

# Abstract

The Hallett-Mossop process is a secondary ice generation effect, which occurs with particular environmental and temperature condition. Many observations show that the concentration of ice particles, in clouds and precipitation, may exceed the concentration of ice nuclei. Ice nuclei are responsible for primary ice generation, also called ice nucleation, which therefore is not the only mechanism able to generate ice particles. The secondary ice generation is an important and complex process, which needs to be studied further in depth. It is necessary to know the microphysics of clouds and precipitations to carry out studies on ice generation in the atmosphere. In this work the analysis of this effect was carried out using both ground and remote sensing measurement. The basic work steps include the identification-classification of the ice particles and the study of their properties using radar and high resolution video camera observations. Temperature and precipitation data, of a weather station located near the measurement site, were used together with radio sounding data of the nearby airport. In this study, two different snow events were analyzed from the dataset of the Biogenic Aerosols-Effects on Clouds and Climate (BAECC) campaign. The Gaussian Mixture (GM) clustering method and Principal Component Analysis (PCA) were used to analyze the data. The final aim is to estimate the contribution of the needles and needles aggregates to precipitation in order to understand the importance of the Hallett-Mossop process during the snowfall events. A better understanding of the second ice generation is necessary for permitting an improvement of the parameterization of the latter, in order to be used within Numerical Weather Prediction (NWP) Models.

# Riassunto

L'effetto Hallett-Mossop è un effetto di generazione di ghiaccio di seconda specie, che si verifica all'interno delle nubi o delle precipitazioni con particolari condizioni atmosferiche e di temperatura. Numerose osservazioni mostrano che la concentrazione di particelle di ghiaccio può superare la concentrazione dei nuclei di congelamento. I nuclei di congelamento sono responsabili della generazione di ghiaccio di primo ordine, anche denominata nucleazione, che quindi non è l'unico meccanismo in grado di generare particelle di ghiaccio all'interno delle nubi. La generazione di ghiaccio di seconda specie è un processo, allo stesso tempo importante e complesso, che necessita di essere studiato in maniera approfondita. È necessario conoscere la microfisica delle nubi e delle precipitazioni per effettuare studi riguardo la generazione del ghiaccio in atmosfera. In questo lavoro è stata effettuata l'analisi di questo effetto utilizzando sia misurazioni con strumentazione al suolo sia con strumenti di remote sensing. I principali step del lavoro includono l'identificazione, la classificazione delle particelle di ghiaccio e lo studio delle loro proprietà mediante l'utilizzo dei dati di un radar meteorologico polarimetrico e di una videocamera ad alta risoluzione. Sono stati anche utilizzati i dati di temperatura e precipitazione di una stazione meteorologica collocata presso il sito di misurazione e i dati dei radiosondaggi del vicino aeroporto. In questo studio sono stati analizzati due diversi eventi nevosi, prelevati dal dataset della seguente campagna di misurazioni: Biogenic Aerosols-Effects on Clouds and Climate (BAECC). Per analizzare i dati sono stati utilizzati sia il metodo di clustering Gaussian Mixture (GM) sia il metodo di Analisi delle Componenti Principali (PCA). Lo scopo finale dello studio è quello di stimare il contributo precipitativo degli aghi di ghiaccio e degli aggregati di aghi di ghiaccio, per capire l'importanza dell'effetto Hallett-Mossop durante gli eventi nevosi. Una migliore conoscenza riguardo la generazione di ghiaccio di secondo ordine è necessaria al fine di garantire un miglioramento della parametrizzazione di quest'ultima, per poter essere inserita ed utilizzata all'interno dei modelli numerici di previsione meteorologica (NWP).