

## Mai in IndiaMike

di **Marco Tadini**

Il mantenimento di adeguate condizioni di visibilità costituisce requisito imprescindibile per la sicurezza di un volo ULM; visibilità che non significa solo capacità di vedere, cioè di poter impostare una corretta navigazione in termini di mantenimento della rotta e di percezione degli ostacoli, ma anche di essere visti, cioè di impedire che le proprie difficoltà si tramutino anche in problemi per altri piloti in volo ravvicinato al nostro apparecchio, soprattutto quando limitati in uno spazio aereo ristretto (per esempio, nel caso di riduzioni della visibilità associate a nubi stratiformi basse).

Dal punto di vista delle regole dell'aria, i voli si distinguono in due categorie: i voli a vista o VFR (*Visual Flight Rules*) ed i voli strumentali o IFR (*Instrument Flight Rules*). I primi possono svolgersi solo in condizioni atmosferiche tali da permettere la separazione del velivolo dagli ostacoli grazie alle sole facoltà visive del pilota, le cosiddette condizioni VMC (*Visual Meteorological Conditions*); i secondi, sempre che pilota e velivolo siano abilitati, possono svolgersi con qualsiasi condizione meteorologica, non inficiante ovviamente la sicurezza, le cosiddette condizioni IMC (*Instrument Meteorological Conditions*), grazie all'ausilio di aiuti alla navigazione sia di tipo radioelettrico che di tipo satellitare, e di procedure di controllo da terra che si sono via via raffinate nel corso degli anni<sup>1</sup>. Com'è noto, la legge 106, svincolando il Volo da Diporto o Sportivo dal Codice della Navigazione Aerea, impedisce una classificazione formale del VDS tra le attività da condursi in condizioni VMC; tuttavia, per il requisito che richiede al pilota di mantenersi fuori dalle nubi ed in costante riferimento visivo con il terreno sottostante, gli ostacoli e l'eventuale presenza di altro traffico, possiamo assimilare il volo con ultraleggeri a quello VFR in spazi

G (cioè non controllati), al di sotto dei 1000 ft di altezza.

Quello dell'entrata accidentale in nube è, in effetti, ciò che nell'immaginario collettivo rappresenta il caso più eclatante di improvviso ingresso in "india-mike" per un volo VFR, spesso accompagnato dalla sensazione che la nube si sia subito "richiusa" alle spalle, quasi come se il transito dell'aeromobile avesse portato ad un'accelerazione del suo sviluppo. In realtà, sebbene un simile processo rapido possa, per esempio, verificarsi con formazione di nubi basse in presenza di un alto tasso di umidità e di un veloce raffreddamento dell'aria (la nebbia al tramonto è l'esempio che tutti conosciamo), il più delle volte la visione posteriore è la medesima di quella frontale e la sensazione è dovuta unicamente alla percezione del pilota, soprattutto se questi è in preda a condizioni di panico. Rapidità d'azione ed un'immediata inversione della rotta verso l'aria chiara sono essenziali, ma la manovra può risultare pericolosa specialmente in prossimità dei rilievi orografici, dove potrebbe non esserci sufficiente spazio per la virata.

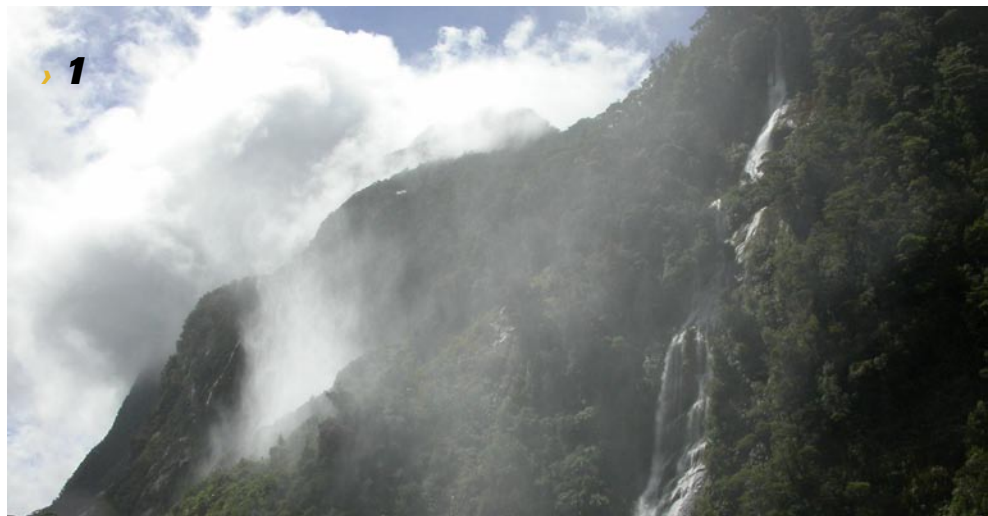
Tuttavia, molti sono i fattori che pos-

sono influire sulla visibilità e, alcuni di essi, anche in circostanze inaspettate!

### **Fattori meteorologici che influiscono sulla visibilità**

Il termine visibilità si riferisce alla capacità di vedere attraverso l'atmosfera; questo implica che meno impurità vi saranno nell'aria, migliore sarà la visibilità, poiché l'aria stessa avrà una miglior trasparenza. Per contro, la presenza di goccioline d'acqua in sospensione o in caduta, e/o di forme di particolato (polveri, ecc.) comporterà un suo degradarsi. Poiché la visibilità è in relazione unicamente alla trasparenza dell'aria, che non viene modificata dalla presenza o meno di luce solare (o lunare), ne consegue che la semplice alternanza del giorno e della notte non deve comportare variazioni nei valori di visibilità. In termini aeronautici, la visibilità viene espressa come una distanza, ma non deve essere confusa con ciò che noi intendiamo per visibilità più comunemente, ovvero sia la capacità di vedere meglio un oggetto lontano, capacità che ovviamente viene aumentata se il bersaglio è illuminato dal Sole (e si parla in questo caso di *visibility range*, termine inglese che noi potrem-

<sup>1</sup> Si consiglia la consultazione del sito [www.traffico-aereo.it](http://www.traffico-aereo.it), da cui la presente definizione è tratta, per una più completa descrizione delle caratteristiche generali dei sistemi di organizzazione, controllo e gestione del traffico aereo nazionale e continentale.



mo tradurre come “portata ottica”). Stante la sua definizione, esiste un certo numero di fattori in grado di influenzare la visibilità, quali:

### ► **Precipitazioni**

L'effetto della pioggia, pioviggine o neve sulla visibilità dipende in larga misura dall'intensità della precipitazione. Per esempio, nelle regioni subtropicali il contenuto in acqua delle nubi è superiore rispetto a quello dei climi più freddi e quindi le precipitazioni sono più intense; per dare un'idea, la pioggia forte nelle regioni tropicali riduce la visibilità a circa 100 m o meno mentre alle medie latitudini la riduzione arriva a 500 m o meno. In presenza di neve, la riduzione della visibilità è più intensa: la pioggia moderata riduce la visibilità a 4-10 km ma una nevicata moderata la riduce a meno di 1 km. L'effetto della pioviggine sulla visibilità dipende principalmente dal tempo associato. Per esempio, pioviggine associata con nebbia o foschia ha un forte effetto riducente sulla visibilità rispetto alla pioviggine che cade dagli strati o dagli stratocumuli.

### ► **Nebbia o foschia**

Per definizione, la nebbia è una nube a contatto con il suolo, che riduce la visibilità a meno di 1000 metri. La foschia, d'altra parte, richiede una visibilità maggiore o uguale a 1 km ma inferiore a 5 km.

### ► **Caligine**

La caligine è provocata dall'impurità nell'aria come le particelle di polvere, i piccoli granelli di sabbia e così via. Viene segnalata quando la visibilità viene ridotta al di sotto dei 5 km, rimanendo superiore ai 1000 metri. Quando la visibilità scende al di sotto di 1000 metri o meno, l'evento viene cifrato come tempesta di sabbia o di polvere.

### ► **Fumo**

In prossimità degli insediamenti industriali e residenziali, si presenta un inevitabile arricchimento dell'atmosfera di residui dei processi di combustione fossile. Come al punto precedente, anche questo fattore provoca riduzioni di visibilità in termini di caligine quando queste particelle di carbone e fuliggine



### ► **Figura 1**

Un esempio di spray non di origine marina, ma provocato dal frangersi contro le rocce dell'acqua di una cascata. L'improvvisa riduzione della visibilità, dovuta al repentino aumento del contenuto di umidità dell'aria può avere anche serie conseguenze, particolarmente nel caso di attività di volo in prossimità di rilievi orografici.

### ► **Figura 2**

Anche se lo sguardo sembra perdersi sufficientemente lontano, un volo in queste condizioni sperimenterebbe continue variazioni del fattore “visibilità”, a volte anche a livelli critici, per l'alternarsi delle zone di precipitazione (le striature più scure che spiccano sullo sfondo di un orizzonte chiaro sono, in effetti, rovesci di pioggia) e degli effetti provocati dai raggi del sole che filtrano dalle nubi.

modificano la trasparenza dell'aria. Tuttavia, poiché queste stesse particelle possono anche agire accelerando il processo di condensazione, dobbiamo ascrivere al fumo anche la capacità di provocare ulteriori riduzioni di visibilità per la formazione di nubi con associate possibili precipitazioni.

### ► **Spray**

Può causare una sostanziale riduzione della visibilità al di sopra di vaste distese di acqua, come il mare o grossi laghi. In condizioni di forte vento, infatti, la polverizzazione degli spruzzi d'acqua produce un aumento dell'umidità nei bassi strati atmosferici, con conseguente aumento della foschia. Nel caso di superfici marine, il fenomeno comporta anche un arricchimento in termini di nuclei di condensazione (le particelle di sale marino presenti negli spruzzi), che, come visto per il fumo, può favorire lo sviluppo di nubi e di precipitazione associate.

Fenomeni come questi possono presentarsi sia a seguito di particolarissime condizioni micrometeorologiche (come nel caso dello spray marino), sia su scale superiori, fino alle dimensioni associate con il transito di fenomeni frontali. È ovvio che il pericolo di un impatto accidentale con condizioni ambientali “india-mike” associate ad eventi atmosferici può essere di molto ridotto con una corretta pianificazione pre-volo, cioè con la richiesta di un briefing meteorologico presso personale specializzato, anche per una semplice conferma di quanto già analizzato per proprio conto. La semplice informazione fai-da-te può risultare non sufficiente, quando non addirittura dannosa: si pensi, per esempio, agli errori di interpretazione che possono derivare dall'analisi delle immagini meteorologiche, se non si conosce nel dettaglio che cosa è possibile vedere e cosa non viene rilevato alle diverse lunghezze d'onda disponibili, cioè nei molteplici canali di osservazione in-

frarossi, visibili e del vapore acqueo. Ma se un'adeguata informazione è la chiave per evitare di intraprendere attività di volo in presenza o in previsione di condizioni meteorologiche non idonee, altre e più insidiose sono quelle interazioni localizzate tra i bassi strati atmosferici e la morfologia del territorio, che possono evolvere, anche in presenza di condizioni generali "non marginali", in situazioni potenzialmente a rischio per il complessivo effetto disorientante provocato sulla corretta percezione della realtà circostante da parte del pilota.

La presenza di umidità nell'aria può, ad esempio, avere un influsso negativo sulla capacità di giudicare le separazioni, sia in senso verticale che orizzontale; l'effetto può peggiorare in presenza di particolari condizioni di luce, come per esempio avviene

anche da variazioni delle "caratteristiche cromatiche"; l'effetto globale è un generale "ingrigimento" di tutto il terreno, con conseguente disorientamento sulle aree pianeggianti, quando le cittadine sembrano mischiarsi con il paesaggio circostante. Il rischio cresce ulteriormente in prossimità del mare, a causa dell'apporto di umidità dovuto allo spray; per tale motivo può essere poco saggio cercare di mantenere il proprio orientamento abbassandosi di quota per seguire la linea costiera.

Il problema della distorsione visiva del suolo è un problema che viene generalmente ben compreso in presenza di neve (è il cosiddetto *whiteout*), ma scarsamente considerato in altre circostanze, per esempio quando una superficie grigia sembra innalzarsi per il mischiarsi con il grigio delle nubi e

la propria quota (soprattutto mano a mano che la pista si viene a trovare in ombra) nelle fasi di avvicinamento ed atterraggio. Quelle che fino ad un istante prima potevano sembrare condizioni ideali possono improvvisamente mutare e conferire al paesaggio un aspetto radicalmente differente!

## **Un po' di psicologia del volo...**

Come si vede, una perfetta conoscenza delle condizioni esterne ed una rigida disciplina personale sono necessarie per il mantenimento di una condotta di volo sicura; nell'ambito dei limiti comunque imposti dalla legge, ciascun pilota, sulla base di una serena ed obbiettiva disamina delle proprie capacità, dovrebbe stabilire condizioni di visibilità minime al di sotto delle quali rinunciare all'attività di volo. La capacità

3

quando si vola al di sotto di basse nubi stratiformi relativamente sottili o al di sotto di nubi cumuliformi, con l'effetto di scintillio provocato dai raggi del Sole. Analoga sensazione può essere causata dal tremolio delle superfici (per esempio piste in asfalto) in giornate molto calde; così, nonostante una visibilità molto buona nella fase di approccio, in prossimità dell'atterraggio ci si può trovare soggetti all'improvvisa incapacità di valutare correttamente quota e profondità.

Precipitazioni e nubi basse hanno molto spesso l'effetto di mutare l'apparenza delle caratteristiche del terreno, siano esse orografia o i riferimenti (naturali o artificiali) prescelti per controllare la propria navigazione. L'effetto distorsivo della morfologia superficiale è spesso accompagnato

della pioggia. Poiché i voli a vista si basano fondamentalmente sull'abilità del pilota nel giudicare il proprio orientamento e assetto sullo sfondo di un orizzonte naturale o artificiale, magari dalle note caratteristiche, si comprende l'effetto disorientante provocato dalla perdita di questi riferimenti, a maggior ragione se, nel caso di piloti meno esperti, accompagnato da un effetto di panico e dall'incapacità di mantenere la calma.

Molti campi di volo, infine, si trovano in località soggette alla formazione di nebbie o foschie dense in prossimità del tramonto, soprattutto (si pensi a quelli del nord Italia) in condizioni di alta pressione invernale; sottili strati di nebbia possono quindi apparire sospesi sulla pista già prima del calar del sole, rendendo così difficile giudicare

di rinunciare al decollo o di invertire la propria rotta in volo, abbandonando o ritardando un'attività magari pianificata da tempo, non è purtroppo sempre così scontata: secondo una statistica dell'NTSB<sup>2</sup>, tra gli anni '70 e gli anni '80, il 19 % degli incidenti verificatisi in Aviazione Generale ha coinvolto velivoli in volo VFR in presenza di condizioni IMC. Nonostante questa percentuale possa sembrare bassa, si deve però considerare che nel 72% dei casi questi incidenti hanno avuto conclusioni fatali, contro una percentuale del 17%, relativa alle altre cause di incidente nel medesimo periodo. Anche in altri paesi simili indagini hanno identificato nel volo VFR in condizioni IMC uno dei maggiori rischi nell'aviazione generale. Nell'anno 2001, l'*Aviation Human Factors Division* dell'Università dell'Illi-

nois ha presentato uno studio<sup>3</sup> basato sull'analisi di 409 incidenti, verificatisi negli USA tra il 1990 ed il 1997 e registrati nel database dell'NTSB e dell'FAA<sup>4</sup>, che hanno coinvolto velivoli di aviazione generale ad ala fissa (con l'esclusione quindi di elicotteri, velivoli sperimentali ed altri apparecchi) e di cui l'indagine ha potuto attribuire con certezza la causa al volo VFR all'interno di condizioni IMC. Come si può vedere, il numero medio di incidenti annui è quindi basso (circa 50) se comparato ai circa 1900 che interessano ogni anno i velivoli di AG negli Stati Uniti; tuttavia, anche in questa circostanza, la possibilità di conseguenze fatali si è rivelata estremamente elevata (80%) comparata a tutte le altre tipologie di incidente (19%) verificatesi nello stesso periodo. Senza voler invadere il campo degli

parte del pilota, che avrebbe altrimenti tenuto un diverso comportamento. Vi è poi il caso di piloti che confidano eccessivamente nella propria abilità, senza intuire pienamente il rischio che comporta la prosecuzione del volo in condizioni meteorologiche non idonee. È il risvolto negativo del processo addestrativo, che se da un lato insegna al pilota ad essere consapevole della propria abilità in tutte le fasi del volo, dall'altro può causare un eccesso di confidenza, aggravato dalla riluttanza ad ammettere i propri limiti, circa la possibilità di evitare o controllare situazioni potenzialmente pericolose solo grazie alla propria perizia ai comandi. Terzo è il caso in cui la prosecuzione di un volo VFR in ambiente IMC è visto come l'equivalente di un "azzardo", cioè di una scommessa che può ugualmente risolversi in un successo o in un

siero sulla sicurezza del proprio apparecchio e dei suoi occupanti (incluso se stesso), allora sarà molto più propenso ad un atterraggio precauzionale su un sito alternato. Com'è noto e facilmente intuibile, ago della bilancia di questo processo decisionale è molto spesso la vicinanza alla meta: più si è prossimi alla destinazione finale, meno si è propensi a dirottare e più ad accettare il rischio di un atterraggio in condizioni meteorologiche proibitive. Infine una situazione che si ricollega allo scenario precedente, dove il fattore in grado di influenzare il processo decisionale del pilota è la presenza o meno di passeggeri a bordo, siano essi "carico pagante" (e quindi persone presumibilmente da indennizzare per le conseguenze derivate dal mancato raggiungimento della località di destinazione), sia semplicemente

### ► Figura 3

L'effetto ondulatorio provocato dalla presenza dell'orografia su una copertura di nubi alte. Anche in questo caso, la visibilità, che da terra sembra ottimale, potendo la vista arrivare sino ai rilievi sullo sfondo, potrebbe in volo essere vittima di whiteout, cioè di un generale ingrigimento di tutto il panorama, accompagnato anche da distorsioni delle caratteristiche morfologiche superficiali.

### ► Figura 4

La nebbia si alza repentina dal suolo in prossimità del tramonto... un pericolo per chi, pur sapendo di essere diretto verso una zona tipicamente soggetta a tale fenomeno, si è invece attardato in volo, magari confidando in quella che fino a poco prima era una bella giornata di sole!!




esperti di sicurezza e di psicologia del volo, possiamo accennare brevemente alle quattro motivazioni che possono indurre un pilota VFR a proseguire il volo, nonostante il mutamento delle condizioni meteorologiche, così come identificate da questo studio.

Lo scenario più semplice è quello in cui un pilota arrischia il volo VFR in condizioni IMC semplicemente perché... non si accorge che sta per farlo! In altre parole, si tratta di un caso di errata valutazione delle condizioni meteorologiche, che può avere molteplici cause, tra le quali la scarsa esperienza del pilota o il fatto che le variazioni atmosferiche sono così lente da rendere difficile discriminare tra minime condizioni VFR o pieno IFR. Questa ipotesi viene quindi inquadrata come un fallimento del processo decisionale da

disastro. Secondo questo scenario, la decisione che il pilota adotterà, accorgendosi delle mutate condizioni meteorologiche, dipenderà da quale "punto di vista" verrà adottato per inquadrare la situazione stessa. Se il pilota concentrerà la propria attenzione sulle condizioni negative di un mancato atterraggio a destinazione (in termini di perdita di tempo, denaro o aumentato consumo di carburante), allora sarà più propenso ad azzardare la prosecuzione del volo nonostante il deteriorarsi del tempo; al contrario, se focalizzerà il proprio pen-

amici da impressionare con la propria abilità nel pilotaggio, specialmente in presenza di condizioni ambientali avverse.

Come si vede, l'analisi dello studio citato risulta particolarmente significativa, perché ciò che colpisce è l'universalità dei comportamenti e delle spiegazioni proposte, che trascende il vasto mondo dell'aviazione generale statunitense per coinvolgere anche il ristretto ambito dei nostri campi di volo; difatti... quanti campanelli d'allarme hanno suonato? 

<sup>2</sup> National Transport Safety Board; è l'ente statunitense equivalente alla nostra ANSV, l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo.

<sup>3</sup> L'intero lavoro è reperibile su Internet all'indirizzo: <http://www.humanfactors.uiuc.edu/Reports&PapersPDFs/TechReport/00-15.pdf>

<sup>4</sup> Federal Aviation Administration; è l'equivalente statunitense della nostra ENAC, l'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile.