

Servicio Meteorológico Nacional meteoroS

Segundo Ciclo



Ministerio de Defensa
Secretaría de Ciencia, Tecnología y Producción

Revista de Meteorología y Geofísica

Año 8 - 2014

Argentina



Grupo Editorial

Dra. Mónica Marino
Dra. Paula Etala
Dra. María Alejandra Salles
Lic. Cynthia Matsudo
Lic. Luciano Vidal

Diagramación de notas y entrevistas

Lic. Laura de los Santos

Diseño de tapa

Public. Emiliano Scrugli

Fotografía

Téc. Arnoldo Suter

Imprenta

Sup. Carlos Cerutti

Colaboran en este número

Lic. María Eugenia Dillon
Dra. Yanina García Skabar
Dra. Estela Collini
Lic. Miguel Ángel Rebolledo
Tec. Ricardo Sánchez
Tec. Myriam Díaz
Obs. Juan Muñoz
Dra. Eija Asmi
Msc. Kimmo Neitola
Lic. Mabel Rodríguez
Dr. Luciano Vidal
Lic. Cynthia Matsudo
Lic. Silvina Righetti
Lic. Juan Manuel Horler
Lic. Camila Farias
Lic. Fernando Nollas
Lic. María Inés Gil
Lic. Julio Cesar Gianibelli
Obs. Roberto Guzmán
Lic. Leonardo A. Mingari
Priscila Sosa
Tec. Silvia Bordón
Obs. Luis Comis

Editorial



Meteoros continúa reflejando la tarea técnico-científica que desarrolla el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), las historias de la Institución reflejadas en los relatos de las estaciones, los desarrollos tecnológicos en el instrumental, nuestra institución en el contexto internacional, etc.

En este número presentamos qué es la “asimilación de datos” aplicado al estado de la atmósfera en un tiempo determinado, es decir cómo se usa toda la información disponible para determinar de la manera más precisa posible el estado del flujo atmosférico u oceánico.

La erupción del Complejo Volcánico Cordón-Caulle (CVCC) en junio de 2011, que desprendió millones de toneladas de material volcánico a la atmósfera, dio lugar a un notable deterioro en la calidad del aire. En este trabajo se describen algunas de las técnicas experimentales que son más utilizadas en el monitoreo de la contaminación atmosférica y en estudios de calidad de aire.

El SMN desarrolla actividades científicas en la Antártida y en Tierra del Fuego en las disciplinas de la Meteorología y de la Geofísica desde el año 1904. Para ello consta de observatorios permanentes con registros centenarios en algunos de ellos. En esta oportunidad se muestran las tareas que se realizan en cada lugar y las áreas del conocimiento que utiliza la información que allí se colecta. Por otro lado se relatan las tareas en el laboratorio atmosférico que el Finland Meteorological Institute y el Departamento de Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación del SMN desarrollan en conjunto en la Base Marambio.

Mostramos los cambios de tecnología que se pudieron establecer en los generadores de hidrógeno que se utilizan en la operación de radiosondeos y en instrumental de estaciones de superficie convencionales y automáticas.

Desde el año 1998 la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha reconocido la necesidad de mantener informados a los pilotos de aeronaves de los peligros volcánicos. Para ello, se han creado a escala global nueve Centros de avisos de ceniza volcánica (VAAC). El Servicio Meteorológico Nacional de la Argentina es responsable de la VAAC Buenos Aires que incluye parte del Perú, parte de Bolivia, Chile, parte de Brasil, Argentina, Antártica e Islas del Atlántico Sur.

No quisimos dejar de contar la buena noticia respecto de un nuevo hito en el estudio de las características de la precipitación a una escala global y regional a partir de sensores remotos a través de la Estación Espacial Tanegashima en Japón, llevada a bordo del satélite Global Precipitation Measurement (GPM).

Desde 1904 medimos en el Observatorio Magnético Permanente de Pilar (Córdoba) las variables geomagnéticas. Estamos muy contentos de poder contar con nuevos equipos digitalizados los que permiten una mayor precisión en los datos y mayor frecuencia en la toma de los mismos, lo que proporciona un mejor conocimiento del comportamiento del Campo Magnético Terrestre. En este número mostramos los diferentes instrumentos usados en ese observatorio.

El Laboratorio Virtual para la Educación y el Entrenamiento en Meteorología Satelital (VLab) perteneciente al Grupo de Coordinación para Satélites Meteorológicos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), está conformado por Centros de Entrenamiento denominados “Centros de Excelencia en Meteorología Satelital” (CoE). El VLab-Argentina, fue invitado a participar del proyecto “Modelos Conceptuales para el Hemisferio Sur” para comprender mejor los sistemas de tiempo de la región y formar parte del material de entrenamiento para pronosticadores y observadores. Se muestra la participación del SMN en modelos conceptuales de la corriente en chorro en capas bajas de Sudamérica (SALLJ) y el fenómeno de Zonda.

Agradecemos la confianza de nuestros hermanos uruguayos en colaborar con la publicación de la historia de su Servicio Meteorológico en nuestras páginas.

Quisimos, además, transcribir parte de un artículo del “Bulletin of de American Meteorological Society” sobre el rol de la meteorología entre las ciencias porque nos da un contexto histórico interesante de “nuestra” ciencia.

Finalmente, continuando con el criterio de que el arte nos traspasa a todos, incluimos una prosa poética, creación de una compañera del SMN, con una ilustración de otro artista que trabaja en la Institución. Asimismo hemos compartido un encuentro de Haiku: estrofa poética originaria de la literatura japonesa clásica que pretende expresar en sólo tres versos, un sentimiento breve y sincero, surgido normalmente ante la contemplación de la naturaleza o también ante sentimientos sobre el amor, la muerte, la enfermedad, el dolor o ante cualquier momento vivido.

Que lo disfruten, nos vemos en la próxima.



Dra. Mónica Marino

Índice

Página 1:

Asimilación de Datos en un Modelo de Pronóstico Numérico del Tiempo del Servicio Meteorológico Nacional

Página 7:

El Rol de la Meteorología entre las Ciencias

Página 12:

El SMN en la Antártida y Tierra del Fuego

Página 19:

Científicos Finlandeses en la Antártida

Página 24:

Historia del Servicio Meteorológico Uruguayo

Página 26:

El comienzo de una nueva era en el estudio de la precipitación por satélite:
La misión GPM

Página 30:

Modelos Conceptuales para el Hemisferio Sur

Página 35:

Página 39:

Modernización del instrumental en la Red Nacional de Observación Meteorológica

Página 45:

Página 50:

Base de datos para la VAAC VORHISE:
Volcanes de la región y su historia evolutiva

Página 53:

Página 60:

Evolución del Instrumental Geomagnético Utilizado en el Observatorio Geofísico y Meteorológico de Pilar

Página 62:

Página 65:

Cambio de generadores de hidrógeno en la red de radiosondeos del SMN

Haikus

Técnicas experimentales para la detección de cenizas volcánicas en la atmósfera

Decires

Pacha Matricidio

Asimilación de Datos en un Modelo de Pronóstico Numérico del Tiempo del Servicio Meteorológico Nacional

Lic. M. E. Dillon, Dra. Y. García Skabar, Dra. E. A. Collini

Colaboradores externos: Dra. E. Kalnay, Dr. J. J. Ruiz

Departamento de Investigación y Desarrollo - SMN

El concepto de **asimilación de datos** ha sido definido por Talagrand (1997) como “*usar toda la información disponible para determinar de la manera más precisa posible el estado del flujo atmosférico u oceánico*”. El estado de la atmósfera y/o el océano se estima combinando de forma óptima pronósticos numéricos de corto plazo y observaciones. A dicha estimación generalmente se la denomina “análisis”.

En particular, podemos pensar al **análisis** como una “imagen” aproximada del estado de la atmósfera en un tiempo determinado. Es útil en sí mismo como un diagnóstico claro y consistente de la atmósfera y también es utilizado como estado inicial de los modelos de pronóstico numérico. Cuanto mejor sea dicho análisis, es decir cuanto mejor estimemos las condiciones iniciales, mejor va a ser la calidad del pronóstico (Warner y otros, 1989; Harms y otros, 1992; Kalnay, 2003).

En la actualidad, los métodos de asimilación de datos más avanzados en nuestra disciplina son los filtros de Kalman por ensambles (EnKF, ETKF, LETKF) y el método variacional en 4 dimensiones (4DVAR). Estos métodos permiten obtener información de las observaciones, de modo de considerar cómo los errores de las variables en la atmósfera dependen del estado de la misma. Además, permiten extraer información de observaciones obtenidas en distintos tiempos y a partir de diferentes sensores, tanto remotos como in-situ.

¿Por qué sería importante tener un sistema de asimilación de datos operativo en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN)? Por un lado, sería importante porque permitiría contar con análisis regionales de mayor resolución, tanto espacial como temporal, respecto de los actualmente disponibles. Por otro lado, esto permitiría generar pronósticos partiendo de condiciones iniciales más

adecuadas. Además, abriría la posibilidad de incluir observaciones locales que no llegan a asimilarse en los modelos globales.

Teniendo como objetivo avanzar en el diseño de un sistema de asimilación de datos en la Argentina, con el fin de que luego se pueda implementar de manera operativa en el SMN, se contactó a la Dra. Eugenia Kalnay y al Dr. Juan Ruiz, quienes gentilmente no dudaron en brindar colaboración activa. Gracias a su experiencia, se decidió utilizar el método Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) desarrollado en la Universidad de Maryland (Hunt y otros, 2007). **La mayor ventaja de dicho método es producir un ensamble de análisis enriquecidos**, a diferencia de los métodos variacionales que calculan sólo uno. Esta capacidad es fundamental para poder generar luego pronósticos por ensambles, que permitan obtener información sobre la incertidumbre en los pronósticos a corto plazo. Además, es independiente del modelo con el que se lo utilice, resulta muy eficiente computacionalmente y posee parámetros que se pueden ajustar según las necesidades requeridas por cada aplicación particular. Entre éstos se destaca, por ejemplo, el radio de localización, que determina la distancia de influencia de una observación.

El modelo de pronóstico numérico elegido fue el **WRF-ARW** (Michalakes y otros, 2005; Skamarock y otros, 2008) debido a los antecedentes satisfactorios existentes no sólo a nivel global sino también en nuestra región (por ejemplo: Weisman y otros, 2008; Jankov y otros, 2008; Blázquez, 2007; Saulo y otros, 2008; Ruiz y otros, 2009; Collini y otros, 2010; Ruiz y otros, 2010; Dillon y otros, 2010; Collini y otros, 2011; Dillon, 2012).

En particular, el **sistema WRF-LETKF** fue implementado por Miyoshi y Kunii (2012) usando observaciones reales. Los resultados alentadores de dichos autores, sumado a los resultados obtenidos con otros modelos

utilizando el método LETKF (*Miyoshi y otros, 2007; Yang y otros, 2009; Seko y otros, 2011; Miyoshi y Kunii, 2012*), nos impulsaron a implementar el sistema de asimilación WRF-

LETKF en nuestra región. El código del mismo es libre y se encuentra disponible en <http://code.google.com/p/miyoshi/>.

Con el fin de diseñar un sistema consistente, acorde tanto a las necesidades como a las posibilidades del SMN, se planteó como primera instancia una serie de cuatro experimentos. Para los mismos, se seleccionó el período de los meses de Noviembre y Diciembre de 2012, en coincidencia con la fecha de la campaña CHUVA, llevada a cabo en Rio Grande do Sul, Brasil (<http://chuvaproject.cptec.inpe.br/portal/noticia.ultimasSantamaria.logic>), durante la cual ocurrieron varios casos de precipitaciones intensas en la región.

Se decidió abarcar un dominio que incluyera Argentina y los océanos subyacentes con una resolución horizontal de 40 km (Figura 1). Respecto a los análisis, se resolvió obtenerlos cada 3 horas, siendo 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 y 21 UTC los horarios seleccionados, imprimiendo así un alto valor agregado, ya que actualmente la frecuencia de análisis disponible en nuestra región es de seis horas. Además, la cantidad de miembros del ensamble fue de cuarenta.

Respecto a las observaciones asimiladas, se utilizaron las contenidas en los archivos denominados prepbufr del NCEP (National Centers for Environmental Prediction). Los mismos

poseen observaciones provenientes de estaciones de superficie, radiosondeos, barcos y aviones, y estimaciones de viento de los sensores GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) y ASCAT (Advanced Scatterometer), en nuestra región. En particular, se aplicó una técnica de “superobing” (creación de superobservaciones), implementada por el Lic. Pablo Echevarría, a las estimaciones del ASCAT con el fin de disminuir su resolución espacial, y así mejorar la performance del sistema WRF-LETKF.

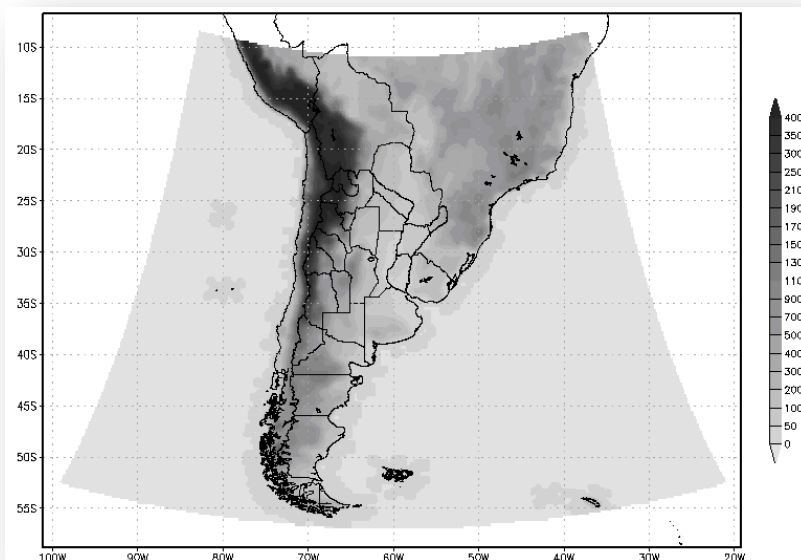


Figura 1. Topografía del dominio utilizado (m).

La ventana de asimilación escogida es de 3 horas y la cantidad de observaciones disponibles es muy variada durante los ocho ciclos de análisis diarios. En la Figura 2 está representado el promedio de la cantidad de observaciones asimiladas para cada variable en cada ciclo, considerando el período bimensual mencionado. De aquí se desprenden dos características importantes: por un lado la escasez de datos en los

horarios secundarios, principalmente a las 09 y a las 21 UTC; y por otro lado la falta de información del estado termodinámico de la atmósfera. Esto nos llevó a incluir en un experimento futuro la asimilación de los perfiles verticales de temperatura y humedad estimados de los AIRS (Atmospheric Infrared Sounder; *Aumann y otros, 2003*), los cuales impactaron positivamente en otras regiones (*Miyoshi y Kunii, 2012*).

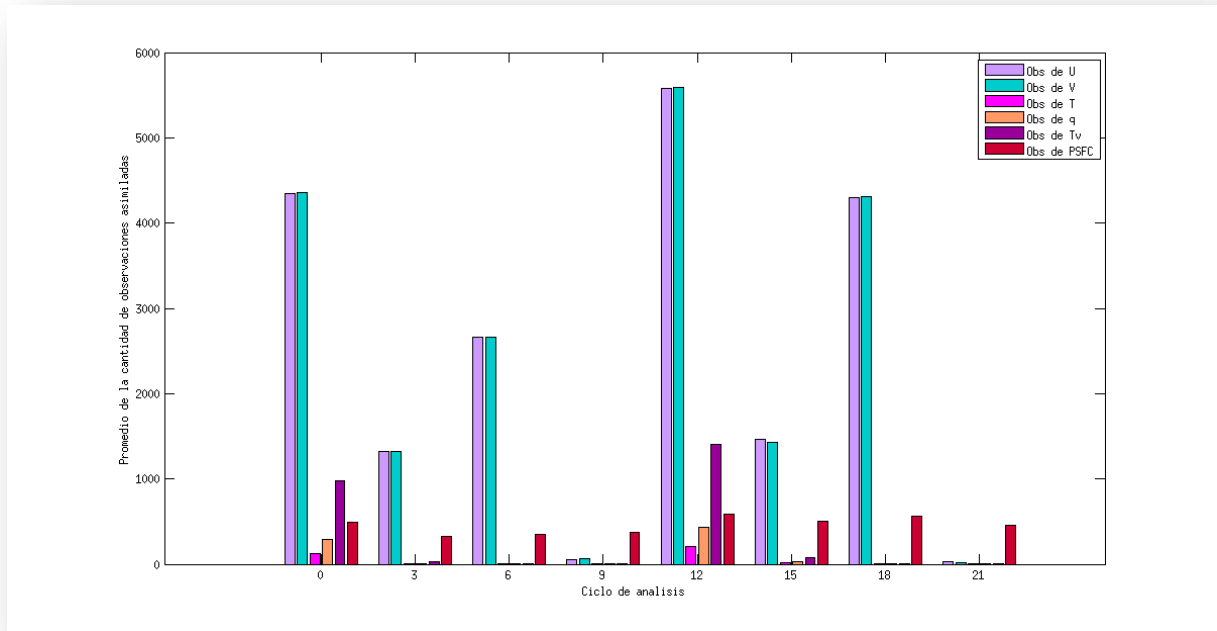


Figura 2. Promedio de la cantidad de observaciones asimiladas en cada ciclo de análisis para cada variable, considerando noviembre y diciembre de 2012. Las variables son: U (componente zonal del viento), V (componente meridional del viento), T (temperatura), q (humedad específica), Tv (temperatura virtual), PSFC (presión de superficie).

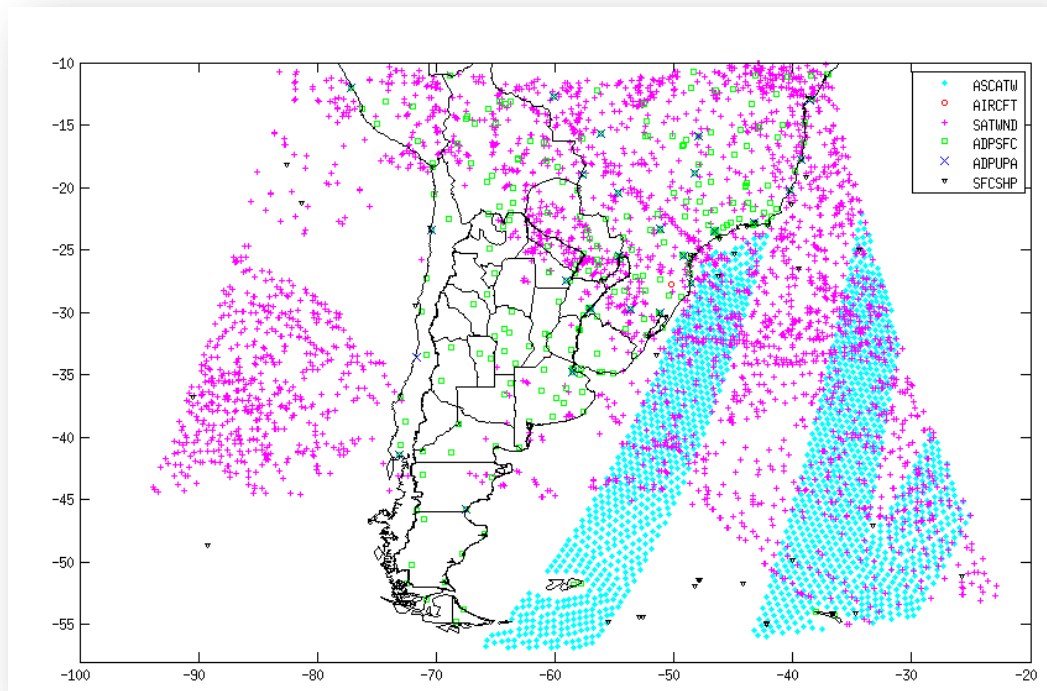


Figura 3. Observaciones asimiladas para el ciclo de análisis de las 12 UTC del 5 de diciembre de 2012. Los tipos de observaciones son: ASCATW (estimación del escaterómetro ASCAT), AIRCFT (mediciones de aviones), SATWND (estimación del satélite GOES), ADPSFC (estaciones de superficie), ADPUPA (radiosondeos), SFCSHIP (mediciones de barcos).

A modo de ejemplo, se muestra en la Figura 3 la distribución de los distintos tipos de observaciones asimiladas para el ciclo de análisis de las 12 UTC del 5 de diciembre de 2012.

Una de las maneras de evaluar el desempeño del método es calculando su error cuadrático medio (RMSE) y comparándolo con el error del modelo GFS (Global Forecasting System), el cual se puede considerar como una referencia para la escala sinóptica.

En la Figura 4 se observa que el orden de magnitud del RMSE de las componentes U y V del análisis de ambos modelos coincide. Asimismo, se puede observar una mejora de los análisis del sistema de asimilación respecto al pronóstico de 3 horas, lo cual es esperable y demuestra el correcto desempeño del método. A pesar de que no se vislumbra una mejora radical de la calidad del análisis generado por el WRF-LETKF respecto al del GFS, la similitud de los errores permite estimar que

los experimentos que se están desarrollando actualmente darán resultados más favorables, ya que los mismos se plantearon a partir de características a mejorar, como ser la inclusión de mayor cantidad de observaciones de temperatura y humedad, o la consideración del error del modelo. Además, se planea incluir en los experimentos la utilización del “*no cost smoother*”, método que mejora la calidad de los análisis con un bajo costo (Kalnay and Yang, 2010).

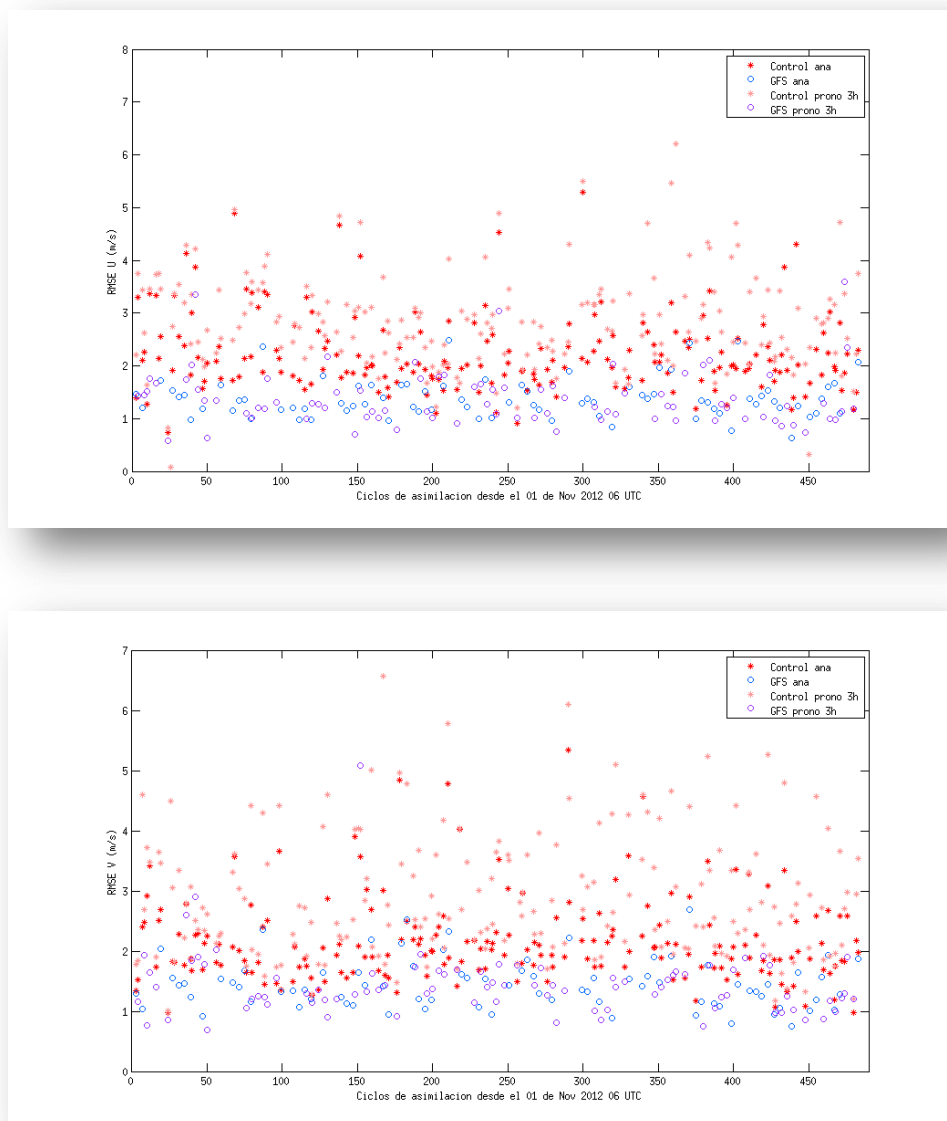


Figura 4. Comparación de los RMSE entre las observaciones y el análisis, y entre las observaciones y el pronóstico a 3hs, considerando el nivel de superficie, calculado para U (panel superior) y V (panel inferior); para los análisis y pronósticos generados por el WRF-LETKF (Control ana – Control pronó 3h) y por el GFS (GFS ana – GFS pronó 3h), para los ciclos de las 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 y 21 UTC, durante Noviembre y Diciembre de 2012.

Actualmente, este sistema de análisis experimental corre en una máquina con 80 procesadores y demora aproximadamente 45 minutos en completar un ciclo de análisis. Con lo cual, la capacidad de cómputo necesaria para poder generar en tiempo real un ensamble de 40 análisis regionales no es sideral.

Sin embargo, la mayor limitación recae en el almacenamiento: el tamaño de las salidas es muy grande y por lo tanto la necesidad de

tener una alta capacidad de almacenamiento es imperiosa.

Además, dado que este desarrollo abre un abanico de posibilidades, como ser la generación de pronósticos por ensambles con el plazo que uno desee, el aumento de la resolución del modelo, o asimismo el aumento de la cantidad de miembros del ensamble, la necesidad de una máquina con mayor cantidad de procesadores también es muy importante.

Para concluir, **destacamos los siguientes puntos con el fin de representar tanto la potencialidad como la necesidad de la aplicación de este desarrollo:**

- Obtención de un ensamble de análisis regionales cada 3 horas.
- Obtención de un ensamble de pronósticos, por lo menos en los horarios principales de las 00 y las 12 UTC.
- Posibilidad de asimilar todo tipo de observaciones en un futuro, ya que el método LETKF es versátil en este sentido. Así se podrían asimilar observaciones que no están contenidas en los archivos que provee el NCEP.

Referencias.

Aumann, H. H., M. T. Chahine, C. Cautier, M. D. Goldberg, E. Kalnay, L. M. McMillin, H. Revercomb, P. W. Rosenkranz, W. L. Smith, D. H. Staelin, L. L. Strow, and J. Susskind, 2003: AIRS on the Aqua mission: Design, science objectives, data products, and processing systems. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 41, 253- 264.

Blázquez J., 2007. Validación regional del modelo WRF bajo condiciones meteorológicas persistentes. Tesis de Licenciatura del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN, UBA

Collini E. A., L. Ferreira, M. E. Dillon, S. Osorio, G. Pujol, P. Martin, M. Suaya, A. Folch, 2011. Different Aspects of WRF-ARW applications at the National Meteorological Service – and Naval Hydrographic Service of Argentina. *WGNE Blue Book 2011: <http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/science/wgne/index.html>*.

Collini E. A. , M. E. Dillon, L. Ferreira, G. Pujol, 2010. Estudio de la sensibilidad del modelo WRF-ARW versión SMN empleando los campos de humedad de suelo provenientes de modelos globales y de sensores remotos. XXV Reunión Científica de la AAGG, Córdoba, Argentina; Resumen publicado en las Actas de la Reunión ISBN 978-987-25291-2-3 .

Dillon M. E., 2012. Desempeño del pronóstico de modelos en alta resolución, en un área limitada durante una estación de verano. Tesis de Licenciatura del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN, UBA

Dillon M. E., M. Armanini, R. A. Valdivieso, M. Suaya, E. A. Collini, 2010. Verificación de temperaturas extremas de otoño del modelo WRF-ARW / SMN-SHN y su comparación con el modelo ETA / SMN en el territorio Argentino. XXV Reunión Científica de la AAGG, Córdoba, Argentina; Resumen publicado en las Actas de la Reunión ISBN 978-987-25291-2-3.

Harms, D. E., S. Raman, R. V. Madala, 1992. An Examination of Four-Dimensional Data-

- Assimilation Techniques for Numerical Weather Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 73, No. 4, pp. 425–440.
- Hunt, B. R., E. J. Kostelich and I. Szunyogh, 2007: Efficient Data Assimilation for Spatiotemporal Chaos: A Local Ensemble Transform Kalman Filter. *Physica D*, 230, 112-126.
- Jankov I., W. Gallus, M. Segal, S. Koch, 2007. Influence of Initial Conditions on the WRF-ARW Model QPF Response to Physical Parameterization Changes. *Wea. and For.*, Vol 22, 501-519.
- Kalnay E. and Yang S-C; 2010. Accelerating the spin-up of Ensemble Kalman Filtering. *QJRMS*
- Kalnay E., 2003. *Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability*. Cambridge University Press, pp 341, ISBN 0-521-79629-6.
- Michalakes J., J. Dudhia, D. Gill, T. Henderson, J. Klemp, W. Skamarock, W. Wang, 2005. The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance. *Proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*. Eds. Walter Zwiefelhofer and George Mozdzyński. World Scientific, pp 156 – 168.
- Miyoshi T. and Kunii M., 2012. Using AIRS retrievals in the WRF-LETKF system to improve regional numerical weather prediction. *Tellus*, **64A**, 18408. DOI 10.3402/tellusa.v64i0.18408
- Miyoshi T., S. Yamane, T. Enomoto, 2007. Localizing the error covariance by physical distances within a local ensemble transform Kalman filter (LETKF). *SOLA*, Vol. 3, 089–092, doi:10.2151/sola.2007.023
- Ruiz J. J., C. Saulo, J. Nogués-Paegle, 2010. WRF Model Sensitivity to Choice of Parameterization over South America: Validation against Surface Variables. *Mon. Wea. Rev.*, Vol. 138, 3342–3355. doi: 10.1175/2010MWR3358.1
- Ruiz J. J., C. Saulo, E. Kalnay, 2009. Comparison of Methods Used to Generate Probabilistic Quantitative Precipitation Forecasts over South America. *Wea. Forecasting*, Vol. 24, 319–336. doi: 10.1175/2008WAF2007098.1
- Saulo, C., S. Cardazzo, J. Ruiz, C. Campetella, A. Rolla, 2008. El sistema de pronóstico experimental del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera. *Meteorológica*, Vol. 33, 83 - 97.
- Seko H., T. Miyoshi, Y. Shoji, K. Saito; 2011. Data assimilation experiments of precipitable water vapour using the LETKF system: intense rainfall event over Japan 28 July 2008. *Tellus*, 63A, 402-414.
- Skamarock W., J. Klemp, J. Dudhia, D. Gill, D. Barker, M. Duda, X. Huang, W. Wang, J. Powers, 2008. A description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR Technical Note.
- Talagrand O., 1997. Assimilation of observations: An introduction. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 75, 191 – 205.
- Warner T., L. Key, A. Lario, 1989. Sensitivity of mesoscale model forecast skill to some initial data characteristics: data density, data position, analysis procedure and measurement error. *Mon. Wea. Rev.*, 117, No 6, 1281 – 1310.
- Weisman M., C. Davis, W. Wang, K. Manning, J. Klemp, 2008. Experiences with 0-36h Explicit Convective Forecasts with the WRF-ARW Model. *Wea. And For.*, Vol 23, 407-437
- Yang S-C, E. Kalnay, B. Hunt, N. E. Bowler; 2009. Weight interpolation for efficient data assimilation with the Local Ensemble Transform Kalman Filter. *QJR Met. Soc.*, 135, 251-262. DOI: 10.1002/qj.353

El Rol de la Meteorología entre las Ciencias

Por: **Lloyd V. Berkner**

“Bulletin of de American Meteorological Society Sept 1960 Vol. 41 N° 9”

Conceptos vertidos durante la cena de honor de la “American Meteorological Society”,
realizada el 20 de enero de 1960 para celebrar el cuadragésimo aniversario de su creación.

Autorizado por la Sociedad Meteorológica Americana

Traducción: Lic. Miguel Ángel Rebolledo

Los orígenes reales del pensamiento científico del hombre se encuentran en la percepción del ambiente que lo rodea: el aire por encima y la tierra por debajo, además de los océanos y el calor que provee el Sol.

Estas características esenciales de su ambiente ocupan una posición central en el comportamiento del hombre y es por ello que durante la mayor parte de su historia ha creído que toda la filosofía de la naturaleza ha sido construida sobre cuatro “elementos básicos” que son el aire, la tierra, el fuego y el agua.

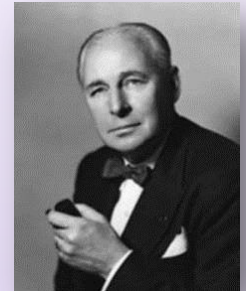
En la obra que constituye un primer intento realmente genuino de ordenar el pensamiento científico, es decir en la “Meteorológica” de Aristóteles, esos elementos fueron considerados en conjunto, en un esfuerzo por explicar los fenómenos naturales que se manifiestan en la vida diaria. Es sabido que el hombre ha prestado una especial consideración a los elementos de su ambiente desde los tiempos más remotos de su historia escrita. Fragmentos de esta historia desde los escritos de los sumerios hasta la filosofía de los griegos, son claras

muestras de los intentos realizados por el hombre para lograr una mejor comprensión de las características de su ambiente desde un punto de vista más racional, apartándose en cierta medida del determinismo individual y de la “dominación de los dioses”.

Al tiempo que la elevación del hombre a valores más civilizados fue retrasada por su convicción fatalista de que los dioses controlan su futuro de una manera muy arbitraria y caprichosa, se ha mantenido aún el deseo y también la creencia, de que el comportamiento de la naturaleza puede contener algunos elementos predictibles y controlables, en un orden que está más allá de la manipulación inmediata por parte de los dioses.

Lloyd Viel Berkner

(1905 - 1967)



Ingeniero y físico norteamericano.

Fue uno de los inventores del dispositivo de medición de altura y densidad de electrones en la ionósfera, que desde entonces se ha convertido en estándar de las estaciones ionosféricas. Los datos obtenidos en la red mundial con dichos instrumentos fueron imprescindibles para el desarrollo de la teoría de la propagación de ondas de radio de corto alcance, a quien él mismo ha dado importantes contribuciones.

Más tarde investigó el desarrollo de la atmósfera de la Tierra, y como necesitaba datos de todo el mundo, en 1950 llevó adelante el proyecto Año Internacional de Geofísica (IGY, por sus siglas en inglés), dando lugar así a un cierre en el largo periodo de comunicaciones interrumpidas por la guerra fría.

En 1956 fue elegido miembro honorario de la Academia Americana de las Ciencias y las Artes.

Fue presidente del Consejo Internacional de Uniones Científicas y también fue miembro del Comité de Asesores de Presidentes Científicos.

Una de las islas de la Antártida fue nombrada en su honor por su participación como operador de radio en la Primera Expedición Byrd en 1927.

Desde los orígenes del hombre, el término “meteorología” ha tenido una compleja connotación: ha abarcado la descripción científica del ambiente humano y más aún, el deseo de evadirse de posibles infortunios causados por circunstancias fuera de su control. El término “meteorología” ha representado la sustitución de una actitud de fatalismo desesperado, sujeto a la acción de fuerzas incontrolables y no predecibles, por una comprensión ilustrada, racional y científica.

Tal es así que la palabra “meteorología” ha tenido orígenes tan amplios como honorables, asociados con los que son propios del verdadero pensamiento científico. En sus comienzos, el término abarcaba todo lo que hoy asociamos con la geofísica y además con cuanto se relaciona con la física, la química y la matemática.

Pero a través de los años, la connotación de la palabra “meteorología” fue limitada en el sentido científico.

No obstante los cambios dinámicos que experimenta la consideración de la corta historia de la civilización, el hombre se aferra a la idea de que su propia vida debería mantenerse estable y sus hábitos, inalterables. Se resiste a aceptar los avances que inevitablemente se

anticipan, sobre la base de la curva rápidamente creciente de los valores propios de la civilización.

Prefiere creer que su orden social y su ciencia se mantendrán prácticamente como él los ha concebido y que un cambio radical en sus procedimientos y actitudes sería un tanto “pecaminoso” por carecer de ese algo llamado “tradicición”.

Pero no debemos olvidar que toda la historia del hombre desde los sumerios hasta nosotros mismos, puede ser incluida en sólo 300 generaciones, o sólo cien sucesivos ciclos de vida de 70 años.

De tal modo, los cambios experimentados por el estatus civilizado, los modos de pensar y la conducta científica, deben ser muy considerables a lo largo de un período vital como para calificarlos de extraordinarios respecto del estatus del hombre, su capacidad de comprensión y sus formas de proceder acordes con su tradición cultural.

Lejos de estabilidad, la historia nos muestra que en todo un ciclo de vida, los cambios dinámicos de la actitud social y de las condiciones ambientales constituyen la regla y no la excepción. Es así que el reaccionario que deseara mantener el statu-quo o que se lamentase del pasado, estaría luchando contra la arrolladora marea de la historia.

Historia de la meteorología medida en ciclos de vida del hombre



Expresiones artísticas sumerias relacionadas con la meteorología.

La primera, y por lejos la más prolongada fase de la meteorología fue la “pre-Aristotélica” que se extendió desde los sumerios (pueblo establecido en el cuarto milenio en la Baja Mesopotamia) hasta las primeras manifestaciones de la ciencia en Grecia.

Este intervalo de sesenta y seis ciclos de vida puede ser denominado “la fase mística” en la que la meteorología era controlada por los dioses, e identificada con sus caprichos y fantasías.

Por entonces, el hombre intentaba controlar su ambiente a través de sus oraciones o del sacrificio de una o dos de

sus hermosas vírgenes para saciar la furia de los dioses. Pero no obstante esas fuerzas místicas, el hombre tomó conciencia de los cambios del clima con las estaciones y de un lugar a otro, y especuló sobre la relación existente entre las estaciones y el clima, y también entre el tiempo y la posición de las estrellas.

La racionalización del conocimiento acumulado en esos sesenta y seis ciclos de vida por los griegos en general, y por Aristóteles en su obra “Meteorológica” en particular, significó la apertura de la **segunda** fase de la meteorología.

Esta fase, de veintiocho ciclos de vida, puede ser calificada como la “fase dialéctica”. En ella, se ha desarrollado una filosofía de carácter muy general, dentro de la cual adquirieron validez las más simples experiencias del hombre. Esta filosofía ha proporcionado entonces la base de todo el conocimiento a partir de la cual se podrían predecir futuras experiencias.

Esto representa una naturaleza con cierto orden pero a condición de que oportunamente, y en caso de quebrarse ese orden especificado por la dialéctica, intervengan adecuadamente causas de índole sobrenatural.



“Meteorológica”, de Aristóteles.



Termómetro de Galileo.

Pero el reconocimiento creciente del orden natural durante este espacio de tiempo conduce finalmente a la caída de la dialéctica, dado que ella ya no resulta suficiente para las necesidades humanas.

Vayamos entonces a Galileo y los últimos seis ciclos de vida de la historia de la humanidad. **La fase tres** de la historia de la meteorología, desde Galileo hasta Dalton y extendiéndose sobre tres de los seis ciclos de vida remanentes, fue sin duda alguna, la edad del descubrimiento.

Durante estos dos siglos quedó establecida la moderna ciencia de la atmósfera, y la meteorología pudo saborear todos los frutos de la revolución científica Baconiana.

El termómetro de Galileo (1607) y el barómetro de Torricelli (1643), proveyeron los medios y los principios para las mediciones y establecieron también las bases para las teorías matemáticas. La teoría de Pascal sobre la disminución de la presión atmosférica con la altitud (1647), las leyes de

los gases perfectos de Boyle (1659), y la de Charles y Gay Lussac, además del teorema de Bernoulli (1682) establecieron las bases para los conceptos teóricos relativos al comportamiento de la atmósfera.

El origen de los vientos Alisios en relación con el movimiento de rotación de la tierra establecido por Hadley (1735), estableció las bases para las ideas subsecuentes sobre la circulación atmosférica global. Entonces aparecieron los brillantes fundamentos de la química de los componentes, establecidos por Priestley y Lavoisier con el descubrimiento del oxígeno por parte de Antoine Lavoisier (1743), y la aplicación formal de la conservación de la masa en los procesos químicos.

En 1750 Franklin identificó el rayo y la electricidad atmosférica. Los fundamentos de la ciencia de la atmósfera fueron completados por Dalton (1800) con sus mediciones del vapor de agua, sus variaciones y sus leyes de la presión parcial, con los consecuentes efectos de expansión y condensación. Por primera vez, hace algo menos de tres siglos de vida, el hombre comprendió los orígenes básicos de la lluvia.

Como característica de esta edad de descubrimientos, debemos destacar que en ella, la meteorología fue identificada con todo el ámbito de la ciencia. No había “meteorólogos”, sólo científicos naturales cuyo interés se extendía a la ciencia en su sentido más amplio y cuyos descubrimientos abarcaban todos los aspectos de la especulación científica.

En los comienzos de este intervalo, la ciencia meteorológica admitía a todos los geofísicos. Gilbert (1600), escribió sobre el magnetismo y el geomagnetismo, como partes de la meteorología.

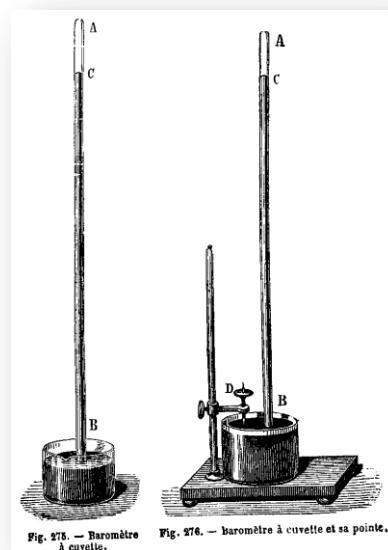
Dejando de lado la comprensión básica de las leyes y la composición de los gases, la meteorología evolucionó hacia su **cuarta fase** o “fase sinóptica”.

Lavoisier y otros investigadores ya habían iniciado la realización de observaciones de la presión y de las capas de nubes en varios lugares, hacia finales de 1700; esas mediciones fueron rápidamente compiladas a inicios de 1800. Entre 1820 y 1840, Brandes, Redfield y Espy, describieron el carácter ciclónico de las tormentas. El valor de estos conocimientos para el pronóstico del tiempo se hizo evidente de inmediato.

Para poder disponer de los datos sinópticos necesarios para definir y determinar el desplazamiento de los ciclones, se establecieron los servicios meteorológicos

nacionales (1850-1875) y entre ellos se inició el intercambio internacional de datos. Los registros de datos de grandes áreas geográficas se iniciaron hace un siglo. Los desarrollos de las teorías termodinámicas y cinéticas, así como los comienzos de la dinámica de los fluidos y la teoría de difusión, acrecentaron firmemente las perspectivas de desarrollo de la meteorología.

Para investigar y definir el gradiente térmico vertical, se utilizaron barriletes y globos dotados de instrumentos, y en 1899, fue descubierta la estratosfera con su región isotérmica por Assman y Teisserenc de Bort. Pero durante esta cuarta fase, o fase sinóptica, la meteorología experimentó un profundo cambio.



Barómetro de Torricelli.

Con el establecimiento de los servicios meteorológicos nacionales, aparecieron en la escena científica los “meteorólogos profesionales”.

La demanda pública de información meteorológica para mejorar la adaptación del hombre a su ambiente, constituyó una clara y civilizada respuesta a la necesidad de una mejor comprensión del orden existente en la naturaleza. Por otra parte, el descubrimiento de los fenómenos dinámicos propios de la meteorología, contribuyó a la idea optimista de que tanto el tiempo como el clima podrían ser pronosticados con precisión, con sólo disponer de un número suficiente de observaciones. En consecuencia, los observadores meteorológicos profesionales constituyeron una imperiosa respuesta ante la justificada demanda de la comunidad.

Pero una consecuencia del accionar de los meteorólogos profesionales fue la de limitar esta ciencia a aquellos aspectos del comportamiento de la atmósfera aparentemente involucrados en los problemas meteorológicos de resolución inmediata. Las extensas raíces de la meteorología en el amplio campo de la ciencia, y más especialmente en el de la geofísica, comenzaron a debilitarse.

Pero aún con la geofísica emergiendo para reemplazar los amplios intereses originales de la ciencia meteorológica, se iniciaba una verdadera revolución conducente a la actual **quinta fase** de la ciencia meteorológica.

Esta fase, es la era actual de la dinámica global y de la experimentación directa en contraste con la mera realización de observaciones. La historia de esta fase final está contenida solamente en el último de los cien cielos de vida de la historia de la civilización.

Estimulados por el creciente acceso del hombre a toda la Tierra, los estudios de Bjerknes generaron la teoría del frente polar. El concepto de ciclogénesis y los desarrollos matemáticos de Rossby y otros, sobre la mecánica de fluidos, acrecentaron el interés en la meteorología como ciencia. La radiosonda y la sinóptica de las capas altas de la atmósfera ampliaron el verdadero interés de los meteorólogos por las tres dimensiones.

Pero, por encima de todo, la extraordinaria oportunidad brindada por la segunda guerra mundial para la recolección de una cantidad prácticamente ilimitada de datos sinópticos, demostró sin ambigüedad que los métodos puramente sinópticos, tan promisorios hacia el final del último siglo pueden presentar limitaciones imprevisibles.

En la meteorología profesional, la ciencia aplicada está comprometida con la aplicación de estos conocimientos en todas las posibles formas prácticas, tendientes a asegurar el bienestar de la comunidad y con la obtención de las observaciones necesarias para concretar esa aplicación.

Es cierto que ya en 1883, el Profesor Balfour Stewart habría escrito su teoría dinámica de la variación geomagnética en la Enciclopedia Británica bajo el título de Meteorología, pero al entrar en el presente siglo, aquellos cuyo interés en la atmósfera o en los océanos superaba los límites de la meteorología sinóptica, difícilmente podían encontrar un sitio en la literatura de la ciencia meteorológica.

Descubrimientos tan importantes como los de la mesósfera, la ionósfera y la exósfera, eran apenas conocidos por la ciencia meteorológica y en realidad, no había mucho interés respecto de ellos en esa época.

La limitada preocupación profesional por la sinóptica destruyó las amplias raíces históricas que la ciencia meteorológica había desarrollado en el campo de la ciencia en general.

En lugar de ello, aquellos fuertes intereses históricos de la ciencia meteorológica consideraron necesario “ingresar en un nuevo hogar” –el de la geofísica– que abarcara las raíces científicas, que en la mayor parte de la historia, correspondieron solamente a la meteorología.

El SMN en la Antártida y Tierra del Fuego

Por: Ricardo Sánchez - Myriam Díaz - Juan Muñoz - Mónica Marino

El SMN desarrolla actividades científicas en la Antártida y en Tierra del Fuego en las disciplinas de la Meteorología y de la Geofísica desde el año **1904**.

Para ello consta de observatorios permanentes con registros centenarios

en algunos de ellos. Esta información se utiliza básicamente para la investigación en Geomagnetismo, Climatología, Vigilancia Atmosférica Global, Capa de Ozono, etc. y para el apoyo operativo de las operaciones logísticas de la zona.

En el siguiente cuadro se identifican esos observatorios y los parámetros que se miden.

Nombre/Identificador	Parámetros registrados
GEOMAGNETISMO	
<p>Base Orcadas (SMN)</p> <p>60°44'20"S-44°44'00"W</p> <p>Se inauguró el 1° de enero de 1903</p>  	<p>Desde 1904 se miden las variaciones geomagnéticas continuas de las componentes H, D y Z, y componente magnética absoluta.</p> <p>Desde 22 de noviembre de 1904 observaciones de superficie: Temperatura, Viento, Presión, Humedad, tipo y cantidad de nubes, precipitación y cualquier otro fenómeno meteorológico que se manifieste en las inmediaciones del observatorio.</p> 

FISICA DE LA ATMOSFERA

Base Marambio (SMN)

64°14'42"S-56°39'25"W

Altura: 196 mts

Al NE de la isla Cerro Nevado, mar de Weddell

Se inauguró el 29 de octubre de 1969



Desde 1996 medición continua en forma minutal de la radiación ultravioleta UV-b por medio de Solar Light 501A como parte del proyecto de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de OMM. Desde 1987 medición diaria entre agosto y marzo de la concentración Total de Ozono por medio de espectrómetro Dobson como parte del proyecto de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de OMM. Desde Octubre de 2011 medición de Ozono Troposférico por medio de analizador TEI49. Desde 1 de enero de 1970 estación meteorológica sinóptica de superficie y altura (OMM Nro. 89055) para medición de parámetros meteorológicos. Desde marzo de 2010 medición de los parámetros meteorológicos ambientales en superficie a 10 y a 20 mts de altura con promedios cada minuto por medio de una estación Automática Vaisala y sensor ultrasónico de viento.

Estación VAG "Ushuaia"

54°51'00"S-68°18'36"W

Desde 1994



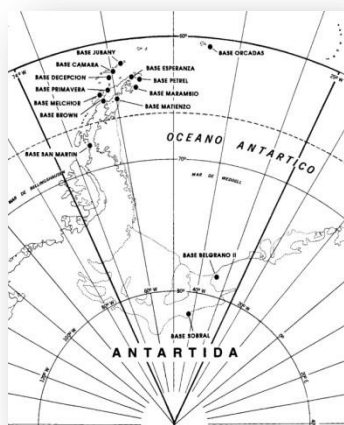
Estación de medición de parámetros ambientales y contaminación de base, para la Vigilancia Atmosférica Global por medio de medición de Ozono Total, Perfiles de ozono, Ozono Superficial, CO₂, CO, Metanos, Aerosoles, Radiación Solar Global, Difusa, UV-b, infrarroja, directa y parámetros meteorológicos (presión temperatura humedad y viento) (en cooperación con la OMM).

**Convenio de Base Marambio con el Instituto Meteorológico Finlandés (FMI):**

- Desde Noviembre de 1987: Medición del perfil vertical de ozono, temperatura, presión, humedad y viento en altura mediante sondeos con globos.
- Desde enero de 2005: Medición del espesor óptico de aerosoles atmosféricos por medio de Solfotómetro (PFR). Medición de los parámetros meteorológicos ambientales en superficie a 15 mts de altura con promedios cada minuto por medio de una estación Automática Vaisala (Servicio Meteorológico Nacional). Medición de la concentración ambiental de radio nucleidos naturales y antropogénicos en ambiente y medición de Plomo por medio de un muestreador de alto volumen para la obtención de la medida 214 (Pb214).
- Desde febrero de 2013: Medición de Aerosoles "in-situ", UVB-Albedo, y Gases de Efecto Invernadero además de los parámetros meteorológicos ambientales en superficie a 15 mts de altura con promedios cada minuto por medio de una estación Automática Vaisala y sensor ultrasónico de viento.

Por otro lado existen una serie de estaciones meteorológicas de superficie según normas de OMM, para apoyo a las tareas operativas y a la investigación; detalles en el siguiente cuadro. En ellas se realizan observaciones de Temperatura, Viento, Presión, Humedad, tipo y cantidad de nubes, precipitación y cualquier otro fenómeno meteorológico que se manifieste en las inmediaciones de las estaciones de medición.

Nombre/Identificador	Ubicación
<p>Base CARLINI (ex Jubany) 62° 14' S-58° 40'W Inicio: 21 de noviembre de 1953</p> 	<p>Caleta Potter, isla 25 de Mayo, islas Shetland del Sur</p> 
<p>Base ESPERANZA 63° 23' 42"S- 56° 59' 46"W Inicio: 17 de diciembre de 1952</p> 	<p>Extremo norte de la península Trinidad en Bahía Esperanza</p> 



Base SAN MARTIN

68° 07'55"S - 67° 08'12"W

Inicio: 21 de enero de 1951



En el islote Barry, en bahía Margarita, mar de Bellingshausen, península Antártica



Base BELGRANO II

77° 52'15"S - 34° 37' 40"W

Inicio: 5 de febrero de 1979



Nunatak Bertrab, en costa Confin (Tierra de Coats) mar de Weddell



Además en la Base Marambio se realizan desde 1987 radiosondeos y pronósticos para la navegación aérea y marítima y para patrullas terrestres. Observaciones de hielos marinos según indicaciones del Servicio Hidrográfico Naval.

EQUIPOS METEOROLÓGICOS y GEOFÍSICOS MÁS IMPORTANTES

- Instrumental para funcionamiento de la estación meteorológica sinóptica de superficie y altura (barómetros, termómetros, anemómetros).
- Equipo de radiosondeo automático SPS220 Vaisala, para observaciones de Viento, presión temperatura y humedad en altura.
- Equipo de recepción fotográfica via satélite APT (ALDEN), para efectuar pronósticos meteorológicos para navegación Aérea y Marítima.
- Espectrofotómetro DOBSON para medición de Ozono Total.
- 1 (un) Equipo DIGI-CORA Vaisala para observaciones de Perfil de Ozono por medio de ozonosondas y radiosondeos
- 10 (diez) computadoras PC para procesado de información.
- 2 Sensores de radiación ultravioleta SOLAR-LIGHT para medición de UV-b Albedo.
- 1 (un) Solfotómetro Suizo de Precisión de filtros para medir Aerosoles en atmósfera.
- 3 Estaciones automáticas Vaisala para medición y registro de los parámetros meteorológicos (Temperatura, Humedad, viento, presión, radiación solar) en forma minutal durante todo el año.
- 1 (un) muestreador de alto volumen para la obtención de la medida de la concentración ambiental de radionucleidos naturales y antropogénicos en ambiente y medición de Plomo 214 (Pb214).
- 1 (un) CPC (aerosoles)
- 1 (un) Sistema Picarro para gases de efecto invernadero (Metano , CO2 y H2O)
- 1 (un) radiómetro Kipp y Zonnen para medición de radiación solar global.
- 1 (un) analizador de ozono superficial por absorción de UV marca Thermo Environmetal modelo TEI49.
- 1 (un) Dosímetro para medición continua de radiación cósmica.

También se contó con Bases temporarias de observación de superficie. Actualmente algunas de ellas se utilizan como lugar alternativo de vuelos antárticos y/o como refugio:

Nombre/Identificador	Ubicación	Inicio
Base CABO PRIMAVERA 64° 09' S - 60° 57'50" W	Costa de Danco, caleta Cierva, península Antártica	1° de febrero de 1977 hasta 1° de enero de 1982 Campaña Antártica de Verano
Base DECEPCION 62° 59' S - 60° 41' W.	Bahía 1° de Mayo, puerto Foster, isla Decepción, Shetland del Sur	1° de enero de 1948 hasta el 31 de mayo de 1974 - Campaña Antártica de Verano
Base Tte. CAMARA 62° 36' S - 59° 55' W	Isla Media Luna, islas Shetland del Sur	1° de enero de 1953 Campaña Antártica de Verano

Base MELCHIOR 64° 20' S - 62° 59' W	Isla Observatorio del archipiélago Melchior	1° de enero de 1947 hasta 31 de diciembre de 1960 - Campaña Antártica de Verano
Base MATIENZO 64° 59'S - 60° 07' W	Nunatak Larsen, perteneciente al grupo de nunataks Foca, barrera de hielo de Larsen	15 de marzo de 1961 Hasta 28 de febrero 2005 Campaña Antártica de Verano
Base BROWN 64°53'S — 62°53'W	Punta Proa, península Sanavirón, Bahía Puerto Paraíso	1° de enero de 1951 hasta 12 de abril de 1984 Campaña Antártica de Verano
Base PETREL 63° 28'S - 56° 12' W	Isla Dundee, pie glaciar Rosamaría	22 de febrero de 1967 hasta 30 de noviembre de 1976 Campaña Antártica de Verano
Base SOBRAL 81° 04' S - 40° 36' W	Barrera de hielos Filchner, pie Meseta Polar	2 de abril de 1965 hasta el 30 de septiembre de 1968
Base BELGRANO 77° 46'S - 38° 11' W	Barrera de Hielos Filchner, Bahía Comandante Piedrabuena, mar de Weddel	18 de enero de 1955 hasta 30 de septiembre de 1979 Campaña Antártica de Verano
Base BELGRANO III 77° 55' S - 45° 45' W	Isla Berkner	30 de enero de 1981 hasta 1 de diciembre de 1983 Campaña Antártica de Verano
Base ELLSWORTH 77° 39' S - 41° 05' W	Barrera de Hielos Filchner, sur mar de Weddell	1 de abril de 1957 hasta el 30 de diciembre de 1962

Científicos Finlandeses en la Antártida

Por: Dra. Eija Asmi y Msc. Kimmo Neitola

A principios de febrero de 2014, la Estación Marambio fue visitada por dos científicos del Instituto Meteorológico Finlandés (FMI, por sus siglas en inglés). Trabajaron en el laboratorio atmosférico en conjunto con sus colegas del Departamento de Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

La colaboración entre el FMI y el SMN tiene sus raíces algún tiempo atrás en la historia; y desde los comienzos del programa del ozono sondeo en Marambio en 1988, esta colaboración se sigue extendiendo.

En el año 2013, un nuevo container-laboratorio de medición de partículas de aerosol atmosféricas, gases de efecto invernadero y otras mediciones meteorológicas fue transportado desde Finlandia vía Buenos Aires a Marambio, e instalado cerca de la Estación, con la asistencia de personal tanto argentino como finlandés.

Actualmente, Marambio tiene uno de los mayores programas de medición atmosférica de toda la Antártida, trabajando todo el año de corrido.

La mayoría de sus datos son recolectados con una resolución de tiempo de segundos a minutos.



Container-laboratorio en Marambio (Foto por Eija Asmi)

¿Por qué medir aerosoles y gases de efecto invernadero en Marambio?

Esta es una pregunta que todos se hacen. La Península Antártica ha estado calentándose más rápidamente que cualquier otro lugar en el Hemisferio Sur y esto está causando un peligroso estrés al frágil ecosistema de la región.

Se requieren mediciones in situ tanto para entender el sistema climático de la Antártida y predecir sus cambios futuros, como para comprender el complejo sistema de retroalimentación que el cambio climático está causando en la naturaleza y la atmósfera.

Las partículas de aerosol en la atmósfera son estudiadas profundamente en Marambio.

Son muy difíciles de medir debido a su pequeñísimo tamaño (desde nm a μm), pero tienen un rol fundamental en la formación de nubes, por ejemplo, afectando de esta manera a la cantidad de radiación que ingresa a la superficie, así

como también a la cantidad de lluvia. En la Antártida más remota, la concentración de estas partículas es muy baja, en comparación con latitudes más altas. Sin embargo esto no implica que sean menos importantes, ya que vuelve al sistema

climático sea más vulnerable a pequeños cambios en las cantidades y propiedades de las partículas. Con la ayuda de las mediciones de Marambio, ahora se puede establecer con exactitud qué tipo de partículas hay en la atmósfera y cuál es su cambio estacional, así como también determinar con precisión las fuentes de esas partículas en esta lejana región.

El análisis de gases de efecto invernadero también fue un importante

agregado a las mediciones en Marambio en 2013, produciendo datos precisos cada segundo.

Cuando estos resultados son comparados a los recolectados, por ejemplo, en Ushuaia, al sur de Argentina, se pueden analizar preguntas de larga escala científica, como la importancia del rol del

Océano Atlántico del Sur como un lavabo o como fuente de dióxido de carbono y metano.

Estos son sólo ejemplos de la importancia y privilegio de los datos de Marambio, a escala global.

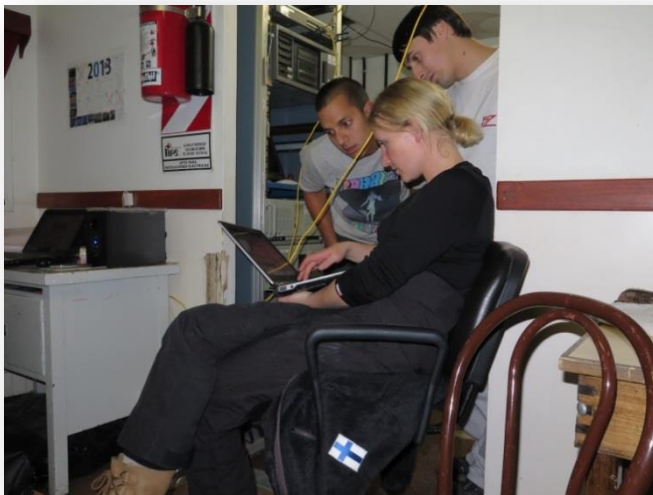


Dentro del container-laboratorio (foto por Eija Asmi)

Mediciones y expedición 2014

Dos científicos del Instituto Meteorológico de Finlandia formamos parte de la expedición de este año: La Dra. Eija Asmi y el MSc. Kimmo Neitola. Esta fue la segunda visita que realizamos a Marambio, y mucho más corta que la primera el año anterior, en el que

instalamos el container laboratorio. Por eso mismo, la mayor parte de los diez días fueron utilizados para trabajar en él, para asegurar la correcta continuidad de las mediciones y para entrenar personal del SMN para la manutención de los instrumentos y el análisis de datos.

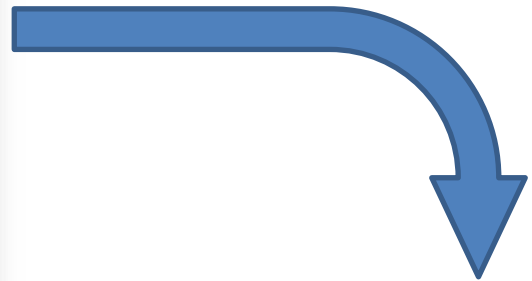


Dra. Eija Asmi con Germán Fogwill y Gonzalo Díaz
(foto por Gustavo Copes)

El viaje completo duró tres semanas, de las cuales una fue en Buenos Aires, antes de la partida del avión Hércules a Marambio. Siempre surgen inconvenientes cuando se trata de viajes a la Antártida, así que estuvimos contentos de que todo saliera bien.

Al salir de Buenos Aires, pasamos una noche en Río Gallegos antes de cruzar a la Antártida. Muchos trabajadores del SMN estaban ya ahí esperando nuestra llegada. Quien más esperó fue probablemente Miguel Mei, para quien este viaje implicaba el fin de sus dieciséis meses de estadía en Marambio, en los que había estado a cargo del manejo de los instrumentos. A él, ¡muchísimas gracias y bienvenido de vuelta al continente!

Realizamos mantenimiento a todos los instrumentos y arreglamos los que se habían dañado luego del crudo invierno polar. ¡Definitivamente la Antártida es un desafío para las mediciones! En Marambio particularmente, los problemas son causados por partículas de polvo que se acumulan dentro de los instrumentos.



La Dra. Eija Asmi es especialista en partículas de aerosol de la atmósfera. Ha trabajado en ciencias experimentales de aerosoles desde el año 2003. Realizó su tesis de Doctorado en Física para la Universidad de Helsinki en el año 2010, sobre la temática de formación de partículas secundarias. Además trabaja en climas de la región polar y actualmente se encuentra llevando adelante varios proyectos tanto en el Ártico como en la Antártida. Es jefe del grupo de aerosoles atmosféricos del Instituto Finlandés de Meteorología, que actualmente cuenta con alrededor de 20 científicos.

Pudimos notar esto recién ahora, luego de haber desarmado el equipo para su limpieza. La lejanía de absolutamente todo también provoca muchos desafíos. Incluso con buena logística y viajes regulares al continente antártico, recibir los repuestos de las partes dañadas tarda mínimo algunas semanas.

A pesar de todas las dificultades, el primer año de mediciones fue asombrosamente exitoso. Todos los instrumentos fueron encontrados en buenas condiciones y la cobertura de datos de Marambio es mejor que la de la

mayoría de estaciones alrededor del mundo. Esto no es una cuestión de suerte, sino un crédito muy merecido al equipo del SMN que atravesó el invierno en Marambio y también a los trabajadores que brindaron su ayuda desde Buenos Aires.

Ahora podemos ver claramente que los datos revelan muchos fenómenos interesantes, a la vez que proveen única y novedosa información acerca del clima de la Península Antártica, cuyos primeros resultados serán publicados a finales de este año.



Miguel Mei y Kimmo Neifola, de recorrida por los alrededores (foto por Miguel Mei)

Kimmo Neitola es Magíster en Ciencias. Trabajó en el Instituto Finandés de Meteorología durante cuatro años y anteriormente, lo hizo en la Universidad de Helsinki por cinco años. Su formación está especializada en aerosoles atmosféricos y nucleación.

Actualmente se encuentra finalizando su tesis de Doctorado, relacionada a la formación de nuevas partículas atmosféricas y experimentos de laboratorio de la fase de transición de estado gaseoso a líquido.

También trabaja realizando mediciones de campo en ambientes extremos, como la Antártida y la península Arábiga.

Momentos de alegría y tiempo de despedidas

Los días en Marambio pasaron rápidamente. Incluso con tanto trabajo y a veces ambientes un tanto peligrosos, para nosotros es un lugar perfecto para tomar un descanso de la vida agitada, concentrarnos en la rutina diaria y tareas simples. La Antártida es otro mundo, donde rara vez las comunicaciones telefónicas e internet perturban la maravillosa paz.

Todo el tiempo libre fue ocupado con actividades, con “picadas” nocturnas para celebrar cumpleaños, con la fiesta tradicional de los sábados, las tardes de “mates” y las noches de “truco”.

A cambio de estos aprendizajes, les enseñamos a los argentinos a jugar al

“tuppi”, un tradicional juego de cartas del norte de Finlandia.

El último día en Marambio nos permitió vivenciar un poco los alrededores. La mañana que estábamos esperando que el Hércules nos llevara de vuelta al continente, pudimos volar en el nuevo helicóptero Mi-171 desde Marambio a la estación Esperanza, sobrevolando las islas y los pingüinos de Esperanza. ¡Fue una gran aventura! Cuando volvimos, el Hércules ya nos estaba esperando, así que enseguida volamos de vuelta a Río Gallegos. Esa noche tuvimos la cena de despedida antes de continuar nuestro viaje a Buenos Aires a la mañana siguiente.



El avión Hércules esperando en la estación. (por Eija Asmi)
Fotografía tomada desde el helicóptero.

Finalmente, quisiéramos aprovechar esta oportunidad para brindar nuestro más cálido agradecimiento a los argentinos involucrados en este proyecto por hacer de todos nuestros viajes experiencias tan alegres, por cuidar de manera tan excelente de nosotros y de nuestras (muchas) necesidades, por la gran hospitalidad y por la colaboración en el trabajo científico y técnico. ¡Sin ustedes no habríamos podido recolectar ni un solo dato! ¡Esperamos ansiosamente que llegue el año próximo! Será un placer para nosotros volver a Marambio.

Historia del Servicio Meteorológico Uruguayo

Por: Mabel Rodríguez

Jefa del Dpto. de Relaciones Públicas
Instituto Uruguayo de Meteorología



Todo Servicio Meteorológico Nacional tiene su historia, su derrotero, un devenir de hechos que lo gestaron y definieron.

En el caso del *Instituto Uruguayo de Meteorología* (INUMET) ese trayecto histórico es tan amplio como innegablemente rico.

El actual INUMET es la continuación de un sueño que comenzó el 5 de julio de 1895, hace ya casi 119 años. Fue en esa fecha cuando entró en funciones la *Estación Meteorológica del Antepuerto*, sita en la Ciudad Vieja de Montevideo. La Estación, que ostentaba el carácter de oficial, tenía como cometido realizar los estudios climatológicos en la bahía de Montevideo de cara a la reforma portuaria proyectada.

Pero esa Estación del Antepuerto que fuera el puntapié para la cristalización de un Servicio Meteorológico Nacional Uruguayo no surgió espontáneamente. Su aparición se debió a que el interés por la Ciencia Meteorológica se despertó mucho antes no ya en el país, mas en el mundo. Un ejemplo de ello es el Congreso de Geofísica celebrado en la ciudad italiana de Venecia en 1881, en donde se recomendaba a los Estados instaurar Observatorios Meteorológicos para el estudio y registro de los fenómenos atmosféricos.

Tal recomendación rápidamente echó raíces en Uruguay, a punto tal que apenas un año después del mencionado Congreso, Monseñor Luis Lasagna, fundador y director del Colegio Salesiano Pío Nono de Villa Colón en Montevideo, instaló allí un Observatorio Meteorológico y Climatológico. El *Observatorio del Colegio Pío* perdura hasta hoy día como museo y testigo de una época en la que las ansias por el saber meteorológico entraron en efervescencia.

La avidez por el conocimiento de la atmósfera originada en Europa continuó decantándose hasta Uruguay, esta vez en la figura de Luis Morandi, quien se había formado como Profesor en Ciencias Meteorológicas en su Italia natal y que en 1886 fue designado como Director del Observatorio del Colegio Pío. Una vez designado, Morandi se abocó denodadamente tanto a crear y consolidar una Red de Estaciones Meteorológicas en el país como a fundar un organismo técnico a nivel oficial en materia meteorológica.

A partir de allí, ya con la Estación del Antepuerto creada y operativa, los avances se sucedieron uno tras otro cual cascada.

En 1901 se funda el *Observatorio Municipal del Prado*. Entre 1902 y 1910 se realizaron los *primeros sondeos meteorológicos de América del Sur* (primero con cometas y luego con globos de hidrógeno). En 1905 se funda el *Instituto Nacional Físico-Climatológico*, y en ese mismo año se consolida el *Servicio Pluviográfico Diario*,

contando este con numerosas estaciones. Paralelo a todo esto, dentro de la Facultad de Humanidades y Ciencias comienza a funcionar el *Instituto Nacional para la Previsión del Tiempo*, a cargo del Prof. Hamlet Bazzano (quien a la postre se destacó por su interés por la investigación Antártica).



Instituto Uruguayo de Meteorología.

Para 1920 el *Servicio Meteorológico del Uruguay* ya era una realidad, ubicándose en la misma Facultad de Humanidades y Ciencias que otrora le dio cabida al Instituto Nacional para la Previsión del Tiempo. Fueron justamente dos meteorólogos de este Servicio (Prof. Eleazar Giuffra y Prof. Juan María Bergeiro) quienes comenzaron a incursionar en las nuevas técnicas de pronóstico del tiempo basadas en el análisis de mapas sinópticos mediante el método noruego y en las estadísticas climatológicas. Todo esto benefició ampliamente al sector agropecuario y a la navegación marítima y aérea.

El Servicio continuó pugnando por su desarrollo, ejemplo de lo cual son la Conferencia Regional III de Meteorología para Sud América que organizó en el Palacio Legislativo en 1939, y la edición del primer número de la Revista Meteorológica en 1942.

El 13 de octubre de 1944, dentro del Servicio Meteorológico del Uruguay se crea la *Escuela de Meteorología del Uruguay* (EMU). La EMU fue y aún es la encargada de la formación de los recursos humanos nacionales en el área Técnico-Meteorológica.

En 1950 el Servicio Meteorológico del Uruguay se suma como integrante de la recién creada Organización Meteorológica Mundial, al tiempo que comienza a prestar servicios de protección al vuelo en el entonces también recién creado Aeropuerto Internacional de Carrasco.

En 1967 (y con reforma constitucional mediante) el Servicio pasa a denominarse *Dirección General de Meteorología*, mudando su sede en 1970 al lugar que hasta hoy ocupa, en el edificio del ex Sanatorio Uruguay, sito en Javier Barrios Amorín N°1488, Montevideo.

En 1977 el gobierno nacional establece por Decreto que la Dirección General de Meteorología es la "autoridad meteorológica nacional", y en 1979 se le cambia la denominación por la de *Dirección Nacional de Meteorología*.

El más reciente hito de la historia de la meteorología en el país se dio el pasado 15 de noviembre de 2013, cuando el Parlamento Nacional aprobó la Ley N° 19.158, la cual crea el Instituto Uruguayo de Meteorología. Este cambio de institucionalidad propende a fortalecer, desarrollar y proyectar al servicio de cara a los vertiginosos y exigentes tiempos que corren, para así continuar labrando la ya profusa historia de la ciencia meteorológica en el Uruguay.



El comienzo de una nueva era en el estudio de la precipitación por satélite: La misión GPM

Por: Dr. Luciano Vidal

Departamento de Investigación y Desarrollo - GIDyC

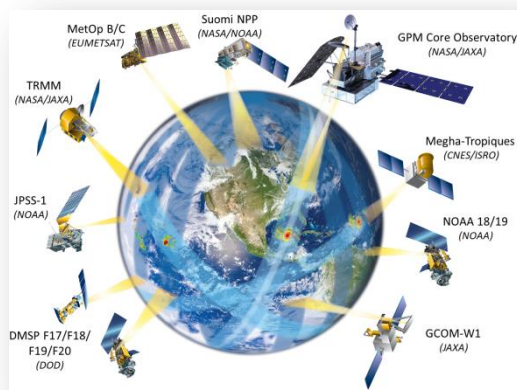
El viernes 28 de febrero pasado un nuevo hito en el estudio de las características de la precipitación a una escala global y regional a partir de sensores remotos sucede:

A las 13:37 EST despegó desde la Estación Espacial Tanegashima en Japón, el cohete H-IIA, llevando a bordo el satélite GPM.



© Britt Griswold

La misión GPM (Global Precipitation Measurement) es una red internacional de satélites que proveerá la próxima generación de observaciones globales de la precipitación, tanto líquida como sólida. Basándose en el éxito del satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission, ver recuadro), el concepto GPM se centra en la puesta en órbita de un satélite



© NASA

referente con modernos sistemas de radar y radiómetros para medir la precipitación desde el espacio y servir como patrón de referencia para unificar las mediciones de la precipitación que llevarán a cabo una constelación de satélites operativos y de investigación. A partir de las mejoras de las mediciones de la precipitación a nivel mundial, la misión GPM ayudará a avanzar en nuestra comprensión del ciclo del agua y de la energía de la Tierra, aportar a mejorar el pronóstico de eventos extremos como tormentas severas o inundaciones a través de un mejor entendimiento de los mismos, y extender las capacidades actuales en el uso de información precisa y oportuna de datos de precipitación tendientes a beneficiar directamente a la sociedad.

La misión GPM, iniciada en conjunto por la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA) y la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA) como sucesor de TRMM, cuenta con un consorcio de agencias espaciales internacionales como el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia, la Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO), la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos, la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT), entre otros. El satélite GPM lleva a bordo el primer sensor radar de doble frecuencia DPR (Dual Precipitation Radar) y un radiómetro de microondas multicanal GMI (GPM Microwave Imager). El instrumento DPR trabaja en las bandas Ku (13,6 GHz) y Ka (35,5 GHz) y proveerá mediciones tridimensionales de la estructura de la precipitación a lo largo de dos pasadas de 125 y 245 kilómetros de ancho, correspondientes a las frecuencias de 35,5 GHz (KaPR) y 13,6 GHz (KuPR) respectivamente. En comparación con el sensor radar a bordo de TRMM, el DPR es más sensible a las tasas más débiles de lluvia y también de nieve. Además, las mediciones simultáneas en la región de superposición de las bandas Ka y Ku del radar DPR ofrecerán nueva información en referencia a las distribuciones de tamaño de gotas dentro de las regiones con precipitación moderada. Por su parte, al aportar nuevas mediciones de la microfísica de las nubes, se espera que GPM pueda proporcionar nuevas perspectivas sobre cómo los procesos físicos que conllevan al desarrollo de la precipitación pueden ser afectados por las actividades humanas.

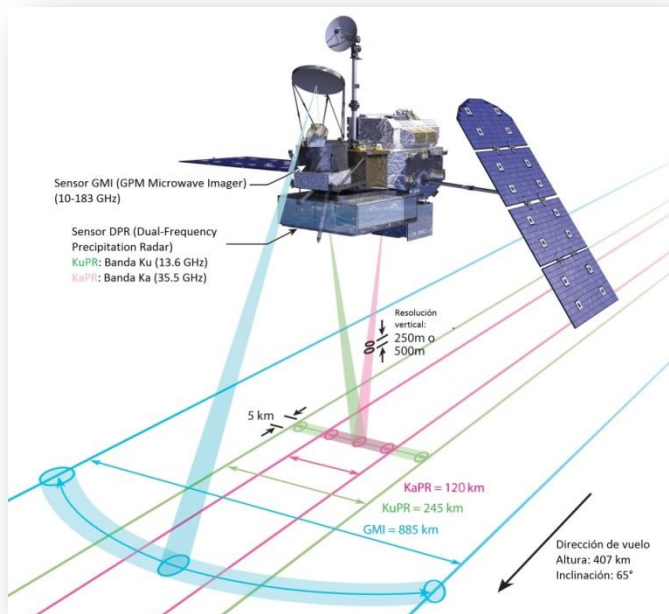
VALIDACIÓN DE DATOS EN TIERRA

Una parte muy importante del proyecto PMM (Precipitation Measuring Mission, <http://pmm.nasa.gov>) de NASA del cual forman parte los satélites TRMM y GPM, es la validación física de los algoritmos utilizados para las estimaciones remotas de la precipitación. Para ello, NASA cuenta con un conjunto de modernos sistemas de observación tales como radares de doble polarización, tanto de mira vertical como para escaneo volumétrico, radiómetros, arreglos de pluviómetros y disdrómetros, y sensores a bordo de aviones. Todo este conjunto de instrumentos se han desplegado en numerosas campañas experimentales de campo a lo largo de diferentes regímenes de precipitación como LPVEx (Light Precipitation Validation Experiment) durante el otoño e invierno de 2010 en Helsinki (Finlandia), MC3E (Mid-latitude Continental Convective Clouds Experiment) entre abril y mayo de 2011 en Ponca City (OK, EEUU), GCPEX (GPM Cold Season Precipitation Experiment) realizado entre enero y febrero de 2012 en Ontario (Canadá), y más cercano a nuestra región, el proyecto CHUVA en Brasil.



Radar SPOL de NASA en Ponca City (OK, USA)

Foto por: Luciano Vidal



El instrumento GMI es un radiómetro multicanal de escaneo cónico que cubre un ancho de pasada de 885 kilómetros con una batería de trece canales que barren un rango de frecuencias que van de 10 a 183 GHz.

El GMI utiliza un conjunto de frecuencias que ha sido optimizado a lo largo de estas últimas dos décadas para la estimación de precipitación débil, moderada y fuerte.

De este modo, en el contexto del Servicio Meteorológico Nacional, esta nueva generación de satélites permitirá avanzar en el

conocimiento actual de las tormentas en nuestro país como así también mejorar el monitoreo de las mismas, en particular aquellas que por su violencia generan grandes pérdidas para la sociedad.

PARA MÁS INFORMACIÓN VISITAR: <http://pmm.nasa.gov/GPM>

EL SATÉLITE TRMM

La plataforma de observación TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) es un proyecto conjunto entre la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA) y la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA). Su puesta en órbita se llevó a cabo el 27 de noviembre de 1997 y fue construido pensando en una expectativa de vida útil de 3 años, aunque continúa de forma exitosa en operaciones hasta el día de hoy. Inicialmente el satélite orbitaba a una altura de 350 km, pero en agosto de 2001 se lo subió a 403 km, de forma tal de reducir el tiempo de traslación alrededor de la Tierra a 91 minutos. Los principales sensores a bordo del satélite orientados al estudio de la convección y la precipitación asociada son el sensor TMI (TRMM Microwave Imager), el sensor PR (Precipitation Radar, primer radar activo para el estudio de la precipitación a bordo de un satélite) y el radiómetro VIRS (Visible and Infrared Radiometer System). Además, cuenta con otros dos sensores más, CERES (Clouds and Earth's Radiant Energy System) y el sensor LIS (Lightning Imaging Sensor) que permite detectar las descargas eléctricas asociadas a las nubes de tormenta.

El 5 de enero de 2010 a las 21:55 UTC el satélite TRMM sobrevoló este imponente sistema de tormentas severas sobre el centro de Córdoba, sur de Santa Fé y norte de Buenos Aires.

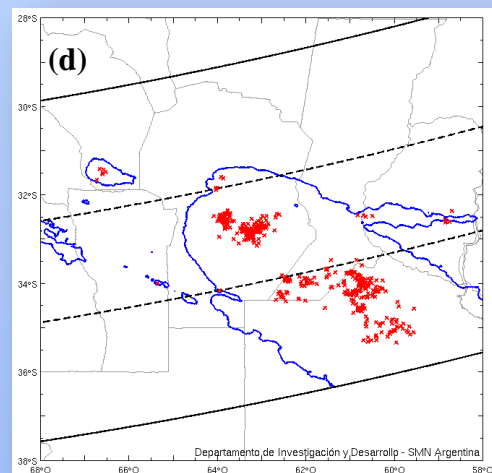
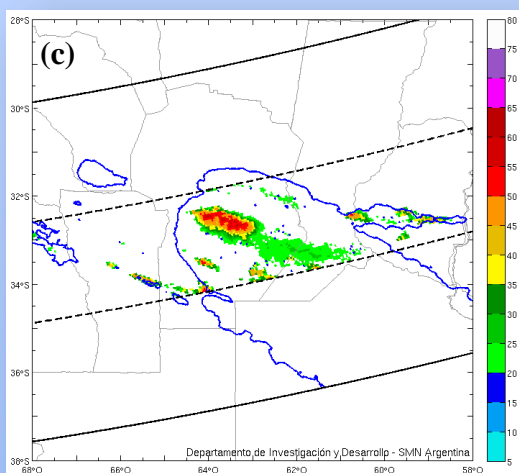
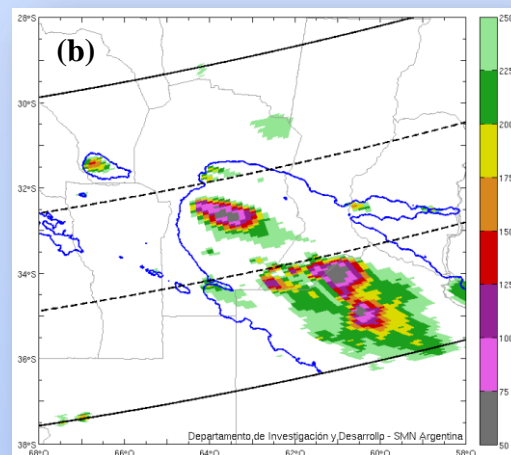
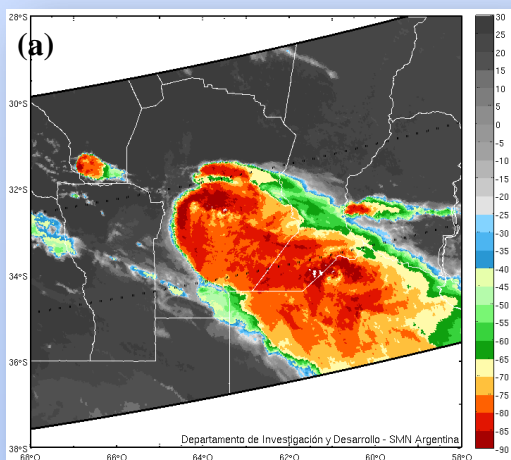
- (a) Imagen de temperatura de topos nubosos (Sensor VIRS),
- (b) Imagen de temperatura de brillo en 85 GHz (sensor TMI),
- (c) Reflectividad máxima de la columna (Sensor PR) y
- (d) Localización de las descargas eléctricas observadas por el sensor LIS.

La imagen (a) muestra un patrón de “herradura” en las temperaturas más frías sobre el extremo noroeste de la tormenta,

rasgo muy característico de las tormentas severas.

Por su parte, en la imagen (b) se observa una región concentrada de valores mínimos de temperatura, que se corresponde con la posición de la corriente ascendente más intensa que transporta hacia alturas considerables partículas grandes de hielo que generan una gran dispersión de las microondas en estas frecuencias.

Este rasgo también se observa en la imagen (c) ya que la reflectividad máxima de la columna muestra una zona con valores concentrados que superan los 50 Dbz; y en la imagen (d) con una importante actividad eléctrica.



Modelos Conceptuales para el Hemisferio Sur

Por Lic. Cynthia Matsudo, Lic. Silvina Righetti y Dr. Luciano Vidal

Departamento de Investigación y Desarrollo - GIDyC

Desde 2006, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) forma parte del Programa “Laboratorio Virtual para la Educación y el Entrenamiento en Meteorología Satelital” (VLab, por sus siglas en inglés) perteneciente al Grupo de Coordinación para Satélites Meteorológicos (CGMS) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El VLab está conformado por Centros de Entrenamiento denominados “Centros de Excelencia en Meteorología Satelital” (CoE) y por Operadores Satelitales, los cuales

trabajan conjuntamente con el fin mejorar la utilización de datos, desarrollo de material y difusión de productos a partir de información satelital.

En la actualidad existen 13 CoEs, ubicados en Argentina, Brasil, Costa Rica, Barbados, Rusia, China, Corea, Kenia, Nigeria, Marruecos, Omán, Sudáfrica y Australia. Los mismos están conectados con distintos operadores satelitales y, en algunos casos, con universidades, cubriendo las 6 regiones de OMM (Figura 1).



Figura 1: Red de VLab. Conexión entre los Centros de Excelencia (representados por sus banderas nacionales) y sus respectivos operadores satelitales de apoyo (amarillo). Status: Noviembre 2012. (Fuente: VLab WMO-CGMS)

El VLab-Argentina sirve primariamente a la Región III de la OMM -América del Sur- y está conformado por tres instituciones: el SMN, el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO) de la Universidad de Buenos Aires y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

El soporte satelital es provisto por dos operadores satelitales: CONAE, a nivel nacional, y la National Environmental Satellite, Data and Information Service (NOAA/NESDIS) de Estados Unidos, en el plano internacional. La función del VLab-Argentina es promover material y difundir capacitación para cubrir las necesidades de los usuarios de información satelital en los países de habla hispana pertenecientes a la Región III de la OMM.

El proyecto CM4SH

Acorde con los objetivos del VLab-Argentina, el mismo fue invitado a participar del proyecto *“Modelos Conceptuales para el Hemisferio Sur”* (CM4SH, por sus siglas en inglés), que se desarrolló entre enero de 2013 y marzo de 2014 y del cual fueron partícipes los CoEs del Hemisferio Sur: Argentina, Australia, Brasil y Sudáfrica. Este proyecto fue organizado y financiado conjuntamente por la OMM y EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites).

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar y generar recursos a través de modelos conceptuales (MCs) de eventos meteorológicos de impacto regional que sean útiles a las áreas de interés de los diversos CoEs y de otras instituciones de capacitación de la región. De este modo, los modelos conceptuales desarrollados sirven para comprender mejor los sistemas de tiempo de la región y forman parte del material de

entrenamiento para pronosticadores y observadores, tanto en inglés como en castellano.

Este tipo de proyectos y desarrollos sigue la línea de trabajo que en 1996 fuera iniciada por el Instituto Meteorológico Austríaco y en la que luego cooperarían los Institutos Meteorológicos de Finlandia y Alemania, y que finalizó con la elaboración del *“Manual de Meteorología Satelital Sinóptica”* (o en su versión corta SatManu, <http://www.zamg.ac.at/docu/Manual/SatManu/main.htm>). El contenido de este manual fue generado inicialmente en forma electrónica (CD-ROM) para luego publicarse en forma online. Este tipo de material de enseñanza es, en la actualidad, ampliamente utilizado como parte de los recursos de capacitación de EUMETSAT en meteorología satelital, además de material de apoyo para la enseñanza y capacitación en numerosos servicios meteorológicos de todo el mundo.

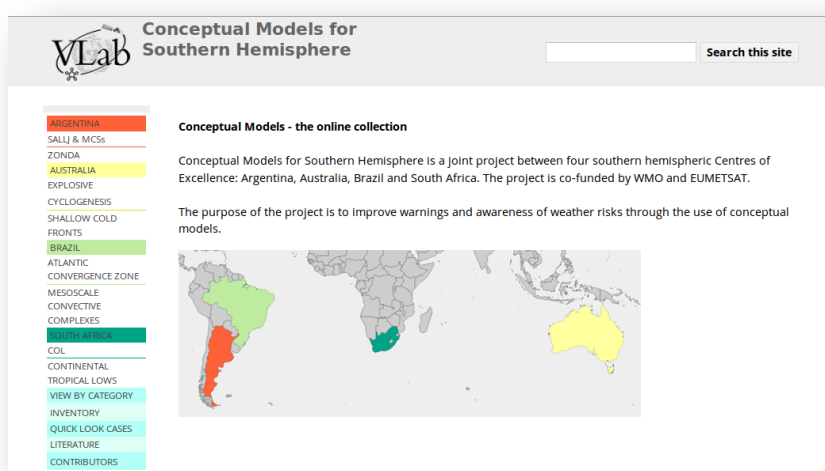


Figura 2: Sitio web “Modelos Conceptuales para el Hemisferio Sur”

Modelos conceptuales desarrollados por el CoE-Argentina

El VLab-Argentina participó en este proyecto desarrollando dos mCs que tienen un gran impacto regional: la corriente en chorro en capas bajas de Sudamérica (SALLJ, por sus siglas en inglés) y el fenómeno de Zonda.

En ambos casos, la elección de estos fenómenos se basó, no sólo en la disponibilidad de información satelital para generar una base de datos, sino también en la existencia de bibliografía que sustenta los conocimientos teóricos relacionados con los procesos atmosféricos involucrados en cada caso.



Figura 3: Participantes del Proyecto CM4SH. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: María Inés Campos, Cynthia Matsudo, Claudia Campetella, Federico Otero, Hernán Bechis, Luciano Vidal y Silvina Righetti.

El SALLJ juega un rol importante en el transporte de humedad desde las regiones tropicales del continente hacia las latitudes medias, donde favorece el desarrollo de convección profunda organizada, como los sistemas convectivos de mesoescala, en la región de salida de la corriente sobre el sudeste de Sudamérica.

Por su parte, el Zonda está asociado a tormentas de viento muy intensas inmediatamente al este de los Andes, las cuales tienen asociados súbitos cambios en la temperatura y la humedad relativa, así como fuertes ráfagas de viento que traen importantes perjuicios a la sociedad, tanto económicos como de salud.

Corriente en chorro en capas bajas de Sudamérica (SALLJ)

SALLJ es una corriente de viento del norte con un máximo localizado inmediatamente al este de los Andes, entre 10°S y 20°S, cerca de Santa Cruz de la Sierra (18°S, Bolivia) y a una altura de 1-2 km por encima de la superficie. Es más frecuente su ocurrencia durante los meses de primavera y verano, presentando una fuerte oscilación diurna.

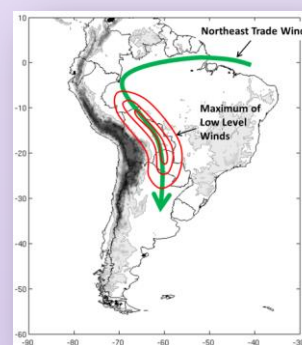


Figura 1.1: Esquema con la ubicación geográfica del SALLJ.

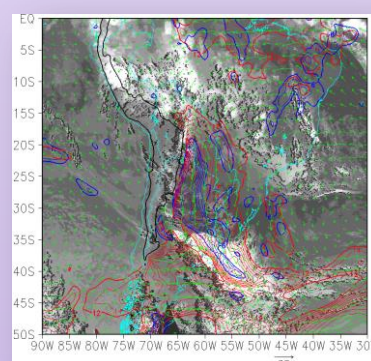


Figura 1.2: Ejemplo de Parámetros Clave: imagen satelital GOES en el canal IR (10,8µm) y superpuesta la circulación de viento en el nivel de presión de 850 hPa.

El desarrollo de ambos modelos conceptuales se dividió en seis secciones:

- **Estructura nubosa a partir de imágenes satelitales:** aquí se presenta una discusión detallada de las principales configuraciones nubosas asociadas con el fenómeno.
- **Base física-teórica:** en esta sección se explican los procesos físicos y la teoría que conllevan a dichas configuraciones nubosas.
- **Parámetros clave a partir de modelos numéricos:** en esta sección se presentan parámetros importantes derivados de modelos numéricos de la atmósfera indicativos del fenómeno presentado.
- **Apariencia típica en cortes verticales:** aquí se introducen los cortes verticales de parámetros derivados de los modelos numéricos.
- **Eventos meteorológicos asociados:** en esta sección se explican y muestran los principales fenómenos de tiempo significativo asociados al fenómeno estudiado.
- **Referencias:** resumen de la literatura general y especializada relacionada con el tema desarrollado con el modelo conceptual.

Para el desarrollo de cada una de las secciones mencionadas se trabajó con una colección de eventos representativos de cada modelo conceptual, de modo de lograr destacar sus principales características.

A lo largo del proyecto se realizaron varios encuentros virtuales entre todos los participantes, CoEs y el personal de EUMETSAT, que actuó como coordinador del proyecto. En ellos se delineaban las distintas etapas de avance y se compartía información sobre distintos fenómenos meteorológicos que ocurrían en cada región, pensando en posibles desarrollos futuros de MCs.

Es importante destacar la fluida comunicación que existió con el grupo de coordinadores de la institución organizadora y su predisposición continua a aclarar

cualquier duda o problema con los que cada grupo se podía encontrar.

Durante la última etapa, contribuyeron a la revisión de los MCs desarrollados revisores locales (investigadores del DCAO) e internacionales (tanto europeos como de Estados Unidos), realizando sus aportes para completar y/o mejorar los esquemas teóricos planteados.

La participación del SMN en este tipo de proyectos de alcance internacional es muy enriquecedora, ya que permite la interacción con organismos que están a la vanguardia en el desarrollo de técnicas y metodologías de capacitación. De este modo, se espera que los resultados de este proyecto pasen a formar parte del material didáctico para la capacitación del personal del SMN en lo que análisis y diagnóstico de fenómenos regionales se refiere.

Zonda

Los eventos de Zonda se producen por las ondas inducidas por los Andes que pueden generar en algunos casos tormentas de viento cerca de superficie y turbulencia en altura sobre la ladera este de la cordillera. Es un fenómeno que se localiza entre 30°S y 35°S pero se puede extender hacia el norte hasta los 23°S y es más frecuente entre los meses de mayo y noviembre.

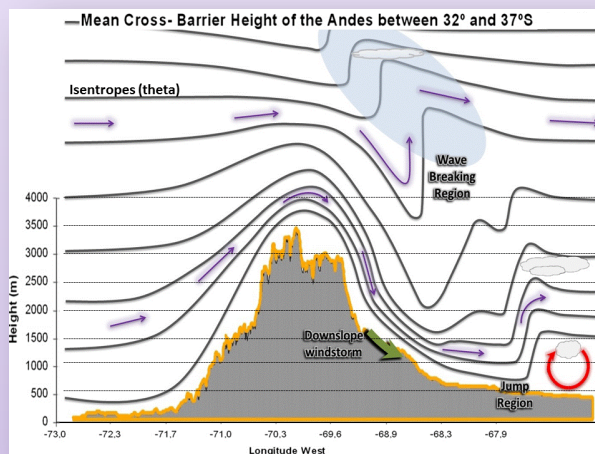
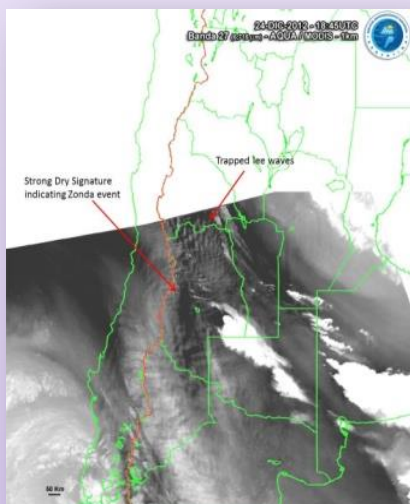


Figura 2.1: Imagen satelital captada por el sensor MODIS a bordo del satélite Aqua, el día 24 de diciembre de 2012 a las 18:45 UTC. La misma corresponde al canal 27 ($6,7\mu\text{m}$ - vapor de agua) y se puede observar la actividad de ondas generadas por la cordillera y el secamiento (tonalidades oscuras) asociado al efecto zonda.

Figura 2.2: Esquema de interacción del flujo atmosférico con la topografía.

A futuro se espera continuar con el desarrollo de nuevos MCs con la idea de generar un manual de fenómenos de impacto regional, de modo tal que constituya un material de referencia para los Servicios Meteorológicos de la RA-III.

Links de interés:

Modelos Conceptuales para el Hemisferio Sur: <https://sites.google.com/site/cmsforsh/>

VLab Argentina: <http://www.smn.gov.ar/?mod=labovirtual&id=1>

VLab OMM: <http://www.wmo-sat.info/vlab/>

Modernización del instrumental en la Red Nacional de Observación Meteorológica

Por: Lic. Juan Manuel Horler

Durante los últimos años se trabajó en la modernización y renovación del Instrumental Meteorológico de las estaciones que conforman la red de observaciones meteorológicas del SMN.

Como primera acción, el Centro Regional de Instrumentos ha logrado la certificación de un Sistema de Gestión de la calidad bajo Normas ISO 9001:2008 en el año 2009 y esa certificación se amplió en 2013 a la inspección de estaciones meteorológicas y oficinas de pronóstico y a la calidad de información meteorológica, observaciones, pronós-

ticos y vigilancia meteorológica en los aeropuertos internacionales de Ezeiza, Córdoba y Aeroparque de la Ciudad de Buenos Aires.

Una vez al año, la Certificadora ISO 9001 realiza auditorias de mantenimiento del sistema implementado y cada tres años se realizan auditorias de Recertificación.

Por otro lado se mejoraron las condiciones de habitabilidad en las estaciones, habiendo logrado mejorar las condiciones en un alto porcentaje de los lugares.

En cuanto al instrumental y en base a los cambios tecnológicos, se emprendieron las siguientes acciones:



- Reemplazo de anemómetros mecánicos por anemómetros ultrasónicos en el 50 % de la red, dotando a los mismos de un sistema de transmisión inalámbrica desde el sensor a la estación meteorológica y torres de control.

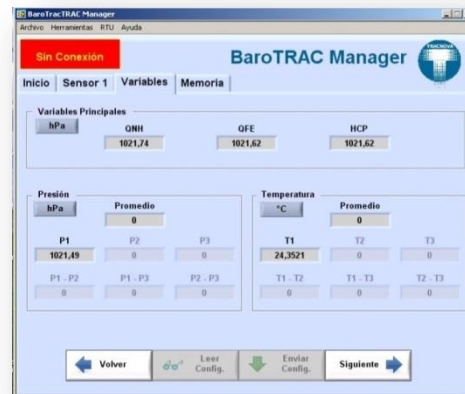
Este sistema de transmisión fue desarrollado y fabricado por el Departamento Instrumental para evitar los daños provocados en la electrónica de los sensores por la caída de rayos induciendo corriente a través de los cables.

El rango de medición es de 0 a 60 m/s y de 0° a 360°. La precisión es de 0.3 m 7s en intensidad y de 3° en dirección.

La transmisión del dato es inalámbrica desde el datalogger a la pantalla de visualización en la estación Meteorológica y en la torre de control si se trata de un aeródromo.

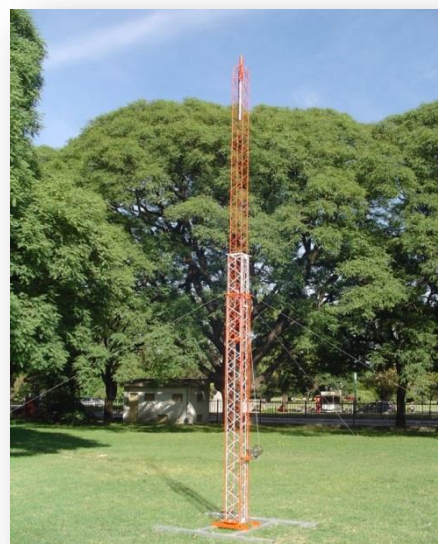


- Reemplazo de los barómetros de mercurio por barómetros y baroaltímetros digitales en el 60% de la red, previéndose completar la renovación total durante el transcurso del corriente año y primer semestre de 2015.



El rango de medición es de 500 a 1100 hPa, la precisión es +/- 0.1 hPa. Presentación en pantalla de presión al nivel del mar, a nivel de la estación, a nivel de pista y tendencia barométrica.

- Adquisición e instalación de torres anemométricas telescópicas frangibles en los aeropuertos donde el anemómetro se encuentra dentro de la franja de seguridad determinada por OACI.





- Adquisición e instalación de módulos de obtención y registro de datos de temperatura, humedad, presión, precipitación y radiación solar total, para reemplazar los registradores mecánicos.

- Adquisición e instalación de pluviómetros digitales.



El rango de medición es 0 a 200 mm/h, la precisión de 0.2 mm.



Transmisión inalámbrica del dato desde el datalogger a la pantalla de visualización en la estación meteorológica y en la torre de Control si se trata de un aeródromo.

- Adquisición y puesta en servicio de una Estación Meteorológica Móvil, equipada con escritorios, una estación meteorológica automática y equipos de recepción de radiosondeo e inflado de globos aerológicos.



- Instalación de nuevos abrigos meteorológicos tipo B en toda la red, previéndose la instalación de abrigos tipo Pagoda en las estaciones antárticas durante la próxima Campaña antártica de verano.



- Instalación de Estaciones Meteorológicas Automáticas en las bases antárticas de Orcadas, Esperanza, Marambio, Carlini y Jubany. También se instalaron Estaciones Meteorológicas Automáticas en zonas de glaciares como Las Cuevas, Glaciar Perito Moreno, Río Turbio, Volcán Peteroa y Uspallata. Se prevé continuar con toda la zona cordillerana en lugares que presenten facilidad de comunicaciones.



- Instalación de Estaciones Meteorológicas Automáticas en Helipuertos Presidenciales de Olivos y Casa de Gobierno, Pontón Prácticos Recalada, Las Lomitas (Formosa), Goya, Mercedes (Corrientes), Sunchales, 9 de Julio, Tres Arroyos, Villa Gessell, La Alumbra, Trenque Lauquen, Viedma, San Antonio Oeste, Coronel Suárez, Gobernador Gregores, Las Cuevas y Uspallata.

Base de datos para la VAAC

VORHISE:

Volcanes de la región y su historia eruptiva

Por: Lic. Camila Farias, Dra. Estela Collini

Colaborador externo: Dr. José Viramonte

Departamento de Investigación y Desarrollo - GIDyC

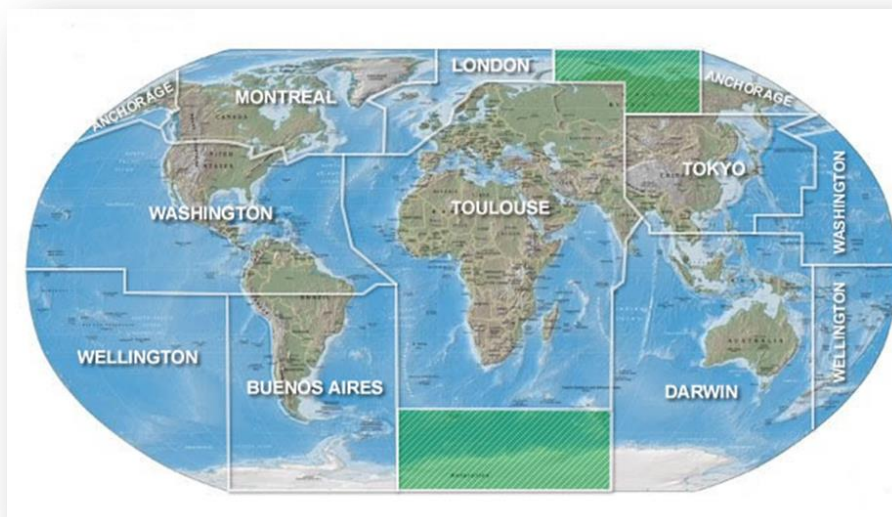
Introducción

Desde el año 1998 la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha reconocido la necesidad de mantener informados a los pilotos de aeronaves de los peligros volcánicos.

Para ello, se han creado a escala global nueve Centros de avisos de ceniza volcánica (VAAC). Cada centro tiene la responsabilidad de supervisar la presencia de cenizas volcánicas en su espacio aéreo asignado y de proporcionar avisos (VAA) ante la ocurrencia de un evento volcánico. (<http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/vaac.html>).

Existen a nivel Mundial 9 (nueve) VAACs designados por la OACI, los cuales son:

1. Anchorage (Estados Unidos)
2. Buenos Aires (Argentina)
3. Darwin (Australia)
4. Londres (Reino Unido)
5. Montreal (Canadá)
6. Tokyo (Japón)
7. Toulouse (Francia)
8. Washington (Estados Unidos)
9. Wellington (Nueva Zelandia)



El Servicio Meteorológico Nacional de la Argentina es responsable de la VAAC Buenos Aires cuya área de cobertura es 90W-10W; 10S-90S e incluye parte del Perú, parte de Bolivia, Chile, parte de Brasil, Argentina, Antártica e Islas del Atlántico Sur.

Una de las necesidades que se plantea para el buen funcionamiento de este centro es la disponibilidad de información volcánica específica de una manera eficiente, confiable y actualizada en forma permanente e inmediata.

Las erupciones del Hudson (1991), Chaitén (2008) y Cordón Caulle (2011) y el impacto producido en la población y las

consecuencias económicas derivadas, puso en evidencia la falta de información histórica centralizada a la cual los investigadores y profesionales de disciplinas afines puedan recurrir. En respuesta a estas exigencias, se ha planteado la creación de una base de datos propia conteniendo las características geológicas y volcanológicas de los volcanes de la región.

Desarrollo de la Base de datos

Actualmente se utiliza un software que permite crear y administrar una base de datos relacional que contenga la información necesaria de cada volcán así como su historia eruptiva, se pensaron en varios nombres y se decidió llamar **VORHISE** (**Volcanes de la Región y su Historia Eruptiva**) por ser un nombre descriptivo del contenido de la misma.

La base engloba todos los volcanes que pertenecen al área de responsabilidad de la VAAC, que se muestran en las Figuras 1 a 4.

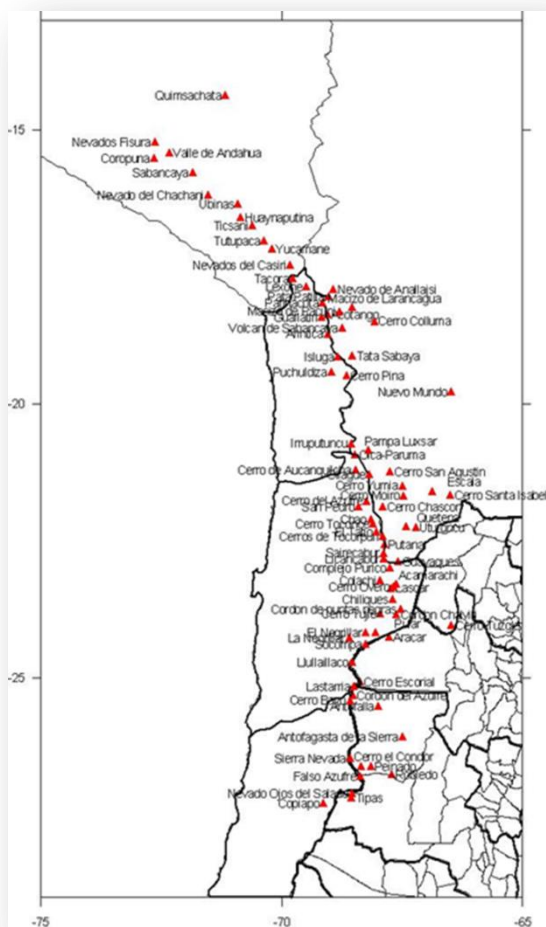


Figura 1. Parte de Perú, Bolivia, Chile y Argentina.

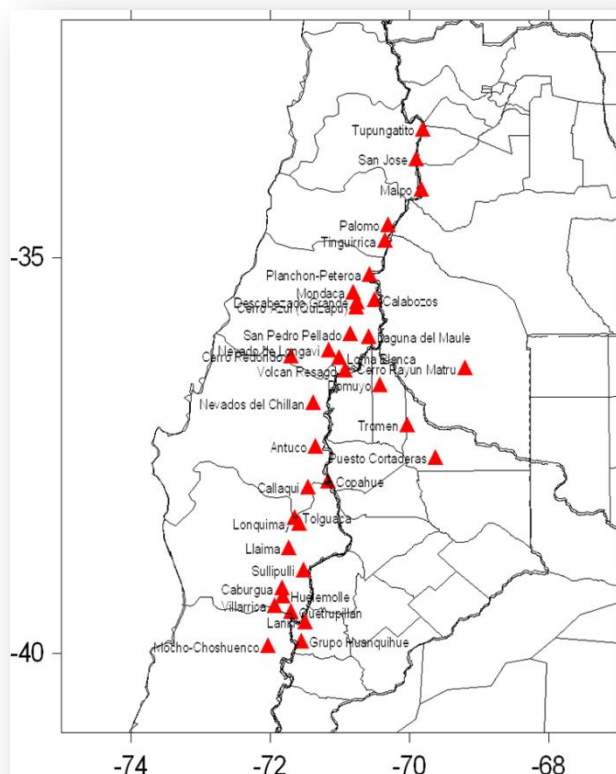


Figura 2. Centro de Argentina y Chile.

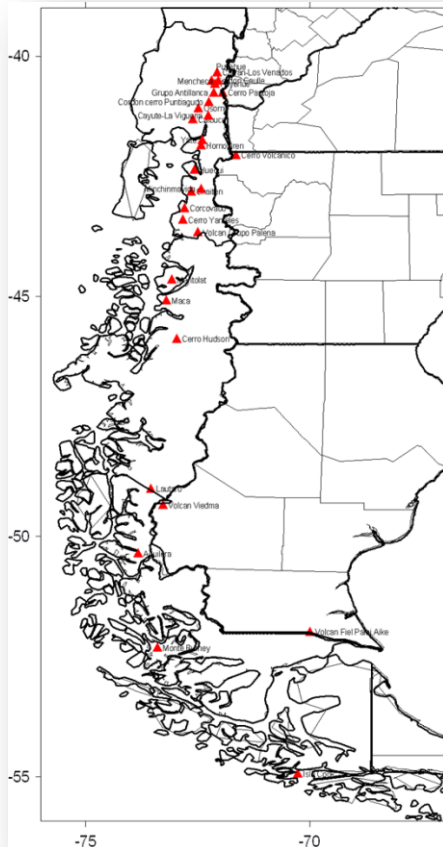


Figura 3. Sur de Argentina y Chile.

El objetivo es disponer de información volcánica específica de una manera eficiente, confiable y actualizada en forma permanente e inmediata, que sea consultada en el centro de operaciones del VAAC así como también por investigadores y profesionales de disciplinas afines.

De esta manera, consultando a VORHISE, inmediatamente detectada la erupción de un determinado volcán por los observadores del VAAC, se puede contar con datos de erupciones pasadas del propio volcán para inicializar los pronósticos de dispersión de ceniza en tiempo *cuasi real*.

Se han evaluado las principales bases de datos globales existentes tales como la del Smithsonian Institution's Global Volcanism Program (<http://www.volcano.si.edu/>) y LaMEVE (Large Magnitude Explosive

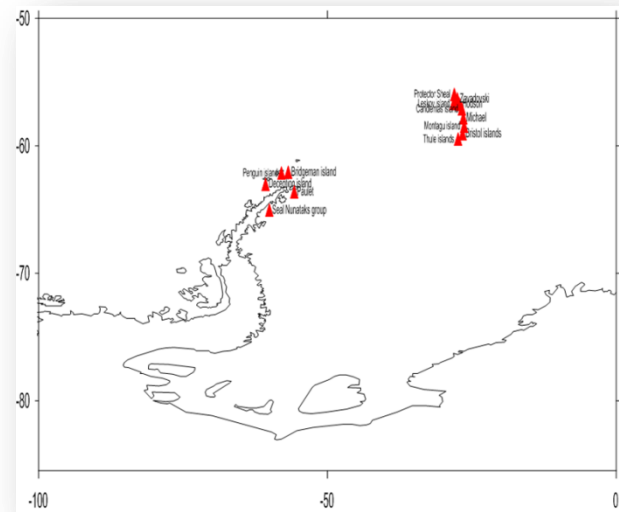


Figura 4. Antártida.

Volcanic Eruptions) (Croweller et al., 2012); esta última es una base de datos mundial que contiene los volcanes cuyas erupciones explosivas tienen una magnitud igual o superior a 4. Asimismo se contó con el aporte de Natalie Ortiz Guerrero (2008), quien estuvo vinculada con la generación de LaMEVE y se mantiene el contacto con los principales referentes de las Bases de Datos antes mencionadas.

En el caso particular del Smithsonian y como resultado de las comparaciones con los datos propios de cada volcán se encontraron diferencias en las coordenadas geográficas, la altura, el tipo de accidente geográfico entre otras características.

Para resolverlas, se coordinó el intercambio de información entre el Smithsonian y el Instituto Geográfico Nacional (IGN), organismo rector en materia cartográfica en la República Argentina.

Actualmente la base está en desarrollo y su diagrama conceptual se muestra en la Figura 5.

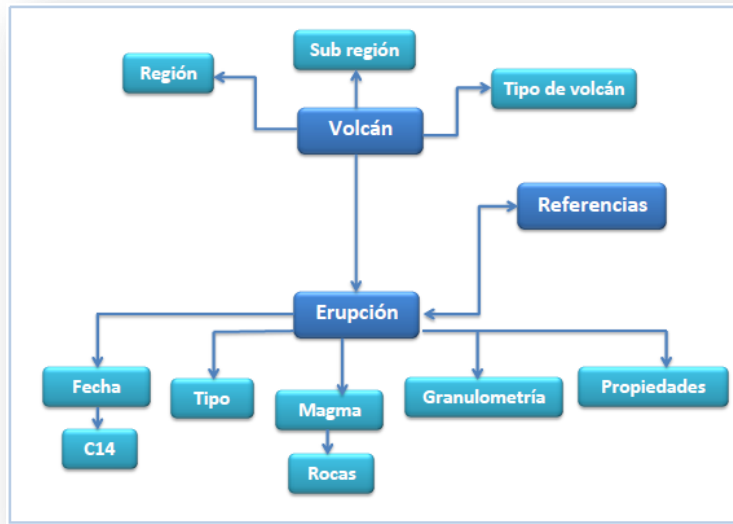


Figura 5. Diagrama de la base.

Se cuenta con la localización, el tipo, altura y número propio de identificación de casi 200 volcanes que se ingresarán a la base (Fig. 6 y Fig. 7).

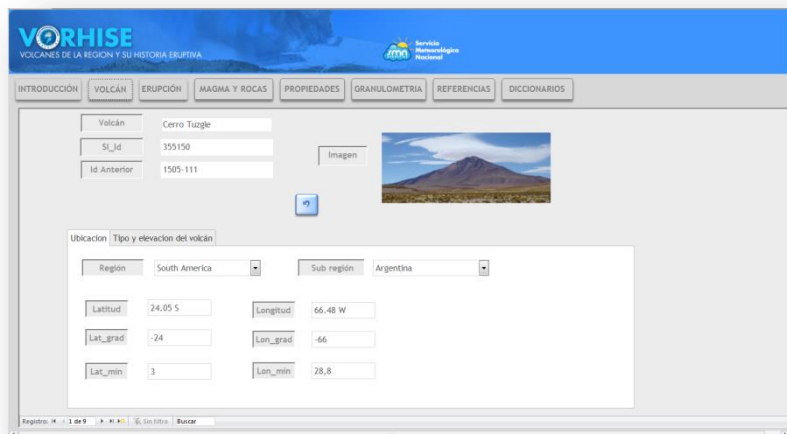


Figura 6. Pantalla con datos del volcán.

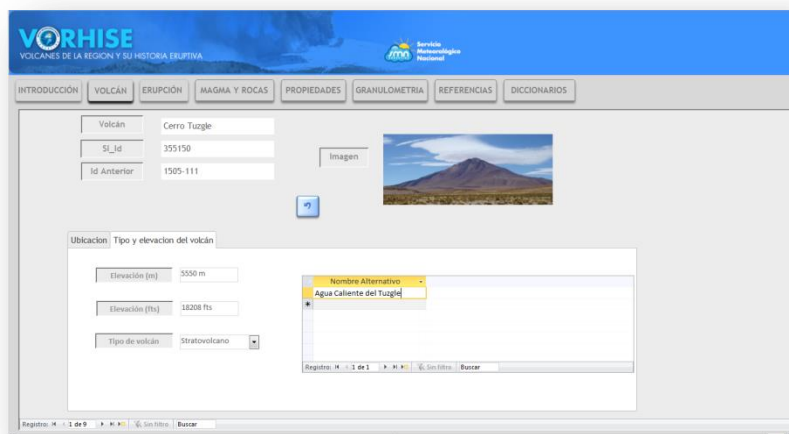


Figura 7. Pantalla con datos del volcán.

La recopilación de información de las distintas erupciones de un determinado volcán tiene principalmente en cuenta características fundamentales como: Localización en tiempo del evento, duración del mismo (Fig. 8), características del magma, rocas y una cierta cantidad de propiedades de la erupción como: volumen del depósito, caída de tefra, magnitud, intensidad, altura de la columna eruptiva, VEI (Volcanic Explosivity Index) (Fig. 9) entre otros.

Hace referencia al nombre de la erupción asignado en la base

Figura 8. Localización en tiempo del evento.

Desplegable para seleccionar la propiedad a la que se desea ingresar datos

Figura 9. Propiedades de la erupción.

La pantalla inicial de la base cuenta con una serie de botones que al hacer *click* despliega la indicada a cargar (Fig. 10)

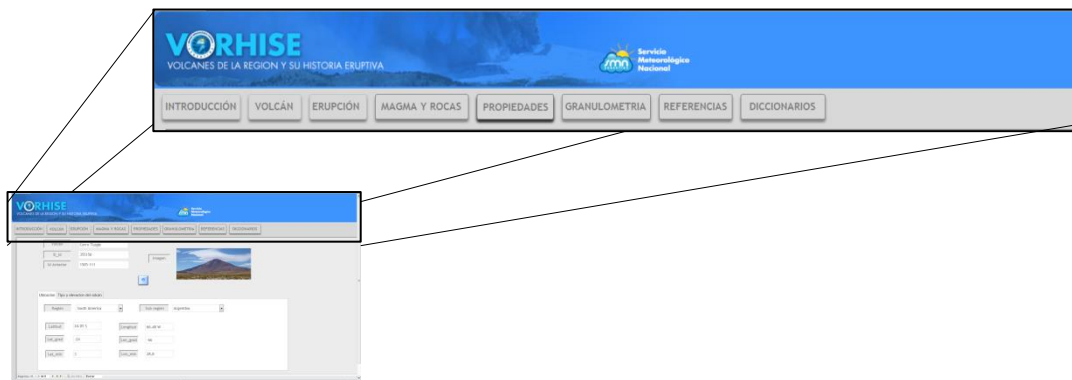


Figura 10. Detalle de cada uno de los botones que corresponden a cada una de las pantallas de carga.

Como se observa en la Fig.6, existe en la base de datos un módulo de información denominado GRANULOMETRIA que contiene características granulométricas y parámetros de forma de las cenizas emitidas por los volcanes, determinadas a partir de trabajos de campo y/o referencias bibliográficas. De esta manera se ésta en condiciones de hacer uso de una granulometría preliminar para el procesamiento del modelo de dispersión ante una eventual erupción.

Por último, existe un gran módulo que es REFERENCIAS, el cual contiene la fuente de todos los datos de esta base y todos los demás módulos de información están vinculados a él. Así el usuario podrá rastrear el origen del dato en el que está interesado.

Esta base de datos será un recurso fundamental tanto para el uso operacional como para las áreas de investigación y desarrollo. Se coordinará con los organismos institucionales y académicos de la región para recopilar y garantizar la calidad de la información.

Referencias

- Helen Sian Croweller, Baneet Arora, Sarah Krystyna Brown, Elizabeth Cottrell, Natalia Irma Deligne, Natalie Ortiz Guerrero, Laura Hobbs, Koji Kiyosugi, Susan Clare Loughlin, Jonathan Lowndes, Martin Nayembil, Lee Siebert, Robert Stephen John Sparks, Shinji Takarada & Edward Venzke. 2012. Global database on large magnitude explosive volcanic eruptions (LaMEVE). Journal of Applied Volcanology, 1:4. <http://www.appliedvolc.com/content/1/1/4>. doi:10.1186/2191-5040-1-4
- Ortiz Guerrero, N. 2008. Development and Analysis of a Global Database on Explosive Volcanism. Unpubl. Dissertation of Master of Science. University of Bristol U.K
- NOAA Satellite and Information Service. < <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/vaac.html>> [Consulta: Setiembre 2013]
- Smithsonian Institution. National Museum of Natural History. Global Volcanism Program. <http://www.volcano.si.edu/> [Consulta: Setiembre 2013]

Evolución del Instrumental Geomagnético Utilizado en el Observatorio Geofísico y Meteorológico de Pilar

Por: Fernando Nollas - María Inés Gil - Julio Cesar Gianibelli - Roberto Guzmán
Departamento de Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica

En el presente trabajo se muestra el avance que representa para el Observatorio Magnético Permanente (OMP) de Pilar el pasar de instrumentos analógicos, cuyos magnetogramas se realizaban en papel fotográfico, a contar con instrumental que registre de forma

continua y en formato digital las componentes del Campo Magnético Terrestre (CMT).

Se comentan también las instituciones intervinientes y el desarrollo que simboliza la nueva era instrumental para la industria y la investigación.

1. INTRODUCCIÓN

El campo magnético terrestre, como todo campo vectorial, está caracterizado por distintas componentes que componen el vector principal. En la figura 1 puede verse la descomposición de un vector de CMT para una ubicación cualquiera y las principales componentes.

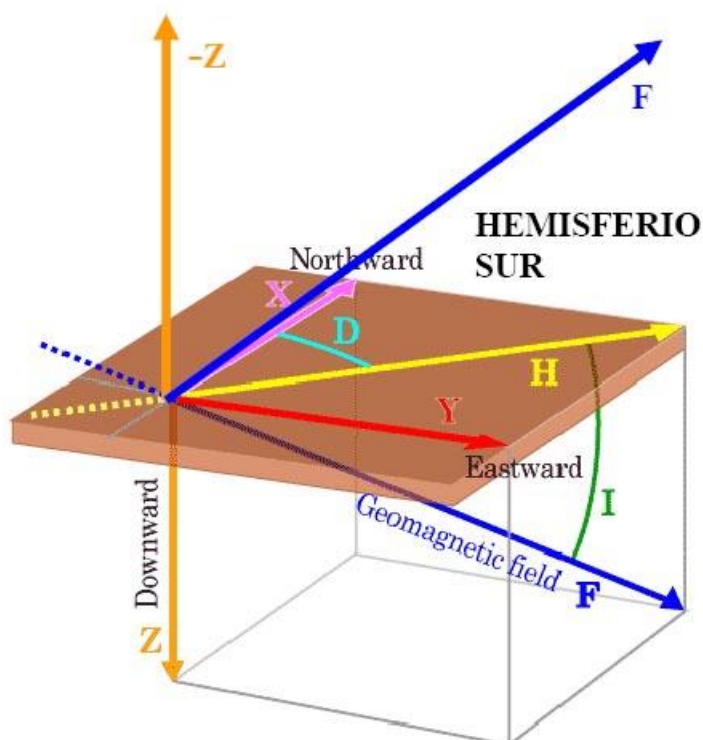


Fig 1. Descomposición del vector de campo magnético en sus componentes horizontal, vertical y sus ángulos correspondientes.

En los comienzos del año 1904 la Oficina Meteorológica Argentina realizó el estudio para establecer un Observatorio Magnético perfectamente equipado en Pilar, provincia de Córdoba, con el objeto de contar con una estación que sirviera como base para un levantamiento magnético de toda la República, contando con la parte central de la provincia de Córdoba como región apropiada para instalar el observatorio.

Es entonces que se instala el Observatorio Geomagnético Permanente en Pilar para desarrollar las actividades de determinación de los elementos del campo magnético terrestre en 1904, teniendo los primeros registros en julio de ese año.

Los registros en soporte analógico, consistente en papel fotográfico llamados magnetogramas, cubren el intervalo 1904 hasta el mes de noviembre de 2010 para luego contar con instrumental digital para la obtención de datos.

Este OMP es el centro de todas las actividades geomagnéticas, tales como comparaciones de instrumentos, formación de recurso humano en cuanto a la utilización del instrumental y es fundamental para la confección de las Cartas Magnéticas de la República Argentina, las cuales fueron elaboradas por el SMN desde 1914 hasta 1965; continuando luego como OMP y generando bases de datos de los elementos magnéticos de Declinación y Componentes Horizontal y Vertical.

Todo OMP está compuesto por dos casillas construidas con materiales no magnéticos. En cada una de estas se realizan distintas medidas de las componentes magnéticas del CMT. En una de las casillas se encuentra el instrumental dedicado a medir las variaciones de ciertas componentes respecto a una línea de base y en la otra se realizan las medidas absolutas que determinan el valor diario de otras componentes del CMT.

2. INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN

El instrumental utilizado desde 1904 hasta el mes de Noviembre de 2010 consistió en variómetros de suspensión unifilar del tipo Eschenagen entre 1956 y 1959, reemplazados por los variómetros Askania desde 1960 en adelante, con su correspondiente gabinete fotográfico. No existen registros de los instrumentos utilizados antes de 1951 (momento en que un tornado destruyó las instalaciones y el instrumental), aunque por medio del personal que trabajo en esa época se sabe que eran de origen alemán, tipo Ledermann y Eschenagen. Los variógrafos eran acompañados por un teodolito magnético Schmidt para medir la declinación (D), el cual se muestra en la figura 2, un magnetómetro de

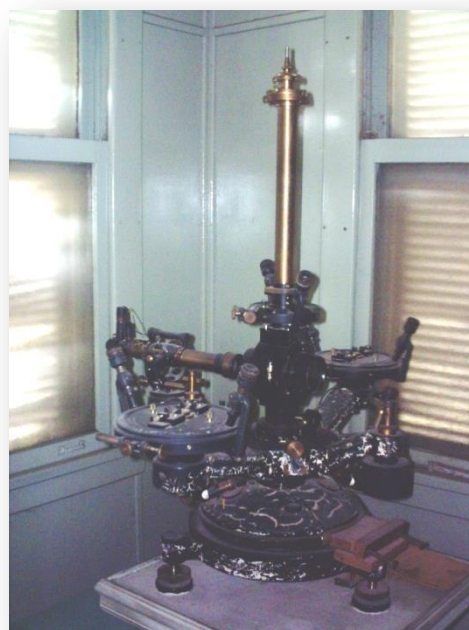
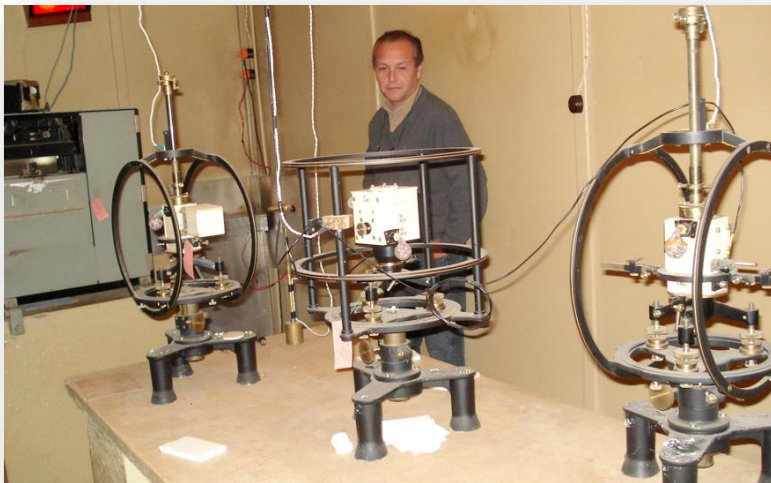


Fig 2. Teodolito magnético Schmidt con el cual se medía la declinación magnética. Pilar, Córdoba.

fibra de cuarzo de medición de la componente horizontal (H) llamado QHM, y la Balanza Magnética para determinar la componente vertical (Z) llamada BMZ para las determinaciones absolutas que conducían a la determinación de la línea de base del magnetograma para obtener las variaciones absolutas de D, H y Z del CMT.

Los registros contaban además con sistemas de tiempo conformados en sus inicios por relojes mecánicos y luego por relojes de control electrónico además de estar en casillas totalmente fabricadas sin ningún elemento magnético y con diversos tipos de aislamiento térmico que mantenían la temperatura del interior de la casilla a una temperatura cercana a 25°C. Los variómetros se disponen en mesas de mármol, apoyadas en pilares enterrados a una



profundidad suficiente para que los mantenga estables y así evitar cambios en la inclinación de los mismos. En la figura 3 se observa al personal del SMN utilizando los variómetros que registraban D, H y Z, mientras que, en la figura 4, pueden verse los primeros magnetogramas obtenidos el 2 de julio de 1904.

Figura 3. Variómetro utilizado para obtener las variaciones diurnas de la declinación, componente horizontal y componente vertical. Pilar, Córdoba.

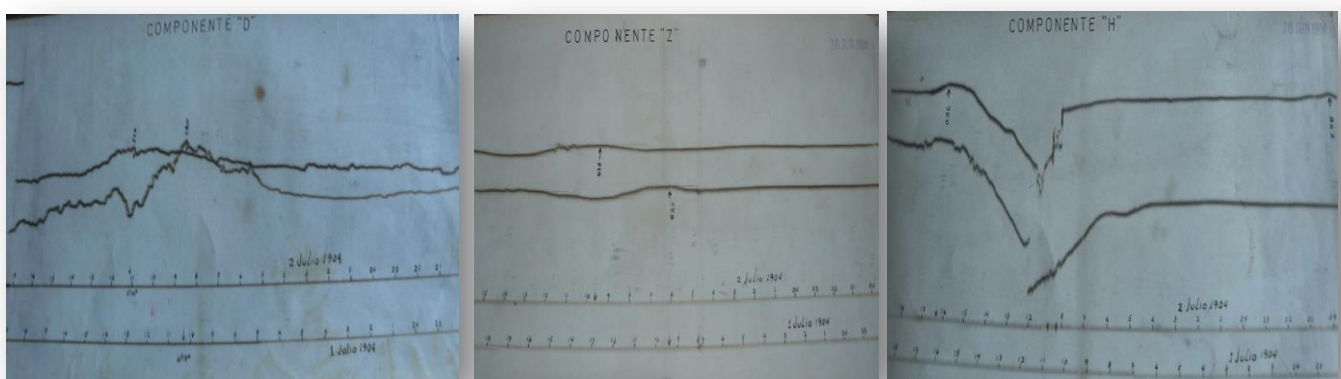


Fig 4. Magnetogramas correspondientes a la declinación, componente vertical y componente horizontal del CMT obtenidos el 2 de Julio de 1904 en el Observatorio de Pilar.

3. NUEVO INSTRUMENTAL



Fig 5. Teodolito D/I Fluxgate instalado en su correspondiente base y pilar. Se encuentra dentro de la casilla “de absolutas”.

Luego de firmar un acuerdo de mutua cooperación con instituciones internacionales como la British Geological Survey y el Real Instituto Meteorológico de Bélgica, fueron donados al SMN equipos de registro digital para ser instalados en el Observatorio de Pilar, permitiendo a este observatorio pertenecer a la red INTERMAGNET.

La misma es una red internacional de observatorios magnéticos que monitorean el comportamiento del CMT en distintos lugares del planeta. El sistema instalado en este observatorio es el sistema INDIGO (Intermagnet Digital Geomagnetic Observatory), el cual está compuesto por un magnetómetro GEM GSM90 Overhauser de precesión protónica con una resolución de 0,1 nT para medir la intensidad total del campo, un variómetro fluxgate de tres componentes EDAFM105 para medir la variación diurna de H, D y Z y un teodolito DIM EDA D/I fluxgate que mide de forma absoluta la declinación y la inclinación magnética. En las figuras 5 y 6 puede verse el instrumental nuevo instalado en el Observatorio de Pilar, así como la electrónica correspondiente.



Fig 6. A la izq. se muestra el variómetro triaxial y el magnetómetro de precesión protónica en sus correspondientes ubicaciones. A la der. se observa la electrónica de estos equipos. Este instrumental se encuentra en la casilla “de variómetros”.

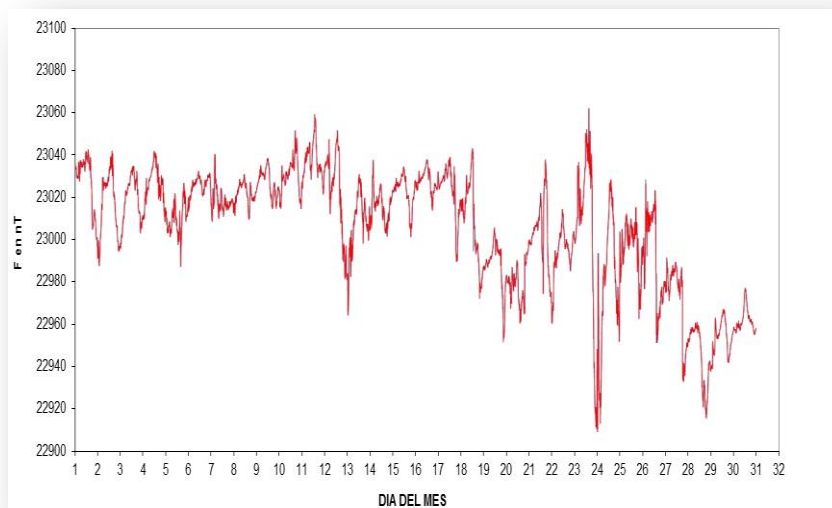


Fig 7. Magnetograma de la intensidad total del CMT en Pilar correspondiente al mes de abril de 2012. Puede observarse que el día 23 comenzó una tormenta magnética con sus 4 fases bien marcadas.

Los OMP no solo son utilizados por los científicos para estudiar el comportamiento del campo geomagnético y sus variaciones, sino también para poder desarrollar modelos matemáticos que simulen los comportamientos observados con la finalidad de poder predecir la evolución del CMT en el futuro y también para realizar estudios que permitan entender el mismo hacia el pasado. Uno de los principales modelos utilizados por los científicos es el IGRF, el cual utiliza un desarrollo en armónicos esféricos del potencial escalar magnético y cuyos coeficientes se actualizan cada 5 años, utilizando las observaciones de los OMP. Basándose en esta premisa, la utilización

de instrumental digital en estos observatorios permite una transferencia mucho más fácil y ágil entre los generadores de datos (OMP) y los usuarios, entendiéndose a estos como centros mundiales de datos, científicos, empresas privadas, etc.

A su vez, permite estudiar la irregularidad en el campo observado dentro de una extensa región de América del Sur, el Océano Atlántico y el sur del continente africano. Esta singularidad en el campo, denominada Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS) y cuyo centro se encuentra desplazándose hacia el norte argentino, corresponde a una disminución considerable de la intensidad del campo.

4. CONCLUSIONES

La digitalización de los instrumentos utilizados en los OMP permite una mayor precisión en los datos y mayor frecuencia en la toma de los mismos, lo que proporciona un mejor conocimiento del comportamiento del CMT. A su vez, es posible obtener mayor estabilidad y facilidad en el manejo y obtención de los datos para fines de investigación. Principalmente está relacionado con una mejora en los resultados obtenidos por los modelos numéricos, lo que hace posible conocer las componentes del CMT en cualquier punto del planeta.

Cambio de generadores de hidrógeno en la red de radiosondeos del SMN

Por: Lic. Juan Manuel Horler

En una política de mejoras de la red de observación del Servicio Meteorológico Nacional se adquirieron diez (10) nuevos generadores de hidrógeno de última tecnología, de los cuales ya se instalaron

siete (7), reemplazando los existentes que tenían una antigüedad de 25 años, la mayoría fuera de servicio y sin posibilidad de reparación por el estado de deterioro y la falta de repuestos.



Galpón de inflado de Comodoro Rivadavia remodelado.

En las estaciones de Observación en altitud del SMN, se realizó con personal propio del Departamento Servicios la remodelación de los locales de generación de hidrogeno e inflado de globos meteorológicos y se reemplazó la instalación eléctrica por una nueva del tipo antiexplosiva con alimentación de 380 V, colocando piso antiestático y mejorando la ventilación del lugar de acuerdo a las normas de seguridad.

Se mejoraron los accesos, las caídas de agua y se instaló un nuevo tablero eléctrico.

Se instalaron protectores de fases para proteger al nuevo Generador ante eventuales cambios de fases en la alimentación eléctrica.

Se construyó un nuevo gabinete para el tanque de almacenamiento de Hidrogeno y mesas de inflado con sus respectivas puestas a tierra.

Los generadores de hidrógeno marca SAGIM, instalados por personal técnico del Departamento Instrumental, poseen la capacidad de generar hidrógeno, en forma automática, para la realización de dos sondeos diarios, manteniendo suficiente presión de gas en el tanque de almacenamiento para el inflado de al menos tres globos más.



El equipo consta de dos celdas electrolíticas que tienen un Ánodo que emite el oxígeno separado y un cátodo que emite el hidrógeno. Los dos gases están separados por un diafragma. Los electrodos están conectados a un rectificador de corriente de barras de cobre de 60 cm x5 cm. El hidrógeno producido pasa, a través de un colector, a una campana que es llenada por el hidrógeno producido.

Cuando la campana colectora se llena, el compresor transfiere automáticamente al hidrógeno a un tanque de almacenamiento.

Luego, al vaciarse la campana, el

compresor se detiene automáticamente y comienza a funcionar nuevamente cuando la campana se vuelve a llenar. El ciclo se repite automáticamente hasta que el tanque de almacenamiento alcanza los 7 bar. En este momento se detiene la producción en forma automática.

Hay una válvula de seguridad que opera en caso de sobre presión.

La tubería de oxígeno descarga directamente a la atmósfera exterior del galpón a través de una tubería plástica reforzada.



Un tanque de agua desmineralizada y dos válvulas instaladas en el marco permiten establecer el nivel electrolítico en las celdas.

Al disminuir la presión en el tanque (por el inflado del globo para efectuar el radiosondeo) el equipo automáticamente recupera la presión.

Los equipos generan Hidrógeno a razón de 500 mb/h y al llegar a una carga de 7 bares cortan la generación en forma automática, volviendo a generar al producirse un descenso de dicha presión.

El mantenimiento de los generadores

instalados se realiza con personal técnico del SMN en forma preventiva cada seis meses y en forma correctiva ante eventuales fallas.

Se completaron las remodelaciones de los locales y se instalaron nuevos Generadores de H₂ en Resistencia, Córdoba, Mendoza, Ezeiza, Santa Rosa, Neuquén y Comodoro Rivadavia.

Durante el transcurso del 2° semestre del corriente año, se prevé la remodelación de locales e instalación del nuevo Generador de H₂ en Salta.



Técnicas experimentales para la detección de cenizas volcánicas en la atmósfera

Por: Lic. Leonardo A. Mingari
Becario Proyecto PIDDEF 41/10

I. Introducción

La erupción del Complejo Volcánico Cordón-Caulle (CVCC) en junio de 2011, que desprendió millones de toneladas de material volcánico a la atmósfera, dio lugar a un notable deterioro en la calidad del aire. Debido al transporte de las nubes de cenizas volcánicas, algunas de las zonas afectadas se encontraron a cientos de kilómetros del CVCC. Adicionalmente, debido a los persistentes eventos de resuspensión de los depósitos de cenizas volcánicas por acción el viento, los críticos niveles de contaminación, especialmente en la Patagonia argentina, perduraron durante varios meses tras la erupción.



Sin embargo, fueron muy pocos los estudios de medición que se realizaron a fin de evaluar y ponderar los niveles de contaminación, aun cuando los valores de concentración de cenizas volcánicas en suspensión superaron ampliamente los estándares nacionales de calidad de ambiental.

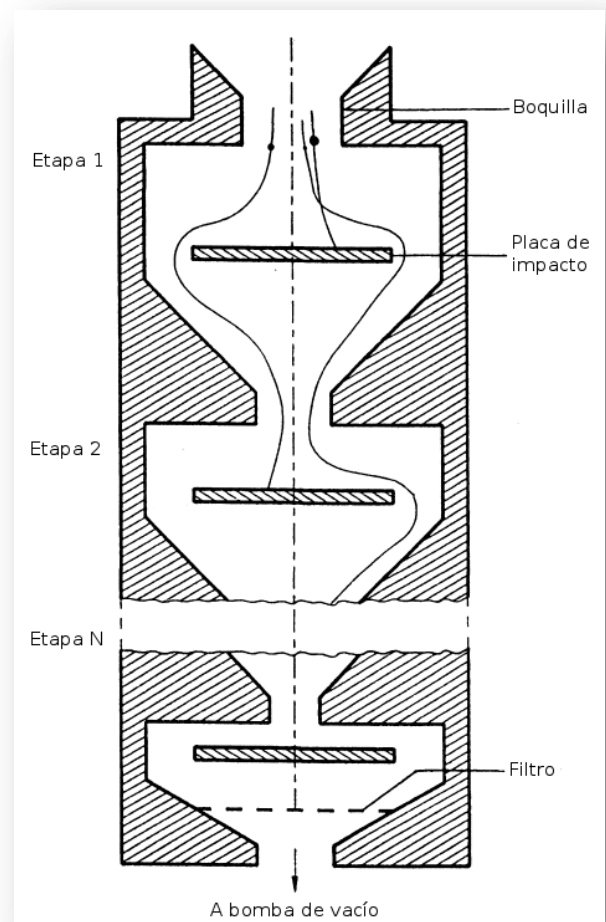
Hay diversos motivos que hacen indispensable contar con instrumental para detección de cenizas volcánica: a) Este tipo de mediciones es imprescindible a fin de evaluar las consecuencias que puede tener sobre la salud humana la cantidad de material particulado en el aire inhalado. b) Para determinar el cumplimiento de las normas de calidad de aire. c) Por otra parte, mediciones precisas de partículas en suspensión son necesarias a fin de evaluar posibles daños tecnológicos. Específicamente, los altos niveles de contaminación por cenizas volcánicas suelen ocasionar grandes problemas en el transporte aéreo, provocando en ciertas

situaciones la cancelación de vuelos si los niveles de concentración superan valores críticos. Esto se debe a que la ceniza en la atmósfera puede causar graves daños en los motores de las aeronaves con las consecuentes pérdidas económicas. d) Para realizar estudios científicos. e) Los modelos de dispersión y transporte de cenizas volcánicas necesitan ser alimentados con datos experimentales (altura de la columna eruptiva, concentración de partículas en suspensión, distribución de tamaños de partículas, etc.) a fin de dar lugar a un pronóstico de calidad y validar estos modelos.

En este trabajo se describen algunas de las técnicas experimentales que son más utilizadas en el monitoreo de la contaminación atmosférica y en estudios de calidad de aire. En particular, se exponen algunos equipos de detección de material particulado que han sido utilizados específicamente para la medición de cenizas volcánicas. Este trabajo se centra en instrumentos destinados a la medición de distribución de tamaños de partículas y de concentración de masa. Técnicas experimentales para la caracterización química, propiedades ópticas o mineralogía no son tratadas aquí.

II. Medición de la distribución de tamaños de partículas

En todos los equipos que se describirán, el aire ambiente con la muestra en suspensión se introduce al sistema mediante una bomba de succión. El aire es inyectado a una tasa controlada y el volumen introducido debe ser medido a fin de reportar las cantidades de interés por unidad de volumen. Posteriormente, la muestra es analizada utilizando diversos principios físicos.



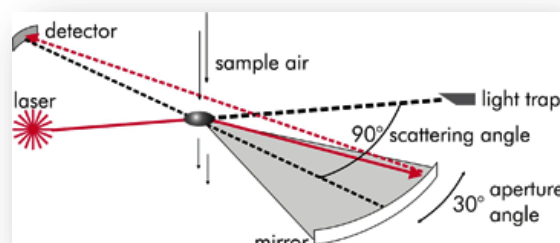
Los *impactores de cascada* operan según el principio del "impacto inercial" y separan las partículas según su diámetro aerodinámico. Esto significa que la separación entre los diferentes tipos de partículas se produce según las diferencias de inercia. El aire aspirado atraviesa secuencialmente una serie de etapas compuestas por una placa de impacto y una superficie colectora debajo de una boquilla. El diámetro de los orificios disminuye a medida que se atraviesan las

distintas etapas del impactor. Cuando las partículas atraviesan la boquilla, sólo las que poseen mayor inercia impactan sobre la superficie colectora mientras que el resto permanece en el flujo de aire y pasan a la siguiente etapa. A medida que el tamaño de la boquilla es menor, la velocidad del flujo aumenta, permitiendo la colección de partículas más pequeñas. La velocidad del flujo de aire con partículas es incrementada en las sucesivas etapas, resultando en la colección de partículas cada vez más pequeñas. Finalmente, las partículas depositadas en las placas de impacto pueden ser analizadas a fin de determinar la distribución de tamaños. Estos dispositivos tienen la ventaja de que permiten hacer un análisis detallado (ej. químico) de la muestra colectada en los filtros, aunque requieren un alto mantenimiento y no proveen datos en tiempo real. En la figura se observa el modelo 20-800 de Tisch Environmental Inc., el cual posee 8 etapas de impacto.

Diámetro aerodinámico

Para partículas de forma esférica, su tamaño viene caracterizado exclusivamente por su diámetro. Para partículas de forma y densidad arbitrarias, se suele utilizar un diámetro equivalente. El **diámetro aerodinámico** es definido como el diámetro de una partícula esférica de densidad 1 g/cm^3 con la misma velocidad terminal que la partícula de forma irregular. El diámetro aerodinámico es una magnitud importante, ya que describe el comportamiento de partículas en suspensión.

El OPC (Optical Particle Counter) o *contador de partícula óptico* mide la intensidad de la radiación dispersada por las partículas en suspensión. El sistema puede detectar a cada partícula individualmente gracias a un detector de estado sólido que convierte la radiación dispersada en un pulso eléctrico. Cada pulso está asociado a una categoría de tamaño que depende de la altura y el ancho del pulso, ya que la cantidad de radiación dispersada depende del tamaño de la partícula. Esta clase de instrumento tiene la ventaja de que es capaz de proveer información en tiempo real, tiene una alta autonomía y puede medir varias fracciones de tamaños simultáneamente. Una desventaja que

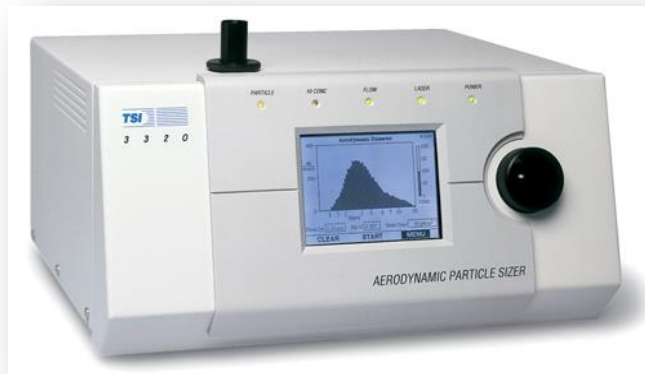
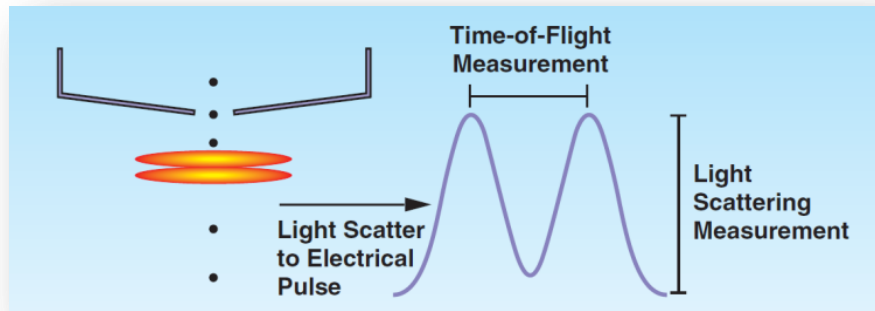


tienen estos dispositivos es que deben asumir una densidad a fin de calcular los valores de concentración de masa, además, existen errores involucrados con la diferencia entre las propiedades ópticas de las partículas de la muestra y las utilizadas para calibrar el instrumento. En la figura se observa el modelo EDM107 GRIMM que mide tamaños en 31 canales en un rango de 0.25 a $32 \mu\text{m}$. Este instrumento se ha utilizado en mediciones de cenizas del volcán Eyjafjallajökull [1].



EL *ATOMFS* (Aerosol Time Of Flight Mass Spectrometer) es un tipo de instrumento que clasifica a las partículas según sus diámetros aerodinámicos utilizando la técnica de "time-of-flight". En esta técnica se utilizan dos haces de

láser para detectar las partículas contenidas en el aire inyectado. Cuando una partícula pasa a través de un haz, un breve pulso de luz dispersada es detectado por un tubo fotomultiplicador. El intervalo temporal entre los dos pulsos es utilizado para determinar el tiempo de vuelo, a partir del cual puede calcularse el tamaño.



Este instrumento tiene la ventaja con respecto a los OPC's de que, debido a que el tiempo de vuelo sólo depende de la forma de las partículas, no es necesario poseer un conocimiento del índice de refracción ni del patrón de dispersión de Mie para clasificar a las partículas.

En la figura se observa el modelo APS 3320 TSI Inc., el cual ha sido utilizado para mediciones de material particulado en tiempo (casi) real.

III. Concentración de masa

En los estudios de calidad de aire, la técnica de medición basada en el *método gravimétrico* es tomada como referencia. La gravimetría se refiere a la medición de peso. Las partículas son recogidas en filtros que son pesadas con balanzas de precisión bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. En el método gravimétrico, se inyecta un volumen conocido de aire (V_s) mediante una bomba, lo que permite que la muestra quede retenida en un filtro. La concentración puede ser obtenida acorde a la siguiente ecuación:

$$C = \frac{M_2 - M_1}{V_s}$$

Donde, M_1 y M_2 son las masas del filtro antes y después del muestreo, respectivamente. Esta técnica implica el montaje del filtro, su colección (tras un muestreo, típicamente, de 24 horas) y un análisis posterior de laboratorio, lo que significa un trabajo intensivo, baja resolución temporal y altos costos operativos.

En la figura se muestra el equipamiento instalados por el SEGEMAR con el objeto de evaluar el impacto de las cenizas volcánicas en la atmósfera tras la erupción del CVCC. A la izquierda, se observa el muestreador de partículas Airmetrics MiniVol utilizado para determinar gravimétricamente la concentración de cenizas volcánicas en suspensión. A la derecha, se observa una de las estaciones meteorológicas Pegasus instaladas.

Los *monitores de atenuación beta* o BAM (beta attenuation monitor) constan de una fuente radiactiva y de un detector, ej, un contador Geiger. La técnica empleada se basa en la medición de la atenuación gradual que sufre la intensidad de la radiación beta al pasar a través de un filtro en el cual se depositan las partículas muestreadas. Esta reducción se debe a la absorción de partículas beta por la muestra colectada y el material del filtro. La relación entre la intensidad transmitida y la masa de las partículas depositadas en el filtro sigue una ley aproximadamente exponencial. Las lecturas de la atenuación de intensidad se convierten a concentraciones de masa en tiempos inferiores a 1 hora.



El Thermo Model FH62 C14, observado en la figura, utiliza como fuente radiactiva el carbono 14 y se usa actualmente en la Red de estaciones EPA de monitoreo atmosférico del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Los datos de este dispositivo se han utilizado para detectar cenizas volcánicas resuspendidas en la ciudad de Buenos Aires [2].

El TEOM (Tapered-Element Oscillating Microbalance) utiliza el método de *Microbalanza de Elemento cónico oscilante* para medir concentraciones de masa en tiempo casi real. La unidad sensora de estos instrumentos consta de una microbalanza basada en un tubo de cristal conforme hueco que vibra a su frecuencia natural, tal como un diapasón. Las partículas se recolectan en un filtro colocado en el extremo del tubo, que tiene su otro extremo fijo. De esta forma, la frecuencia de vibración



disminuye conforme la masa depositada en el filtro aumenta. El circuito electrónico detecta el cambio en la frecuencia y la diferencia de masa (dm) es calculada a partir de la expresión:

$$dm = K_0 \left(\frac{1}{f^2} - \frac{1}{f_0^2} \right)$$

siendo K_0 la constante elástica, f_0 la frecuencia inicial y f la frecuencia final.

La tecnología TEOM es usada para medir partículas en muchas de las redes oficiales de calidad de aire del mundo, ya que mide directamente la masa del material particulado ambiental muestreado. Además, posee una mejor precisión en comparación con el método de referencia.

En la figura se observa el modelo 1400a, Rupprecht and Patashnick, utilizado para medir cenizas del volcán Eyjafjallajökull [3].

Finalmente, mencionemos también el *Topas* (Turnkey Optical Particle Analysis System), una estación de monitoreo diseñada para medir de forma continua concentración de aerosoles

ambientales. Este instrumento ha sido instalado en diversas estaciones meteorológicas del país y fue intensivamente utilizado para reportar niveles de concentración de cenizas volcánicas en Bariloche, especialmente desde la erupción del CVCC en 2011. Este instrumento incorpora un *nefelómetro* propio patentado que usa una técnica de detección similar a la del OPC. El nefelómetro mide en continuo y en tiempo real la dispersión que se produce en un haz de láser debido a la presencia de partículas. El coeficiente de dispersión puede entonces ser utilizado para medir la concentración.



IV. Conclusiones

Se han descrito algunas de las técnicas experimentales más importantes utilizadas para el monitoreo de material particulado en suspensión.

El objeto principal de este trabajo fue resaltar la necesidad de aplicar dichas técnicas en el contexto de riesgos volcánicos.

Los monitores de partículas que reportan resultados en tiempo real son los más convenientes dada su alta autonomía, sin embargo, no llevan a cabo un análisis de la muestra, únicamente determinan la



concentración de partículas aprovechando las propiedades físicas de las mismas.

En cambio, con las técnicas no automáticas es posible realizar un análisis detallado de laboratorio, aunque esto las hace poco prácticas debido al elevado costo operacional y de mantenimiento implicados.

La carencia de mediciones precisas y confiables en la detección de cenizas volcánicas en el país durante las últimas catástrofes, ha sido notoria y alarmante.

Existen muy pocas estaciones de monitoreo continuo en el país. Los instrumentos utilizados son generalmente de bajo costo y

con grandes incertidumbres en sus mediciones.

Es importante remarcar que la mayoría de los instrumentos de monitoreo utilizados son ópticos, los cuales no pueden dar una medida directa de la concentración de masa.

Se debe poner énfasis en utilizar técnicas experimentales más acordes a los métodos de referencias y capaces de medir de forma directa la masa del material muestreado.

Tal como se indicó en este trabajo, un ejemplo de esta clase de instrumento es el TEOM, el cual es utilizado en muchas estaciones de monitoreo de calidad ambiental del mundo.

V. Agradecimientos

Este estudio se realizó en el marco del Proyecto PIDDEF 41/10 del MinDEF dirigido por la Dra. Estela A. Collini.

VI. Referencias

- [1] Weber, Klaus, J. Eliasson, A. Vogel, C. Fischer, T. Pohl, G. van Haren, M. Meier, B. Grobéty, and D. Dahmann. "Airborne in-situ investigations of the Eyjafjallajökull volcanic ash plume on Iceland and over north-western Germany with light aircrafts and optical particle counters." *Atmospheric Environment* 48 (2012): 9-21.
- [2] Folch, A., L. Mingari, M. S. Osores, and E. Collini. "Modeling volcanic ash resuspension-application to the 14-18 October 2011 outbreak episode in central Patagonia, Argentina." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 14 (2014): 119-133.
- [3] Flentje, H., H. Claude, T. Elste, S. Gilge, U. Köhler, C. Plass-Dülmer, W. Steinbrecht, W. Thomas, A. Werner, and W. Fricke. "The Eyjafjallajökull eruption in April 2010—detection of volcanic plume using in-situ measurements, ozone sondes and lidar-ceilometer profiles." *Atmospheric Chemistry and Physics* 10, no. 20 (2010): 10085-10092.
- [4] También han sido consultados los manuales de los dispositivos mencionados, de los cuales se han extraído las imágenes utilizadas. Para más información, véase: www.grimm-aerosol.com; tisch-env.com; www.tsi.com; www.airmetrics.com; www.thermo.com; www.techstuff.com/rpco.htm; www.turnkey-instruments.com
- [5] Kulkarni, Pramod, Paul A. Baron, and Klaus Willeke, eds. *Aerosol measurement: principles, techniques, and applications*. John Wiley & Sons, 2011.

Pacha Matricidio

Prosa poética por: Priscila Sosa

Asistencia ejecutiva

Gerencia de Servicios a la Comunidad

Resuenan los tambores, es el eco del espíritu de La Madre Tierra que se escucha a lo largo de los cuatro puntos cardinales.

Su sonido recorre el paisaje, llevado por el viento, oído por todos los demás espíritus de los seres de la naturaleza.

En un conjuro, en una noche mágica, se unen los cuatro puntos cardinales con los cuatro elementos, gestando un nuevo lamento.

Es un llamado que no tiene voz, un llamado para el mundo entero.

Gimen los océanos, crujen los árboles, se avecinan las tormentas y los animales de todas las especies acuden con la ayuda del olfato y la intuición, al sitio indicado.

Las hadas y los duendes son los convocantes de tambores, golpean con toda su fuerza para ser escuchados hasta en la nieve y el desierto.

No hay más tiempo.

La Madre Tierra ha convocado en su lecho de muerte a los innumerables hijos que ha estado pariendo durante siglos, los viejos y los nuevos, los adaptados y los desadaptados, los débiles y los fuertes, los primeros y los últimos.

El humo de la fogata, llama con mandalas en el aire denso, a los más lejanos.

Nadie puede asumirlo con razonamiento propio que la situación que acontece, merita.

Los fantasmas de los viejos sabios, los caciques y los brujos están allí, de impecable presencia, imperturbables, pues ellos han visto el futuro de hoy, incontables amaneceres atrás.

Los hombres que quedan, se arrodillan y entierran sus manos en el barro, como queriendo hacer el momento perdurable, como pidiendo clemencia, como pidiendo piedad.

El lenguaje se convierte en universal, por acto de La Pachamama, que necesita decir sus últimas palabras en el dialecto de los antiguos.

Ante el gran silencio imperial, todos los entes contienen el aliento para escuchar el silbido del viento, el sonido inconfundible de los hermanos ríos y mares, los instrumentos de los nativos originarios, las quenas que acompañan el duelo venidero, el rugir del león más antiguo y el grito profundo del águila.

Ha sobrevivido demasiado tiempo en agonía y ya no puede continuar en la lucha del ciclo inexorable de la vida.

Ha hecho, como toda sacrificada madre, todo lo posible y lo imposible por sus hijos, les ha brindado siempre oportunidades en cada caída, y les ha prometido a los seres mortales e inmortales también, que siempre estaría allí. Pero la promesa ha de romperse, cuando el último aliento de volcán se oiga a través del crudo silencio.

Los árboles despegan sus raíces para abrazarla en el último suspiro.

Una lágrima cae, y sobreviene luego un llanto sin fin, sin consuelo.

La Madre Tierra no puede prometer más, quizás en otra vida su destino sea de flores y primaveras, pero ésta ya no puede reparar la herida infectada de egoísmo. Ni los antiguos dueños de las flechas y de la magia, podrán sanar esa herida que sangra hace tantas generaciones.

El Cielo se alivia en secreto, ha visto demasiadas veces llorar a su amada en desconsuelo desesperante y la impotencia no ha hecho más que volverlo incrédulo.

Allí... un día nuevo de la semana, muere lentamente La Madre, después de años de agonía infinita e incesante, ella descansa con la paz que se merece después de tantas batallas perdidas contra la rebeldía de sus hijos más jóvenes.

Los tambores dan el aviso, y La Muerte se apodera de la Pachamama, cubriéndole todo su inmenso cuerpo que antes fuera generosidad incondicional, hoy es sólo un cuerpo inerte que ya no tiene alma.

La oscuridad invade las ruinas del paraíso, y los Tornados, Huracanes y Terremotos son los encargados de despejar a los sufrientes del improvisado velorio.

Los relojes no dan tregua, se conservan soberbios ante su postura, no quieren detenerse ni regresar.



Collage digital por Lucas Valasek - Área Contaduría SMN

ni regresar.

La última ave fénix de fuego, sobrevuela en la altura, emitiendo su canto de despedida.

Ahora los inocentes son los culpables y el Universo no quiere dar amnistía a un crimen que no tiene nombre: el Asesinato de una Madre.

“Tierra, mi cuerpo. Agua, mi sangre. Aire, mi aliento y Fuego, mi espíritu”.

2 de Diciembre de 2012.

Haikus

Por: Silvia Bordón

Jefa de la Biblioteca Nacional de Meteorología

Un haiku o jaiku es una estrofa poética originaria de la literatura japonesa clásica que pretende expresar en sólo tres versos, un sentimiento breve y sincero, surgido normalmente ante la contemplación de la naturaleza o también ante sentimientos sobre el amor, la muerte, la enfermedad, el dolor o ante cualquier momento vivido.

Los haikus describen generalmente los fenómenos naturales, el cambio de las estaciones y la vida cotidiana de la gente. Su estilo se caracteriza por la naturalidad, la sencillez (no el simplismo), la sutileza, la austeridad, la aparente asimetría que sugiere la libertad y con ésta, la eternidad.

La piedra angular del haiku es el *aware*, una emoción profunda provocada por la

percepción de la naturaleza. A menudo se trata de una emoción melancólica (el poeta, contagiado por el sufrimiento de los seres, siente su tristeza y de ahí nace su poesía), pero también la alegría exultante puede ser *aware*. Se trata de una conmoción espiritual, que es a la vez estética y sentimental.



Para que el *aware* sobreviva a través de las palabras, es preciso que el *haijin* (el poeta que escribe haiku) se elimine del proceso. En el haiku genuino se

produce una comunicación análoga a la no verbal (el *haragei*, arte de comunicarse sin palabras), sin confusión ni ruido.

El haiku tal como se consolidó en el siglo XVII, se concibe como un instrumento para el desarrollo espiritual.



ANTOLOGÍA DEL HAIKU

PRIMAVERA

*¡Ha llegado la primavera!
Monte anónimo
entre fina hierba.*

Autor: Matsuo Bashoo

*¡Lluvia de primavera!
Se lame un ratón.
Río sumida.*

Autor: Kobayashi Issa

*¡Flor de colza!
Luna en naciente
y sol en poniente.*

Autor: Yosa Buson

VERANO

*Lluvia de mayo.
Corre velozmente
el río Mogami.*

Autor: Matsuo Bashoo

*Viento del atardecer.
Se ondula el agua
alrededor de la garza.*

Autor: Yosa Buson

*Canto de cigarra.
Aunque no lo parece,
pronto morirá.*

Autor: Matsuo Bashoo

OTOÑO

*El viento de otoño
mueve la persiana de bambú
y mi corazón.*

Autor: Hattori Ransetsu

*Una palabra salida de la boca
enfría los labios
como el viento de otoño.*

Autor: Matsuo Bashoo

*Camina la luciérnaga
evitando
el viento de otoño.*

Autor: Kobayashi Issa

INVIERNO

*Silva el viento
en el cielo
ante la peonía de invierno.*

Autor: Uejima Onitsura

*Sin alojamiento.
La hilera de casas
brilla en la nieve.*

Autor: Yosa Buson

*Incluso en mi corazón
nieva
la nieve de Shinano.*

Autor: Kobayashi Issa

En el año 2013 se realizó en la Biblioteca del SMN Central un encuentro de redacción de haikus, ya que puede realizarse también como una creación colectiva. Como resultado, se crearon los siguientes haikus:

*Niebla taponosa
por la mañana
No deja ver limonero.*

Autor: Departamento Teledetección y Aplicaciones Ambientales "TAA" - GIDyC

*Con cariño
pá todos los amigos
menducos versitos.*

*LLuvia veraniega
peronóspora pega
poca uva, vino caro.*

*Anticiclón encima
helada probable
humo por todas partes.*

*En Mendoza
después de la calor
viene la fresca.*

*Frente cerca
Zonda baja
te llenás de tierra.*

*Helada fuerte
frío que congela
sabañón en la oreja.*

**Autor: Sociedad de los poetas científico-técnicos
Oficina Meteorológica Aeronáutica del Aeropuerto de Mendoza**

*Hocico frío
y cola y cuatro patas
fidelidad.*

*Neblina:
el futuro incierto,
fugaz.*

*Cartas del tiempo,
histórico
refejo de emociones.*

*Semi sumergido
en la tempestad,
gigante helado.*

*Llovizna
Pequeñas lágrimas
de mis ojos.*

*Viento.
Aliento del sol.
Vida.*

*Lluvia:
Anochece
en mi corazón.*

*Trueno:
estallido de furia
de tu enojo.*

*Me despierto:
neblina.
Almuerzo al sol.*

*Niebla.
Nube deprimida
que llora.*

*Las ondas
Cortas y bipolares
simplemente pasan....*

*Un volcán
se despierta:
fuego líquido.*

*Rocío
Del cielo despejado
es regalo.*

*Relámpago:
flash de ideas
luego desaparecen.*

*El volcán
fuma.
Cenizas al viento*

Autores: Departamento de Investigación - GIDyC y BNM.

Decires

Por: Luis Comis

Jefe de estación Aeropuerto Ushuaia

Después de una lluvia cálida de verano, y después de maravillarnos con el arco iris de siempre, nos viene un olor a tierra mojada, y uno se pone nostálgico y viaja a cualquier rincón del recuerdo, y como dijo Rainer Maria Rilke: "*La única patria que tiene el hombre es la infancia*", es ahí donde inexorablemente viajamos, a esa primera patria que nos

puebla y nos funda. Entonces la lluvia también es memoria.

Hay en la poesía tantos recursos literarios como fenómenos climato-lógicos.

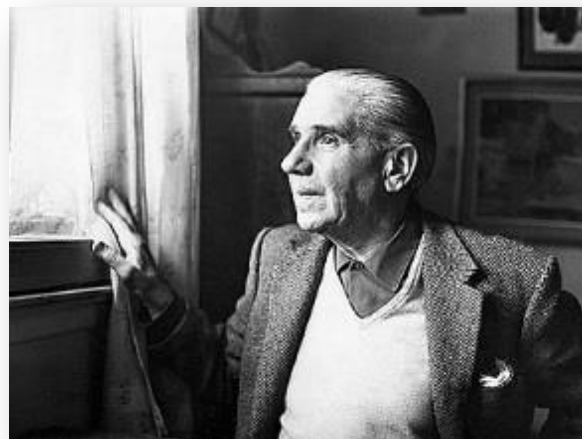
En esta primera aproximación hablamos de tres poetas en los que hayamos lloviznas, lluvias, vientos y tempestades en sus vastas obras poéticas.

Raúl Gonzáles Tuñón (1905-1974) en su poema *lluvia* nos entrega la posibilidad de caminar junto a los protagonistas del poema, y sentir con ellos las distintas intensidades. Primero ligero, intermitente, el poema se hace intimista; después la historia plantea un alejamiento del par amatorio y la lluvia se vuelve modera y continua, para luego retomar la pasión y entrar en una lluvia fuerte, de verano, casi tibia, y uno entonces comprende *que la lluvia también era hermosa*.

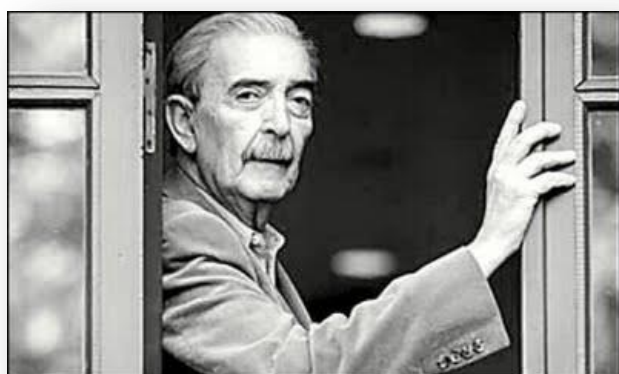
Te quiero con toda la ternura de la lluvia.

Te quiero con toda la furia de la lluvia.

Te quiero con todos los violines de la lluvia.



Juan Gelman (1930-2014) con su ternura desgarradora nos regala también su poema *lluvia*, y al igual que Tuñón, nos permite vivenciar una historia de amor; en este caso seremos observadores desde la otra vereda, esta lluvia es casi piadosa, como leve, intermitente y primaveral:



***Mi vecino de al lado mira la lluvia
y piensa escribir una carta de amor/***

nos cuenta Juan y esa será la voz que matice a esta lluvia-poema, aunque en ocasiones nos lloverá a cantaros, como una loca lluvia de verano.

***Hoy llueve mucho, mucho,
y pareciera que están lavando el mundo.***

Jorge L. Borges (1899-1986) en su poema *la lluvia* nos plantea dilemas, entramados como a través de un vidrio mojado, y nos habla de una lluvia continua, porque viene del pasado:

***La lluvia es una cosa
Que sin duda sucede en el pasado.***

Entonces también se vuelve memoriosa, y evoca a su padre, se vuelve nostalgia llovida:

***Patío que ya no existe. La mojada
Tarde me trae la voz, la voz deseada,
De mi padre que vuelve y que no ha muerto.***



En nuestros poetas encontramos la necesidad de poblar un decir con los sonidos, aromas, sentires y maneras en que la lluvia nos cobija, o nos moja, o nos funda. Es ella la necesaria manera de decir vida, de decir surco, de decir siembra, porque la lluvia es siempre vida, si hasta la muerte se moja los pies.

Ésta publicación fué impresa en la imprenta
del Servicio Meteorológico Nacional



**Servicio
Meteorológico
Nacional**

**Servicio Meteorológico Nacional
25 de Mayo 658
Buenos Aires - Argentina
Tel: +54 011 5167-6767
E-mail: smn@smn.gov.ar
Website: www.smn.gov.ar**