IRIS AperTO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Aldo Pontremoli e la spedizione del dirigibile ‘Italia’

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available http://hdl.handle.net/2318/1947634 since 2023-12-11T23:08:23Z

Published version:

DOI:10.1393/qsf/i2021-10085-8

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

11 October 2026

ALDO PONTREMOLI E LA SPEDIZIONE DEL DIRIGIBILE "ITALIA"*

Emanuela Colombi
Deputazione di Storia Patria per le Province Parmensi, Parma, Italia
Liceo A. Sanvitale, Parma, Italia
Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi", Roma, Italia

Francesco Guerra
Dipartimento di Fisica, Università di Roma "La Sapienza", Roma, Italia
Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi", Roma, Italia
INFN, Sezione di Roma, Roma, Italia

Matteo Leone
Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione, Università di Torino, Torino, Italia
Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi", Roma, Italia
INFN, Sezione di Torino, Torino, Italia

Nadia Robotti
Dipartimento di Fisica, Università di Genova, Genova, Italia
Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi", Roma, Italia
INFN, Sezione di Genova, Genova, Italia

Riassunto. Quali furono gli obiettivi scientifici della celebre, e tragica, spedizione polare del dirigibile *Italia* diretta nel 1928 dal Generale Umberto Nobile? In che misura furono raggiunti? Quale fu il destino delle apparecchiature scientifiche portate al Polo? Quale fu il ruolo scientifico del "fisico di bordo", Aldo Pontremoli, fondatore dell'Istituto di Fisica Complementare dell'Università di Milano, disperso, unitamente all'involucro del dirigibile, a seguito dell'urto contro il pack? Si cercherà di rispondere a queste domande principalmente attraverso documenti inediti di natura archivistica e testi d'epoca.

Abstract. What were the scientific objectives of the famous, and tragic, *Italia* airship polar expedition commanded in 1928 by General Umberto Nobile? To what extent were they achieved? What was the fate of the scientific equipment brought to the Pole? What was the scientific role of the "on-board physicist", Aldo Pontremoli, founder of the Institute of Complementary Physics of the University of Milan, who was lost, together with the airship envelope, following the impact against the pack? We will try to answer these questions mainly through unpublished archival documents and texts of the time.

1. Dal *Norge* all'*Italia*

La famosa spedizione polare, effettuata a bordo del dirigibile *Italia*, sotto il comando dell'ingegnere Umberto Nobile, e conclusasi tragicamente il 25 maggio del 1928, con la perdita di sei componenti dell'equipaggio, tra cui il fisico Aldo Pontremoli, rappresentava il naturale proseguimento di

* Una versione preliminare di questa ricerca è stata presentata al 106° Congresso Nazionale SIF, nella relazione a invito: Nadia Robotti, *Pontremoli, Trabacchi e la spedizione polare del dirigibile "Italia" (1928).*

un'altra spedizione polare che si svolse due anni prima, nel 1926, con un dirigibile identico all'*Italia*, chiamato *Norge* (fig. 1).
Progettato e guidato dallo stesso Nobile, il *Norge* compì il primo sorvolo comprovato del Polo Nord il 12 maggio 1926, diventando il primo aeromobile in assoluto a raggiungere il Polo. Vari tentativi di raggiungere il Polo Nord in volo, con idrovolanti, erano stati compiuti a partire già dal 1897, ma tutti furono fallimentari.
La spedizione del *Norge* era stata finanziata dal Governo Norvegese, che aveva acquistato il dirigibile dal Governo Italiano (da qui il suo nome "Norge", che significa "Norvegia") con un contributo finanziario anche da parte dell'*Italia* e dell'uomo d'affari americano Lincoln Ellsworth, che partecipò all'impresa.
L'equipaggio era composto da 16 membri, di cui 6 italiani, oltre alla cagnetta di Nobile, "Titina". Capo della spedizione era l'esploratore norvegese Roald Amundsen, mentre il Comandante dell'aeromobile era Umberto Nobile, allora professore dell'Università di Napoli e tenente colonnello del Genio Aeronautico. [1]

Figura 1. Il dirigibile *Norge* sopra Ny-Ålesund, nel fiordo di King's Bay (Baia del Re) situato nell'isola di Spitsbergen, nell'arcipelago delle isole Svalbard (Nasjonalbiblioteket / National Library of Norway; n. immagine: bldsa_NPRA0093).

Il volo sul Polo Nord del *Norge* riscosse un grande successo in tutto il mondo. E anche in Italia, patria di Nobile e di gran parte dei membri dell'equipaggio e luogo dove era stato progettato e costruito il dirigibile, il clamore fu tanto.
Ad esempio, il 4 agosto del 1926, dopo il rientro in Italia di Nobile, il quotidiano "Il Popolo di Roma" gli dedicava l'intera prima pagina e anche alcune pagine interne, riconoscendo, "con le parole del Duce", nella figura di Nobile "colui che ha tentato quello che non era mai stato tentato dalle audacie umane" (fig. 2).
Al rientro in Italia, Nobile e i membri italiani dell'equipaggio accompagnati dalla cagnetta Titina, furono ricevuti da Mussolini a Palazzo Chigi. L'equipaggio comprendeva il capo motorista Natale Cecioni, il sottocapo motorista Ettore Arduino, i motoristi Attilio Caratti e Vincenzo Pomella e l'attrezzatore Renato Alessandrini (Arduino, Caratti e Alessandrini moriranno assieme a Pontremoli nella spedizione *Italia*).

Figura 2. Prima pagina de *Il Popolo di Roma*, 4 agosto 1926.

Una volta conclusa l'impresa del *Norge*, Nobile fu promosso Generale del Genio Aeronautico e sulla scia del successo ottenuto, riuscì a fare approvare dal Governo italiano una nuova spedizione polare, finanziata esclusivamente con fondi italiani, e sotto la gestione amministrativa della Reale Società Geografica Italiana. Capo della spedizione era Nobile stesso. Il mezzo di trasporto previsto era un dirigibile del tipo semirigido, identico al *Norge*, da realizzarsi, come nel caso del *Norge*, presso lo Stabilimento Costruzioni Aeronautiche di Roma e sotto la direzione di Nobile. Il dirigibile, battezzato "*Italia*", fu completato nell'ottobre del 1927. Il 19 marzo del 1928, terminati tutti i preparativi, esso lasciò, al comando di Nobile, l'hangar di Ciampino alla volta dell'hangar di Baggio (Milano), da dove, il 15 aprile, partì in direzione del Polo Nord.

Il progetto di volo prevedeva un trasferimento dall'Italia a King's Bay, sull'isola Spitsbergen (nell'Arcipelago norvegese delle Svalbard), dove si trovavano il pilone di ormeggio e l'hangar già utilizzati dal *Norge*, e dove era ormeggiata la nave-appoggio "Città di Milano" (fig. 3). Da qui si sarebbero poi effettuati tre voli polari, con il rientro a King's Bay.
Il volo di trasferimento avvenne in due tratte: la prima, effettuata tra il 15 e il 16 aprile, da Milano a Stolp (l'odierna Słupsk) in Pomerania (fig. 4); la seconda, effettuata tra il 3 e il 6 maggio, da Stolp a King's Bay (fig. 5).

Figura 3. Rotta seguita dal dirigibile *Italia*, da Milano a King's Bay [2, p. 175].

Figura 4. L'equipaggio nella tappa all'aeroporto di Seddin, nei pressi di Stolp, nel viaggio di andata. È visibile Aldo Pontremoli, in piedi, terzo da destra (Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile").

Figura 5. L'*Italia* all'arrivo a King's Bay (6 maggio 1928) (Archivio Centrale dello Stato, Roma, Segreteria Particolare del Duce (1922-1945), Carteggio Riservato, b. 54).

I tre voli polari da King's Bay verso il Polo Nord furono effettuati secondo le seguenti rotte. Il primo volo (11 maggio) avvenne tra King's Bay e le coste settentrionali dello Svalbard, con ritorno a King's Bay e durò solamente 8 ore a causa del tempo avverso. Il secondo volo, svoltosi tra il 15 e il 18 maggio, avvenne lungo la rotta che da King's Bay portava alla Terra del Nord (Severnaja Zemlja), con ritorno a King's Bay. Tale volo durò 3 giorni e coprì 4000 km di percorso. Il terzo e ultimo volo (23-25 maggio) portò l'*Italia* da King's Bay alla Groenlandia, al Polo Nord e all'Isola Carlo XII, a nord delle Svalbard (fig. 6 e 7). A 30 miglia da qui, vi fu l'incidente (tab. 1).

Figura 6. Rotta seguita dal dirigibile *Italia* durante il terzo – e ultimo – volo diretto verso il Polo Nord (tratta dall'Archivio fotografico della Società Geografica Italiana: http://www.archiviofotografico.societageografica.it/index.php?it/304/spedizione-del-dirigibile-italia-1928).

Figura 7. Cartolina commemorativa raffigurante i 16 membri dell'equipaggio del dirigibile *Italia* (oltre ai quali vi era la cagnetta Titina) nell'ultimo volo al Polo Nord. All'ultimo volo non parteciparono il giornalista Francesco Tomaselli e il radiotelegrafista Ettore Pedretti, rimasti sulla nave appoggio "Città di Milano" (https://www.ilpostalista.it/polare/polare_023.htm).

Tabella 1. Equipaggio del dirigibile *Italia*.

Equipaggio del dirigibile *Italia*	**Deceduti**	**Già membri dell'equipaggio del *Norge***
Umberto Nobile (Comandante)		X
Adalberto Mariano (Capitano di corvetta)		
Filippo Zappi (Capitano di corvetta)		
Alfredo Viglieri (Tenente di vascello)		
Felice Trojani (Ingegnere)		
Natale Cecioni (capotecnico)		X
Vincenzo Pomella (capo operaio)	morto nell'impatto	X
Renato Alessandrini (attrezzatore)	disperso con l'involucro del dirigibile	X
Ettore Arduino (motorista)	disperso con l'involucro del dirigibile	X
Attilio Caratti (motorista)	disperso con l'involucro del dirigibile	X
Calisto Ciocca (motorista)	disperso con l'involucro del dirigibile	
Giuseppe Biagi (radiotelegrafista R. Marina)		
Ettore Pedretti (radiotelegrafista R. Marina)		
František Běhounek (Prof. Istituto Radio, Praga)		
Finn Malmgren (Prof. Univ. Uppsala)	morto nel raggiungere i soccorsi a piedi	X
Aldo Pontremoli (Prof. Univ. Milano)	disperso con l'involucro del dirigibile	
Ugo Lago (giornalista; Popolo d'Italia)	disperso con l'involucro del dirigibile	
Francesco Tomaselli (giornalista; Corriere della Sera)		

2. Pontremoli e i suoi "voli"

Aldo Pontremoli (1896-1928) nasce a Milano il 19 gennaio 1896, in una famiglia ebrea molto influente. Il nonno materno era Luigi Luzzatti (nato nel 1841 e morto nel 1927, quindi l'anno prima di Pontremoli), famoso giurista, economista, banchiere (fu fondatore e primo Presidente della Banca popolare di Milano), accademico e politico italiano. Più volte Ministro e Presidente del Consiglio dei Ministri (1911-1912), Luzzatti fu una figura molto importante per Pontremoli, soprattutto dopo la morte del padre.
Allievo del Politecnico di Milano, allo scoppio della prima guerra mondiale nel maggio del 1915, Pontremoli interrompe gli studi per arruolarsi come volontario, e viene nominato "Ufficiale osservatore dal pallone", a bordo di "palloni frenati" (Drachen), che erano palloni vincolati al suolo mediante cavi (fig. 8). Compì più di 300 ore di ascensione e fu insignito della Croce di guerra e della Medaglia d'argento al valor militare. Significative le motivazioni per la medaglia d'argento (fig. 9):

> Pontremoli Aldo, da Milano, tenente 35 sezione aerostatica autocampale. Ufficiale osservatore dal pallone, compì più di 300 ore di ascensione, dimostrando sempre mirabile ardimento. Distaccato presso una compagnia aerostatieri francese (a Courcelles, in Francia), durante un'ascensione attaccato improvvisamente con raffiche di mitragliatrici da due aeroplani nemici, apriva il fuoco contro il primo avvistato, ed avendo il secondo aeroplano incendiato il pallone, discese col paracadute dalla quota di 250 metri atterrando in condizioni difficilissime per il temporaneo mancato funzionamento del paracadute stesso e per il precipitare vicinissimo del pallone incendiato. Ciò nonostante, non appena atterrato, chiedeva di risalire in quota con un altro pallone, per riprendere l'osservazione dimostrando così grande valore, fredda tenacia ed alto sentimento del dovere.

Figura 8. Pontremoli scende dal suo "Drachen" (1918) [2, p. 32].

Figura 9. Pontremoli in divisa con medaglia d'argento (Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio, Archivio Storico, Medaglie al valore militare e pretiche dal 1860 al 1975, b. 331).

Congedatosi il 26 febbraio 1919, Pontremoli riprende gli studi a Roma, presso l'Istituto di Fisica, diretto da Orso Mario Corbino, in via Panisperna, dove si laurea in Fisica, il 3 luglio del 1920, con il massimo dei voti. La sua "Dissertazione" riguardava "La doppia rifrazione accidentale meccanica nei fluidi", mentre le due tesine vertevano su "La teoria di Karman sulla resistenza all'avanzamento nei fluidi" e su "Collisione delle particelle alfa cogli atomi leggeri". L'argomento di quest'ultima tesina era, all'epoca, particolarmente attuale e importante, perché attraverso questo tipo di studi pochi mesi prima Rutherford, al Cavendish Laboratory di Cambridge, aveva scoperto una nuova particella nucleare, il protone. Appena laureato, grazie all'appoggio di Corbino, utilizzando una borsa di perfezionamento dell'Opera Nazionale pro-Combattenti, si reca per sei mesi proprio presso questo laboratorio, dove, "sotto la direzione del Prof. Rutherford", collabora con A.L. McAulay a una ricerca di tipo sperimentale sul bombardamento delle particelle α su atomi d'idrogeno. Pontremoli è, di fatto, uno dei primi fisici italiani a occuparsi di fisica nucleare.
Al suo rientro a Roma, diventa assistente di Corbino. I suoi interessi di ricerca riguardano essenzialmente l'Ottica, la Spettroscopia, la Radioattività, l'Idrodinamica e l'Elettrodinamica, ambiti nei quali produce numerose pubblicazioni scientifiche. In particolare, nel 1923 scrive un articolo di elettrodinamica, intitolato "Sulla massa della radiazione in uno spazio vuoto", in collaborazione con Enrico Fermi, che da poco aveva cominciato a frequentare l'Istituto di Fisica di via Panisperna. Nel 1924 consegue la libera docenza in "Fisica Superiore". Trasferitosi all'Università di Milano, da poco istituita, fonda, tra il 1924 e il 1928, l'"Istituto di Fisica Complementare", diventandone primo Direttore. Nel 1926 partecipa al concorso per la cattedra di "Fisica Teorica" bandito dall'Università di Roma (il primo concorso uscito in Italia in questa materia), collocandosi nella terna dei vincitori al terzo posto, dopo Enrico Fermi ed Enrico Persico [3]. Verrà chiamato dall'Università di Milano, ma non farà a tempo a prendere servizio. Sparisce in volo, il 25 maggio del 1928, durante l'impresa *Italia*.
Già prima della spedizione del dirigibile *Italia*, Pontremoli aveva tentato di partecipare alla spedizione polare di Amundsen del 1925. Nel maggio di quell'anno, Amundsen tentò infatti di raggiungere il polo con due idrovolanti Dornier Wal (tipologia di idrovolanti che fu poi anche usata nelle spedizioni di soccorso del dirigibile *Italia*). Decollati da King's Bay il 21 maggio, e raggiunta dopo otto ore di volo la latitudine di 87°44' N, i due velivoli furono costretti ad ammarare per problemi ai motori. Tre settimane dopo, uno dei due velivoli riuscirà a ri-decollare portando in salvo i sei uomini di equipaggio. Come detto, a questa sfortunata missione aveva tentato di partecipare anche Pontremoli, come documentato da una lettera di raccomandazione, datata 7 maggio 1924, di Gabriele D'Annunzio all'avvocato fiorentino Eugenio Coselschi, amico di D'Annunzio e suo segretario particolare durante la Reggenza che seguì all'impresa di Fiume del 1919. La lettera di raccomandazione non ebbe successo, anche per via del fatto che la spedizione non avrebbe avuto carattere scientifico, ma esclusivamente quello di conquista geografica. Tuttavia è interessante quanto D'Annunzio, che era notoriamente appassionato di volo e che due anni dopo cercherà addirittura di far parte di una spedizione polare mai concretizzatasi, scrive a proposito di Pontremoli:

> Un combattente che già conosce la forza e l'energia dell'Ala, uno studioso di scienze fisiche acutissimo, un curioso di tutte le più nobili attività umane, Aldo Pontremoli, aspira e si sente degno di aspirare alla impresa aerea del grande Amundsen. Io ti sarò gratissimo se tu vorrai adoperarti a secondare un così fiero desiderio. È bello che un giovine scienziato d'Italia accompagni l'eroico stuolo. Mandami notizie. Un abbraccio. Gabriele d'Annunzio 7 maggio 1924 [4, p. 172-173].

Pontremoli, comunque, dopo l'insuccesso del tentativo di partecipare all'impresa di Amundsen del 1925, continuerà a manifestare interesse per i voli polari e anche per la tecnologia dei dirigibili. A quest'ultimo riguardo, in una cartolina postale del 14 settembre 1925, Pio Umberto Pontremoli, cugino di Aldo, scriveva a Luigi Luzzatti, nonno di entrambi: "se Aldo è con te, digli che ho avuto la visita del Colonnello Crocco, che lo saluta e sarà presto da lui per riprendere gli studi atomici". Si tratta, naturalmente, di Gaetano Arturo Crocco, pioniere dell'aeronautica e della propulsione a razzo, che da poco aveva progettato un dirigibile semirigido (tipo "T"), ipotizzandone l'uso nella stessa spedizione polare a cui D'Annunzio aveva ambito a partecipare, e che stava studiando la possibilità di realizzare "propulsori a reazione ove la materia sia lanciata con la velocità osservata nei fenomeni radioattivi". A quanto pare Pontremoli era coinvolto in questo tipo di ricerche. Per inciso, Crocco sarà autore nel 1929 della famosa perizia, richiesta dalla commissione d'inchiesta nominata per far luce sul disastro del dirigibile *Italia*, che concluse che vi fu un errore di manovra da parte del Generale Nobile.
Successivamente, secondo alcune fonti, "in occasione della spedizione del dirigibile Norge, Pontremoli si era vivamente interessato ai problemi scientifici ad essa connessi" [5] ed avrebbe, ancora una volta "tentato invano di far parte della spedizione del Norge" [4].
Quello che è certo, è che Pontremoli, alla fine, riesce a partecipare alla spedizione, tutta italiana, del dirigibile *Italia*. Infatti, il 17 gennaio 1928 al Rettore dell'Università di Milano (Prof. Baldo Rossi) giunge la richiesta ufficiale del Generale Nobile affinché Pontremoli fosse messo a sua "disposizione per il periodo 1° marzo fino al ritorno della spedizione in patria" e in cui veniva specificato che Pontremoli aveva "già fatto degli studi per la preparazione del programma scientifico da svolgersi durante la spedizione stessa" (*Centro APICE, Archivio Storico dell'Università degli Studi di Milano, serie 7, titolo 9, fascicolo personale n. 2497 (Pontremoli Aldo)*).
Una volta che la richiesta fu accolta, venne stipulato un contratto "tra la Reale Società Geografica Italiana e il Prof. Aldo Pontremoli secondo il quale Pontremoli veniva assunto come "Fisico di bordo dell'aeronave Italia", con specifici compiti. Avrebbe partecipato "a tutti i voli che il dirigibile avrebbe effettuato nelle regioni polari, oltre che al volo dall'Europa allo Spitzberg." A bordo del dirigibile, si sarebbe occupato "di osservazioni di carattere scientifico". Inoltre, sempre "allo scopo di fare osservazioni di carattere scientifico" era prevista la sua "discesa sopra nuove terre o sulla superficie dei ghiacci". Dal canto suo, la Reale Società Geografica si impegnava a pagare "mensilmente al Prof. Pontremoli una somma di settemila lire dal giorno in cui lascerà l'Italia al giorno in cui la spedizione tornerà in Patria" (*Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile"; 92P G43 Suppl.).*
Veniva anche siglata una polizza di assicurazione per l'"Equipaggio dell'aeronave Italia". A Pontremoli, in caso di morte, era "garantito un capitale di L.150.000." Beneficiario sarebbe stata la madre: Lucia Pontremoli Luzzatti (*Società Geografica Italiana. Fondo storico; subfondo 4. Spedizioni polari; serie 4. Esplorazione aerea polare "Italia"; fascicolo 17. Assicurazione dell'equipaggio del dirigibile Italia*).
Sicuramente, la scelta di Pontremoli come "Fisico di bordo dell'aeronave Italia" era motivata dal suo ingegno scientifico, dalla sua dimestichezza con il volo e dalla sua documentata capacità di organizzatore di un laboratorio scientifico. Quando Nobile lo invitò a partecipare alla spedizione dell'*Italia*, Pontremoli era infatti impegnato nell'allestimento, presso l'Istituto di Fisica Complementare di Milano da lui diretto, di quello che si stava rivelando uno dei laboratori di fisica italiani meglio equipaggiati per condurre esperienze su temi di fisica moderna (come gli stessi commissari del concorso di Fisica teorica del 1926 si erano premurati di osservare). Quale curriculum migliore, quindi, per il "Fisico di bordo" incaricato di condurre un ampio ventaglio di misure sperimentali sia a bordo, sia in caso di discesa sul pack?
Alla spedizione polare dell'*Italia* parteciparono altri due scienziati oltre a Pontremoli: František Běhounek (1898-1973), radiologo dell'Istituto del Radio di Praga, presente a bordo solo nell'ultimo

viaggio e sopravvissuto all'impresa; Finn Malmgren (1895-1928), meteorologo svedese, deceduto sul pack, dopo l'incidente (fig. 10).
Già nel 1926, con l'appoggio di Marie Curie, Běhounek aveva cercato di far parte della spedizione del *Norge*, riuscendo soltanto a essere invitato come "ospite" e ad avere "il permesso" di installare a bordo del dirigibile alcuni suoi strumenti per la misura dell'elettricità atmosferica, che verranno poi fatti funzionare in volo da Malmgren, ingaggiato a bordo come meteorologo. In realtà nel *Norge*, come scrisse Běhounek, "non vi era né tempo, né l'interesse per lavori puramente scientifici". La situazione sarà diversa con l'impresa *Italia*. Infatti, dopo essere stato invitato, nel dicembre del 1927, dal generale Nobile a partecipare all'impresa *Italia* e ottenuta l'autorizzazione da parte del Governo cecoslovacco, Běhounek farà parte integrante della spedizione, partecipando sia alla stesura del programma scientifico, sia ai lavori preparatori. Pur essendo membro dell'equipaggio, soltanto nell'ultimo dei tre voli al Polo sarà presente a bordo, probabilmente a causa del suo peso eccessivo. Secondo quanto raccontato dallo stesso Běhounek, Malmgren avrebbe ironizzato in merito alla grossa corporatura del collega nei seguenti termini: "del resto, la sua compartecipazione sarà di grande vantaggio all'intiera spedizione. Se naufraghiamo, avremo almeno di che vivere!". Tragica ironia della sorte, Běhounek sopravvisse al naufragio, mentre Malmgren non fu così fortunato. Malmgren, dopo aver partecipato, nell'estate del 1922, a una spedizione artica via nave, organizzata e diretta da Amundsen, prese parte, come membro dell'equipaggio, alla spedizione polare del dirigibile *Norge* e, successivamente, a quella del dirigibile *Italia*. Dopo l'impatto dell'aeronave sul pack, cercò di raggiungere i soccorsi sulla terra ferma, incamminandosi a piedi sui ghiacci, assieme agli ufficiali Adalberto Mariano e Filippo Zappi, morendo, tuttavia, durante il tragitto.

Figura 10. Fotografie dei tre scienziati che hanno partecipato alla spedizione. Da sinistra, Aldo Pontremoli, František Běhounek e Finn Malmgren (Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile").

3. Viaggio al Polo Nord: «l'epopea diventa tragedia»

Presso l'Archivio della Reale Società Geografica Italiana sono conservati i telegrammi scambiati tra Nobile, la Nave Appoggio "Città di Milano" e la Società Geografica durante tutta la spedizione dell'*Italia*. Tali documenti consentono di seguire in dettaglio i voli effettuati e di ricostruire le decisioni prese. In questa sede ci interesseremo soltanto all'ultimo – terzo – volo verso il Polo Nord, quello della tragedia. (*Società Geografica Italiana. Fondo storico; subfondo 4. Spedizioni polari; serie 4. Esplorazione aerea polare "Italia"; fascicolo 28. Telegrammi riguardanti Umberto Nobile e il volo del dirigibile Italia al Polo Nord*).
Durante questo viaggio, a differenza dei due precedenti, era previsto che Pontremoli, "assieme a un Ufficiale di Marina" (non specificato), dovesse scendere sul Polo per effettuare alcune misure a terra. Infatti, in un telegramma inviato alla Reale Società Geografica Italiana, alle ore 23.00 del 22 maggio, il giorno prima della partenza e tre giorni prima della tragedia, Nobile scrive:

> Ho deciso di tentare il volo nonostante che nella regione dello Spitzberger soffino ancora dei venti forti dal Nord stop Il mio programma est di effettuare una discesa nella regione del Polo stop Non importa dove stop…Prevedo molte difficoltà e qualche rischio ma confido di superarli stop Rinunzierei alla cosa solo se le condizioni meteorologiche fossero decisamente avverse stop Effettuato lo atterraggio aut amaraggio semistop a secondo dei casi semistop procurerò anzitutto io per piantare la Bandiera Nazionale ed assicurarmi che è possibile senza eccessivo pericolo fare sbarcare gli altri che ho destinato alle misure stop Essi sono il professore Pontremoli con lo incarico di eseguire misure magnetiche ed un ufficiale di Marina

per determinare la esatta posizione con rilievo astronomico se sarà possibile stop Il lavoro oceanografico colla collaborazione dello scienziato svedese spero di poterlo fare da bordo io stesso.

Questo telegramma è decifrato. Comunque lo stesso telegramma è presente nell'Archivio in forma cifrata, così abbiamo avuto modo di scoprire il codice usato da Nobile, e di usarlo nel caso di altri telegrammi non decifrati.
Il giorno dopo, il 23 maggio, alle ore 4.30 il dirigibile prende il volo per il Polo. Telegrafa Nobile: "ITALIA parte ora" (fig. 11).

Figura 11. Partenza dell'*Italia* per il suo ultimo volo verso il Polo Nord. (Società Geografica Italiana. Fondo storico; subfondo 4. Spedizioni polari; serie 4. Esplorazione aerea polare "Italia"; fascicolo 28. Telegrammi riguardanti Umberto Nobile e il volo del dirigibile Italia al Polo Nord).

Una volta giunti al Polo, l'atterraggio previsto non può avvenire a causa del maltempo. Telegrafa Nobile il 24 maggio alle ore 1.50:

Alle ore zero venti del 24 maggio siamo giunti al Polo stop Alle una et venti vi abbiamo lasciato cadere la Bandiera Nazionale alle ore una et trenta la Croce riprendiamo ora la via del ritorno comunicherò più tardi la rotta che seguirò.

Pontremoli, quindi, non scende al Polo. Morirà, però, da lì a poco. Quando raggiunge il Polo manda un telegramma alla mamma:

Abbiamo sorvolato il Polo alle 0.20. Tutto benissimo mille tenerezze Aldo.

Da questo momento, però, "l'epopea diventa tragedia". Infatti, il successivo 25 maggio, alle ore 10.33, nel mezzo di una tormenta, per ragioni non del tutto chiare, l'*Italia* precipita sul pack lasciando sui ghiacci polari parte della navicella di comando con 10 uomini dell'equipaggio, tra cui Nobile, Běhounek e Malmgren, che sopravvissero allo schianto, e il motorista Vincenzo Pomella, che morì sul colpo. Malmgren morì alcuni giorni dopo, sul pack, nella ricerca a piedi di soccorsi. Gli altri 6 componenti dell'equipaggio, tra cui Pontremoli, rimasero intrappolati all'interno dell'involucro che andò disperso. Di loro e del dirigibile non si seppe più nulla (fig. 12).

Figura 12. Pontremoli (seduto) e Běhounek (in piedi) nell'angolo posteriore della cabina di comando del dirigibile *Italia*. La foto è stata scattata durante il tragico volo del 23-25 maggio 1928 verso il Polo (Museo Storico A.M., loc. Vigna di Valle, Bracciano).

4. Il programma scientifico dell'*Italia*

La fine tragica dell'impresa del dirigibile *Italia* fece sì che il suo aspetto scientifico passasse in secondo piano rispetto al suo lato umano. Sta di fatto che il programma previsto era di grande interesse e attualità. La preparazione fu eccellente. Anche la sua attuazione fu di forte impatto [6] [7]. Le ricerche previste possono essere così suddivise:

1) Ricerche oceanografiche: scandagli sulla profondità del mare; prelevamento di campioni d'acqua marina; misura della temperatura e della conducibilità elettrolitica dell'acqua a varie profondità; raccolta di plancton; osservazione sulla deriva dei ghiacci.
2) Ricerche geografiche: scoperta di nuove terre; controllo e rettifica di carte geografiche già esistenti; preparazione di nuove carte geografiche delle regioni artiche.
3) Ricerche sulla fisica dell'atmosfera: misure della radiazione penetrante dell'atmosfera; misure della conducibilità elettrica e del contenuto ionico dell'atmosfera; misure della radioattività dell'aria; misure della caduta di potenziale dell'atmosfera.
4) Ricerche sul magnetismo terrestre: misure delle componenti del campo magnetico terrestre.
5) Ricerche gravimetriche: misure dell'accelerazione di gravità a varie latitudini.
6) Ricerche sulla propagazione delle onde elettromagnetiche: misure dell'intensità dei segnali ricevuti; studio della propagazione delle onde hertziane alla superficie del globo terrestre.
7) Ricerche batteriologiche: determinazione del tasso batterico dell'aria a varie altezze.
8) Ricerche meteorologiche: osservazioni dei fenomeni meteorologici e misure dei valori e delle variazioni di tali fenomeni.
9) Risoluzione di problemi di navigazione aerea: determinazione dell'altezza del dirigibile dal terreno; calcolo della latitudine e della longitudine in volo; determinazione della deriva del dirigibile.
10) Studio delle diatomee di King's Bay: da eseguirsi al rientro della spedizione [7].

Uno dei primi, più importanti, problemi da risolvere riguardava la scelta degli strumenti scientifici da portare a bordo. Il grosso limite per la realizzazione del programma era la capienza molto ridotta del dirigibile. Il carico utile era di 12.000 kg, dei quali, tolti i pesi d'obbligo (carburante, equipaggio, viveri, equipaggiamenti speciali, ecc.) restavano disponibili appena 300 kg per le attrezzature scientifiche.
Si impiegarono così strumenti che avessero i seguenti requisiti:

- Minor peso possibile. Per soddisfare a questa esigenza alcuni strumenti vennero appositamente progettati da Pontremoli, mentre altri invece vennero da lui modificati in modo da alleggerirli. Questo fu realizzato presso il Regio Istituto di Fisica di Milano, proclamato, dal 2018, "Sito Storico dell'European Physical Society (EPS)".
- Minimo ingombro, perché gli spazi erano molto ristretti.
- Grande rapidità di effettuazione delle misure, a causa della relativa instabilità del dirigibile in volo e delle vibrazioni prodotte dai motori in moto.

Altro grosso problema da risolvere riguardava l'installazione degli strumenti a bordo.
Tutti gli apparecchi vennero posti nella cabina di comando, perché questa si trovava a una distanza considerevole dai motori centrali (circa 20 m) e quindi le vibrazioni provocate sugli strumenti sarebbero state molto ridotte. Inoltre, gli strumenti erano stati protetti contro gli urti del dirigibile e le vibrazioni dei motori mediante spirali di acciaio e rondelle di gomma.
Dopo la tragedia, i reports delle misure effettuate nei vari voli furono fortunatamente recuperati, escluso soltanto il report di Pontremoli dell'ultimo volo. Essi sono stati poi studiati da Nobile e da Běhounek e pubblicati [2]. In base a questi reports, e anche in base al volume scritto da Nobile subito dopo il rientro in patria, [7] siamo ora in grado di stabilire qual è stata la rilevanza scientifica dell'impresa *Italia*, in relazione alle varie ricerche intraprese. In questa sede ci occupiamo soltanto di quelle di tipo fisico, trascurando quelle di stampo naturalistico e geografico. Anticipiamo che la stragrande parte delle apparecchiature furono pensate e realizzate da Pontremoli presso l'Istituto di Fisica Complementare di Milano. Il lavoro compiuto da Pontremoli fu "intenso e multiforme",

come è testimoniato da due suoi collaboratori, G. De Mottoni e E. Pugno-Vanoni [8, p. 184]. L'ostacolo maggiore incontrato nella realizzazione degli apparecchi fu il "tempo limitatissimo per la costruzione e la messa a punto degli apparecchi. Altro ostacolo furono le severissime limitazioni imposte, per ragioni ovvie, dalla piccolezza dello spazio disponibile e del peso consentito agli apparecchi" [8, p. 184].

5. Ricerche sulla gravità terrestre

Queste ricerche furono completamente affidate a Pontremoli, che propose di misurare la gravità impiegando un apparato costituito da un barometro a gas funzionante allo stesso tempo da termometro [9]. La costruzione della parte ottico-meccanica venne realizzata dalla ditta Koristka di Milano, mentre le scale di lettura micrometriche (precisione 1/100 di millimetro) vennero fornite dalla ditta Zeiss di Jena (fig. 13).
L'apparato completo, che pesava appena una decina di kilogrammi, fu collaudato e tarato a Milano in una sala frigorifera, con temperature tra +10 e -35 °C, cioè alla temperatura minima che si prevedeva di trovare durante i voli polari. Come riferisce Nobile, l'apparato fu non solo costruito (e tarato), ma anche impiantato "per delle prove preliminari a bordo dell''Italia'" [7, p. 80]. Fu poi smontato trasportato per via mare a King's Bay, dove Pontremoli si riprometteva di tararlo nuovamente. Ma non ci fu tempo di farlo, così lo strumento, come confermato da Nobile, "non venne mai adoperato" [7, p. 80].
Un problema aperto, che abbiamo intenzione di affrontare, è quello di conoscere la sua sorte finale, cioè se è stato riportato in Italia assieme agli altri cimeli della spedizione e dove si trova ora.

Figura 13. Apparecchio di Pontremoli per la misura della gravità [7, tavola di fronte a p. 104].

6. Ricerche sul magnetismo terrestre

La preparazione di queste ricerche, che prevedevano misure da effettuarsi sia in volo, che a terra, fu affidata a Luigi Palazzo, Direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geofisica di Roma (il quale, però, non partecipò alla spedizione) e allo stesso Pontremoli.
Per misurare in volo le due componenti del magnetismo terrestre, orizzontale e verticale, Pontremoli studiò in tutti i dettagli un "apparecchio a induzione" (sensibilità dell'1 per 1000), il cui schema è riportato in fig. 14. Esso era costituito da due bobine (*m,i*) rotanti attorno a due assi normali tra di loro. L'ampiezza della forza elettromotrice in esse indotta dal campo magnetico terrestre veniva registrata con un galvanometro a vibrazione (G). Però, quando venne il momento di passare alla sua realizzazione, si decise di rinunciare a questo apparecchio, mancando il tempo di costruirlo e di metterlo a punto.
Al suo posto, venne impiantata a bordo del dirigibile, nella parte posteriore della cabina di comando, sul piano di simmetria dell'aeronave, una bussola doppia di Bidlingmaier, con la quale Pontremoli fece numerose serie di osservazioni della componente orizzontale del campo magnetico terrestre (fig. 15).

Figura 14. Dispositivo di Pontremoli per misure magnetiche [7, tavola di fronte a p. 112].

Figura 15. La bussola Bidlingmaier è ben visibile all'interno della cabina di comando del dirigibile, nella parte centrale del pavimento (Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile").

Così come riportato nei Rapporti di Pontremoli, misure del campo magnetico furono effettuate nell'ultima tratta del volo di trasferimento dall'Italia e nei primi due voli polari. Durante il volo del 3-6 maggio furono eseguite "4 buone serie di osservazioni» tra 58°37'N, 17°42'E e 63°N,20°45E e, come appuntato da Pontremoli, "intorno alla posizione 61°31'N, 19°19'E appare un'anomalia". Durante il volo dell'11 maggio furono eseguite nuovamente "4 serie di osservazioni", di cui però, a causa della continua oscillazione dell'apparato, una sola era utilizzabile. Durante il volo del 15-18 maggio furono eseguite 20 serie di osservazioni, 11 il primo giorno (15 maggio); 1 il secondo giorno e 8 il terzo. Le posizioni venivano "fissate dal comandante Zappi in base alle ore delle osservazioni" (si veda il Rapporto di Pontremoli in [7], tavola prima di p. 41).
Purtroppo, i dati raccolti da Pontremoli nell'ultimo volo polare sono andati persi e quindi la serie di misure è rimasta incompleta.
Nell'elenco dei cimeli arrivati al Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle (Bracciano) abbiamo trovato un riferimento a un "apparecchio per misura della componente orizzontale del magnetismo terrestre a 2 rose" (*Cimeli della spedizione dell'"Italia" N4, 1928, Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile"*), probabilmente la già citata "bussola doppia di Bidlingmaier" (fig. 15), che quindi è sopravvissuta al disastro e che dovrebbe trovarsi a Bracciano. Sta a noi ora rintracciarla, in modo che, attraverso le sue molto probabili mutilazioni, possa raccontarci la sua storia.
Per quanto riguarda le misure magnetiche da effettuarsi sul pack, lo strumento prescelto era un inclinometro (tipo polare) "fornito del dispositivo di Lloyd per la misura della forza magnetica totale F", messo a disposizione della spedizione Nobile dal Dipartimento di Magnetismo Terrestre della Carnegie Institution di Washington. Sembrava il più adatto anche perché non pesava più di una ventina di chili. Questo strumento venne utilizzato da Pontremoli e anche da Malmgren in numerose esercitazioni a terra (fig. 16) e fu portato a bordo dell'*Italia* in tutti e tre i voli polari, con la speranza di poterlo utilizzare in una eventuale discesa sui ghiacci. Le condizioni atmosferiche, tuttavia, furono sempre talmente avverse che nessuna discesa poté effettuarsi e quindi lo strumento rimase inattivo.
L'inclinometro, dopo l'incidente, fu raccolto sul pack, ma fu trovato in condizioni tali da non potersi più adoperare e così i suoi resti andarono dispersi. Questo è stato un vero peccato, perché se fosse rimasto funzionante, avrebbe potuto essere finalmente utilizzato sul pack dopo la tragedia, anche se solo da Malmgrem.

Figura 16. Pontremoli con Malmgren durante un'esercitazione con l'inclinometro (Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile").

7. Ricerche sulla propagazione delle onde elettromagnetiche

Obiettivo di queste ricerche era lo studio del comportamento delle "onde corte" nelle regioni polari. Per far questo, venne deciso di misurare l'intensità dei segnali ricevuti, usando il ricevitore di bordo a onde corte. Le apparecchiature necessarie furono studiate da Pontremoli in collaborazione con l'ing. Marino Algeri, uno dei massimi esperti in Telecomunicazioni del Genio Aeronautico (il quale

non partecipò alla spedizione). Come strumento per misurare l'intensità dei segnali ricevuti venne scelto un intensimetro della ditta Allocchio-Bacchini.
Poiché la stazione radiotelegrafica (fig. 17) era quasi completamente assorbita dal lavoro di ricezione e trasmissione di notizie, soprattutto meteorologiche, non si riuscivano a fare ricerche in modo sistematico, ma solo saltuariamente. Da qui le proteste di Pontremoli nel suo rapporto del viaggio 15-18 maggio 1928, esposte al punto "Intensità dei segnali R.T.": "Malgrado le mie ripetute richieste ai radiotelegrafisti non mi è stato mai possibile essere messo in circuito.
Confermo la opportunità di avere delle linee permanenti, in derivazione sulle loro cuffie, autorizzando a disinserire il mio circuito qualora questo recasse provati disturbi" (fig. 18).

Figura 17. Stazione radiotelegrafica di bordo (Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile").

Figura 18. Rapporto di Pontremoli del 15-18 maggio [7, tavola dopo p. 40].

8. Misure della radiazione penetrante (Raggi Cosmici) nell'atmosfera

Il metodo impiegato consisteva nel misurare la ionizzazione residua (*J*) prodotta dalla radiazione penetrante in un recipiente chiuso. Venne adoperato un apparato del tipo Wulf-Kolhörster (elettrometro di Wulf più camera di ionizzazione) del volume di 4000 cm^3, con pareti di zinco dello spessore di 3 mm in modo da bloccare l'entrata dei raggi beta emessi dalle sostanze radioattive dell'atmosfera (aria). Esso era a tenuta d'aria e riempito con aria secca alla pressione atmosferica. La lettura dell'elettrometro veniva fatta ogni due ore. La ditta costruttrice era la Gunther&Tegetmeyer (anno di costruzione 1922). L'apparecchio poteva essere immerso nell'acqua e il suo peso complessivo era di 10,4 kg. L'accuratezza delle misure era dell'8,2% [10]. L'esperto di queste misure era Běhounek, che fornì anche lo strumento.
Le misure di *J* furono eseguite a terra, in volo e anche sul pack. Infatti, dopo la tragedia, l'apparato fu recuperato ancora in buone condizioni. Poiché le batterie ad alta tensione con cui veniva caricato erano, invece, distrutte, Běhounek caricò l'elettrometro con un bocchino d'ambra per sigarette e riuscì così a fare misure sul pack, ponendo lo strumento anche sott'acqua (a una profondità di 15 m). Comunque, le osservazioni furono fatte in numero limitato a causa del ghiaccio in continuo movimento. Per ogni osservazione, l'apparecchio veniva immerso per 2 ore e non di più per non rischiare la perdita dello strumento, a causa del movimento dei blocchi di ghiaccio fra i quali sarebbe rimasto schiacciato.
In fig. 19 è riportata una foto della famosa *tenda rossa*, caduta dall'aeromobile durante l'impatto sui ghiacci e sotto la quale trovarono rifugio i sopravvissuti all'incidente. Se si pensa alle condizioni estreme di vita a cui erano tutti sottoposti, nell'incertezza totale di riuscire a essere salvati, è incredibile che Běhounek si sia messo nell'ordine di idee di far funzionare il suo strumento e che, una volta esserci riuscito, sia stato in grado, nonostante i movimenti di deriva del pack, a eseguire ben 25 misure. Ripercorrendo la storia, così come abbiamo fatto, attraverso i documenti, si comprende anche che la tenda rossa era stata essenzialmente pensata, in primo luogo, come da contratto, per Pontremoli e per le sue previste discese sui ghiacci polari ed era per questo motivo che si trovava miracolosamente a bordo, prima della tragedia. assieme alla stazione radio di soccorso, l'altrettanto famosa "Ondina", [11]

Figura 19. La “tenda rossa” sul pack [7, di fronte a p. 208].

A terra, nel viaggio di andata, nelle stazioni base, furono eseguite in totale 74 misure della ionizzazione residua (*J*), delle quali 18 a Milano, 26 a Stolp, 12 a Vadso, 18 a King’s Bay e, dopo la tragedia, 25 sul pack (tra il 6 e il 9 giugno).
In volo furono effettuate in totale 93 misure: 10 nel volo dell’11 maggio, 59 in quello del 15-18 maggio, 24 nell’ultimo volo del 23-25 maggio.
Le misure furono eseguite da Pontremoli, mentre solo nell’ultimo volo furono eseguite da Běhounek, poiché questo è stato l’unico volo al quale gli fu consentito di partecipare. In seguito, queste misure furono studiate e pubblicate da Běhounek nel settembre 1929, a nome anche di Pontremoli e Malmgren [2].
Uno dei risultati più significativi era il valore decrescente della ionizzazione dell’aria (*J*) (espressa in coppia di ioni per cc per secondo) al variare della latitudine e dell’altezza sul livello del mare, da Milano alle zone artiche, misurata nelle stazioni a terra delle varie località toccate. Qui di seguito riportiamo i valori ricavati:

Milano	(*J* = 7,3 - m.s.l. 122 m)
Stolp	(*J* = 6,9 - m.s.l. 60 m)
Vadso	(*J* = 5,4 - m.s.l. 30 m)
King’s Bay	(*J* = 4,0 - m.s.l. 12 m)
Pack	(*J* = 2,9 - m.s.l. 0 m)
Pack	(*J* = 2,5 - m.s.l. 15m)

I valori decrescenti della ionizzazione per Milano, Stolp, Vadso, King’s Bay, Pack, secondo Běhounek, erano anche in relazione con la radiazione terrestre. Questa era massima a Milano, trovandosi in una posizione continentale, mentre diminuiva in vicinanza del mare, data la mancanza di sostanze radioattive nell’acqua marina. In più, a King’s Bay la spessa coltre di neve presente assorbiva la radiazione terrestre, facendo abbassare ulteriormente il valore di *J*, come pure i ghiacci del pack.
Altri due risultati significativi, riguardavano le misure effettuate in volo ed erano da un lato la costanza dei valori della ionizzazione alle quote tra i 250 e i 1000 m.s.l., e, dall’altro lato, per altezze maggiori ai 1000 m.s.l., la non coincidenza tra i valori ottenuti alle stesse quote sopra il livello del mare.
In fig. 20 sono riportati i risultati ottenuti il 15 aprile durante il volo da Milano a Stolp. In fig. 21 sono riportate le misure di *J* effettuate da Běhounek, sul pack, dopo la tragedia (6-9 giugno 1928).
Conclusa la spedizione, l’apparato di Wulf-Kolhörster, dopo essere stato trasportato a Roma, assieme a tutti gli altri resti del dirigibile, fu restituito alle autorità cecoslovacche. Attualmente è in un deposito del National Technical Museum a Praga [12].

Figura 20. Risultati delle misure di ionizzazione ottenute il 15 aprile durante il volo da Milano a Stolp [2, p. 194].

Figura 21. Misure di ionizzazione (*J*) effettuate da Běhounek, sul pack, dopo la tragedia [2, p. 198].

9. Misura della radioattività dell'aria

La ricerca sulla radioattività dell'aria incontrò grandi problemi, da una parte a causa della difficoltà di eseguire misure di correnti elettriche debolissime, dall'altra a causa della complicazione dei metodi a quel tempo disponibili. Si usò per questo un metodo completamente diverso, basato "sulla captazione di atomi con attività indotta". La misura della radioattività venne eseguita in laboratorio. Con questo procedimento, la vera e propria misura nell'aeronave veniva molto semplificata e consisteva soltanto nella captazione degli atomi radioattivi. Per queste ricerche venne utilizzato un apparecchio che, aspirando aria ad una velocità determinata dall'operatore e controllata da un anemometro, depositava gli atomi radioattivi elettricamente carichi su lastrine di stagno, collocate all'interno di un cilindro di ottone messo a una tensione di 100 volt tramite una batteria a secco. L'attività delle lastrine venne misurata, più tardi, in laboratorio mediante speciali apparecchi. Il peso complessivo dell'apparecchiatura era di 9,3 kg.
Furono eseguite 4 misure durante il volo dell'11 maggio, e 31 in quello del 15-18 maggio.
Per quanto riguarda i risultati, il valore della radioattività più basso riscontrato fu quello nella fascia dei temporali, tra 1200 e 1500 metri d'altezza. Le misure effettuate sopra la Svezia diedero valori inferiori a quelli rilevati sull'Europa centrale. Valori ancora più bassi furono registrati sul mare in prossimità delle Isole Svalbard con progressiva e regolare diminuzione verso l'Arcipelago di Francesco Giuseppe e la Terra del Nord dove fu constatata una quasi totale mancanza di radioattività.
Queste misure, dal momento che davano valori decrescenti sia con l'altezza che con l'allontanamento dalla terraferma, confermavano l'origine terrestre della radioattività.

10. Misure della conducibilità elettrica e del contenuto di ioni nell'atmosfera

Queste misure, per risparmiare peso e spazio, venivano fatte con un solo apparato (uno ionometro combinato con un misuratore di conducibilità). Esso consisteva di un aspiratore Gerdien, opportunamente modificato per passare dal regime di conteggio degli ioni a quello di misura della conducibilità elettrica. Esso era collegato a un elettrometro bifilare di Wulf. avente una sensibilità di 0,5 volt per divisione di scala. Il peso complessivo era di 7,6 kg.
Sfortunatamente l'elettrometro scelto era troppo sensibile alle vibrazioni causate dalla rotazione dei motori e nonostante tutti gli sforzi fatti e nonostante la sospensione elastica usata, non si riuscirono ad ottenere letture soddisfacenti.
Quindi, venne usato un altro elettrometro di Wulf con una sensibilità minore (1,8 volt per divisione di scala), con la conseguenza che si riuscirono a misurare la conducibilità elettrica e del contenuto di ioni dell'atmosfera soltanto nell'ultimo volo, dalla Groenlandia al Polo.
Queste misure, riportate in fig. 22, furono studiate e pubblicate da Běhounek nel settembre del 1929. Da notare che le ultime misure furono condotte alle 8.00 del 25 maggio (due ore e mezza prima della tragedia, avvenuta alle 10.33)
Uno dei risultati ottenuti era che il contenuto ionico risultava, in media, il doppio di quello che si ha alle latitudini meridionali, mentre la conducibilità era di poco maggiore.

Figura 22. Tabella delle misure di conducibilità elettrica e contenuto di ioni dell'atmosfera durante l'ultimo, tragico, volo [2, p. 197].

11. Misura del gradiente di potenziale dell'atmosfera

Per questa ricerca, progettata da Pontremoli, vennero impiegati un elettrometro di tipo Wiechert a fili di quarzo e un collettore di cariche. Il peso complessivo dell'apparecchiatura era di 2,5 Kg.
Il collettore di cariche, che era stato costruito da Pontremoli seguendo un modello proposto nel 1925 da Wigand, aveva una forma a pala (fig. 23) ed era munito, da un lato, di una lastra (*d*) a forma di calotta sferica (di diametro 15 cm) e, dal lato opposto, di un sistema di palette rotanti (*h*) (di lato 15cm) che producevano un vortice d'aria attorno alla superficie attiva (*l*), che era stata realizzata in polonio, applicato su una lastrina d'argento. L'apparecchiatura era posta esternamente alla cabina, ed era fissata mediante un isolante di ambra, ad un braccio mobile in legno che ne permetteva il distanziamento, operando all'interno della cabina, di un metro dalla parete esterna della cabina del dirigibile. Collegando il collettore all'elettrometro era possibile misurare la differenza di potenziale tra il punto in cui era posizionato il collettore e l'involucro dell'aeronave.

Figura 23. Apparecchio per la misura della caduta di potenziale dell'atmosfera [7, di fronte a p. 64].

L'elettrometro di Wiechert è uno strumento poco diffuso nei laboratori. Esso misura d.d.p. da 0 a 300 volt, ha una sensibilità molto elevata (maggiore di 3 o 4 volte rispetto a quella degli altri elettrometri), ed è anche molto insensibile alle vibrazioni e agli urti meccanici e quindi particolarmente adatto per misure a bordo di dirigibili. L'elettrometro Wiechert, nel dirigibile *Italia* era montato su una delle sbarre che formavano l'ossatura della cabina (fig. 24).
La storia di questo elettrometro, che abbiamo ricostruito sulla base del materiale d'archivio dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) è molto interessante e ci ha consentito di rintracciare questo strumento, dopo la catastrofe [14].
Esso era stato acquistato da Giulio Cesare Trabacchi, Direttore del Laboratorio Fisico della Sanità Pubblica (inglobato poi nell'attuale Istituto Superiore di Sanità), l'11 febbraio 1924. Dalla fattura sappiamo la ditta costruttrice.
Tramite l'intervento di Pontremoli, che conosceva da lunga data Trabacchi, avendo lavorato a Roma in via Panisperna nella stessa palazzina che ospitava il Laboratorio di Trabacchi, il 15 marzo 1928 questo elettrometro fu "concesso in uso temporaneo per la spedizione Italia". La cessione dell'elettrometro avvenne sulla base di un accordo sottoscritto tra Nobile e Trabacchi, le cui due copie originali (quella di Nobile e quella di Trabacchi) sono ora rispettivamente presso il Museo Umberto Nobile a Lauro (AV) e presso l'Archivio Centrale dello Stato (*ACS, Ministero della Sanità, Istituto Superiore di Sanità, Laboratorio di Fisica, 1927-1989, b. 18*).
Già due giorni prima (13 marzo 1928), Nobile aveva chiesto l'intervento di Trabacchi "per fare mettere in ordine e tarare l'elettrometro di Wulf […] che servirà a misure di elettricità atmosferica durante la prossima spedizione" (*ACS, Ministero della Sanità, Istituto Superiore di Sanità, Laboratorio di Fisica, 1927-1989, b. 18*).
Dopo l'incidente, l'elettrometro di Wiechert fu recuperato quasi integro sul pack e riportato a Roma, assieme a tutti gli altri cimeli (*ACS, Ministero della Sanità, Istituto Superiore di Sanità, Laboratorio di Fisica, 1927-1989, b. 18*). A quanto ci risulta, fu riconsegnato all'Istituto Superiore di Sanità, dove attualmente dovrebbe trovarsi conservato in un deposito dell'Istituto [14].
Nel Museo all'Istituto Superiore di Sanità sono esposti gli occhialini di volo di Nobile, con la scritta "Dono di Umberto Nobile a Giulio Cesare Trabacchi". Grazie alla vicenda degli elettrometri sappiamo ora il perché di questo dono.

Figura 24. Interno della cabina del dirigibile *Italia*. Al centro è visibile l'apparato di Běhounek. In alto a destra si intravede un'estremità dell'elettrometro di Wiechert, montato su una delle sbarre che formavano l'ossatura della cabina [13, tavola f.t. prima della Prefazione].

Riguardo alle misure del gradiente di potenziale, durante il volo Milano-Stolp (15-16 aprile) furono effettuate 12 misure (fig. 25-26).
Durante il volo Stolp-King's Bay (3-6 maggio 28) non fu effettuata "nessuna misura". Come riportato da Pontremoli, "lo strumento si è guastato a causa di un deposito di ruggine sull'ambra, all'interno del cilindro di supporto: è stato riparato". Nel volo lungo le coste settentrionali delle Svalbard (11 maggio 28) furono effettuate "5 misure"; nel volo verso la Terra del Nord (Severnaja Zemlya) (15-18 maggio 28): "38 misure"; infine, nel Volo del 23-25 maggio, delle misure effettuate sono stati persi tutti i dati, che erano stati presi da Pontremoli e trascritti sul suo taccuino [7, tavola f.t. dopo p. 40].
Tuttavia, ai dati raccolti non fu possibile attribuire un valore assoluto, sia a causa della carica elettrica del dirigibile, che variava a seconda del numero dei giri dei motori, sia per l'intensità della ventilazione della superficie del dirigibile.
Comunque, fu possibile stabilire che "i valori della caduta di potenziale dell'atmosfera nella zona artica sono gli stessi che si riscontrano anche sopra il continente europeo". Essi, inoltre, diminuivano con la quota, in accordo con quanto stabilito da altri osservatori. Valori molto elevati, da 150 a 300 volt, furono riscontrati in aree temporalesche già a distanze di 20 km dal centro delle scariche elettriche.

Figura 25. Rapporto manoscritto di Pontremoli sulle misure di gradiente di potenziale atmosferico (Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile").

Figura 26. Rapporto manoscritto di Běhounek nel quale sono citate le misure di gradiente di potenziale atmosferico effettuate da Pontremoli a bordo dell'Italia, nel tragitto da Milano a Stolp (Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile").

12. Ricerche oceanografiche

Pontremoli fu coinvolto anche in ricerche riguardanti l'Oceano. Il suo compito era quello di ideare e costruire un apparecchio che permettesse, da bordo dell'aeronave, lo studio delle varie correnti sottomarine, mediante una misura della conducibilità elettrolitica dell'acqua e della temperatura alle varie profondità.
L'apparecchio progettato da Pontremoli e realizzato dalla ditta Allocchio Bacchini di Milano, era costituito da una sonda, contenente una cella elettrolitica e un termometro, collegata, mediante un cavo isolato in gomma lungo 250 metri, ad un ponte di Wheatstone opportunamente modificato, al quale erano inseriti un telefono e un cicalino, in modo da funzionare sia in corrente continua che alternata. In un primo momento Pontremoli aveva pensato di unire alla sonda anche un manometro registratore, che, qualora immerso insieme alla cella elettrolitica e al termometro, indicasse automaticamente la profondità a cui le varie misure venivano eseguite. Questa idea del manometro

fu poi abbandonata perché avrebbe implicato un notevole aumento di peso; la misura della profondità dovette quindi essere eseguita in base alla lunghezza del cavo filato e alla quota dell'aeronave sul livello del mare. La sonda era costituita da un robusto cilindro cavo di bronzo, munito di coperchio con guarnizione. Nella parte superiore passa il cavo di gomma contenente quattro conduttori elettrici collegati al ponte di Wheatstone, mentre nella parte inferiore si trova il termometro e la cella elettrolitica. Per dare un'idea delle dimensioni, gli elettrodi della cella erano costituiti da due dischi di rame platinato di 11,3 mm di diametro e distanziati di 10 mm, mentre il volume del liquido interposto era di 1 cm^3. Un altro cilindro di bronzo (*C'*) era posto a protezione degli elettrodi.

13. Conclusioni

Tra tutte le ricerche, Nobile aveva posto al primo piano quelle sull'elettricità dell'atmosfera. Osservava Nobile: "potendo eseguirsi nel modo più completo e richiedendo apparecchi non pesanti e di facile installazione e anche non eccessivamente sensibili alle vibrazioni di bordo, (queste ricerche) avrebbero assicurato risultati scientifici tali da giustificare da sé sole la nostra spedizione." E da questo punto di vista, Nobile aveva avuto perfettamente ragione.
Infatti, queste ricerche, d'importanza fondamentale per la conoscenza della fisica terrestre, erano nuovissime per le regioni polari, non essendo mai state tentate in precedenza, se si eccettuano le poche misure di conduttibilità elettrica eseguite per iniziativa di Běhounek durante il volo del *Norge*.
Sia nella preparazione che nella realizzazione, quella del dirigibile *Italia* fu una spedizione epica. Pontremoli, in particolare, si mostrò all'altezza del compito che gli era stato affidato, coinvolgendo l'Istituto di Fisica da lui diretto nella fase di prestito e di costruzione della strumentazione scientifica in vista della missione. Successivamente, lo stesso Istituto fu a lungo impegnato in complesse operazioni di identificazione e restituzione degli strumenti recuperati dopo lo schianto (*Centro APICE, Archivio Storico dell'Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze. Fisica dal 1924 al 1938, Istituto di Fisica. Sistemazione-Arredamento, b. 170).*
Purtroppo, alcune ricerche non furono compiute in modo completo per problemi causati dall'instabilità dell'aeronave in volo con avverse condizioni atmosferiche o per altri motivi. Inoltre, parte dei risultati andarono persi nel naufragio. La scomparsa, poi, di Pontremoli e, subito dopo, di Malmgren, non consentì uno studio più approfondito dei dati raccolti rispetto a quanto effettivamente poi realizzato dal solo Běhounek
Sta di fatto, comunque, che la spedizione *Italia* rappresentò il primo tentativo di studiare in modo sistematico le regioni artiche, portandoci le prime conoscenze scientifiche su queste terre, e aprendo la via a nuove scoperte. Potremmo dire che il dirigibile *Italia*, così come fu attrezzato con strumentazioni scientifiche, per l'epoca, molto sofisticate e all'avanguardia, e con un supporto scientifico di tutto rispetto, se si pensa agli esperti coinvolti nell'impresa, ha rappresentato il primo «Skylab» realizzato nella storia. E, come tale, va ricordato e soprattutto valorizzato.
Un'ultima osservazione riguarda lo *strumento scientifico* in sé. Questo studio ci porta a una nuova percezione dello strumento scientifico, cioè non visto in modo statico, ad esempio come preservato in un Museo o da recuperare da antichi depositi, ma visto come protagonista non solo della parte scientifica di una spedizione esplorativa, ma anche di un susseguente disastro, e infine della lotta di sopravvivenza sul pack.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la preziosa collaborazione il Museo Storico dell'Aeronautica Militare di Vigna di Valle e l'annesso Centro di Documentazione "Umberto Nobile", l'Archivio Storico della Società Geografica Italiana (Roma), il Centro APICE dell'Università degli Studi di Milano (Milano),

l'Archivio Storico dell'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio (Roma) e l'Archivio Centrale dello Stato (Roma).

Bibliografia

[1] Nobile U., *In volo alla conquista del segreto polare. Da Roma a Teller attraverso il Polo Nord* (Mondadori, Milano) 1928.

[2] Běhounek F. "Atmospheric-electric researches made in 1928 during the Nobile arctic expedition in collaboration with professor A. Pontremoli (Milan) and professor F. Malmgren (Upsala)", *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 34:3 (1929) 185.

[3] Gariboldi L., "Il primo concorso di Fisica Teorica: il caso di Aldo Pontremoli", *Quaderni di Storia della Fisica*, 23 (2020) 91

[4] Giordana G.P., *Vita di Aldo Pontremoli* (Formiggini, Roma) 1933.

[5] Pugno-Vanoni E., "Aldo Pontremoli. Note biografiche", *Nuovo Cimento*, **7** (1930) 41

[6] Nobile U., *Die Vorbereitungen und die wissenschaftlichen Ergebnisse der Polarexpedition der "Italia"* (Justus Perthes, Gotha) 1929

[7] Nobile U., *La preparazione e i risultati scientifici della spedizione polare dell'Italia* (Mondadori, Milano) 1938.

[8] De Mottoni G., Pugno-Vanoni E., "Su alcuni strumenti studiati dal professor Pontremoli per la spedizione dell'"Italia", in [7], p. 163-184.

[9] Gariboldi L., "Il gravimetro polare di Pontremoli", *Quaderni di Storia della Fisica*, 22 (2019) 113.

[10] Běhounek F., "Ricerche sull'elettricità atmosferica", in [7], p. 103-133.

[11] Biagi Jr G., Unia G., *Ritorno al Polo Nord. La Tenda Rossa 2.0* (Nerosubianco, Cuneo), 2019.

[12] Roubal Z., "Běhounkovy výzkumy na poli kosmického záření během expedic vzducholodí Norge a Italia", *Československý Časopis Pro Fyziku*, **6** (2018) 398

[13] Běhounek F., *Il naufragio della spedizione Nobile* (Bemporad, Firenze), 1930.

[14] Guerra F., Leone M., Robotti N. "Witness to disaster: an electrometer and its journey to the North Pole and back", in XXXIV Scientific Instrument Symposium (14-18 September 2020 – online). Abstract and Biographies: https://scientific-instrument-commission.org/images/conferences/2020_London/files/sic2020london_abstractbook.pdf