

L'IMPATTO DELLE CENERI VULCANICHE SULLE OPERAZIONI DI VOLO: PROFILI GIURIDICI *

Francesca Pellegrino **

SOMMARIO: 1. Gli incidenti aerei causati da ceneri vulcaniche – 2. Ricostruzione del quadro normativo: il contesto internazionale – 3. (segue) Il quadro sovranazionale – 4. (segue) Il quadro nazionale – 5. Considerazioni finali.

1. – Le ceneri vulcaniche sono piccolissime particelle, spesso di diametro inferiore a due millimetri, costituite da magma e roccia polverizzata, immesse nell'atmosfera durante un'eruzione vulcanica.

Il materiale espulso da un cratere, costituito – oltre che da ceneri – da gas e sostanze chimiche, forma una nuvola, trasportata in alto dai venti. Le particelle più grandi e più pesanti tendono a depositarsi al suolo prima delle particelle più piccole e meno pesanti.

La presenza di cenere vulcanica nell'aria costituisce un rischio ¹ più o meno elevato per la navigazione aerea in base alla consistenza, persistenza, estensione ed esplosività del materiale espulso.

L'insieme di ceneri, gas e sostanze chimiche immessi nell'aria determina la formazione di nubi vulcaniche, difficilmente distinguibili dalle normali nuvole, ma particolarmente insidiose per le operazioni di volo.

Studi scientifici hanno, infatti, dimostrato che quando tali particelle vengono ingerite a velocità elevate dai reattori degli aeromobili, si solidificano e possono erodere le eliche e altre parti dei motori, causandone lo spegnimento. L'impatto con le ceneri, inoltre, determina un effetto abrasivo delle su-

* Articolo rientrante nell'ambito della ricerca PON R&I 2014-2020 "Impiego di tecnologie, materiali e modelli innovativi in ambito aeronautico (AEROMAT)" (responsabile scientifico: prof. S. Magazù, Università di Messina).

** Università degli studi di Messina.

¹ T. MILLER, T. CASADEVALL, *Volcanic ash hazards to aviation*, in *Encyclopedia of volcanoes*, San Diego (USA), 2000, 915 ss.; M. GUFFANTI, A. TUPPER, *Volcanic Ash Hazards and Aviation Risk*, in P. PAPPALE (a cura di), *Volcanic Hazards, risks and Disasters*, Amsterdam 2015, 87 ss.



perfici esposte, tra cui l'opacizzazione del parabrezza della cabina di pilotaggio (*cockpit-windshield*), che oscura la vista al pilota.

La cenere vulcanica può anche influire sul normale funzionamento degli aeroporti². Quando la polvere lavica si deposita al suolo, anche in piccole quantità, può comportare la temporanea chiusura dell'aerodromo fino a quando non venga rimossa, con conseguenti ripercussioni sul sistema ATM (*Air Traffic Management*), quali revisione dei flussi di traffico e dirottamento dei voli su altri scali.

Di fronte a tale fenomeno, ad alto rischio, risulta fondamentale il monitoraggio continuo dei vulcani e la segnalazione delle attività eruttive, sin dalle prime fasi.

Quando si verifica un'eruzione o si riscontra qualsiasi altro cambiamento significativo nella struttura geologica, i vulcanologi che operano nei centri di sorveglianza sono tenuti a contattare prontamente le autorità aeronautiche e una serie di agenzie.

Va, tuttavia, considerato che solo una piccola parte di vulcani attivi è monitorata da stazioni di osservazione al suolo. Spesso sono gli stessi piloti degli aeromobili che per primi si accorgono, durante il volo, di un'eruzione o della presenza di una nube vulcanica.

I documenti internazionali prevedono, in tali casi, l'emissione, da parte del personale di condotta del volo, di speciali avvisi che comunicano, a seconda dei casi, l'attività pre-eruttiva o l'eruzione in atto, indicando i dati identificativi del velivolo, la sua posizione, l'orario della segnalazione, le condizioni meteorologiche (vento e temperatura in quota), l'altezza della nube ecc.

Nel corso degli anni si sono verificati gravi incidenti dovuti a questo fenomeno naturale. Il 24 giugno 1982, in Indonesia, un Boeing 747, in volo da Londra a Auckland, mentre stava sorvolando l'Oceano Indiano, a sud di Giava, si trovò improvvisamente costretto ad attraversare una fitta nube di cenere, causata da un'eruzione del vulcano Galunggung, che bloccò tutti e quattro i motori. L'aereo discese planando come un aliante³, ma dopo che

² M. GUFFANTI, G. MAYBERRY, T. CASADEVALL, R. WUNDERMAN, *Volcanic hazards to airports*, in *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 2009, vol. 51(2), 287 ss.

³ Sul tema, v. T.J. CASADEVALL (a cura di), *Proceedings of the First International Symposium on Volcanic Ash and Aviation Safety*, luglio 1991, Seattle, 1994; ID., *Volcanic Hazards and Aviation Safety: Lessons of the Past Decade*, Flight Safety Foundation, Flight Safety Digest, 1993; T.J.

uscì dalla nube, l'equipaggio tentò di riavviare i motori, che ripresero a funzionare, permettendo un atterraggio di emergenza a Jakarta.

Un incidente molto simile si è verificato il 15 dicembre 1989, quando un Boeing 747 della KLM, partito da Amsterdam e diretto ad Anchorage, in Alaska, attraversò la nube provocata dall'eruzione del vulcano Redoubt, subendo lo spegnimento di tutti e quattro i motori⁴ a causa dello stallo del compressore⁵. Una volta usciti dalla nube di cenere, l'equipaggio riuscì a riavviare i motori e ad atterrare senza problemi a Anchorage. Il mezzo riportò ingenti danni alle parti meccaniche, dovuti all'azione corrosiva della cenere vulcanica.

Questo grave evento portò all'elaborazione, a livello internazionale, di procedure operative che, in presenza di segnalazioni di nubi vulcaniche, emesse dalle stazioni di osservazione, impongono limitazioni di volo o, in alcuni casi, la totale chiusura degli spazi aerei interessati.

Nel 2010, la straordinaria eruzione del vulcano islandese di *Eyjafjallajökull*⁶, non attivo dal 1823, e l'anno dopo quella del vicino vulcano *Grimsvotn*, determinarono drastiche chiusure, da parte delle autorità aeronautiche, dello spazio aereo di numerosi Paesi del Nord Europa, con conseguenti

CASADEVALL, T.B. THOMPSON, W. EWERT, *Volcanic Hazards and Aviation Safety*, in G.W. HOUSNER, R.M. CHUNG (a cura di), *Proceedings of the Conference on Natural Disaster Reduction*, Washington, 1996, 363 s.; M. GUFFANTI, T.J. CASADEVALL, K. BUDDING, *Encounters of Aircraft with Volcanic Ash Clouds: A Compilation of Known Incidents, 1953–2009*, Reston (Virginia), 2010; R.J. BLONG, *Volcanic Activity and Volcanic Hazards*, Sidney, 2013, 11 ss.; S. BRISCHETTO, R. TORRE, *Elementi di sicurezza aeronautica*, Bologna, 2019, 299 ss.

⁴ L'equipaggio riferì di aver visto scariche elettrostatiche (i c.d. "fuochi di S. Elmo") causate dallo strofinio delle particelle di polvere vulcanica sulla superficie metallica dell'aereo, davanti al parabrezza, opacizzato dall'abrasione esercitata dalla cenere. Per un commento, v. B. TOOTELL, *All four engines have failed: the true and triumphant story of flight ba 009 and the Jakarta incident*, London, 1985.

⁵ Per un commento, v. T.J. CASADEVALL, *The 1989-1990 eruption of Redoubt Volcano, Alaska: impacts on aircraft operations*, in *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 1994, 301 ss.

⁶ Per un commento, v. P. SAMMONDS, B. MCGUIRE, S. EDWARDS, *Volcanic hazard from Iceland: analysis and implications of the Eyjafjallajökull eruption*, UCL, Institute for Risk and Disaster Management, 2011; M.M. COMENALE PINTO, *Obblighi del vettore e diritti del passeggero nei casi di impossibilità del trasporto aereo, con specifico riferimento al caso delle ceneri vulcaniche del 2010*, in M.J. GUERRERO LEBRÓN (a cura di), *Cuestiones actuales del derecho aéreo*, Madrid, Barcelona, Buenos Aires, São Paulo, 2012, 219 ss.

cancellazioni di voli e fortissimi disagi per i passeggeri. Le condizioni climatiche di quelle eruzioni fecero sì che l'enorme nuvola di cenere si dirigesse verso la Gran Bretagna e l'Europa continentale, nonché verso la Scandinavia, e che rimanesse sospesa nell'atmosfera per giorni.

In quell'occasione, tra l'altro, si evidenziò come le ceneri dei vulcani islandesi viaggiano ad una velocità e ad un'altezza più elevata di quelle di altre simili strutture geologiche e formano delle nuvole immense poiché sotto terra sono coperte da uno strato di ghiaccio di vari metri di spessore e quando vengono eruttate, si disperdono in frammenti molto piccoli.

Il verificarsi di tale evento portò all'elaborazione di nuove regole per i voli, volte a introdurre misure diverse in base ai differenti livelli di concentrazione delle ceneri nell'atmosfera.

La CAA (*Civil Aviation Authority*)⁷ britannica, in particolare, ha individuato tre distinti livelli di contaminazione dell'atmosfera terrestre da parte delle ceneri vulcaniche: bassa, media ed alta (*low, medium and high density*)⁸.

Questi studi hanno permesso di stabilire che, in aree a *low density*, gli aeromobili possono volare in sicurezza, senza essere esposti a particolari rischi, mentre nelle zone a *medium and high density* devono essere fornite all'aviazione informazioni specifiche, attraverso la pubblicazione di appositi avvisi che comunichino data e orario dell'eruzione, estensione orizzontale e verticale e direzione della nube, livello di volo interessato.

2. – La materia è stata oggetto di numerosi interventi normativi, sia a livello internazionale, che a livello europeo e nazionale.

Con riferimento al quadro internazionale, giova richiamare l'ampia normativa tecnica elaborata dall'ICAO⁹ al fine di mantenere i più alti livelli di sicurezza dell'aviazione civile.

⁷ Così F. SGRÒ, *Il servizio di informazione aeronautica*, in F. PELLEGRINO (a cura di), *Regole e pratiche della navigazione aerea in Europa: verso un'armonizzazione*, Milano, 2012, 157 ss.

⁸ Da un punto di vista matematico, l'area di bassa contaminazione è uno spazio di dimensioni definite nel quale la cenere vulcanica è rilevata in concentrazioni inferiori o uguali a 2×10^{-3} g/m³, ma maggiori a 2×10^{-4} g/m³. L'area di media concentrazione è uno spazio di dimensioni definite, nel quale la cenere vulcanica è registrata in concentrazioni maggiori di 2×10^{-3} g/m³, ma minori di 4×10^{-3} g/m³. L'area di alta concentrazione è uno spazio aereo di dimensioni definite nel quale la cenere vulcanica è rilevata in concentrazioni maggiori o uguali a 4×10^{-3} g/m³.

⁹ Cfr. da ultimo L. WEBER, *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, Alphen aan den Rijn, 2021.

Invero, nel settore aeronautico, e dei trasporti in generale, non è possibile accogliere una nozione di sicurezza intesa, secondo il linguaggio comune, come totale eliminazione del rischio. Di fronte all'impossibilità di raggiungere questa condizione, di "rischio zero", l'obiettivo è quello di conseguire e mantenere "the state in which risks associated with aviation activities, related to, or in direct support of the operation of aircraft, are reduced and controlled to an acceptable level"¹⁰.

La normativa ICAO in materia di *volcanic ash* è principalmente contenuta negli Annessi¹¹, documenti che disciplinano sia aspetti tecnici che operativi dell'aviazione civile internazionale, quali le licenze del personale; le regole dell'aria; gli aeroporti; i servizi di traffico aereo; le inchieste sugli incidenti aerei; la *security*; il *safety management* ecc. Questi Allegati contengono due tipi di norme: *standards* internazionali e pratiche raccomandate (SARPS)¹², accomunati dallo scopo di garantire la sicurezza e la regolarità della navigazione aerea internazionale.

La dottrina¹³ si è a lungo interrogata sulla vincolatività della normativa *de qua*, giungendo alla conclusione che esiste un vero e proprio obbligo internazionale per gli Stati di conformarvisi, derivante dalla Convenzione di Chicago del 7 dicembre 1944¹⁴, relativa all'aviazione civile internazionale.

¹⁰ Capitolo 1 dell'Annesso 19 (*Safety Management*) dell'ICAO (I ed. 2013, II ed. 2016). Per un approfondimento dell'Annex 19, v. N. RALLO, *ICAO Annex 19: What Implications for the State Safety Programme and for Safety Oversight?*, in F. PELLEGRINO (a cura di), *Legislation and regulation of risk management in aviation activity*, Milano, 2014, 101 ss.

¹¹ Per un approfondimento del tema, v. A. GIANNINI, *Ancora sugli allegati alla Convenzione di Chicago 1944*, in *Riv. aeron.* 1952, 883 ss.; M. FRAGALI, *Regolamento giuridico dell'aviazione e allegati tecnici di Chicago*, in *Dir. aeron.*, 1967, 159 ss.; G. ROMANELLI, M.M. COMENALE PINTO, *L'applicazione degli Annessi tecnici alla Convenzione di Chicago*, in *Dir. prat. av. civ.* I, 1998, 77; F. PELLEGRINO, *Sull'applicabilità dell'Annesso 13 ICAO nell'ordinamento italiano*, in *Studi in memoria di Gabriele Silingardi*, Milano, 2004, 489 ss.; T. UNMACK, *Civil Aviation: Standards and Liabilities*, Abingdon (Oxon), 2020, 46.

¹² Cfr. E.M. GIEMULLA, L. WEBER (a cura di), *International and EU Aviation Law: Selected Issues*, Alphen aan den Rijn, 2011, 98 s.

¹³ Sul punto si rinvia al nostro studio: F. PELLEGRINO, *Sicurezza e prevenzione degli incidenti aeronautici*, Milano, 2007, 139 ss.

¹⁴ Sulla *Convenzione di Chicago del 7 dicembre 1944* relativa all'aviazione civile internazionale, entrata in vigore il 4 aprile del 1947, v. A. GIANNINI: *La Convenzione di Chicago 1944 sull'aviazione civile internazionale*, in *Riv. dir. comm.*, 1946, I, 83 ss.; ID., *Gli emendamenti della Convenzione di Chicago (1944) relativa all'aviazione civile internazionale*, in *Riv. aeron.*, 1952, 729; ID., *La Con-*

Posto però che gli Annessi contengono specifiche relative a caratteristiche fisiche, configurazione, materiale, prestazioni, personale o procedure, sotto forma di *standards* internazionali o di pratiche raccomandate, occorre verificare se la cogenza della normativa *de qua* si riferisca solo ai primi, o si estenda anche alle “*recommended practices*”¹⁵. La differenza tra le due categorie di norme, non presente nel testo degli Allegati, ma ben messa in luce dall’Assemblea dell’ICAO nella sua prima sessione¹⁶, attiene al fatto che, mentre l’uniforme applicazione degli *standards* è ritenuta “*necessary*”, quella delle pratiche raccomandate è considerata “*desirable*”¹⁷.

Alla luce di quanto sopra, solo le norme *standard* devono ritenersi cogenti.

Nonostante la loro vincolatività, ai sensi dell’art. 38 della Convenzione, ciascuno Stato può discostarsi anche da tali norme, previa notifica al Consiglio ICAO delle eventuali difformità¹⁸.

Ciò premesso a livello generale, va ricordato che la normativa internazionale più risalente in tema di ceneri vulcaniche è contenuta nell’Annesso 3 “*Meteorological Service for International Air Navigation*”¹⁹ che – tra l’altro – ha previsto organismi e procedure volte a garantire la sicurezza del volo in caso di eruzioni.

In particolare, il capitolo 3 del documento è dedicato ai *Volcanic Ash Advisory Center* (VAACs)²⁰, definiti come Centri meteorologici, designati –

venzione di Chicago 1944 sull’aviazione civile internazionale, Roma, 1953, 130; ID., *La Convenzione di Chicago e la sua tecnica*, in *Riv. aeron.* 1953, 269 ss.; M. FRAGALI, *L’adeguamento dell’ordinamento interno alla Convenzione di Chicago sull’aviazione civile*, in *Dir. aeron.*, 1967, 105 ss.

¹⁵ M.C. COSENTINI, *Sull’obbligo di recepimento degli annessi tecnici alla Convenzione di Chicago*, in *Dir. trasp.*, 1999, 559 ss.; E.M. GIEMULLA, L. WEBER (a cura di), *International and EU Aviation Law: Selected Issues*, cit., 98 s.

¹⁶ V. Risoluzione ICAO A1-31, in *Yearbook U.N.*, 1947-48, 857.

¹⁷ Su tale distinzione si rinvia a A. GIANNINI, *Sulla natura giuridica degli allegati alla Convenzione di Chicago, 1944*, in *Riv. aeron.* 1952, 659; N. MATEESCO MATTE, *La Convenzione di Chicago, Quo vadis OACI?*, in *Studi in onore di Lefebvre d’Ovidio*, Milano, 1995, 641; F. PELLEGRINO, *Sicurezza e prevenzione degli incidenti aeronautici*, cit., 144 ss.

¹⁸ Cfr. DE STEFANI G., *Gli annessi ICAO: in particolare sul dovere degli Stati di notificare le discordanze tra i regolamenti interni e gli standards (art. 38 Convenzione di Chicago)*, in *Trasp.* 2005, n. 97, 7 ss.

¹⁹ *Annex 3 “Meteorological Service for International Air Navigation”* (adottato dal Consiglio ICAO il 23 febbraio 2010, giunto alla XX ed., di luglio 2018; le ultime modifiche sono state apportate il 30 settembre 2020). Per un commento, v. T. UNMACK, *Civil Aviation: Standards and Liabilities*, Abingdon (Oxon), New York, 1999, 60 ss.

²⁰ Per un approfondimento, v. *Volcanic Hazards – Impacts on Aviation*, Washinton, 2006, 24;

sulla base di accordi regionali – per garantire la fornitura di informazioni operative agli Uffici di Veglia Meteorologica, ai Centri di Controllo d'Area (ACC)²¹, ai Centri di Informazione Volo (FIC)²², ai Centri Mondiali di Previsione di Area (WAFC)²³ e alle banche dati internazionali (OPMET)²⁴.

Invero, prevedere la traiettoria della nube di cenere vulcanica è un'attività estremamente complessa, che richiede particolari capacità tecniche. L'ICAO ha pertanto individuato nove VAACs, rientranti nel quadro IAVW (*International Airways Volcano Watch*)²⁵, definito – al capitolo 1 dell'Annesso 3 – come “*International arrangements for monitoring and providing warnings to aircraft of volcanic ash in the atmosphere*”, ossia l'insieme di accordi e intese internazionali per il monitoraggio e gli avvisi agli aeromobili in caso di ceneri vulcaniche.

Il sistema IAVW, istituito dall'ICAO in coordinamento con l'Organizzazione meteorologica mondiale (WMO), si è dimostrato efficace nel garantire

K.G. DEAN, J. DEHN, *Monitoring Volcanoes in the North Pacific, Observation from Space*, Berlin, Heidelberg, 2015, 133; A.F. EL-SAYED, *Foreign Object Debris and Damage in Aviation*, Boca Raton, (Florida), 2022, 18.

²¹ ACC è un centro regionale preposto alla fornitura dei servizi del traffico aereo nello spazio di sua responsabilità, generalmente un'intera regione di informazioni di volo e nelle zone di controllo in essa contenute. In Italia, i quattro Centri di controllo d'area di Roma, Milano, Padova e Brindisi assicurano l'assistenza a tutti i velivoli nella fase di rotta, sia che facciano scalo su un aeroporto italiano, sia che sorvolino semplicemente il nostro spazio aereo.

²² Sul *Flight Information Centre*, cfr. F. SGRO, *Il servizio di informazione aeronautica* e M. BUFO, *Le competenze degli ANSPs. Il servizio informazioni volo (FIS) e il servizio informazioni volo aeroportuale (AFIS)*, in F. PELLEGRINO (a cura di), *Regole e pratiche della navigazione aerea in Europa: verso una armonizzazione*, Milano, 2012, rispettivamente, 139 ss. e 163 ss.

²³ Centro meteorologico che fornisce informazioni meteorologiche in tempo reale per scopi aeronautici. Queste trasmissioni sono supervisionate dall'ICAO al fine di soddisfare i requisiti dell'allegato 3 sulle informazioni meteorologiche necessarie per i voli. Di solito queste informazioni fanno parte del *Pre-Flight Information Bulletin* (PIB).

²⁴ OPMET sta per *Operational Meteorology*. Cfr. sul punto il seguente documento: ICAO EUR DOC 018, *EUR OPMET Data Management Handbook*, Eleventh Ed. 2021, definito come “*the main guidance material aimed at providing detail on the procedures for OPMET exchange under the EUR RODEX (Regional OPMET Data Exchange) scheme for OPMET data users. The Handbook defines the responsibilities and the procedures to be followed by the different OPMET Centres. It defines also the content and the data formats of the OPMET bulletins*”.

²⁵ Per la disciplina v. il “*Roadmap for International Airways Volcano Watch (IAVW) in Support of International Air Navigation*” 18 novembre 2019, Version 4.0. Cfr. R. ROMERO, *International Airways Volcano Watch (IAVW)*, 1 novembre 2004; A. TUPPER, M. ITIKARAI, M.S. RICHARDS, F. PRATA, S. CARN, D. ROSENFELD, *Facing the challenges of the International Airways Volcano Watch: the 2004/05 eruptions of Manam, Papua New Guinea*, in *Weather Forecast*, 2007, 22(1), 175 ss.

la sicurezza del trasporto aereo dopo l'eruzione del vulcano islandese *Eyjafjallajökull*. Si basa sulla cooperazione di unità operative, aeronautiche e non, e delle organizzazioni internazionali interessate a utilizzare le informazioni ricavate dall'osservazione di fonti e reti fornite dagli Stati ²⁶.

In particolare, i VAACs sono incaricati di fornire al MWO (*Meteorological World Organization*) ²⁷ e agli ACC, ciascuno per la propria area di competenza, indicazioni sull'estensione della nube e sul movimento previsto di cenere vulcanica presente in atmosfera, utilizzando modelli numerici di trasporto e di dispersione della polvere lavica ²⁸.

Al fine di garantire la sicurezza del volo è necessario un perfetto coordinamento, nello scambio di informazioni, tra VAAC, MWO, ACC e stazioni di osservazione.

L'informazione iniziale (o "riporto"), riguardante la presenza di cenere vulcanica nell'atmosfera e l'altezza della colonna, viene emessa da una stazione di osservazione a terra o da un aeromobile in volo.

Al capitolo 5 dello stesso Annesso 3 si precisa che la presenza di nubi vulcaniche e di fenomeni di pre-eruzione o di eruzione in atto deve essere oggetto di speciali segnalazioni da parte dei piloti (*Special Air-Reports*) ²⁹. Il messaggio deve esser trasmesso via radio alle unità del Servizio del Traffico Aereo (ATS) che, a loro volta, lo inoltreranno tempestivamente alle unità ACC/FIC (*Area Control Center / Flight Information Centre*), in costante contatto radio con tutti gli aerei in transito, al MWO, nonché alle reti interna-

²⁶ W. SCHWENK, R. SCHWENK, *Aspects of International Cooperation in Air Traffic Management*, The Hague, Boston, London, 1998; H.N. WEBSTER, D.J. THOMSON, B.T. JOHNSON, I.P.C. HEARD, K. TURNBULL, F. MARENCO, N.I. KRISTIANSEN, J. DORSEY, A. MINIKIN, B. WEINZIERL, U. SCHUMANN, R.S.J. SPARKS, S.C. LOUGHLIN, *Operational prediction of ash concentrations in the distal volcanic cloud from the 2010 Eyjafjallajökull eruption*, in *Journal of Geophysical Research*, vol. 117, 2012, 2 ss.

²⁷ *Meteorological Watch Office*. Cfr. G. VAGO, *Diritto e meteorologia*, in *Foro pad.* 1966, III, 33.

²⁸ R. SCANDONE, L. GIACOMELLI, *Vulcanologia. Principi fisici e metodi d'indagine*, Napoli, 2004.

²⁹ Lo *Special Air-Report* indica il rapporto meteorologico di un aeromobile, emesso secondo i criteri basati su osservazioni effettuate durante il volo. L'Annesso 3 ICAO prevede che gli *Special Air-Reports* devono essere effettuati da tutti gli aeromobili ogni volta che si verificano o si osservano le seguenti condizioni: nube di cenere vulcanica, attività vulcanica pre-eruzione o eruzione vulcanica, turbolenza moderata o grave, forte onda di montagna, temporali senza grandine, radicati, diffusi o linee di burrasca, temporali, con grandine, forte tempesta di polvere o di sabbia.

zionali di comunicazione, in modo tale da diffondere, in maniera capillare e nel più breve tempo possibile, le informazioni.

A seguito di queste segnalazioni, il MWO competente dirama tempestivamente un messaggio iniziale SIGMET (*Significant Meteorological Information*)³⁰, in attesa del messaggio VAA (*Volcanic Ash Advisory*), emesso dal VAAC. Un secondo SIGMET viene emanato non appena si riceve, da quest'ultimo Centro, conferma della presenza e dell'entità della nube di cenere e della prevista traiettoria.

In particolare, il SIGMET, definito come “*information issued by a meteorological watch office concerning the occurrence or expected occurrence of specified en-route weather phenomena which may affect the safety of aircraft operations*”³¹, è l'informazione riguardante la presenza (o la previsione), lungo la rotta, di specifici fenomeni meteorologici che possono inficiare la sicurezza delle operazioni di volo. L'avviso emesso relativamente alla cenere vulcanica ha validità di sei ore e fornisce indicazioni sull'estensione, orizzontale e verticale, della nube di cenere, nonché sul suo possibile movimento in base alla direzione dei venti in quota. Tale messaggio deve essere cancellato non appena la nube non interessa più i Centri di informazione volo competenti. In linea di principio, questo avviene quando il VAAC comunica che la cenere non è più rilevabile dai dati satellitari, che non sono pervenute ulteriori segnalazioni circa l'osservazione di cenere e che il vulcano è tornato al suo stato pre-eruttivo.

I SIGMET vengono emessi dagli Uffici di Veglia Meteorologica, mentre i *Volcanic Ash Advisory* (VAA) vengono diramati dai VAACs (*Volcanic Ash Advisory Center*) e sono destinati alle *Flight Information Region* (FIR)³² competenti per lo spazio aereo nazionale, le quali devono inviare tempestivamente agli aeromobili le informazioni che potrebbero avere un impatto operativo sulla navigazione aerea. Le FIR rappresentano, pertanto, l'interfaccia critica tra le centrali di terra e gli aerei in volo. Ad esse sono associati uno o più uffici MWO, che devo-

³⁰ “Informazioni meteorologiche significative d'area”: sono messaggi di informazioni meteorologiche riguardanti fenomeni, osservati e/o previsti, di forte intensità, all'interno delle FIR (*Flight Information Region*), di cui *infra*.

³¹ Annesso 3, cap. 1 (*definitions*).

³² La FIR è uno spazio aereo non controllato, al cui interno vengono forniti il FIS (servizio informazione volo) e l'ALS (servizio di allarme) da un apposito *Flight Information Centre* (FIC) - Centro Informazioni Volo. Per un approfondimento, v. M. BUFO, *Le competenze degli A.N.S.Ps. e SGRÒ F., Il servizio di informazione aeronautica*, cit., rispettivamente, 163 ss., 139 ss.

no provvedere al costante monitoraggio delle condizioni meteorologiche e all'emissione degli avvisi di allerta per la navigazione aerea, civile e militare ³³.

Al capitolo 7 dell'Annesso 3 si precisa, inoltre, che gli avvisi AIRMET (*Airmen's Meteorological Information*) ³⁴, anch'essi emessi dagli Uffici di Sorveglianza Meteorologica, contengono informazioni su fenomeni osservati e/o previsti, tra cui quelli attinenti alla presenza di *volcanic ash*, che potrebbero essere potenzialmente pericolosi per voli a bassa quota e sono quindi destinati a velivoli dalle capacità limitate. Queste informazioni risultano, tuttavia, di particolare interesse anche per equipaggi di velivoli di più grandi dimensioni.

L'Annex 15 (*Aeronautical Information Services*) ³⁵ detta – tra l'altro – importanti definizioni, come quella di NOTAM: “*A notice distributed by means of telecommunication containing information concerning the establishment, condition or change in any aeronautical facility, service, procedure or hazard, the timely knowledge of which is essential to personnel concerned with flight operations*” . Si tratta quindi di un avviso, diffuso mediante mezzi di telecomunicazione, contenente informazioni relative all'istituzione, alla condizione o alla modifica di qualsiasi struttura, servizio, procedura o pericolo aeronautico, la cui conoscenza tempestiva è essenziale al personale addetto alle operazioni di volo.

I NOTAM per eruzione vulcanica, emessi dai centri di controllo d'area e di informazione volo (ACC/FIC), in presenza o meno di nube, contengono anche informazioni sullo spazio aereo interdetto e l'instradamento alternativo ³⁶. In tal caso, viene normalmente diffuso un particolare tipo di NOTAM,

³³ M. GUFFANTI, T.P. MILLER, *A volcanic activity alert-level system for aviation: review of its development and application in Alaska*, in *Natural Hazards*, Vol. 69, 2013, 1519 ss.

³⁴ Si tratta di messaggi di avviso, destinati principalmente a piloti o equipaggi che volano in condizioni di VFR (*Visual Flight Rules*), cioè di volo a vista, con aeromobili leggeri o monomotore, per segnalare quei fenomeni che presentano un rischio potenziale per la navigazione (nubi basse, anche di origine vulcanica, scarsa visibilità, turbolenza, attività convettiva, ecc.).

³⁵ L'Annesso 15 (*Aeronautical Information Services*) contiene standard internazionali e pratiche raccomandate sul Servizio Informazioni Aeronautiche (AIS), utili per la sicurezza, l'efficienza e regolarità della navigazione aerea. È stato adottato per la prima volta dal Consiglio ICAO il 15 maggio 1953, ai sensi dell'art 37 della Convenzione di Chicago del 1944. L'edizione più recente, la XVI, è del 2018, ma gli ultimi emendamenti risalgono a settembre 2020. Per un commento T. UNMACK, *Civil Aviation: Standards and Liabilities*, cit., 1999, 174 ss.

Capitolo I, 1.1, dell'Annex 15. La disciplina dei NOTAM, oltre che nell'Annesso 15, è contenuta nel Doc 8126 (*Aeronautical Information Services Manual*), VII Ed., 2021 e nel Doc 8400 (*Procedures for Air Navigation Services ICAO – Abbreviations and Codes*), IX Ed. 2016.

³⁶ A. DI DIODATO, *La cenere vulcanica. Impatto sulla navigazione aerea*, in *Rivista di meteorolo-*

c.d. ASHTAM, che notifica, in un formato specifico, particolari informazioni circa l'attività eruttiva di un vulcano o una nube di cenere vulcanica di entità significativa per le operazioni degli aeromobili³⁷, nonché dati sulla posizione, estensione e movimento della nuvola, rotte aeree e livelli di volo interessati.

Tale avviso dovrebbe essere rilasciato immediatamente dopo il ricevimento di una notifica circa la presenza di un'eruzione o di un cambiamento nello stato di attività di un vulcano, oppure quando viene segnalata una nuvola di cenere, anche prevista, in attesa di ricevere ulteriori informazioni. Un nuovo avviso deve essere emesso ogni volta che è presente un cambiamento del livello di allerta. Il periodo massimo di validità di tale tipo di avviso è di 24 ore.

Sebbene sia possibile usare il formato del NOTAM, viene raccomandato l'impiego dell'ASHTAM, più specifico e quindi di immediata percezione per i destinatari.

Nelle materie più complesse, quale quella del rischio ceneri vulcaniche, la regolamentazione base, contenuta negli Annessi, viene integrata dalle specifiche tecniche, inserite nelle Appendici, in Manuali e PANS (*Procedures for Air Navigation Services*)³⁸.

Questi documenti minori dell'ICAO, molto più dettagliati nel contenuto rispetto agli Allegati, per loro intrinseca natura non sono vincolanti³⁹, sebbene la loro obbligatorietà discenda dalle norme *standard* da cui traggono origine.

Le PANS, in particolare, riguardanti aspetti operativi troppo tecnici e specifici per poter essere inclusi nelle SARPs, vengono modificati periodicamente affinché il loro contenuto rifletta le pratiche correnti.

Tra i numerosi documenti ICAO merita di esser richiamato il "*Manual on Volcanic Ash, Radioactive Material and Toxic Chemical Clouds*" (Doc 9691)⁴⁰, avente lo scopo di assistere gli Stati e le organizzazioni internazionali coinvolte, fornendo indicazioni sugli aspetti scientifici delle eruzioni e della cenere vulcani-

gia aeronautica, n. 3/2018, 38.

³⁷ "A special series NOTAM notifying by means of a specific format change in activity of a volcano, a volcanic eruption and/or volcanic ash cloud that is of significance to aircraft operations" (Annesso 14, capitolo I, 1.1.).

³⁸ Sul tema v. M. MILDE, *International Air Law and ICAO*, Utrecht, 2008, 164.

³⁹ G. DE STEFANI, *La regolamentazione dell'ICAO: procedura e tempi tecnici di emanazione*, in *Trasp.*, n. 104/2008, 47 ss.

⁴⁰ Doc 9691-AN/954, I Ed. 2001, II Ed. 2007, III Ed. 2015. Altre modifiche sono state apportate il 28 giugno 2019.

ca nell'atmosfera (inclusi l'osservazione, il rilevamento e il movimento delle nuvole), sugli effetti prodotti da tale fenomeno sulle operazioni degli aeromobili e sui servizi di supporto, nonché sui profili di responsabilità degli Stati (capitolo 5).

Il Manuale fornisce anche informazioni sui requisiti richiesti per gli avvisi agli aeromobili circa la presenza nell'atmosfera di materiali radioattivi e nubi chimiche tossiche e una guida su come questi *requirements* possono essere soddisfatti.

Nel documento in esame, oltre ad esser contenuta una specifica disciplina degli avvisi di allerta (NOTAM e ASHTAM), per esigenze di uniformità, è previsto un apposito messaggio, il *Volcano Observatory Notice for Aviation* (VONA)⁴¹, emesso in un formato specifico⁴², sintetico e in inglese semplice. È rivolto a piloti e controllori del traffico aereo per informarli di disordini vulcanici e attività eruttive. Riporta i cambiamenti, sia in aumento che in diminuzione, delle attività vulcaniche, fornendo una descrizione sulla natura dei disordini o dell'eruzione, sui rischi attuali o anche potenziali, la cui tempestiva conoscenza è essenziale per la sicurezza delle operazioni di volo.

Dopo l'emissione, in caso di massimo livello di allerta, di comunicati VONA "rosso" (attività eruttiva imminente oppure eruzione in corso, con significativa emissione di cenere nell'atmosfera), il VAAC competente elabora il *Volcanic Ash Advisory* (VAA) che ha una validità di 24 ore e contiene previsioni della posizione, laterale e verticale, della nube di cenere, aggiornate ogni sei ore.

A seguito dell'eruzione dei vulcani islandesi, l'ICAO ha ritenuto opportuno aggiornare le proprie linee guida tenendo conto dei più recenti sviluppi tecnologici e scientifici, sì da fornire una base idonea ad orientare in maniera efficace il processo decisionale e garantire la sicurezza delle operazioni di volo.

Alla luce dei risultati di uno studio condotto dall'*International Volcanic Ash Task Force* (IVATF)⁴³, è stato quindi pubblicato dall'ICAO, e approva-

⁴¹ La disciplina è contenuta nell'*Handbook on the International Airways Volcano Watch (IAVW) – Operational Procedures and Contact List* (Doc 9766), di cui *infra*. Per quanto riguarda il nostro ordinamento, la Circolare ENAC, serie generale GEN.04C, del 15 aprile 2020 ("*Operatività degli aeroporti di Catania Fontanarossa, Comiso e Reggio Calabria e degli spazi aerei ad essi associati in presenza di attività eruttiva del Vulcano Etna*"), contiene la seguente definizione di VONA: "messaggio prodotto da un Osservatorio vulcanico nazionale contenente dati e informazioni sull'attività eruttiva di un vulcano e redatto in conformità allo schema riportato nell'*Handbook on the International Airways Volcano Watch (IAVW) – Operational Procedures and Contact List (Doc 9766)*".

⁴² Un modello di VONA è contenuto nell'*Handbook* su citato.

⁴³ Organismo costituito dopo l'eruzione del vulcano islandese. La prima riunione si è infatti tenuta a Montreal dal 27 al 30 luglio 2010.

to dai partner industriali, un secondo Manuale, intitolato “*Flight Safety and Volcanic Ash*” (Doc 9974) ⁴⁴.

Nel documento, oltre alle definizioni di NOTAM e ASHTAM, in linea con le nozioni contenute nell'Annesso 3, vengono riportate quelle di *volcanic ash* e *volcanic cloud*. In particolare, la cenere vulcanica viene definita come un composto di minerali (silice, piccole quantità di ossidi di alluminio, ferro, calcio e sodio) comuni alla maggior parte delle ceneri vulcaniche. La nube vulcanica viene intesa come l'insieme di ceneri vulcaniche, gas e sostanze chimiche, espulsi da un vulcano nell'atmosfera e trasportati in alto dai venti.

Le disposizioni sui messaggi di allerta vanno lette in combinato disposto con l'Appendice B (*Procedures to Be Considered by an Aircraft Operator when Conducting a Safety Risk Assessment*) del Manuale, laddove, tra l'altro, si raccomanda l'aggiornamento e la tempestiva comunicazione delle informazioni, nonché il monitoraggio continuo degli avvisi riguardanti il pericolo di nubi di cenere vulcanica.

Particolare importanza presentano le disposizioni sulla responsabilità, contenute al capitolo 2 del documento in esame, laddove l'ICAO, seguendo un approccio flessibile, ha chiarito che spetta alle compagnie aeree, ancorché sotto il controllo e la supervisione delle Autorità nazionali di regolamentazione, la decisione di effettuare un volo nello spazio aereo interessato dalla presenza, anche potenziale, di cenere vulcanica o di decollare/atterrare negli aeroporti noti per essere spesso contaminati da polvere eruttiva: si pensi allo scalo di Catania.

Questo profilo è stato confermato a seguito di un aggiornamento, intervenuto nel 2014, della sezione 15.8 ⁴⁵ dell'importante documento PANS-ATM, Doc 4444 (*Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management*) ⁴⁶, che ha trasferito dall'ATM agli operatori la responsabilità nascente dal rischio ceneri vulcaniche e la decisione di volare in un'area contaminata.

In tale quadro, l'operatore dovrebbe avvalersi di un documento di valutazione del rischio per la sicurezza, soggetto ad aggiornamento, che dovrebbe

⁴⁴ Doc ANB/487, sottotitolato: “*Risk management of flight operations with known or forecast volcanic ash contamination*”, I Ed. 2012.

⁴⁵ Rubricata “*Procedures for ATS units when a volcanic ash cloud is reported or forecast*”.

⁴⁶ XVI Ed., 2016. Il Doc 4444 è classificato come PANS, in quanto le procedure sui servizi di navigazione aerea previste riguardano aspetti operativi troppo dettagliati per poter essere inclusi nelle SARPs. Sul tema, v. V. NASTRO, *Assistenza al volo e controllo del traffico aereo*, Milano, 2003, 19; E.M. GIEMULLA, L. WEBER (a cura di), *International and EU Aviation Law*, cit., 98 s.

far parte del proprio SMS (*Safety Management System*) come un processo identificabile e dovrebbe essere supervisionato dell'autorità aeronautica al fine di accertare l'attendibilità e la qualità delle fonti di informazione e la competenza della compagnia nella corretta interpretazione dei dati. L'operatore deve, in particolare, garantire che il proprio personale abbia familiarità con la valutazione del rischio operata dalla compagnia e riceva tutte le informazioni pertinenti, sia precedentemente che durante il volo, in modo da applicare misure di mitigazione appropriate, anche quando la situazione si discosta da qualsiasi scenario previsto.

Giova da ultimo richiamare un altro importante documento ICAO, il VACP (*Volcanic Ash Contingency Plan - European And North Atlantic Regions*, Doc EUR 019, NAT Doc 006, Part II)⁴⁷.

Se inizialmente erano stati emanati due diversi piani VACP, uno per l'Europa (EUR) e l'altro per il Nord Atlantico (NAT), il documento ora copre entrambe le aree⁴⁸.

Il piano unificato di emergenza VACP definisce linee guida standardizzate per il coordinamento delle informazioni e la segnalazione degli aeromobili, prima e durante un'eruzione vulcanica, nonché individua le procedure da seguire per garantire, in condizioni avverse, operazioni di volo sicure ed efficienti. È volto a fornire informazioni sufficienti a costituire una guida per il personale operativo, descrivendo i processi e i flussi informativi, avendo come base di riferimento gli *standard* e le pratiche raccomandate (SARPs) e i principi contenuti nei vari Allegati dell'ICAO, ma proponendosi anche come strumento per implementare le *best practices* nella gestione del traffico aereo.

Un importante principio che ispira il piano è quello precauzionale, da applicare in caso di scarse informazioni: man mano che le stesse aumentano, l'approccio può essere sempre più consapevole e basato su un'adeguata gestione del rischio.

In materia di *volcanic ash*, è bene richiamare il contenuto della sezione 15.8 del Doc 4444, secondo la quale, quando viene segnalata o prevista una nube di cenere vulcanica nello spazio aereo di responsabilità dell'unità ATS,

⁴⁷ EUR Doc 019, NAT Doc 006, Part II "European And North Atlantic Regions EUR/NAT VACP"; II Ed., luglio 2016.

⁴⁸ Questa modifica si è avuta nel 2016, a seguito dell'aggiornamento della sez. 15.8 del Doc ICAO 4444, di cui *infra*.

devono essere intraprese le seguenti azioni: a) immediata trasmissione delle informazioni agli equipaggi di volo interessati per assicurarsi che siano a conoscenza della posizione, attuale e prevista, della nube di cenere; b) accoglimento, per quanto possibile, delle richieste di modifica di rotta o dei cambiamenti di livello degli aerei; c) suggerimento di una modifica di rotta per evitare o per uscire da nubi di cenere segnalate o previste, quando richiesto dal pilota o ritenuto necessario dal controllore del traffico aereo; d) richiesta, da parte delle agenzie competenti, di uno *special report* di volo quando la rotta porta l'aeromobile dentro o nelle vicinanze della nube di cenere ⁴⁹.

Qualora l'equipaggio di condotta informi l'ATS che l'aeromobile è entrato inavvertitamente in una nube di cenere vulcanica, tale unità deve: a) intraprendere le azioni applicabili nelle situazioni di emergenza; b) indicare modifiche della rotta o del livello assegnato solo quando richiesto dal pilota o se le condizioni dello spazio aereo o del traffico lo richiedono.

L'approccio seguito si basa sul presupposto che, per le operazioni di volo effettuate in presenza di ceneri vulcaniche, gli operatori si conformino ai requisiti generali relativi ai sistemi di gestione della sicurezza (SMS), ma devono al contempo attenersi a regole e raccomandazioni dettagliate e specifiche per il *volcanic ash risk management*. La reazione dipende anche dell'entità del fenomeno: piccole eruzioni potrebbero aver bisogno di una risposta meramente locale, mentre fuoruscite significative possono innescare attività nazionali, subregionali, regionali o addirittura interregionali.

A tal proposito, il capitolo 3 del VACP, intitolato "*Response to a volcanic ash event*", a differenza dell'*Handbook on the International Airways Volcano Watch (IAVW)* (Doc 9766) ⁵⁰, opera una distinzione tra la fase iniziale, pre-eruttiva, la fase d'inizio dell'eruzione, la fase di eruzione in atto e, infine, quella di recupero.

La prima fase può anche mancare, dal momento che a volte l'eruzione si sprigiona in maniera inaspettata e improvvisa. La fase di inizio dell'eruzione si avvia quando diventano disponibili informazioni sullo scoppio. La fase di eruzione in corso decorre dall'emissione del primo avviso completo sulla ce-

⁴⁹ Cfr. più diffusamente M. BUFO, *Le competenze degli A.N.S.P.s.*, cit., 182.

⁵⁰ "*Handbook on the International Airways Volcano Watch - Operational Procedures and Contact List*" (Doc 9766). Cfr. sul tema R. ROMERO, *The International Airways Volcano Watch (IAVW)*, in *Proceedings of the 2nd International Conference on Volcanic Ash and Aviation Safety*, June 21-24, 2004, Alexandria (Virginia), 2004.

nera vulcanica (VAA), contenente informazioni sull'estensione della nube e sulle previsioni del movimento della stessa. La fase di recupero, infine, comincia con l'emissione dell'avviso "NO VA EXP" ("no volcanic ash is expected"), quando non è presente cenere nell'atmosfera e l'attività vulcanica è tornata al suo stato non eruttivo.

Questi momenti potrebbero non essere sempre ben distinti, ma una capillare pianificazione dell'emergenza prepara il sistema ATM ad una risposta adeguata alle reali condizioni.

3. – Nella ricostruzione del quadro normativo europeo, giova anzitutto richiamare, a livello generale, il Regolamento (UE) n. 376/2014⁵¹ concernente la segnalazione, l'analisi e il monitoraggio di eventi di interesse per la sicurezza del volo.

L'obiettivo della normativa in esame è quella di migliorare la *safety* attraverso la segnalazione di eventi – come la presenza di nubi vulcaniche nello spazio aereo – che mettono in pericolo o, se non corretti o risolti, rischiano di mettere in pericolo un aeromobile, i suoi occupanti e qualsiasi altra persona, attrezzatura o installazione, compromettendo l'operatività del mezzo (art. 3).

Il riporto di tali eventi rappresenta uno strumento preventivo, che segue un approccio pro-attivo, proponendosi di prevenire, e quindi evitare, incidenti e inconvenienti.

L'analisi degli incidenti in campo aeronautico ha messo in luce che un *accident* è quasi sempre provocato da un concatenarsi di cause, in un contesto nel quale il fattore umano gioca un ruolo preponderante. Da questa consapevolezza è nata l'esigenza di una normativa europea volta a rendere il *reporting* obbligatorio per alcune categorie di soggetti, quali i controllori del traffico aereo, i piloti e i gestori aeroportuali, tenuti a segnalare gli eventi, en-

⁵¹ Regolamento (UE) n. 376/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 3 aprile 2014, concernente la segnalazione, l'analisi e il monitoraggio di eventi nel settore dell'aviazione civile, che modifica il regolamento (UE) n. 996/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga la direttiva 2003/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e i regolamenti (CE) n. 1321/2007 e (CE) n. 1330/2007 della Commissione (G.U.U.E. L 122, 24 aprile 2014). Cfr. M. TAVIANO, *Il quadro giuridico della "just culture" nel settore aeronautico italiano e i passi indietro nel d.lgs. n. 173/2017*, in questa *Rivista. dir. econ. trasp. e amb.*, 2018, 23 ss.; EUROPEAN COMMISSION, *Ex-post Evaluation of Regulation (EU) No 376/2014 on the Reporting, Analysis and Follow-up of Occurrences in Civil Aviation: Executive Summary*, Bruxelles, 2020.

tro 72 ore dal momento in cui ne sono venuti a conoscenza, a meno che circostanze eccezionali lo impediscano.

L'elenco esaustivo degli eventi che, a norma del Regolamento (UE) n. 376/2014 in esame, devono essere segnalati è contenuto nel Regolamento di esecuzione (UE) n. 2015/1018⁵².

L'art. 1 di quest'ultimo rinvia ai suoi cinque allegati, contenenti la classificazione dettagliata di *occurrences* che devono formare oggetto di segnalazione obbligatoria. In particolare, l'Allegato I contempla, tra gli eventi legati all'impiego dell'aeromobile e relativi all'ambiente esterno e alla meteorologia, "l'incontro con ceneri vulcaniche" (5.14).

Giova inoltre richiamare due Regolamenti di esecuzione (UE) n. 923/2012⁵³ (comunemente denominato "SERA", dall'acronimo "Single European Rules of the Air") e 2017/373⁵⁴, successivamente modificato ad opera del Reg. (UE) 2020/469⁵⁵, che stabilisce i requisiti comuni per i fornitori di servizi di gestione del traffico e della navigazione aerea e di altre funzioni della rete.

Il Regolamento n. 923/2012, tra l'altro, precisa che il servizio informazioni volo fornisce avvisi SIGMET/AIRMET⁵⁶. Inoltre, impone

⁵² Regolamento di esecuzione (UE) 2015/1018 della Commissione del 29 giugno 2015 che stabilisce un elenco per la classificazione di eventi nel settore dell'aviazione civile che devono essere obbligatoriamente segnalati a norma del regolamento (UE) n. 376/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio (*G.U.U.E. L 163 del 30 giugno 2015*).

⁵³ Regolamento di esecuzione (UE) n. 923/2012 della Commissione del 26 settembre 2012, che stabilisce regole dell'aria comuni e disposizioni operative concernenti servizi e procedure della navigazione aerea e che modifica il regolamento di esecuzione (UE) n. 1035/2011 e i regolamenti (CE) n. 1265/2007, (CE) n. 1794/2006, (CE) n. 730/2006, (CE) n. 1033/2006 e (UE) n. 255/2010.

⁵⁴ Regolamento di esecuzione (UE) 2017/373 della Commissione del 1° marzo 2017 che stabilisce i requisiti comuni per i fornitori di servizi di gestione del traffico aereo e di navigazione aerea e di altre funzioni della rete di gestione del traffico aereo e per la loro sorveglianza, che abroga il regolamento (CE) n. 482/2008 e i regolamenti di esecuzione (UE) n. 1034/2011, (UE) n. 1035/2011 e (UE) 2016/1377 e che modifica il regolamento (UE) n. 677/2011 (*G.U.U.E. L 281 del 13 ottobre 2012*).

⁵⁵ Regolamento di esecuzione (UE) 2020/469 della Commissione del 14 febbraio 2020 che modifica i regolamenti (UE) n. 923/2012, (UE) n. 139/2014 e (UE) 2017/373 per quanto riguarda i requisiti per i servizi di gestione del traffico aereo/di navigazione aerea, la progettazione delle strutture dello spazio aereo e la qualità dei dati, nonché la sicurezza delle piste e abroga il regolamento (UE) n. 73/2010 (*G.U.U.E. L 104 del 3 aprile 2020*).

⁵⁶ Allegato al Regolamento di esecuzione (UE) n. 923/2012, SERA 9005 (*Campo di applicazione del servizio informazioni di volo*).

l'obbligo di effettuare speciali riporti in capo agli equipaggi di aeromobili che riscontrano in volo cenere o nubi vulcaniche, attività pre-eruttiva o eruttiva⁵⁷. In particolare, all'arrivo in aeroporto, deve essere consegnato tempestivamente all'ufficio meteorologico, da parte della compagnia o di un membro dell'equipaggio di condotta, il resoconto completo dell'attività vulcanica. L'ufficio meteorologico che lo riceve deve trasmetterlo sollecitamente all'Ufficio di Veglia Meteorologica, responsabile della regione informazioni volo in cui è stata osservata l'attività vulcanica⁵⁸.

L'Allegato V del citato Regolamento di esecuzione 2017/373, sui requisiti specifici relativi a servizi meteorologici (parte-MET), precisa che le stazioni meteorologiche aeronautiche riportano agli enti dei servizi di traffico aereo, ai servizi di informazioni aeronautiche e agli uffici di veglia meteorologica la presenza di attività vulcanica pre-eruttiva, anomala e/o crescente, che potrebbe presagire un'eruzione vulcanica, di eruzioni in atto e di nubi di cenere vulcanica⁵⁹.

Parimenti, gli uffici meteorologici aeroportuali trasmettono agli enti dei servizi di traffico aereo, ai servizi di informazioni aeronautiche e agli uffici di veglia meteorologica le informazioni ricevute in merito alla presenza di un'attività vulcanica pre-eruttiva, di un'eruzione vulcanica o di una nube di cenere vulcanica⁶⁰. Detti uffici forniscono, altresì, agli operatori e ai membri dell'equipaggio di condotta, i SIGMET e i riporti speciali, relativi all'intero itinerario, e gli avvisi relativi alle ceneri vulcaniche, nonché messaggi AIR-MET per voli a bassa quota riguardanti l'intero tragitto⁶¹.

Gli uffici meteorologici aeroportuali trasmettono, altresì, alla torre di controllo dell'aeroporto, secondo le necessità, le informazioni ricevute in

⁵⁷ Allegato al Regolamento di esecuzione (UE) n. 923/2012, SERA 12005 (*Osservazioni speciali da aeromobile*).

⁵⁸ Appendice 5 (*Requisiti concernenti i servizi di navigazione aerea*), par. 2.2 (*Riporto post-volo di attività vulcanica*) al Regolamento di esecuzione (UE) n. 923/2012.

⁵⁹ Allegato IV al Regolamento di esecuzione (UE) 2021/1338 che modifica il regolamento di esecuzione (UE) 2017/373 per quanto riguarda i requisiti di rendicontazione e i canali di rendicontazione tra le organizzazioni, e i requisiti per i servizi meteorologici (*G.U.U.E. L 289 del 12 agosto 2021*): MET.OR.200 (*Riporti meteorologici e altre informazioni*).

⁶⁰ Allegato V del Regolamento di esecuzione (UE) 2017/373: MET.OR.215 (*Previsioni e altre informazioni*).

⁶¹ Allegato V del Regolamento di esecuzione (UE) 2017/373: MET.OR.240 (*Informazioni per l'uso da parte di operatori ed equipaggio di condotta*) e MET.OR.242 (*Informazioni da fornire agli enti dei servizi di traffico aereo*).

merito a una nube di cenere vulcanica per la quale non sia ancora stato emesso un messaggio SIGMET, e informazioni in merito a un'attività vulcanica pre-eruttiva e/o un'eruzione vulcanica in corso, nonché previsioni d'area per voli a bassa quota, in formato grafico, elaborate a supporto dell'emissione di un messaggio AIRMET.

All'interno del rispettivo ambito di competenza, gli uffici di veglia meteorologica si coordinano sia con l'organismo responsabile a fornire NOTAM⁶² e/o ASHTAM, al fine di accertare la coerenza delle informazioni meteorologiche relative alle ceneri vulcaniche contenute nei messaggi, sia con gli osservatori vulcanologici selezionati, al fine di verificare che le informazioni sulle attività vulcaniche siano ricevute in modo efficace e tempestivo.

Tali uffici inoltrano ai VAACs le informazioni ricevute in merito a un'attività vulcanica pre-eruttiva, a un'eruzione vulcanica in atto e a una nube di cenere vulcanica per le quali non sia ancora stato emesso un messaggio SIGMET; forniscono al centro di controllo di area e al centro informazioni volo (ACC/FIC), secondo necessità e pertinenza, le informazioni ricevute in merito a una nube di cenere vulcanica per la quale non sia ancora stato emesso un messaggio SIGMET, secondo quanto concordato tra l'Ufficio di Veglia Meteorologica e l'ACC/FIC.

Ogni volta che si verifica o è prevista un'eruzione vulcanica, o che viene riferita la presenza di una nube di cenere vulcanica, i VAACs, nell'area di rispettiva competenza, emettono un avviso circa l'entità e i previsti spostamenti della nube; si coordinano con gli osservatori vulcanologici selezionati al fine di accertare che le informazioni sulle attività vulcaniche siano ricevute in modo efficace e tempestivo; forniscono le informazioni meteorologiche di avviso almeno ogni sei ore, finché la nube di cenere vulcanica non sia più segnalata dalle immagini satellitari, e sino a quando nessun rapporto meteorologico renda nota la presenza di cenere vulcanica o notizie di ulteriori eruzioni vulcaniche⁶³.

Tutti gli avvisi relativi alle ceneri vulcaniche sono emessi in lingua inglese, in forma chiara, semplice, essenziale, conformemente al modello riportato nell'Appendice n. 6 del Regolamento (UE) 2017/373. Quando sono ela-

⁶² Di cui viene riprodotta la citata definizione ICAO.

⁶³ Allegato V del Regolamento di esecuzione (UE) 2017/373: MET.OR.265 (*Responsabilità dei centri avvisi cenere vulcanica*).

borati in formato grafico, devono seguire le specifiche previste nello stesso Regolamento ⁶⁴.

Alla luce del quadro eurounitario su illustrato, risulta evidente che il legislatore comunitario abbia inteso recepire la normativa ICAO, rendendola vincolante per tutti gli Stati membri.

4. – In ambito nazionale, la materia era dapprima disciplinata dal Regolamento ENAC “Meteorologia per la navigazione aerea” ⁶⁵, che trasponne nell’ordinamento interno, ai sensi dell’art. 690 cod. nav., l’Annesso 3 ICAO.

Questa normativa è stata abrogata ⁶⁶ nel 2020, a seguito dell’entrata in vigore del citato Regolamento (UE) 2017/373 (e della relativa Parte-MET), così come integrato e modificato dal Reg. (UE) 2020/469.

Resta, invece, in vigore la citata Circolare ENAC del 2020 ⁶⁷ sull’*“Operatività degli aeroporti di Catania Fontanarossa, Comiso e Reggio Calabria e degli spazi aerei ad essi associati in presenza di attività eruttiva del vulcano Etna”*, che riprende, aggiornandola, la precedente edizione, più generale, denominata *“Operazioni volo su aeroporti in presenza di nube di cenere vulcanica”* (APT-15) ⁶⁸.

Le procedure applicabili alla fase di sorveglianza aeronautica della normale attività vulcanica mirano ad individuare strumenti e soggetti incaricati di procedere, senza soluzione di continuità, al monitoraggio di tale attività; a mettere in atto tutte le azioni previste per scambiare e diffondere informazioni, continuamente aggiornate, sull’attività del vulcano monitorato; ad elaborare, scambiare, diffondere previsioni affidabili sull’evoluzione della situazione, utilizzando modelli di calcolo e presentazioni in formato grafico.

Le procedure applicabili alla fase di allerta, dovuta l’approssimarsi di un evento eruttivo, sono finalizzate ad indicare strumenti e soggetti incaricati e

⁶⁴ Allegato V del Regolamento di esecuzione (UE) 2017/373: MET.TR.265 (*Responsabilità dei centri avvisi cenere vulcanica*).

⁶⁵ Ultima edizione n. 2, emendamento 1, del 17 novembre 2017.

⁶⁶ Abrogato con delibera del Consiglio di Amministrazione di ENAC n. 19/2020 del 5 agosto 2020.

⁶⁷ Circolare ENAC del 15 aprile 2020, serie generale GEN-04C (*“Operatività degli aeroporti di Catania Fontanarossa, Comiso e Reggio Calabria”*), *supra cit.*

⁶⁸ Circolare ENAC APT 15 del 24 luglio 2003 (*“Operazioni volo su aeroporti in presenza di nube di cenere vulcanica”*), annullata e sostituita dalla circolare GEN 04 A del 19 dicembre 2013, modificata il 30 ottobre 2014 e il 15 aprile 2020.

predisporre le misure conseguenti all'eventuale verificarsi del fenomeno; ad attuare tutte le misure volte allo scambio e diffusione delle informazioni, continuamente aggiornate, sull'attività del vulcano, nonché elaborare, scambiare e diffondere previsioni attendibili sulla sua evoluzione, utilizzando modelli di calcolo e presentazioni grafiche; a mettere in atto tutte le misure previste per gestire il traffico aereo, indirizzando gli aeromobili ad operare al di fuori delle porzioni di spazio aereo non utilizzabili per il volo in quanto non sicure (*danger area*).

Le procedure applicabili alla fase di espulsione di cenere nell'atmosfera si propongono di indicare strumenti e soggetti incaricati a stabilire la presenza dei fenomeni di emissione e a stabilirne le principali caratteristiche; ad individuare ed aggiornare continuamente e con precisione la posizione, l'estensione (sia sul piano verticale che orizzontale) e la dinamica di dispersione della nube; ad attuare tutte le azioni previste per elaborare, scambiare e diffondere informazioni, che vengono continuamente aggiornate, circa la presenza del fenomeno e le sue caratteristiche, nonché elaborare, scambiare e diffondere previsioni affidabili sulla sua evoluzione, utilizzando modelli di calcolo e presentazioni grafiche; ad attuare tutte le azioni previste per gestire strategicamente il traffico aereo, guidando gli aeromobili ad operare in sicurezza nelle porzioni di spazio aereo non interessate dalla nube; a stabilire la presenza di cenere, determinarne il livello di accumulo, nonché fissare le condizioni di agibilità dell'area di movimento aeroportuale o di parti della stessa; ad adottare tutte le misure previste per elaborare, scambiare e diffondere informazioni, continuamente aggiornate, sulla presenza di cenere sull'area di movimento aeroportuale o in parti della stessa e le relative condizioni di agibilità; a mettere in atto tutte le azioni previste per mitigare o, per quanto possibile, eliminare i pericoli connessi alla presenza di cenere sull'area di movimento aeroportuale, quali la rimozione della stessa; a mettere in campo tutte le azioni previste per gestire il traffico aereo in funzione delle condizioni di agibilità dell'area di movimento o di parti di essa.

5. – Le eruzioni vulcaniche, specie se associate a condizioni meteorologiche avverse, possono causare conseguenze catastrofiche nel trasporto aereo.

Le particelle che si sprigionano dai vulcani possono provocare danni di natura meccanica (abrasione), fisica (fusione e solidificazione) e chimica

(corrosione) sulle varie parti del velivolo con cui impattano. Possono oltrepassare i sistemi di filtraggio e penetrare negli impianti di condizionamento dell'aria. L'impatto con la cenere può anche avere un effetto occlusivo del *pitot system* o incidere sugli apparati elettronici dell'avionica di bordo; può penetrare nei sistemi idraulici, nei sistemi di alimentazione del carburante, nei rilevatori di fumo.

Negli ultimi trent'anni, come si è visto, diversi incidenti aerei sono stati causati dall'introduzione di aria contaminata da cenere vulcanica all'interno delle turbine dei motori degli aeromobili.

Invero, la tecnologia ha fatto molti passi avanti. È stato studiato un sistema di rilevamento con telecamere a raggi infrarossi per consentire ai piloti di individuare le ceneri vulcaniche nell'atmosfera, valutandone la densità e quindi il rischio per il volo. Inoltre, si sta sperimentando un sistema, denominato "Avoid", collocato sotto l'ala, per consentire al pilota di individuare una nube ad altitudini comprese tra 5000 e 50000 piedi e ad una distanza di 100 km.

Si tratta tuttavia di strumenti che non hanno ancora trovato impiego sul piano operativo. Pertanto oggi la tempestiva informazione circa il verificarsi di tali fenomeni rappresenta l'unico efficace strumento di prevenzione.

Di fondamentale importanza è quindi la normativa che è stata illustrata nel corso dell'indagine, elaborata a livello internazionale (ICAO), sovranazionale (UE) e nazionale (ENAC) e continuamente aggiornata, che disciplina in maniera efficace e dettagliata la materia, stabilendo compiti e responsabilità di enti e organismi preposti al servizio di monitoraggio e di informazione, nonché individuando le procedure che piloti, controllori del traffico aereo, gestori di aeroporto devono porre in essere per prevenire incidenti e garantire lo svolgimento in sicurezza delle operazioni di movimentazione al suolo e delle manovre di decollo e atterraggio degli aeromobili.

Abstract

L'articolo esamina la normativa internazionale, eurounitaria e nazionale in materia di impatto delle ceneri vulcaniche sulla navigazione aerea, emanata con lo scopo di rendere sicure le operazioni aeronautiche. Il volo di un aeromobile all'interno di una nube vulcanica può danneggiarne gravemente i motori, fino a provocarne lo spegnimento. La normativa elaborata, rispettivamente, dall'ICAO, dall'UE e dall'ENAC prevede procedure e specifici messaggi destinati ad informare la comunità aeronautica sull'intensità dell'eruzione, sulla presenza di cenere vulcanica e sulla sua traiettoria. Per il raggiungimento di questo importante obiettivo sono stati individuati gli organismi competenti, a vari livelli, a vigilare sull'eruzione dei vulcani, a monitorare la propagazione delle ceneri nell'atmosfera e ad emanare avvisi di allerta.

The paper examines the international, EU and national legislation regarding the impact of volcanic ash on air traffic. This legislation has been issued with the aim to get aviation operations safe. The flight of a plane inside a volcanic cloud can seriously damage the aircraft's engines and eventually cause their shutdown. This legislation, drawn up by ICAO, EU and ENAC respectively, provides for procedures and specific alert messages, destined for informing the aviation community about intensity of the volcanic eruption, presence of volcanic ash in the airspace and its trajectory. To achieve this important goal, the competent bodies have been identified, at all levels, to supervise the volcano eruptions, to monitor volcanic ash diffusion and to put out warnings.