



¿Uranio en el Mediterráneo? ¿Dónde, cuánto y por qué?

* *El uranio hallado es concretamente el isótopo uranio-236 y tiene distintos posibles orígenes.*

* *Investigadores del Centro Nacional de Aceleradores han estudiado una columna de agua en el Mediterráneo Occidental, encontrándose que la cantidad de uranio-236 excede en un factor 2.5 a la de otras zonas similares.*

El estudio se ha desarrollado en el observatorio oceanográfico DYFAMED, en el mar de Liguria, zona del Mediterráneo situada entre la Riviera italiana y la isla de Córcega (Punto rojo en la imagen) (Fuente Wikipedia)



El interés del estudio de esta región reside en las potenciales fuentes locales y regionales de uranio-236, ^{236}U , que pueden haber afectado a sus aguas y sedimentos, y debido a los procesos naturales que podrían haber alterado el inventario debido al denominado fallout global (aerosoles radioactivos liberados durante las pruebas nucleares atmosféricas realizadas entre los años 40 y 80 del siglo XX).

El ^{236}U tiene un período de semidesintegración de 23.4 Millones de años. Se trata de un radioisótopo sintético, es decir, un isótopo radiactivo que no se encuentra de forma natural en la Tierra y que se crea mediante reacciones nucleares, fundamentalmente se produce por activación neutrónica del uranio-235, ^{235}U , isótopo natural del uranio, fisible. Por tanto, es muy abundante en los reactores nucleares y, en consecuencia, en las emisiones de éstos, accidentales o controladas.

Al ser el uranio un elemento soluble en agua de mar y al haberse introducido el ^{236}U en los últimos 70 años y, en algunos casos, en zonas muy localizadas (por ejemplo, en las emisiones de las plantas de reprocesamiento de combustible nuclear de Sellafield (Reino Unido) y La Hague (Francia)), tiene un gran potencial como trazador oceanográfico.

Dado que el uranio-236 es un elemento muy minoritario, resulta prácticamente indetectable en el medio ambiente en general y en agua de mar en particular, por técnicas analíticas

Semana de la Ciencia 2016



Durante estas dos semanas de puertas abiertas, hemos recibido a más de 200 visitantes de 7 centros educativos distintos de todas Andalucía.

Social Media y Webs

Webs CNA:

www.institucional.us.es/
divulgacioncna/
www.cna.us.es

Email:

divulgacion-cna@us.es
redescna@us.es

Social Media:

[Facebook](#)
[Twitter](#)
[LinkedIn](#)
[Flickr](#)
[Canal Youtube](#)



UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO
REGIONAL

"Una manera de hacer Europa"





UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA Y DE LA INNOVACIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE ACELERADORES (UCC+i)

Número 23



15 de diciembre de 2016

previas a la aparición de la espectrometría de masas con aceleradores (AMS).

En el estudio realizado en el CNA, publicado en la revista *Science of the Total Environment*, se ha caracterizado el ^{236}U en la estación DYFAMED (Dynamics of Atmospheric Fluxes in the Mediterranean Sea), situada en el mar de Liguria. Se trata de los primeros datos de ^{236}U publicados en el Mar Mediterráneo, y los primeros resultados de ^{236}U obtenidos con el sistema de AMS de 1 MV del CNA.

Los valores obtenidos indican que existen fuentes adicionales de ^{236}U en esta zona además del denominado fallout global. Entre esas posibles fuentes podrían figurar las emisiones controladas de la planta de reprocesamiento de combustible nuclear de Marcoule, en Francia; el accidente de Chernobyl; o las emisiones derivadas de la operación rutinaria de las plantas nucleares situadas en la cuenca Mediterránea. No obstante, se necesitan más estudios para averiguar el origen del exceso de ^{236}U en el Mediterráneo Occidental.

Esta investigación se ha desarrollado dentro de la colaboración existente entre el Centro Nacional de Aceleradores (CNA) y los Laboratorios Medioambientales de Mónaco de la Organización Internacional de la Energía Atómica (IAEA-MEL), centrado en el desarrollo de técnicas analíticas basadas en el uso de aceleradores de partículas para el estudio de radionucleidos en muestras marinas, y han participado miembros de ambas instituciones.

Referencia bibliográfica:

Excess of ^{236}U in the northwest Mediterranean Sea
E. Chamizo, M. López-Lora, M. Bressac, I. Levy, M.K. Pham
Science of the Total Environment 565 (2016) 767–776
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.142>

Nuevo equipo portátil en el CNA para estudios sobre el Patrimonio Cultural

*** El equipo llamado $\mu\text{XRF-CONCHA}$ permite obtener perfiles de profundidad de modo no destructivo.**

*** Dará la oportunidad de entender mejor la técnica pictórica empleada por cada maestro.**

El desarrollo de técnicas no destructivas y no invasivas está presentando una gran evolución en los últimos años a la hora de estudiar obras de arte y el patrimonio cultural. Asimismo, el hecho de que los equipos sean portátiles permite el desplazamiento de estas técnicas a los propios museos, evitando de este modo el traslado de las obras de arte a los laboratorios.

El equipo que se ha diseñado en el Centro Nacional de Aceleradores para estos trabajos se llama $\mu\text{XRF-CONCHA}$, es decir, micro-fluorescencia de rayos X confocal para el análisis del Patrimonio Cultural (Micro X-Ray Fluorescence Confocal for Cultural Heritage Analysis), y hace posible la obtención de resultados sobre la composición química con la calidad e información propia de técnicas invasivas pero sin la necesidad de tomar muestras. Se trata de una técnica relativamente nueva.

El objetivo de este estudio ha sido comprobar si es factible distinguir la secuencia de capas pictóricas superpuestas y la composición química de cada una. Antes de aplicar esta técnica al estudio de obras de arte, se decidió crear y analizar una serie de pinturas hechas al estilo de los pintores del siglo XVI.

En concreto, varias muestras experimentales de pinturas multicapas fueron elaboradas por el Taller de restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Sevilla, para su posterior análisis con el nuevo equipo y de este modo poder evaluarlo.

Toda la información que aporta esta técnica puede ayudar a especificar o comparar la técnica del artista, las decisiones tomadas durante su ejecución, detectar la presencia de capas de pintura originales con las intervenciones de restauración o evaluar



UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA Y DE LA INNOVACIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE ACELERADORES (UCC+i)

Número 23



15 de diciembre de 2016

su estado de conservación.



Vista general del μ XRF-CONCHA analizando la obra de Alonso Vázquez

"San Pedro Nolascos despidiéndose de Jaime I El Conquistador" en el Museo de Bellas Artes de Sevilla

Este trabajo ha demostrado que el μ XRF-CONCHA cumple las expectativas que se tenían. Este equipo será capaz de proporcionar información relevante para comprender e interpretar la elección de paleta, y la técnica de los pintores del pasado de manera in situ, no destructiva y no invasiva.

Se trata del primer equipo de micro-fluorescencia de rayos X confocal de España, el segundo en el mundo en ser enteramente dedicado al estudio del Patrimonio Cultural e Histórico (después del LouX3D del C2RMF, Museo del Louvre) y el primer equipo CXRF con la capacidad de funcionar in situ del mundo.

Referencia bibliográfica:

Characterization of the new mobile confocal micro X-ray fluorescence (CXRF) system for in situ non-destructive cultural heritage analysis at the CNA: μ XRF-CONCHA

Kilian Laclavetine, Francisco J. Ager, Joaquin Arquillo, Miguel Ángel Respaliza, Simona Scrivano

Microchemical Journal 125, 62-68 (2016)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2015.11.013>

¿Afectó el accidente nuclear de Fukushima a la calidad del aire de Sevilla?

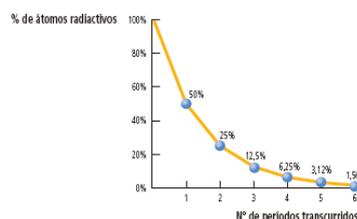
*** Gracias a la espectrometría de masas con aceleradores, AMS, podemos conocer la concentración de isótopos radiactivos que estuvieron presentes en el pasado y que ahora no son detectables.**

*** Los isótopos de interés en este estudio han sido el yodo-131 y el yodo-129.**

Durante el accidente nuclear de Fukushima, una gran cantidad de elementos radiactivos fueron emitidos a la atmósfera, siendo detectados algunos días después en lugares tan alejados de Japón como Sevilla.

El periodo de semidesintegración es el tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra inicial de un radioisótopo.

En concreto, para estos dos isótopos del yodo son de 8 días (^{131}I) y casi 16 millones de años (^{129}I).

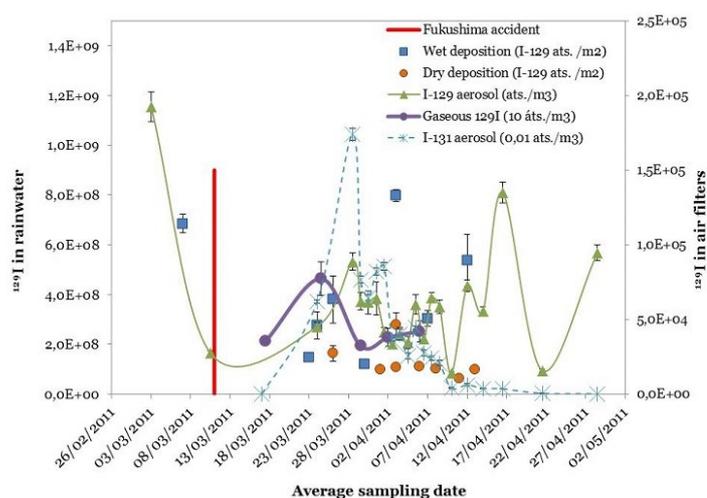


A pesar de que la "vida" del yodo-131 es mucho menor que la del yodo-129, el primero presenta una elevada toxicidad, de ahí que sea de gran interés su estudio tras accidentes nucleares, pero debido también a esta "corta vida", una vez ha transcurrido cierto tiempo, ya no se puede evaluar el impacto de este isótopo puesto que ya no es detectable.

De este hecho se ha partido para desarrollar este estudio, ya que conociendo la cantidad de yodo-129 se detecta en una zona podemos conocer la cantidad de yodo-131 que llegó a ese punto aun habiendo pasado mucho tiempo, dada la "larga vida" del yodo-129. Es decir,



se pretende ver si es posible reconstruir la señal del yodo-131 a partir de la del yodo-129. La ventaja es que el análisis del yodo-129 se puede hacer pasado mucho tiempo después del accidente dado que su semivida es muy larga.



En este trabajo se han comparado, concretamente, la cantidad de yodo-129 y yodo-131 presente en muestras atmosféricas tomadas en Sevilla durante los meses de marzo y abril de 2011, cuando la nube radiactiva llegó desde Fukushima a España.

Para ello se realizaron medidas de la cantidad de yodo-129 en filtros de alto volumen (para partículas), de carbón activado (para yodo gaseoso) y en agua de lluvia durante los días previos y posteriores al accidente de Fukushima. El yodo-131 ya se midió en su momento en estas muestras, obteniéndose valores medibles, cosa que se debió evidentemente al accidente. Normalmente los valores no detectables. Hoy en día ya no es posible detectar el yodo-131 en estas muestras por su corta semivida.

En general, la comparación de los niveles de ^{129}I detectados en las muestras con los presentes en la literatura muestra que la cantidad de ^{129}I en Sevilla justo después del accidente de Fukushima no era especialmente alto. Estos valores son claramente inferiores a esas mediciones realizadas en las zonas afectadas directamente por los accidentes nucleares o de combustible nuclear plantas de reprocesamiento. Además, cuando se comparan con la zona Central y Norte de Europa, las concentraciones de ^{129}I en Sevilla son típicamente similares o inferiores. Incluso los niveles de ^{129}I que se encuentran en filtros de aerosol después de la accidente de Fukushima son similares a los medidos en el mismo lugar en 2001 y 2002.

Por tanto, se puede concluir que es posible afirmar que el impacto del accidente de Fukushima en Sevilla no fue de relevancia en comparación con los valores de fondo detectados en esta ciudad.

La primera detección de ^{131}I después del accidente de Fukushima en España estaba en filtros de alto volumen recogidos en Sevilla durante el período 14-21 de marzo seguido de Cáceres y Barcelona.

Las conclusiones que se puede extraer de este trabajo son:

- La señal de yodo-129 es detectable en todas las muestras y es perfectamente congruente con la del yodo-131, lo cual permitirá a priori reconstruir su señal a partir de la de yodo-129.
- La presencia de yodo-129 en la atmosfera en condiciones normales es mayor que los niveles alcanzados por Fukushima en Sevilla. Esto se debe a las emisiones de Sellafield y La Hague. Pero las condiciones meteorológicas de aquellos días hicieron que los vientos predominantes provinieran del Atlántico (de donde vino la señal de Fukushima), y no del norte, de donde vendrían las emisiones de las plantas de reprocesamiento.
- La Espectrometría de Masas con Aceleradores (AMS) es una técnica extremadamente sensible que permite realizar estudios de radioactividad ambiental incluso pasados muchos años después del impacto de las actividades nucleares.

Referencia bibliográfica:

Estimating the impact from Fukushima in Southern Spain by ^{131}I and Accelerator Mass Spectrometry detection of ^{129}I
J.M. Gómez-Guzmán, J.M. López-Gutiérrez, R. García-Tenorio, L. Agulló, J.I. Peruchena, G. Manjón, M. García-León
Journal of Environmental Radioactivity, 1-9 (2016)
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.03.008>



Investigadores del CNA estudian las técnicas de fabricación de 11 piezas del Tesoro del Carambolo

*** El Carambolo representa uno de los mayores tesoros del periodo tartésico.**

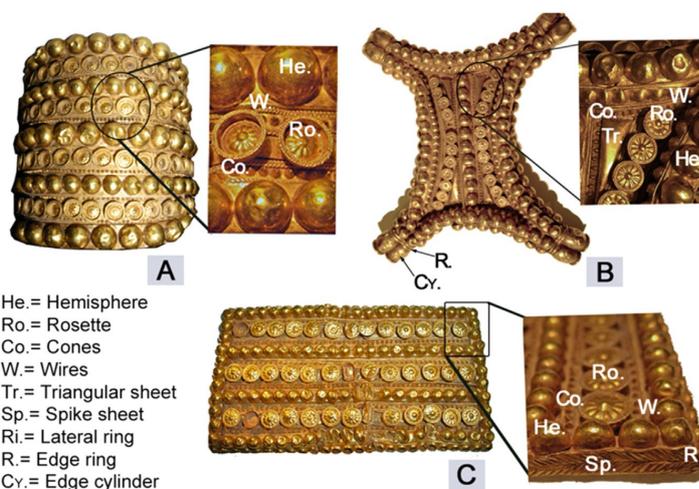
*** Para estudiarlo se han empleado técnicas microanalíticas no destructivas.**

El tesoro del Carambolo, joyería de oro tartésica de entre los siglos VIII y VI A.C, representa un conjunto estilístico sin igual en el campo de la arqueología. Presenta unas características morfológicas y de manufactura que no se han encontrado en otros objetos del mismo periodo en la Península Ibérica.

El día 30 de septiembre de 1958, en los terrenos de la Real Sociedad de Tiro de Pichón de Sevilla, y en el curso de una ampliación para el torneo internacional que tuvo lugar el siguiente año, la azada del joven trabajador descubrió un objeto metálico que había de ser el primero de los brazaletes de oro de 24 quilates.

El tesoro está formado por 21 piezas de oro de 24 quilates, con un peso total de 2.950 gramos. Joyas profusamente decoradas, con un arte fastuoso, a la vez delicado y bárbaro, con muy notable unidad de estilo y un estado de conservación satisfactorio, salvo algunas violencias ocurridas en el momento del hallazgo.

Las piezas fueron encontradas dentro de una estructura oval, en la que se hallaron huesos de animales y cerámica. La interpretación más aceptada afirma que servían de exorno para un dignatario religioso o político. Una interpretación reciente propone la posible utilización de algunas piezas en el adorno de toros sagrados, basándose en paralelos arqueológicos y etnográficos.



Dada la importancia de este tesoro y el interés de estudiarlo en profundidad, en el Centro Nacional de Aceleradores, se ha desarrollado un nuevo sistema portátil de microfluorescencia. Gracias a este nuevo equipamiento, se ha estudiado las piezas de este tesoro, con los siguientes objetivos:

- 1.- Caracterizar la composición de la aleación de los diferentes objetos y/o elementos decorativos para determinar si están realizados a partir de una misma aleación homogénea, lo cual podría indicar una misma producción.
- 2.- Identificar los métodos de soldadura y las técnicas de manufactura con el objetivo de poder discutir si las joyas han sido producidas por un orfebre o por varios.
- 3.- Aportar más información para la discusión arqueológica acerca de la posibilidad de que la realización del tesoro fuese llevada a cabo por la población nativa o por orfebres foráneos de cultura oriental-fenicia.

Parte de este estudio, analizando los resultados obtenidos en 11 de las 21 piezas, ha sido publicado en la revista [Radiation Physics and Chemistry](#) y, según nos indica la Dra. Simona Scrivano, ha verificado la validez del uso del nuevo sistema de micro-XRF portátil para analizar detalles muy pequeños tales como elementos decorativos y áreas de unión.

Los resultados obtenidos han evidenciado una buena homogeneidad de las aleaciones empleadas en estas 11 piezas, que co-



UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA Y DE LA INNOVACIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE ACELERADORES (UCC+i)

Número 23



15 de diciembre de 2016

responden al llamado grupo 1 de los 3 en que se divide el tesoro desde el punto de vista estilístico y compositivo. Se ha concluido que han sido tres los distintos tipos de soldaduras empleadas: soldadura autógena, soldadura por fusión local y soldadura por aleación. Asimismo, se ha podido establecer, mediante el uso de los diagramas de fase de las aleaciones Au-Ag-Cu la existencia de varias etapas de construcción de algunas de las joyas analizadas.

Tras el análisis de los resultados obtenidos, los investigadores del CNA, Universidad de Sevilla y Universidad de Extremadura, participantes en este estudio, han generado la hipótesis, según la cual, estos objetos fueron fabricados en un mismo taller donde colaboraban distintos artesanos procedentes de ámbitos tecnológicos diferentes. Concretamente, se ha hallado rasgos típicos tanto de tecnología atlántica como de fenicia. Por último, el análisis de los resultados ilustra el gran conocimiento de las propiedades de esas aleaciones por los antiguos orfebres.

El Centro Nacional de Aceleradores es una ICTS de localización única que forma parte del Mapa de ICTS actualmente vigente, aprobado el 7 de octubre de 2014 por el Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación (CPCTI).

Referencia bibliográfica:

Non-destructive micro-analytical system for the study of the manufacturing processes of a group of gold jewels from "El Carambolo" treasure

S. Scrivano, I. Ortega-Feliu, B. Gómez-Tubío, F.J. Ager, M.L. de la Bandera, M.A. Respaliza, M.A. Ontalba-Salamanca
Radiation Physics and Chemistry (130) (133-141) (2017)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.08.008>