di pressione atmosferica perpendicolare a queste isolinee. Nel fluire dall'alta alla bassa pressione, le particelle d'aria sono sottoposte non solo alla forza di gradiente, ma, come tutti i corpi in movimento sulla Terra, anche alla forza deviante della rotazione terrestre (forza di Coriolis) e alla forza di attrito. La forza deviante agisce perpendicolarmente alla direzione istantanea di movimento delle particelle d'aria ed è proporzionale alla loro velocità; essa devia le particelle nell'emisfero nord a destra della direzione di gradiente. Nell'emisfero sud la deviazione avviene verso sinistra. La forza d'attrito frena la velocità delle particelle d'aria con effetto massimo in vicinanza del suolo. Ruvidità del terreno e ostacoli diversi causano moti vorticosi e nell'insieme una diminuzione di velocità del vento nei bassi strati. Il vento di alta quota, che si può calcolare teoricamente, nel caso di isopse e isobare rettilinee, dall'equilibrio fra la forza di Coriolis e la forza di gradiente, si chiama vento geostrofico. In seguito al minor attrito dell'acqua e delle onde lunghe, in mare la corrente d'aria dall'alta alla bassa pressione viene frenata e perturbata meno che sulla terraferma.

Il vento: classificazione e misurazione

I venti si distinguono in: costanti, quando spirano costantemente nello stesso senso (alisei, venti occidentali e polari), periodici, quando spirano alternativamente in senso opposto (monsoni, brezze), e variabili, quando spirano saltuariamente (*föhn*, scirocco, bora, *mistral*, libeccio, ecc.).

La velocità si esprime in km/h o m/s. Nel servizio meteorologico la velocità viene data in nodi: 1 nodo = miglio marino/ora = 1852 m/ora = circa 0,5 m/sec. Per quanto riguarda la direzione del vento bisogna fare riferimento alla famosa Rosa dei Venti. Oltre che alla misura del vento il giudizio sulla forza del vento si attiene pur sempre ai suoi effetti percettibili visibili, tattili e anche acustici, nella regione accessibile all'osservazione. Per distinguere i venti secondo la loro forza, l'ammiraglio inglese Beaufort propose una scala di 13 gradi (0 calma, 7 vento forte, 12 uragano), basata in origine sulla disposizione delle vele e sulla velocità di una nave a vela regolamentare e perfettamente attrezzata.

Per la misura di velocità molto basse del vento, negli studi di microclimatologia, si sono costruiti anemometri a filo caldo, assai precisi, basati sulla sottrazione di calore da un filo arroventato da parte del vento. La velocità istantanea del vento viene registrata dagli anemografi. La direzione del vento viene registrata meccanicamente ed elettricamente mediante una banderuola. Negli anemometri a coppe, a un asse verticale sono fissati tre o quattro bracci alle cui estremità vi sono coppe semisferiche orientate nello stesso senso rotatorio; la velocità di rotazione fornisce una misura della velocità del vento, in ogni caso però, a causa della forza d'inerzia, si ottiene solo un valore medio per un determinato intervallo di tempo. Data la rapida diminuzione della velocità del vento verso terra, è necessario tener conto dell'altezza dell'anemometro rispetto al suolo. La misura dei venti d'alta quota avviene ancora in parte a mezzo di palloni pilota che salgono con velocità uniforme, i cui angoli zenitale e azimutale (deviazione dalla direzione nord) vengono misurati con un teodolite. Attualmente nelle stazioni aerologiche per la determinazione dei venti di alta

quota si impiegano radiosonde; il foglio metallico assicurato sotto il pallone della radiosonda viene seguito in continuazione col radar. Dagli spostamenti del pallone che sale, trascinato dal vento di alta quota, si ricavano la direzione del vento e la sua velocità fra i punti misurati. Un metodo di misura esatto per il vento di alta quota è stato elaborato negli Stati Uniti d'America: negli aeroplani da ricognizione, impiegati per le ricerche sugli uragani, viene utilizzato l'effetto Doppler. Altri strumenti più moderni oggi utilizzati per la misura del vento sono gli anemometri sonici. Gli anemometri sonici sono dispositivi in grado di fornire una misura assoluta della velocità del vento e della temperatura dell'aria. Essi sono, in generale, costituiti da tre coppie di trasduttori affacciati lungo tre direzioni non parallele tra loro, in maniera tale da poter fornire le tre componenti della velocità del vento lungo tali direzioni. Una volta note queste tre componenti, diventa poi facile ricavare le tre componenti cartesiane nel sistema di riferimento meteorologico dove l'asse x è orientato lungo i paralleli da ovest verso est, l'asse y lungo i meridiani da sud verso nord, mentre l'asse z è perpendicolare alla superficie terrestre.

L'umidità: considerazioni generali

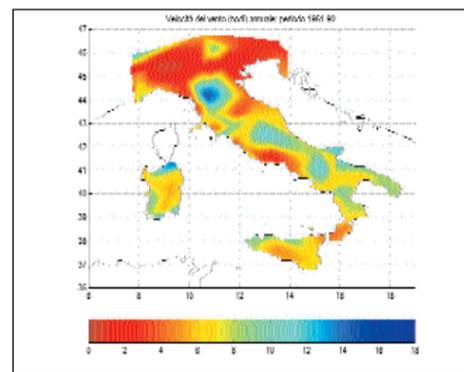


Figura 1. Andamento del vento medio annuale sul territorio nazionale in nodi.

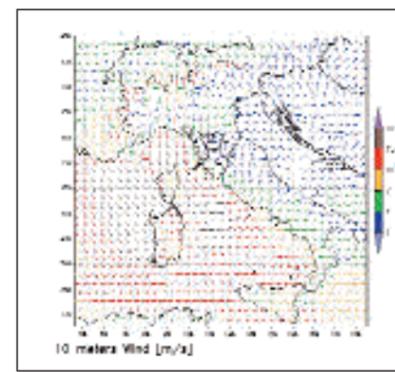


Figura 2. In questo grafico viene riportato il campo di vento prodotto da una simulazione tramite modello meteorologico a 10 m dal suolo. Ciascuna freccia indica la direzione e l'intensità del vettore vento.

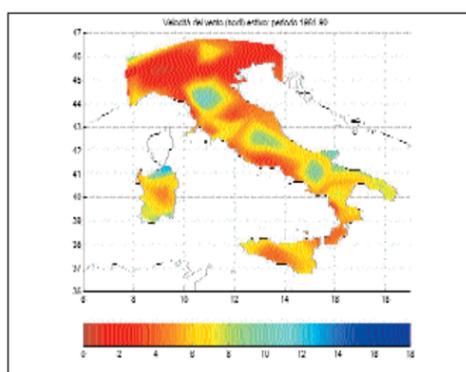


Figura 3. Andamento del vento medio nel periodo estivo sul territorio nazionale in nodi.

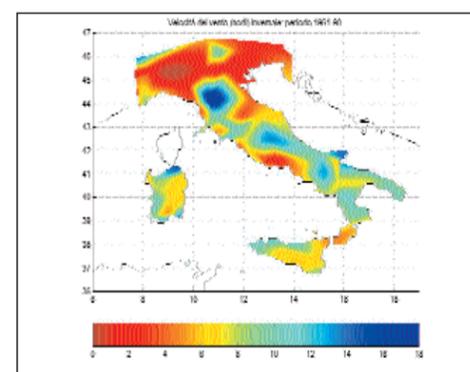


Figura 4. Andamento del vento medio nel periodo invernale sul territorio nazionale in nodi.

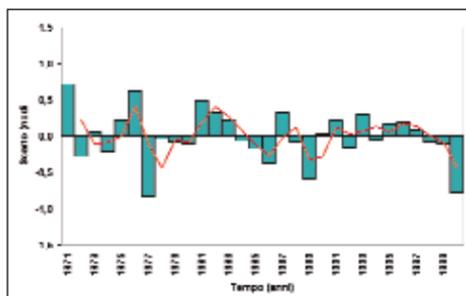


Figura 5. Scarto del vento medio annuale in Italia rispetto alla media del periodo 1971-2000.

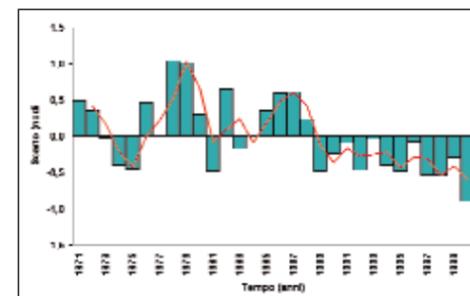


Figura 6. Scarto del vento medio annuale rispetto alla media del periodo 1971-2000 (staz. Trieste - nord Italia).

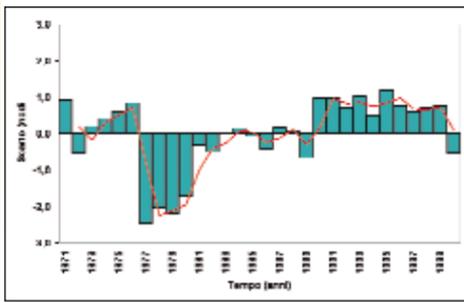


Figura 7. Scarto del vento medio annuale rispetto alla media del periodo 1971-2000 (staz. Vigna di Valle - centro Italia).

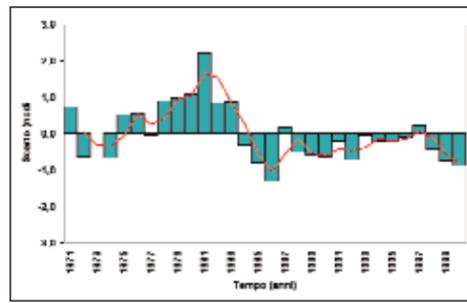


Figura 8. Scarto del vento medio annuale rispetto alla media del periodo 1971-2000 (staz. Brindisi - sud Italia).

L'acqua è il liquido più diffuso e la sostanza più importante sulla Terra ed influisce sulla nostra vita in molti modi: anzitutto determina dove possiamo vivere, il tempo che farà, se possiamo quindi far crescere il raccolto e quale sarà la produzione. Grandi quantità d'acqua vengono usate anche nell'industria. Vi sono immense quantità di acqua raccolte negli oceani e nei mari; solo una piccola percentuale si trova sui continenti, ma anch'essa proviene dall'oceano, cui è destinata a tornare portata dai fiumi. L'irraggiamento solare provoca l'evaporazione dell'acqua nell'aria da fiumi, laghi ed oceani. Questo vapore acqueo, innalzandosi, si raffredda e condensa formando goccioline d'acqua raccolte in nuvole. Quando le gocce sono abbastanza grosse, cadono sulla terra sotto forma di pioggia. In parte quest'acqua evapora e ritorna nell'aria, in parte viene utilizzata dalle piante; ma una gran parte filtra attraverso il terreno, o si riversa nei fiumi sfociando infine nel mare e da qui inizia di nuovo il ciclo idrologico (*hydrologic cycle*). Il volume totale di acqua nell'atmosfera è stato stimato in circa $1,3 \times 10^{13} \text{ m}^3$, la gran parte nella fase di vapore; di contro gli oceani contengono circa $1,35 \times 10^{18} \text{ m}^3$ di acqua. Nonostante la quantità di acqua presente in atmosfera sia minima rispetto a quella contenuta negli oceani, il vapor d'acqua atmosferico è uno dei più importanti fattori nel determinare il tempo ed il clima, soprattutto per la grande quantità di energia messa in gioco quando l'acqua cambia il suo stato di aggregazione ovvero quando passa dalla fase gassosa

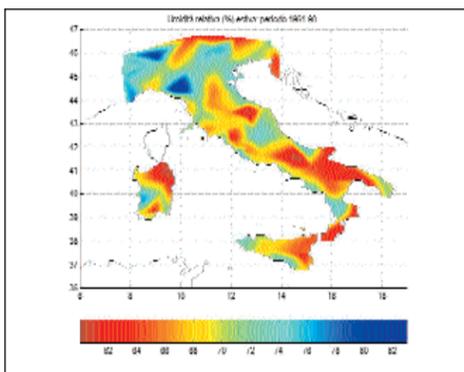


Figura 11. Andamento dell'umidità relativa media nel periodo estivo sul territorio nazionale.

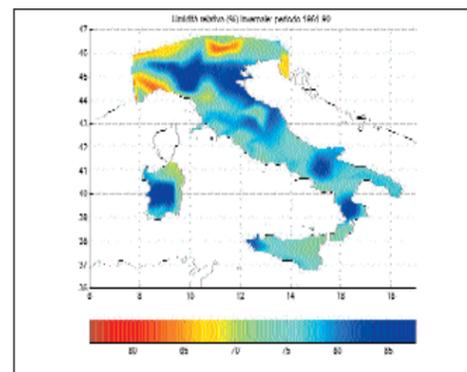


Figura 12. Andamento dell'umidità relativa media nel periodo invernale sul territorio nazionale.

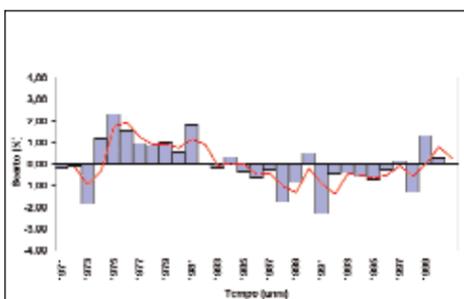


Figura 13. Scarto dell'umidità relativa massima annuale in Italia rispetto alla media del periodo 1971-2000.

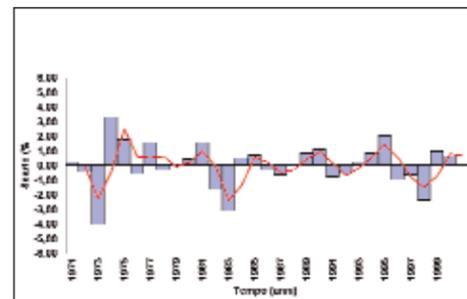


Figura 14. Scarto dell'umidità relativa massima annuale rispetto alla media del periodo 1971-2000 (staz. Trieste - nord Italia).

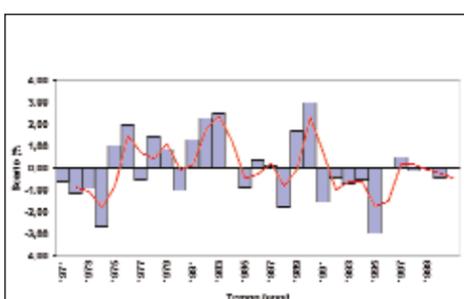


Figura 15. Scarto dell'umidità relativa massima annuale rispetto alla media del periodo 1971-2000 (staz. Vigna di Valle - centro Italia).

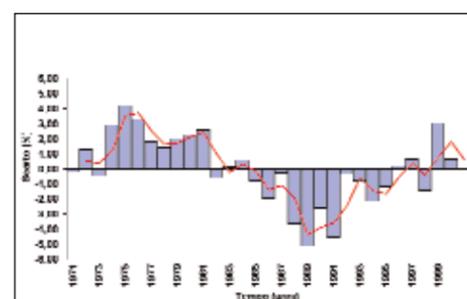


Figura 16. Scarto dell'umidità relativa massima annuale rispetto alla media del periodo 1971-2000 (staz. Brindisi - sud Italia).

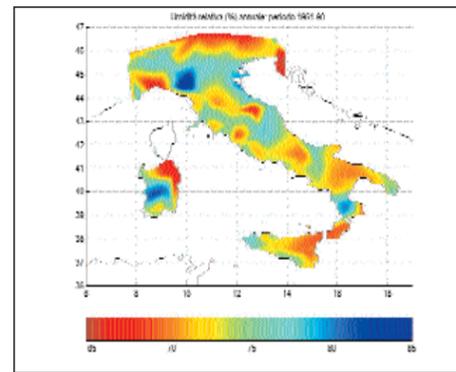


Figura 9. Andamento dell'umidità relativa media nel periodo estivo sul territorio nazionale.

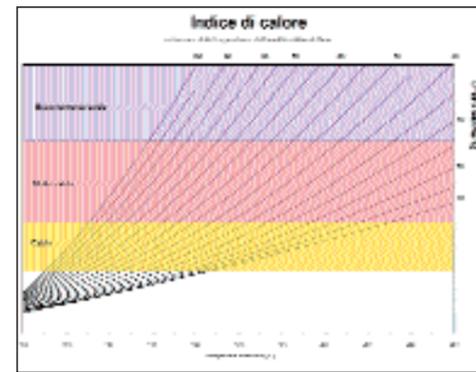


Figura 10. In questo grafico, per ogni valore di umidità relativa, viene indicato il valore limite di temperatura dell'aria al di sopra del quale, in assenza di vento, l'organismo umano prova disagio per la presenza di condizioni igrotermiche sfavorevoli.

o di vapore a quella liquida e solida, e per il suo contributo come gas responsabile dell'effetto serra. Il riscaldamento differenziato della superficie della Terra da parte del Sole favorisce i trasferimenti di masse d'aria tra equatore e poli: mentre le regioni equatoriali ricevono più calore di quanto non ne perdano, le zone più vicine ai poli perdono più calore di quanto non ne ricevano. Due correnti ad alta quota, simmetriche, dall'equatore verso i due poli, ridistribuiscono il calore fra le varie zone di latitudine. Un ruolo importante in questo trasporto di calore e quindi di energia è legato all'acqua, che evapora nelle zone equatoriali, viene trasportata verso i poli sotto forma di vapore, condensa nelle nubi, precipita sotto forma di pioggia o neve che la riportano di nuovo sulla superficie terrestre e quindi nei mari. Il concetto di umidità quindi controlla il tasso di evaporazione, la formazione delle nubi, il tempo ed il luogo delle precipitazioni. L'umidità indica la quantità di vapor acqueo nell'atmosfera: i principali contributi sono l'evaporazione dalla superficie della terra e la traspirazione delle piante. Le precipitazioni sono a loro volta il fenomeno che diminuisce la presenza di acqua nell'atmosfera.

L'umidità: la cartografia e la sua misurazione

I meteorologi hanno definito diversi modi per indicare la quantità di acqua presente in atmosfera in termini sia di quantità effettiva, o concentrazione, di vapor acqueo nell'aria sia di rapporto tra la quantità effettiva presente e la quantità potenziale che l'aria potrebbe contenere se fosse saturata di vapore. In particolare l'aria si dice satura quando contiene la massima quantità possibile. Si definisce umidità assoluta la quantità di vapore acqueo contenuta in 1 metro cubo di aria ed è misurata in g/m^3 . L'umidità relativa è definita come il rapporto tra la pressione di vapore effettiva (e) e la pressione di vapore saturo (e_s), normalmente espresso in percento. È la proprietà del vapore acqueo più frequentemente osservata, e può essere utilizzata per ricavare le altre variabili. L'umidità specifica infine è la quantità di vapore acqueo in grammi contenuta in 1 kg di aria umida ed è misurata in g/kg . In tal senso si definisce «aria secca» l'aria alla quale è stato tolto il vapore acqueo. Generalmente si dice che l'aria è secca quando l'umidità relativa (vedasi http://www.meteorologia.it/glossario_meteorologico.htm) è bassa, mentre si definisce «umida» l'aria con un valore alto di umidità relativa. Lo strumento usato per misurare l'umidità è l'igrometro, una versione del quale, l'igrometro a capello, è basato sul principio che la lunghezza di un capello varia al variare del tasso di umidità relativa. La variazione della lunghezza del capello, amplificata, viene letta direttamente o registrata su una striscia di carta. Strumenti più moderni sono l'igrometro elettrico, basato sulla variazione, in presenza di umidità, della resistenza elettrica, e l'igrometro infrarosso, basato sul principio di variazione dell'assorbimento dell'energia infrarossa assorbita dal vapor d'acqua in un campione di aria.

L'umidità e la salute

Poiché l'organismo umano risente fortemente non solo della temperatura dell'aria e della presenza o meno del vento, ma anche dell'umidità, è possibile definire un indice di calore (*Heat Index*) basato su una equazione empirica con il compito di descrivere quali siano le condizioni di temperatura e umidità più gradevoli per l'organismo umano. La formula adottata per il calcolo dell'indice di calore in estate, per temperature dell'aria oltre i 27°C e umidità relativa che superi il 40%, tiene conto non solo dei suddetti parametri fisici ma anche della pressione di vapore e della velocità effettiva del vento, nonché di parametri fisiologici quali le dimensioni di un uomo di media corporatura, della temperatura interna di un uomo e del tasso di sudorazione. Analogamente viene determinata sperimentalmente la cosiddetta curva di Scharlau i cui punti definiscono, su un diagramma cartesiano, per ogni valore di umidità relativa, le corrispondenti temperature dell'aria oltre le quali l'organismo umano medio e sano accusa disagio fisiologico. Una nuova formulazione dell'indice di Scharlau, ovvero dell'indice di calore in assenza di vento, è stata elaborata negli ultimi anni e, analogamente al precedente indice, tiene conto della temperatura e dell'umidità relativa. □

