



Javier del Valle ⁽¹⁾, David Sanz-Mangas ⁽²⁾ Luis Vicente Pérez Arribas ⁽²⁾ Mariano Laguna ⁽³⁾, Juanjo Monge ⁽⁴⁾, Jorge Cáceres ⁽²⁾, Jesús Anzano ⁽⁴⁾

(1) Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza. Academia General Militar, Carretera de Huesca s/n, 50090, Zaragoza, España.

(2) Grupo de Química Láser, Departamento de Química Analítica, facultad de Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Plaza de ciencias, 1, 28040, Madrid, España.

(3) ISQCH - Departamento 1: Compuestos Organometálicos y de Coordinación, CSIC, Universidad de Zaragoza.

(4) Laboratorio Láser y Medioambiente, Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza, España.



Contexto geográfico

Isla Decepción se sitúa en el archipiélago de las Shetland del Sur, en la costa Antártica (Fig. 1). Se sitúa al noroeste de la península Antártica en el estrecho de Bransfield. Se trata de una isla volcánica de forma de herradura con un diámetro medio de 15 km. La isla alberga una bahía en su interior llamada Puerto Foster, con una apertura de unos 150 m conocida como los Fuelles de Neptuno que la comunican con el exterior. Más del 50% de la isla se encuentra cubierta por glaciares, especialmente en la zona NE, los cuales pueden estar cubiertos por rocas piroclásticas generadas por las erupciones, formando los denominados glaciares negros.

La Base Antártica española Gabriel de Castilla fue inaugurada el 20 de diciembre de 1989. situada bajo las coordenadas 62°58'09"S 60°42'33"O. La base desarrolla proyectos de investigación y experimentación de interés científico y da soporte técnico para los numerosos proyectos de investigación civiles y militares.

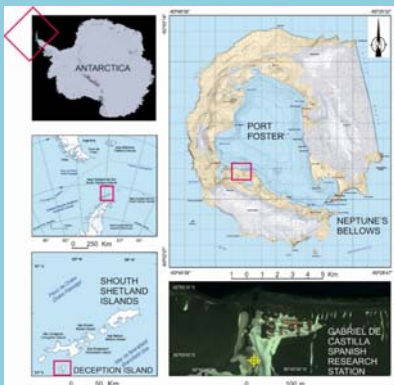


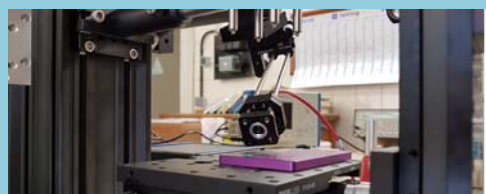
Fig 1. Localización de la base Gabriel de Castilla, mapa geográfico de Isla Decepción y archipiélago de las Shetland del Sur e imagen de satélite de la Antártida. Imágenes proporcionadas por el Ministerio de Defensa y satélite LANDSAT.



Fig 2-A, B. Vista aérea de la Base española Gabriel de Castilla.

Título de proyecto

REFERENCIA	TIPO	TÍTULO	ENTIDAD SOLICITANTE	CENTRO	CF	AUTONOMÍA	DURACION AÑOS (I)	CONTR. PRODC. PROD.
CTM2017-8205-R	B	CARACTERIZACIÓN DE AEROSOLIOS ATMOSFÉRICOS EN LA ANTÁRTIDA	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	FACULTAD DE CIENCIAS	Q2V1800G	ARAGON	3	1



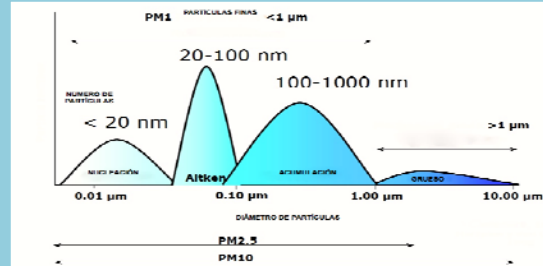
Técnica LIBS

La Técnica LIBS (Fig. 3), Espectroscopía de Plasma Inducida por Láser, es fundamental para la caracterización de materiales permite evaluar la calidad del aire analizando los filtros con el particulado mineral. En anteriores proyectos el LIBS ha permitido analizar muestras geológicas, arqueológicas, industriales y alimentarias. Esta técnica combinada con la utilización de métodos quimiométricos y la otras técnicas permitirá obtener resultados sin necesidad de tratamiento de muestra.

Fig 3. Configuración del sistema LIBS del Grupo de Química Láser de la Universidad Complutense de Madrid.

Aerosoles atmosféricos

La materia particulada atmosférica (PM), también llamada aerosoles atmosféricos, es una mezcla de partículas sólidas y/o líquidas que entran en la atmósfera por causas naturales o antropogénicas. La comunidad científica ha dirigido en los últimos años la atención al estudio de los aerosoles atmosféricos debido al importante papel que representan en la troposfera. Dicho interés se justifica por estas razones: a) el efecto climático de la PM absorbiendo y/o dispersando radiación (efectos directos) o actuando como núcleos de condensación para la formación de nubes (efectos indirectos); b) Los efectos sobre la salud: de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación por particulado atmosférico produce más de 3 millones de muertes anuales principalmente asociadas a enfermedades pulmonares. Por lo tanto existe un riesgo de salud asociado a la exposición medioambiental a partículas orgánicas e inorgánicas, metales y polvo mineral; c) Los efectos sobre los ecosistemas provocando eutrofización del agua y lluvia ácida; d) Deterioro de los materiales de construcción; e) Disminución de la visibilidad en situaciones concretas.



Los aerosoles atmosféricos presentan una elevada diversidad y heterogeneidad, oscilando tamaños desde los 0.01 -10.00 µm (Fig. 4). Químicamente, la materia mineral en suspensión se encuentra generalmente compuesta por elementos típicos de la corteza terrestre como Si, Al, Ca y Fe, junto con menores concentraciones de Mg y K (2008/50/EC). Las concentraciones de los minerales constituyentes del PM se encuentran distribuidos en diferentes tamaños entre los que se fijan unos valores límite para las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}.

Fig 4. Esquema de distribución de tamaños del particulado atmosférico.

Muestreo



El muestreo se realiza mediante un captador de aire (tanto de alto como bajo Volumen) ubicado en la Antártida. El muestreo realizado se hace sobre filtros de diversos materiales (fibra de cuarzo, teflón o celulosa) para identificar el sustrato más adecuado para análisis con la Técnica LIBS.

El captador se coloca sobre una cesta de rejilla metálica suministrado por la Base Gabriel de Castilla lastrada con piroclasto y fijada al suelo con piquetas. Todo a un rango de 200 m aproximado de la base.



Fig 5-A, B. Captador de bajo volumen

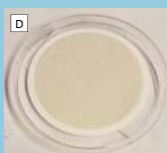


Fig 6. C, D. Muestras de la campaña 2017-2018. Filtro de captador PM₁₀.

La toma de muestras (Fig. 6) se realiza sin ningún tipo de alteración medioambiental, recogiendo el equipo y llevándolo a la base y de vuelta al laboratorio.

Espectro LIBS

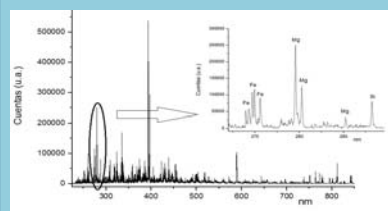


Fig 10. C, D. Muestras de la campaña 2017-2018. Filtro de captador PM₁₀.

El espectro obtenido mediante el uso de LIBS de una muestra de bioaerosoles permite clasificar por orden y familia el tipo de aerosoles. Entre las técnicas microscópicas de alta resolución más aplicadas cabe destacar algunas como laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS), sin embargo el LIBS permite detectar elementos traza con una sensibilidad del orden de pocas ppm para el análisis de aerosoles autóctonos de la isla. Para obtener los espectros se genera un plasma de elevada temperatura por la acción de un láser de Nd-YAG en la superficie de la muestra, provocando la excitación atómica y su correspondiente radiación que se mide en rangos espectrales a través de un espectrómetro. La principal ventaja de esta técnica estriba en que el análisis químico requiere muy poca o ninguna preparación previa de la muestra.

Líneas de investigación

LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy); análisis y simulación de la calidad del aire y otros parámetros atmosféricos relacionados con la contaminación atmosférica; gestión de la calidad del aire; análisis de los recursos hídricos y su gestión global; impactos socioeconómicos y sobre la seguridad y las relaciones internacionales; evaluación de la calidad ambiental en espacios naturales protegidos; Química de los lántánidos y aplicaciones de los compuestos de oro solubles en agua.

Colaboraciones

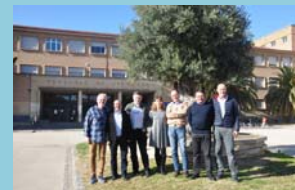


Fig 8. Imagen de colaboradores del proyecto. De izquierda a derecha: Jesús Anzano, Mariano Laguna, Luis Vicente Pérez Arribas, Susana Cabredo, Juanjo Monge, Jorge Cáceres y Javier del Valle.

Grupo Química Láser: Jorge Omar Cáceres Gianni; Luis Vicente Pérez Arribas y David Sanz Mangas; **DGA:** Roberto-Jesús Lasheras Molina, Francisco Bayo, Paula González-Blasco; **CHE:** Alfonso Calvo; **ISQCH:** Elisa Abas; **SEAS, Grupo San Valero:** Óscar Tapia Júdez; **Laboratorio Láser:** Daniel Paulés Ferrer, Bryan Fernando Arcos Cardoso y Andrés Cruz Conesa

	Jesús Anzano
	Javier del Valle, Miguel Escudero Oscar Tapia
	Mariano Laguna, Aicia Buceta Elisa Abas
	Juanjo Monge
	Juan de Dios Escolar
	Francisco Bayo, Roberto Lasheras Paula González
	Alfonso Calvo
	Jorge Cáceres, Luis V. Pérez
	Susana Cabredo

Tabla: Colaboradores del proyecto.

Referencias

Barrie, L. A. 1986. 'Arctic air-pollution. An overview of current knowledge', Atmospheric Environment, 20: 643-63.

Butler, O. T., W. R. L. Cairns, J. M. Cook, and C. M. Davidson. 2014. '2013 Atomic spectrometry update-A review of advances in environmental analysis', Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 29: 17-50.

Dutouquet, C., G. Gallou, O. Le Bilhan, J. B. Sirven, A. Dermigny, B. Torralba, and E. Frejafan. 2014. 'Monitoring of heavy metal particle emission in the exhaust duct of a foundry using LIBS', Talanta, 127: 75-81

Cremers, D. A., and L. J. Radziemski. 2013. Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (Wiley: Chichester).

Fiebig, M., C. R. Linder, and A. Stohl. 2009. 'Tracing biomass burning aerosol from South America to Troll Research Station, Antarctica', Geophysical Research Letters, 36: 5.

Garrett, T. J., and L. L. Verzella. 2008. 'An evolving history of arctic aerosols', Bulletin of the American Meteorological Society, 89: 299-302.

Stohl, A., and H. Sodemann. 2010. 'Characteristics of atmospheric transport into the Antarctic troposphere', Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 115.

Zhang, Chunling (Carl). 2007. Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis (John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey).