

UNIVERSIDAD DE MURCIA  
ÁREA DE HISTORIA ANTIGUA

# ANTIGÜEDAD Y CRISTIANISMO

MONOGRAFÍAS HISTÓRICAS SOBRE LA ANTIGÜEDAD TARDÍA

Serie dirigida por el Dr. D. Rafael González Fernández

XXXV-XXXVI



## NUEVAS CONTRIBUCIONES A LA HISTORIA DE BEGASTRI

JOSÉ ANTONIO MOLINA GÓMEZ, FRANCISCO PEÑALVER AROCA,  
JOSÉ ANTONIO ZAPATA PARRA, JOSÉ JAVIER MARTÍNEZ GARCÍA,  
MARÍA ISABEL MUÑOZ SANDOVAL Y ALEKSANDRA CHOLUJ  
(Eds.)

2018-2019 (Ed. 2019)

UNIVERSIDAD DE MURCIA  
ÁREA DE HISTORIA ANTIGUA

ANTIGÜEDAD Y CRISTIANISMO  
MONOGRAFÍAS HISTÓRICAS SOBRE LA ANTIGÜEDAD TARDÍA

XXXV-XXXVI

*NUEVAS CONTRIBUCIONES A LA  
HISTORIA DE BEGASTRI.*

*LOS ESTUDIOS MÁS RECIENTES A TRAVÉS DE UNA  
DÉCADA DE TRABAJOS Y DESCUBRIMIENTOS*

JOSÉ ANTONIO MOLINA GÓMEZ, FRANCISCO PEÑALVER AROCA,  
JOSÉ ANTONIO ZAPATA PARRA, JOSÉ JAVIER MARTÍNEZ GARCÍA,  
MARÍA ISABEL MUÑOZ SANDOVAL Y ALEKSANDRA CHOLUJ  
(EDS.)

2018-2019 (ED. 2019)

# REVISTA ANTIGÜEDAD Y CRISTIANISMO

Nº 35-36

AÑO 2018-2019

La revista Antigüedad y Cristianismo es una revista científica, internacionalmente respetada, especializada en la Antigüedad Tardía y publicada anualmente por la Universidad de Murcia. Fundada en 1984 por el catedrático Antonino González Blanco, a lo largo de sus años de existencia ha evitado los trabajos de síntesis o meramente descriptivos y ha acogido una amplia diversidad de monografías, artículos, noticias y contribuciones siempre originales en todos los campos de la Tardoantigüedad (cultura material, fuentes literarias, mentalidad, historiografía, repertorio de novedades y crítica de libros). Esta dimensión de amplio espectro no implica, llegado el caso, una desatención de las investigaciones en zonas geográficas concretas abordando aspectos históricos en su manifestación regional, con la misma exigencia de hacer aportaciones en temas originales y no reelaboraciones o síntesis. Esta revista está abierta a todos los planteamientos y orientaciones metodológicas que superen el estricto examen del consejo de redacción, pero a la vez se puede plantear un tema central de discusión o incluso monografías que sirva de marco conceptual y temático a los originales. El rasgo distintivo de la línea editorial de esta revista es su búsqueda de aportaciones originales, claras, de carácter inédito, que vayan a hacer una aportación nueva, profesional y metodológicamente solvente, que sea significativa en el ámbito de los estudios de la Tardoantigüedad. La veracidad y honestidad son las señas de identidad más apreciadas para la revista Antigüedad y Cristianismo.

Departamento de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua, Historia Medieval y CC.TT.HH.  
Área de Historia Antigua  
Universidad de Murcia

DIRECTOR: Rafael González Fernández (Universidad de Murcia)  
SECRETARIO: José Antonio Molina Gómez (Universidad de Murcia)

CONSEJO DE REDACCIÓN: María Victoria Escribano Paño (Universidad de Zaragoza), Santiago Fernández Ardanaz (Universidad Miguel Hernández, Elche), Antonino González Blanco (Universidad de Murcia), Sonia Gutiérrez Lloret (Universidad de Alicante), Jorge López Quiroga (Universidad Autónoma de Madrid), Gonzalo Matilla Séiquer (Universidad de Murcia), Helena Jiménez Vialas (Universidad de Murcia), José Javier Martínez García (Universidad de Murcia), Artemio M. Martínez Tejera (Institut de Recerca Històrica, Universitat de Girona), Margarita Vallejo Girvés (Universidad de Alcalá), Isabel Velázquez Soriano (Universidad Complutense), Gisela Ripoll López (Universidad de Barcelona).

COMITE CIENTÍFICO: Juan Manuel Abascal Palazón (Universidad de Alicante), Alejandro Andrés Bancalari Molina, (Universidad de Concepción, Chile), Pedro Barceló (Universität Potsdam), Francisco Javier Fernández Nieto (Universidad de Valencia), Juan José Ferrer Maestro (Universidad Jaime I), Pietro Militello (Universidad de Catania), José Carlos Miralles Maldonado (Universidad de Murcia), Iwona Mtrzwesky-Pianetti (Universidad de Varsovia), Juan Carlos Olivares Pedreño (Universidad de Alicante), Isabel Rodá de Llanza (Instituto Catalán de Arqueología Clásica), Klaus Rosen (Universität Bonn), Sabine Schrek (Universität Bonn), Juan Pablo Vita Barra (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Zaragoza).

La correspondencia de carácter científico habrá de dirigirse al Secretario de la revista (Facultad de Letras, Campus de la Merced, 30001, Murcia).  
Los pedidos e intercambios, al Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia  
Edificio Pléiades, Campus Universitario de Espinardo, 30071, Murcia.  
Correo electrónico de la revista: ayc@um.es

URL: <https://revistas.um.es/ayc/>

Portada: *Tremis* de Recaredo. Foto: Miguel Martínez Sánchez.  
I.S.S.N.: 0214-7165

Maquetación: Lucía García Carreras y José Javier Martínez García

## ÍNDICE:

Prólogo	7
JOSÉ ANTONIO MOLINA GÓMEZ	
PRESENTACIÓN	
Hacia una historia de la investigación y de los principales interrogantes del yacimiento arqueológico de Begastri (Cehegín, Murcia)	13
JOSÉ ANTONIO MOLINA GÓMEZ Y JOSÉ ÁNGEL CASTILLO LOZANO	
MARCO GEOGRÁFICO	
Análisis espacial y diacrónico del paisaje histórico del yacimiento arqueológico de Begastri mediante SIG	31
MIGUEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ Y JOSÉ JAVIER MARTÍNEZ GARCÍA	
URBANISMO	
La ciudad romano-visigoda de Begastri (Cehegín, Murcia): estado de la investigación tras una década de excavaciones arqueológicas (2006-2016)	63
JOSÉ ANTONIO MOLINA GÓMEZ, JOSÉ ANTONIO ZAPATA PARRA, M <sup>a</sup> ISABEL MUÑOZ SANDOVAL, JOSÉ JAVIER MARTÍNEZ GARCÍA Y FRANCISCO PEÑALVER AROCA	
Las murallas de Begastri. Análisis histórico y arqueológico	115
JOSÉ ANTONIO ZAPATA PARRA	
MATERIALES	
Poblamiento y cultura material de época ibérica en Begastri (Cehegín, Murcia)	149
MARÍA ISABEL MUÑOZ SANDOVAL Y JOSÉ ANTONIO ZAPATA PARRA	
Materiales arqueológicos de época romana en Begastri (Cehegín, Murcia)	189
MARÍA ISABEL MUÑOZ SANDOVAL Y JOSÉ ANTONIO ZAPATA PARRA	
Los sarcófagos de Begastri. Catálogo actualizado	235
ANTONIO FLORES GARCÍA	
Los objetos de vidrio. Un estudio preliminar	249
ALEKSANDRA CHOŁUJ	
El manuscrito del padre franciscano Mateo Botija sobre un obispo de Begastri	261
RAFAEL GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, JOSÉ ANTONIO ZAPATA PARRA, FRANCISCO MANUEL PEÑALVER AROCA	
La colección numismática de Begastri: actualización tras la campaña de 2016	275
FULGENCIO SÁNCHEZ SOTO	

## ESTUDIOS ANALÍTICOS

Las consolidaciones en Begastri 315  
JUAN ANTONIO DURÁN BLÁZQUEZ, FRANCISCO MANUEL PEÑALVER AROCA,  
SANTOS P. GUILLAMÓN MARCOS Y CARLOS ALBERTO DURÁN BLÁZQUEZ

Estudio del subsuelo mediante tomografía eléctrica de alta resolución 2d y 3d en  
dos zonas de la ciudad íbero romana visigoda Begastri 331  
ANTONIO ESPÍN DE GEA, ANTONIO GIL ABELLÁN, MÓNICA REYES URQUIZA,  
LUCÍA ARÉVALO LOMAS Y FRANCISCO PEÑALVER AROCA

Resultados de los análisis químicos del suelo de Begastri 347  
EWELINA A. MIŚTA Y PAWEŁ KALBARCZYK

## NOTICIARIO ARQUEOLÓGICO

La difusión de Begastri: la exposición “ Begastri. Un antes y un después” 371  
RAQUEL BAEZA ALBALADEJO

## NOTICIARIO CIENTÍFICO

*Vrbs, praetorium, svbvrbia*. Centros de poder en la *civitas regia toledana* y su  
territorio en época visigoda 391  
RAFAEL BARROSO CABRERA, JESÚS CARROBLES SANTOS Y JORGE MORÍN DE PABLOS

## LOS FORJADORES DE LA HISTORIA

Los forjadores de la Antigüedad Tardía: Santo Mazzarino (1916-1987) 447  
JOSÉ ÁNGEL CASTILLO LOZANO

## RECENSIONES

Barroso Cabrera, R.; Morín de Pablos, J. e I. M<sup>a</sup> Sánchez Ramos (2018):  
*Thevdemirvs dux*. El último goda. El ducado de Aurariola y el final del reino  
visigoda de Toledo. 457  
JOSÉ ÁNGEL CASTILLO LOZANO

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DEL SUELO DE BEGASTRI

Ewelina A. Miśta<sup>1</sup>  
Paweł Kalbarczyk<sup>2</sup>  
*Universidad de Varsovia*

### RESUMEN

Durante la investigación en el campo en 2013 en el sitio arqueológico multicultural Begastri en la región de Murcia en España, el suelo ha sido muestreado in situ desde los puntos de referencia. La investigación se propuso evaluar la presión humana en el sector norte del sitio arqueológico, que presumiblemente cambió sus funciones a lo largo de los siglos. Al elegir el lugar del sector residencial se tomaron en cuenta las habitaciones cuyas capas culturales se han definido previamente sobre la base de los hallazgos de los artefactos, principalmente piezas de cerámica, vidrio y objetos metálicos. Se extrajeron muestras de suelo de dos cavidades, una de las cuales se bisecó en dos áreas adyacentes, y luego se sometieron a análisis químicos, con el objetivo de determinar su composición elemental y factor de pH. No se revelaron anomalías dentro del sitio arqueológico al probar el factor de pH del suelo, lo que permitió que el estudio eliminara la posibilidad de influencia de la variación del factor de pH en la concentración de elementos individuales. También se determinó que el suelo es claramente alcalino, por eso se descubre ocasionalmente material orgánico.

Para el análisis de muestras de suelo se han tomado en primer lugar a cuenta los elementos cuya presencia está asociada a las actividades humanas, como hierro, plomo, cobre, níquel, zinc, cobalto, cadmio y platino. Las capas que pueden influir en el factor de la presión antrópica se distinguieron sobre la base de altos niveles de elementos tales como manganeso, cobre, zinc, níquel y cobalto. Tanto la presencia de elementos principales (hierro y plomo), como los oligoelementos (cadmio y platino) varían en cada capa, lo que excluye conclusiones claras sobre su origen. Los análisis se realizaron con la técnica de espectrometría de masas plasmática acoplada inductivamente (ICP - MS) en el Laboratorio de Técnicas Analíticas Nucleares en Varsovia. La investigación geológica en el sitio arqueológico está planificada para completar el estudio de determinaciones químicas.

Palabras claves: Begastri, el análisis del suelo, el método ICP-MS, el factor de la presión antrópica

### ABSTRACT

During the 2013th field research on multicultural archaeological site Begastri in the region of Murcia in Spain, soil has been sampled in situ from reference points. The research was purposed to assess human pressure on the northern sector of the archaeological site, which presumably changed its functions over the centuries. When choosing the place of the residential sector were taken into account rooms whose cultural layers have been previously defined on

---

1 Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk: e-mail: ewelina.mista@ncbj.gov.pl

2 Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa: e-mail: p.kalbarczyk@ichtj.waw.pl

the basis of the findings of artefacts, mostly pieces of pottery, glass and metal objects. Soil samples from two cavities were extracted, one of which was bisected in two adjacent areas, and then subjected to chemical analyses, aiming to determine their elemental composition and pH factor. No abnormalities within the archaeological site were revealed while testing the soil's pH factor, which enabled the study to eliminate the possibility of influence of pH factor variation on concentration of individual elements. It was also determined that the soil is clearly alkaline, that's why organic material is occasionally discovered.

For the analysis of soil samples have been taken first of all in account of elements whose presence is associated with human activities, including iron, lead, copper, nickel, zinc, cobalt, cadmium and platinum. Layers, which may influence the anthropopressure agent, were distinguished on the basis of high levels of such elements as manganese, copper, zinc, nickel and cobalt. Both the presence of major elements (iron and lead), as well as trace elements (cadmium and platinum) varies in each layer, which forecloses clear conclusions about their origin. Analyses were performed with the technique of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP - MS) in the Laboratory of Nuclear Analytical Techniques in Warsaw. Geological research on the archaeological site is planned to complete the study of chemical determinations.

Keywords: Begastri, soil analyses, ICP-MS method, antropopressure agent

## **1. PRELIMINARES**

En 2013 el Instituto de Arqueología de la Universidad de Varsovia participó en los trabajos llevados a cabo en el yacimiento arqueológico de Begastri. El proyecto contó con el apoyo de especialistas en análisis químico, que realizaron un muestreo in situ. Las muestras secuenciales de suelo se sometieron a análisis químico para determinar su composición y pH. El estudio pretendía determinar el grado de impacto humano sobre el suelo del yacimiento.

## **2. METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN EN EL TERRENO**

Se han tomado 3 puntos de referencia para el muestreo del suelo. En concreto, han sido objeto de atención tres fosas localizadas en el interior de la habitación 1 (la doble cavidad nº 162) y la habitación 2 (la cavidad nº 166). A su vez, en cada una de las cavidades fueron seleccionados los perfiles de los cuales se tomaron muestras cada 10 cm, de manera que de cada perfil se obtuvieron 7 muestras para su posterior análisis. En total, han sido recogidas 21 muestras. El punto más alto del muestreo se corresponde con el valor más bajo de la muestra en uno de los perfiles. El muestreo se hizo en los perfiles de la habitación 1 correspondientes a la cuadrícula E/162 (o perfil X) y W/162 (o perfil Y) y de la habitación 2, localizada en la cuadrícula E/166 (perfil Z). La selección in situ de las muestras ha permitido rastrear con bastante precisión metodológica los cambios en la composición dentro del área estratigráfica y de las capas culturales (cada 10 cm, asumiendo el crecimiento en la capa de 1 centímetro por cada 100 años). En la figura 1 se observa el esquema con la marcación; mientras que en la figura 2 se puede ver el ejemplo de un perfil de muestreo. Podemos apreciar el área completa de muestreo en la figura. 3 de la prospección aérea.

DESCRIPCIÓN: - Los círculos en gris se corresponden con las cavidades en el interior de las dos habitaciones. -E, W indican la ubicación de los perfiles, respectivamente el perfil oriental y occidental. -X, Y, Z marcan la posición de los muestreos, respectivamente como el perfil

X (correspondiente al E/162), el perfil Y (W/162) y el Z (E/166). – Los valores 162, 166, 168 se refieren a la numeración de las cavidades según la documentación de campo. Finalmente, los perfiles de muestreo se indican con líneas de color naranja. Las dimensiones de las habitaciones 1 y 2 son de 161 cm / 145 cm.

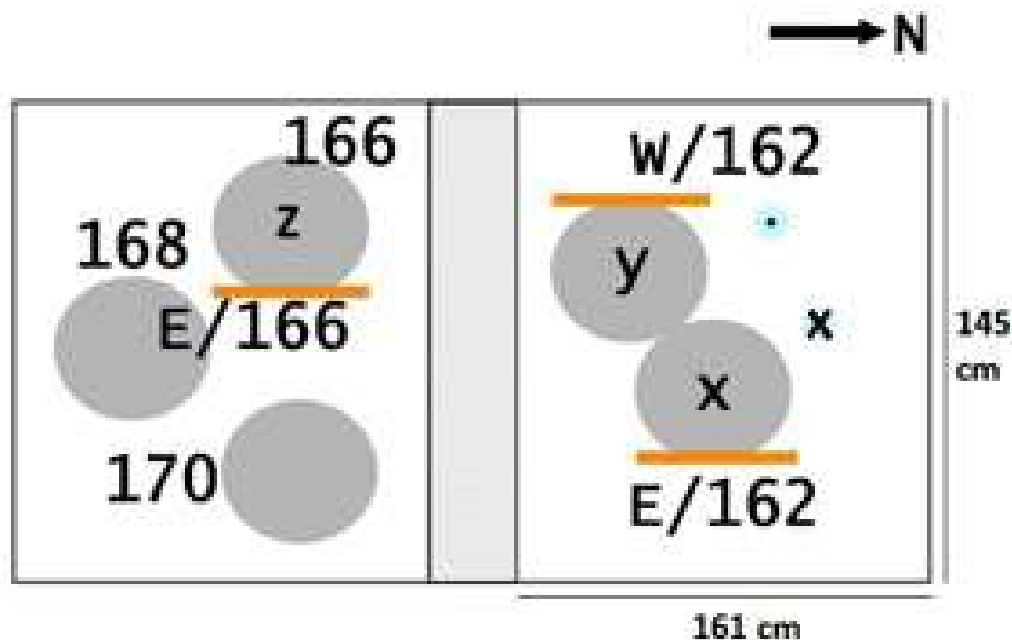


Figura 1. Plano de las muestras de suelo en el yacimiento de Begastri.

Se trata de un esquema tripartito: el lado izquierdo es la habitación 1 en el que se encuentra la cavidad doble nº 162: área de muestreo de E/162 (Perfil X) y W/162 (Perfil Y). El lado derecho indica la habitación 2 con la cavidad nº 166: área de muestreo de E/166 (Perfil Z). Entre ambas habitaciones aparece el muro. La cavidad nº 162 tiene dos niveles: los niveles se indican mediante círculos azules: punto representa un fragmento de la cavidad con yacente más alto.

Después de terminar el trabajo de campo el material fue transportado al Laboratorio Nuclear de Técnicas Analíticas (Instituto de Química y Tecnología Nuclear) en Varsovia. Veintiuna muestras de suelo fueron sometidos al análisis de composición mediante la técnica ICP - MS (denominada en inglés. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry<sup>3</sup>; el espectrómetro de tipo ELAN DRC II Perkin Elmer SCIEX, Canadá: [www.perkinelmer.com](http://www.perkinelmer.com)). El material, después de haber sido transportado al laboratorio, fue colocado en la mesa para su secado durante 14 días, posteriormente fue molido en un molino planetario de bolas (Planetary Ball Mill) tipo RETSCH PM-100. El material fue repartido en muestras de masa de 50 g, y luego cada una fue disuelta en una mezcla de HNO<sub>3</sub> + HF + H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> en un horno microondas del tipo Anton Paar Multivawe 3000. El proceso se referenció con Soil-5 (Tabla 1).





Figura 2. Perfil de una muestra de suelo (autor Krystian Trela).



Figura 3. Vista areaa del Cabezo Roenas. El area objeto de analisis aparece marcado en rojo (autor Krystian Trela).

Soil-5	Resultados de la analítica mediante ICP-MS	
	%wg	
Fe	4,45±0,19	5,26±0,78
	ug/g	
Pb	129±26	158±32
Mn	852±37	910±85
U	3,15±0,45	2,94±0,58
Cu	77,1±4,7	85,12±8,5
Th	11,3±0,73	13,32±0,32
Zn	368±8,2	372±18

Tabla 1. Comparativa de los resultados certificados por Soil-5 y los obtenidos por ICP-MS como parte del método de control de la calidad del proceso.

Se ha estudiado la reacción pH de las muestras de suelo. Es destacable el contenido de metales pesados tales como U, Th, Cu, Co, Zn, La, V, Yb, Mo, Ni, Pt, Sb, Fe, Cd, Pb y Mn. En la tabla 2 podemos observar la complejidad de los resultados. En el informe nos centramos en el análisis de los elementos que puedan indicar el carácter de la presión antrópica o antropopresión tales como Cu, Co, Zn, Ni, Pt, Fe, Cd y Pb. Nuestro informe no tiene en cuenta aún el contexto geológico. Aunque en el futuro, su estudio podrá ser significativo, debido al carácter elevado de la región y la probable migración de los componentes de suelo (es importante especialmente para la ubicación de Co, que debido a sus parámetros físico-químicos es lábil en el suelo).

### 3. RESULTADOS

Las marcaciones elementales, según las variables de profundidad en las áreas seleccionadas para muestreo, contribuyen a esclarecer el grado de impacto humano.

Todos los perfiles elegidos presentaban parámetros similares de nivelación, lo que comporta una cierta reducción de la variabilidad en los perfiles analizados. En nuestro estudio hemos abordado solamente la composición química del suelo, y no se han incluido otras variables geológicas como el espesor y la permeabilidad química de las capas. El análisis de composición química muestra que los suelos tienen un alto contenido de Fe y Pb, como el componente principal determinado por el contenido ng/g serie: Mn>Zn>Cu>Ni>Co con ciertas anomalías de abundancia Ni - Cu dentro del perfil. Los componentes de Pt y Cd son residuales.

Aparecen compuestos de manganeso y hierro que en gran medida son elementos geológicos constitutivos. Sin embargo, las anomalías en el perfil pueden estar asociadas con un mayor factor de presión humana. Los componentes anómalos de otros elementos metálicos resultan en gran medida factores asociados con la actividad humana. Estamos, pues, ante la evidencia física de una posible presencia de objetos metálicos fabricados a base de la aleación que acabamos de mencionar o incluso la probable ubicación de un área de trabajo cercana.

#### 4. ANÁLISIS COMPILATIVO DE pH EN PERFILES COMPLETOS

Los resultados de la marcación del pH de las muestras del suelo no arrojan anomalías dentro de la posición (Fig. 4). Por lo tanto, en el análisis de los resultados de la marcación de los componentes podemos ignorar el efecto de la variación del pH en la concentración de los elementos particulares. El pH, que varía en toda la gama de la ubicación y profundidad de perfil, muestra una oscilación alrededor de 9. Por lo tanto, nos encontramos con un suelo alcalino, que es en el que la materia orgánica se conserva en peores condiciones.

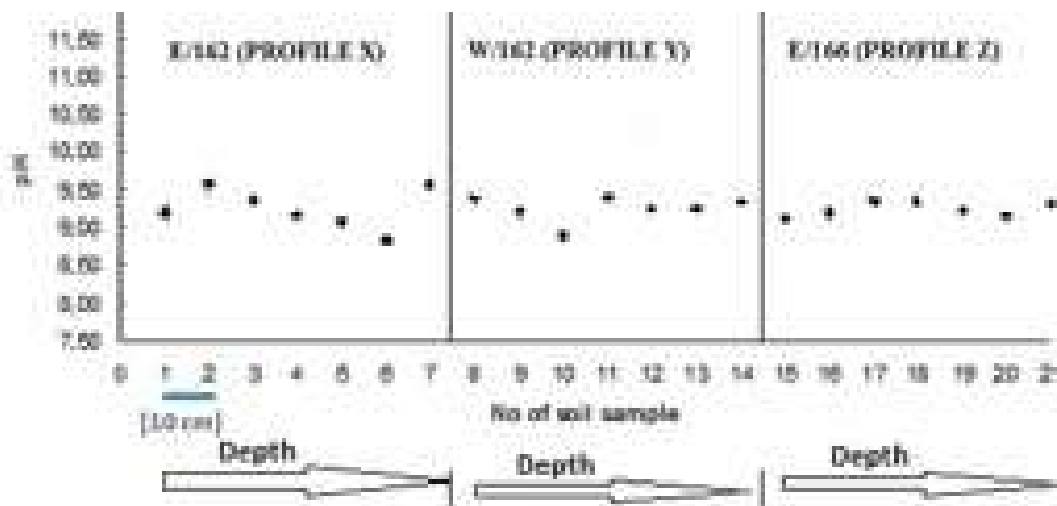


Figura 4. Marcación pH del suelo para los tres perfiles teniendo en cuenta la profundidad de muestreo dentro del perfil. Error relativo  $\pm 0,5$ .

#### 5. EL ANÁLISIS DE MUESTRAS DENTRO DE LOS PERFILES

E/162 (Perfil X), habitación 1. Dimensiones 161/145 cm. Techo de la cavidad, 162

Los resultados de la marcación del pH de las muestras del suelo no arrojan anomalías dentro de la posición (Fig. 4). Por lo tanto, en el análisis de los resultados de la marcación de los componentes podemos ignorar el efecto de la variación del pH en la concentración de los elementos particulares. El pH, que varía en toda la gama de la ubicación y profundidad de perfil, muestra una oscilación alrededor de 9. Por lo tanto, nos encontramos con un suelo alcalino, que es en el que la materia orgánica se conserva en peores condiciones.

#### 6. EL ANÁLISIS DE MUESTRAS DENTRO DE LOS PERFILES

	<b>E/162 (Perfil X), habitación 1. Dimensiones 161/145 cm. Techo de la cavidad, 162</b>	<b>W/162 (Perfil Y), habitación 1. Dimensiones 61/145 cm. Yacente de la cavidad, 162</b>	<b>E/166 (Perfil Z), habitación 2. Dimensiones 61/145 cm. Cavidad, 166</b>
--	---	--	--

<p><b>Componentes principales: Fe y Pb</b></p>	<p>El contenido de Pb disminuye, y el contenido de Fe crece para el perfil y para la zona de estudio en general. La concentración de Pb es más elevada en torno a 40 - 60 cm. de profundidad. La concentración de Fe es muy alta en la capa en torno a 20-30 cm de profundidad, donde el contenido de Pb disminuye.</p>	<p>En torno a 60-70 cm de profundidad observamos que el contenido de Fe es más elevado, y el de Pb, menor. La concentración de Pb es elevada en torno a 50 - 60 cm. de profundidad.</p>	<p>Para toda la zona objeto de análisis y para el perfil, se observa un contenido mayor de Fe en torno a los 30 -40 y 60 - 70 cm de profundidad, también advertimos un contenido menor de Pb. El contenido de Fe es un poco elevado y el contenido de Pb es bajo en la capa superior 0 - 10 cm.</p>
<p><b>Serie principal: Mn&gt;Zn&gt;Cu&gt;Ni&gt;Co</b></p>	<p>La concentración de todos los componentes es más elevada en la capa en torno a los 20 - 30 cm de profundidad, aquí también podemos observar el contenido muy similar de dos componentes, Cu y Zn. El contenido de los componentes es constante en otras profundidades.</p>	<p>La concentración de todos los componentes es todavía más elevada comparándola con los resultados de perfiles E/162 (la misma cavidad dentro de la habitación) y E/166. Se constata una pequeña anomalía con la presencia de la serie Zn&gt;Ni&gt;Cu en la profundidad de 20 - 30 cm. En la capa inferior (de profundidad 60-70 cm) – notamos que la concentración de Co es más elevada respecto a la concentración baja de Zn, Cu y Ni. Es apreciable la correlación entre la presencia de Co y Mn en todas las capas.</p>	<p>La concentración de Co, Mn y Ni representa una tendencia homogénea en todas las profundidades. El contenido elevado de todos los componentes en las profundidades de 30 - 40 y 60 - 70 cm. supone una anomalía. Otra anomalía se constata con el contenido de Cu, Zn y Ni en las siguientes profundidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 - 10 cm: la presencia de Cu es comparable con la presencia de Ni (v. Fig.18).</li> <li>• 30 - 40 cm: la presencia de Cu crece y es comparable con la presencia de Ni.</li> <li>• 60 - 70 cm: las mismas observaciones que en la capa 30-40 cm.</li> </ul>

<b>Componentes vestigiales: Pt y Cd</b>	<p>La presencia de Pt se explica por ser elemento geológicamente constitutivo. Se ha registrado un nivel elevado de Pt que está presente en las cuatro profundidades de sondeo 30 - 40, 40-50, 50 -60 y 60-70 cm, v Fig.11).</p> <p>Hay coexistencia de Pt con Cd en las profundidades 30 - 40 y 50 - 70 cm.</p> <p>Se constata la presencia de Cd en la capa de 40 -50 cm de profundidad, y también aparece en las capas inferiores desde la profundidad de 40 cm (al contrario que el resultado dado para el perfil W/162).</p>	<p>Hay presencia de Cd en las capas superiores de todo el perfil (0-60 cm).</p> <p>Pt aparece en las profundidades de 30 - 40 cm.</p>	<p>Sólo en las capas superiores e inferiores aparece Cd, no así en las capas intermedias, donde no aparece.</p> <p>En las capas de profundidades en torno a 40-50 cm falta Cd y es apreciable el Pt.</p>
---	---	---	--

Las figuras 5-22 y la tabla 2 contienen los estudios estadísticos con los resultados de las mediciones.

## 7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS FINALES

Las analíticas llevadas a cabo con las muestras procedentes de las excavaciones en Begastri han posibilitado conocer la concentración de componentes químicos dentro de los niveles estratigráficos del yacimiento. Gracias a ello, en el futuro se podrán seleccionar áreas más específicas con mayor presencia de componentes concretos, y extraer las conclusiones sobre el probable nivel de presión antrópica dentro de los suelos de uso. Hasta que no se haga una compilación con los datos geológicos completos, los análisis de marcación han de constituir una primera fase básica en el proceso para establecer conclusiones.

Según la analítica y la interpretación de los datos acerca de la composición química del suelo, podemos concluir que hay una elevada presencia de Fe y Pb. Dicha presencia sugiere un origen predominantemente geológico.

Sin embargo, es posible que pudiera quedar constatada la acción antrópica en la capa de profundidad de 20-30 cm en el perfil E/162. En esta capa notamos una presencia más alta de los siguientes componentes: Mn, Cu, Zn, Ni y Co. Asistimos a una situación similar en la habitación 2 para las capas de 30-40 cm y 60-70 cm de profundidad.

Adicionalmente, los componentes principales fueron marcados según su presencia ng/g como la serie: Mn>Zn>Cu>Ni>Co incluyendo dentro del perfil algunas anomalías de abundancia de Ni-Cu que pueden ser causadas por la presencia de algunos objetos elaborados de material enriquecido con estos componentes.

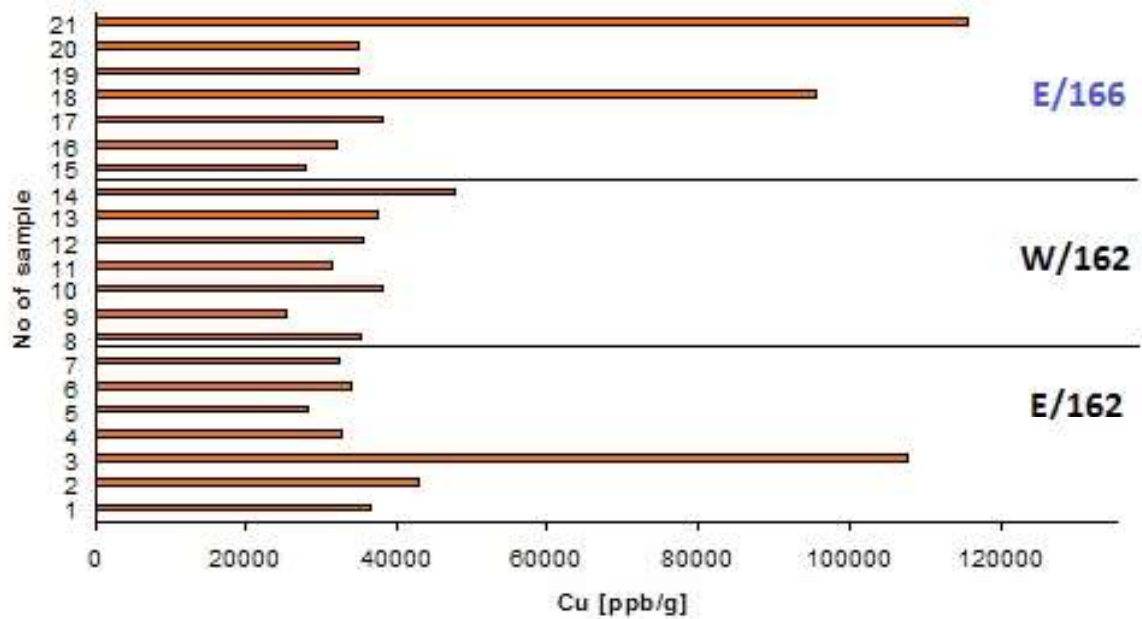
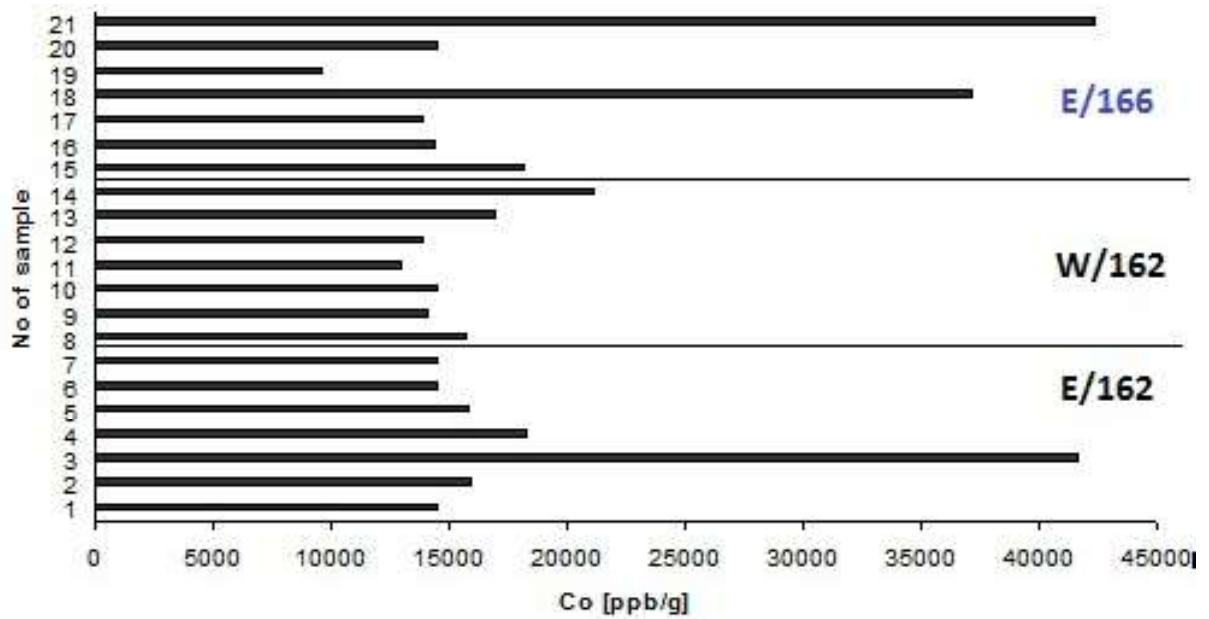
En lo que se refiere a los componentes residuales, como Pt y Cd, llegamos a la conclusión de que una presencia tan heterogénea en las capas estudiadas no puede vincularse con los procesos de la presión antrópica por faltar aún la compilación de los datos geológicos.

Además, muy significativo es que Cd se acumule en cada uno de los perfiles a diferente profundidad, lo que demuestra la complejidad de la geomorfología local, siendo Cd un elemento incorporado más tardíamente al ambiente natural. En cambio, Pt es el componente noble, cuya existencia en algunas capas apuntaría a la presencia de algún objeto metálico.

En el caso de Begastri, su concentración es tan escasa que sería muy difícil corroborar esta tesis.

Si bien los compuestos de manganeso y de hierro son elementos geológicos constitutivos, los valores anómalos de su presencia podrían explicarse con un alto grado de presión antrópica. Las concentraciones anormales, asimismo, de otros componentes metálicos apuntan a la actividad humana como causa. Esto se explicaría por la presencia, en estas capas, de objetos metálicos compuestos con estas aleaciones o incluso la ubicación de un taller o área de trabajo en las cercanías, como hemos mencionado antes. De igual manera, los valores anómalos para el contenido de otros componentes con las aleaciones detectadas permiten asumir la presencia de elementos u objetos metálicos en la misma zona. Esta hipótesis aún ha de ser corroborada por próximos estudios sobre el terreno.

El análisis químico apunta a la presencia de un entorno con abundantes objetos metálicos en contacto con las muestras de tierra e incluso un área de trabajo. Concuere con lo que han aportado las excavaciones más recientes<sup>5</sup> y apoya la hipótesis según la cual, el área estudiada fue un punto de administración económica. Los índices no permiten conclusiones más detalladas, pero sí demuestran que en esa zona hubo una elevada presión humana relacionada con la presencia de metales y aleaciones elaborados por el hombre.



Figuras 5 y 6. Marcación del contenido respectivamente de Co y Cu [ng/g] en el suelo para los tres perfiles teniendo en cuenta la profundidad del muestreo dentro del perfil. Marcación hecha con el método ICP- MS.

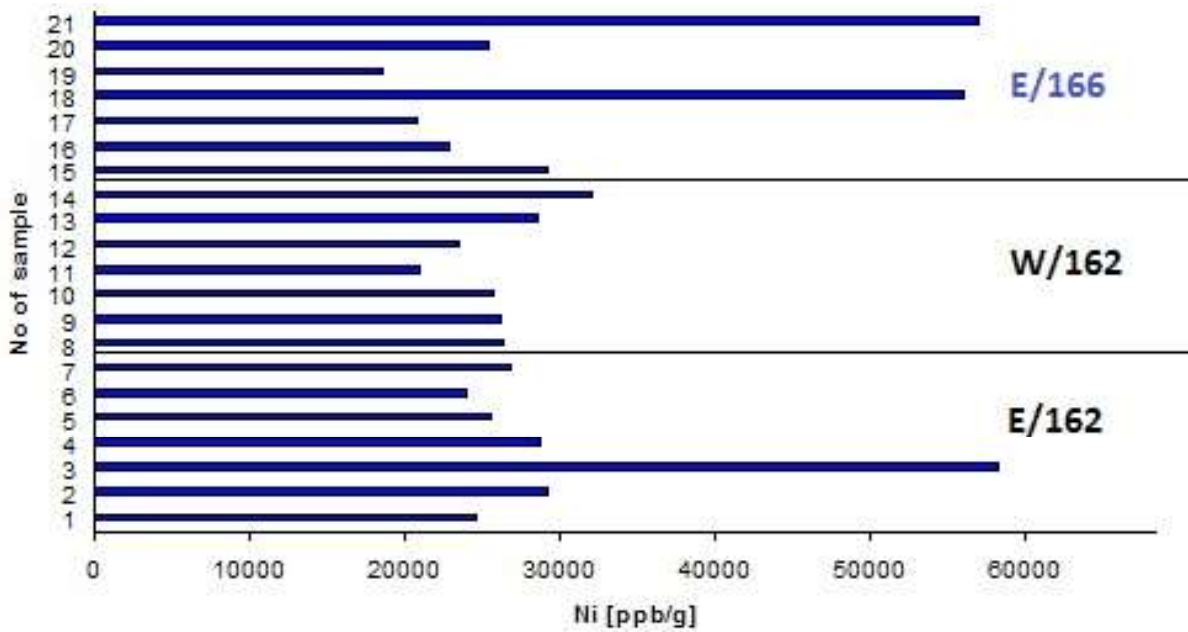
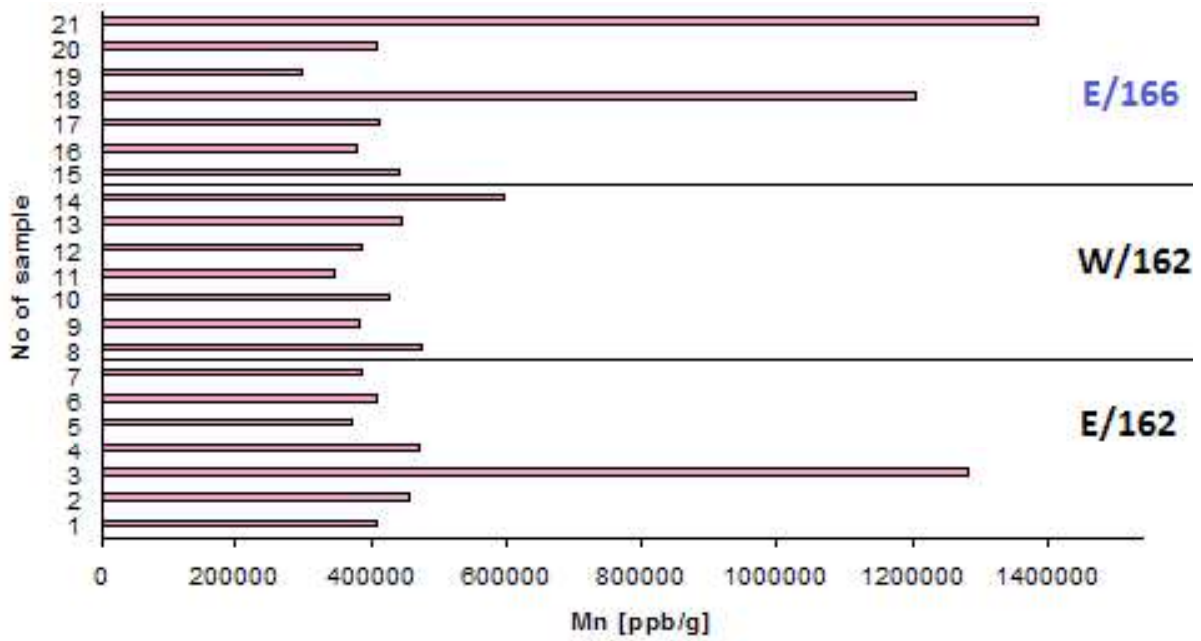


Figura 7 y 8. Marcación respectivamente de Mn y Ni [ng/g] del contenido en el suelo para los tres perfiles teniendo en cuenta la profundidad del muestreo dentro del perfil. Marcación con método ICP- MS.



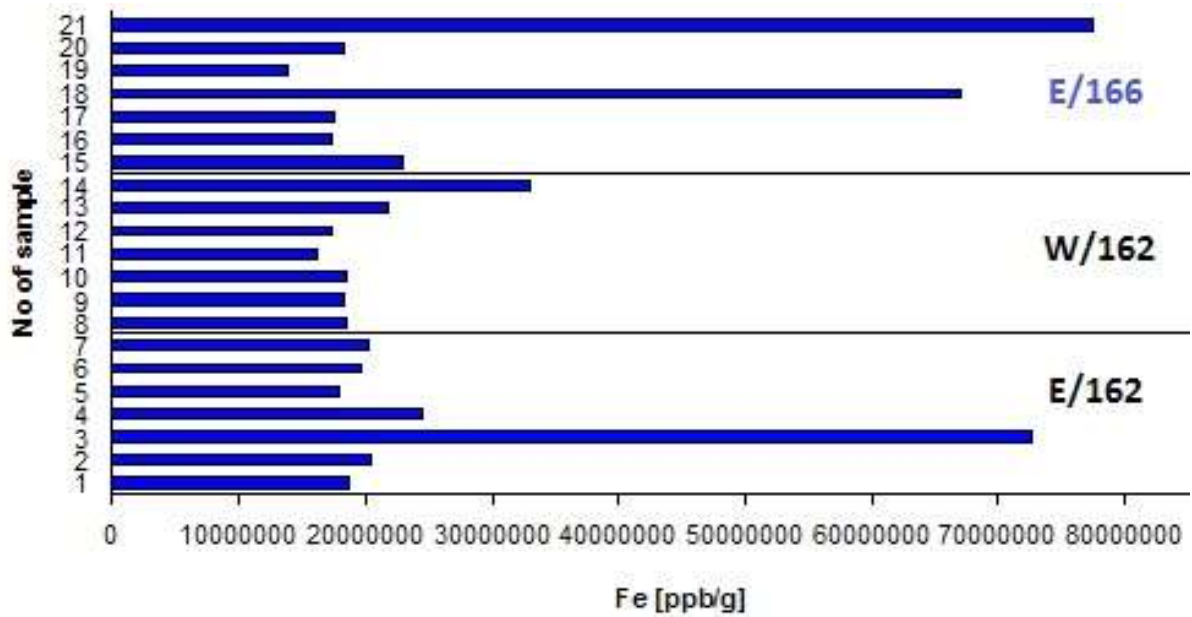
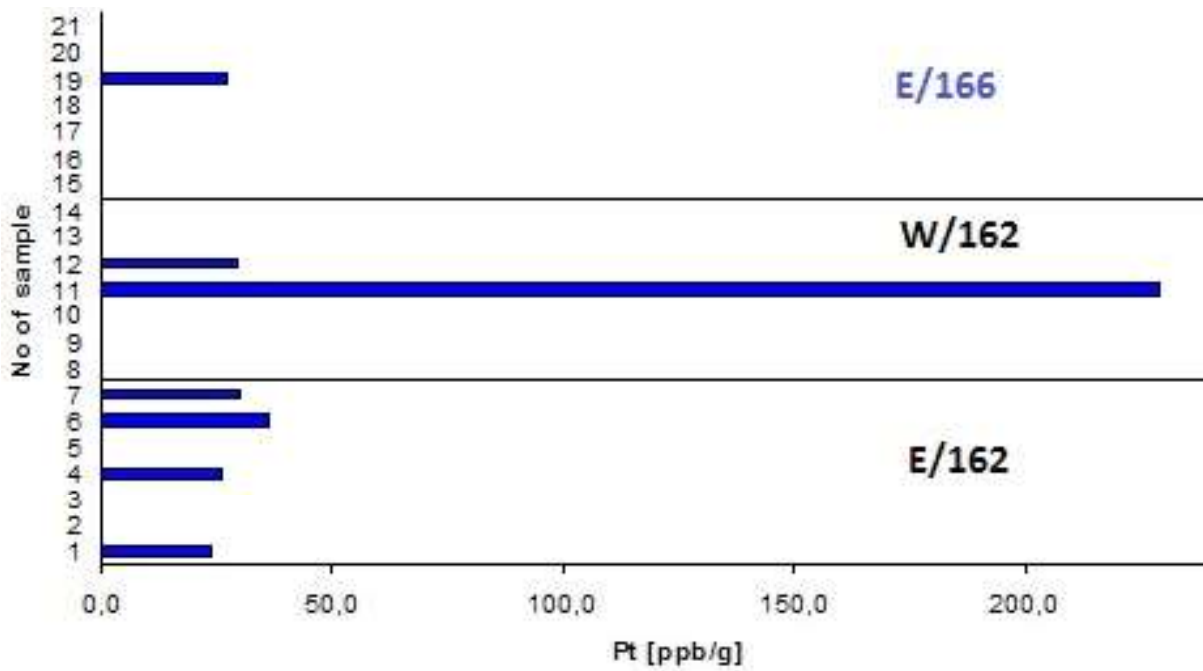


Figura 9 y 10. Marcación respectivamente de Pt y Fe [ng/g] del contenido en el suelo para los tres perfiles teniendo en cuenta la profundidad del muestreo dentro del perfil. Marcación con método ICP-MS.

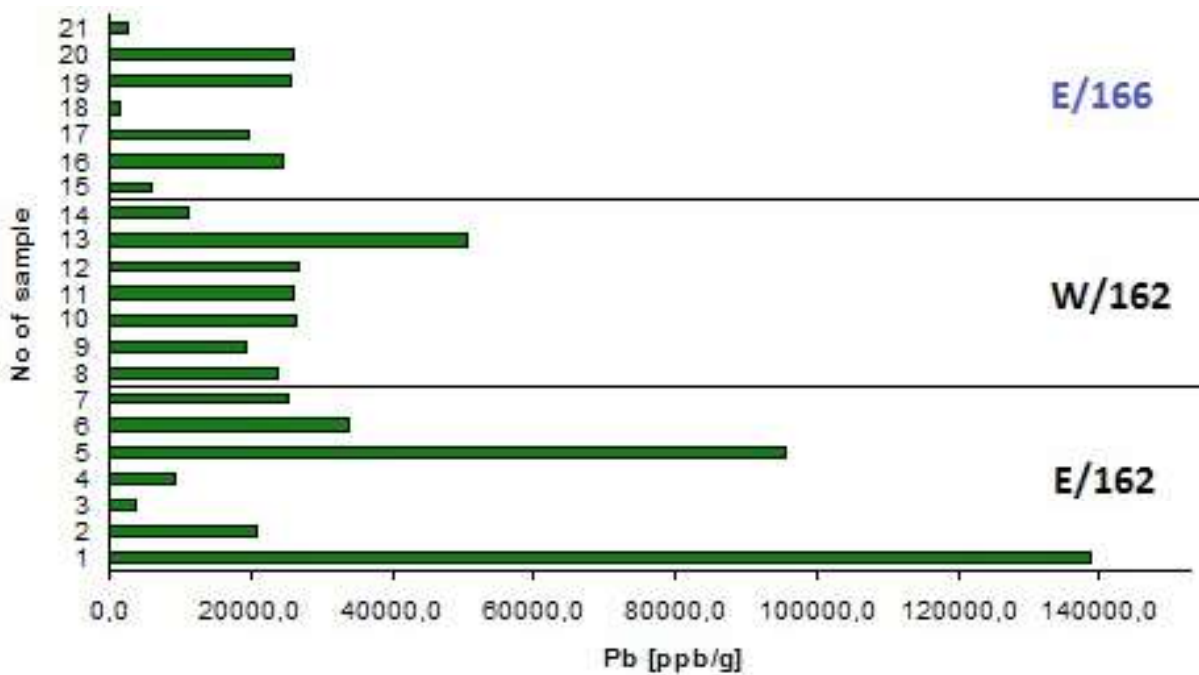
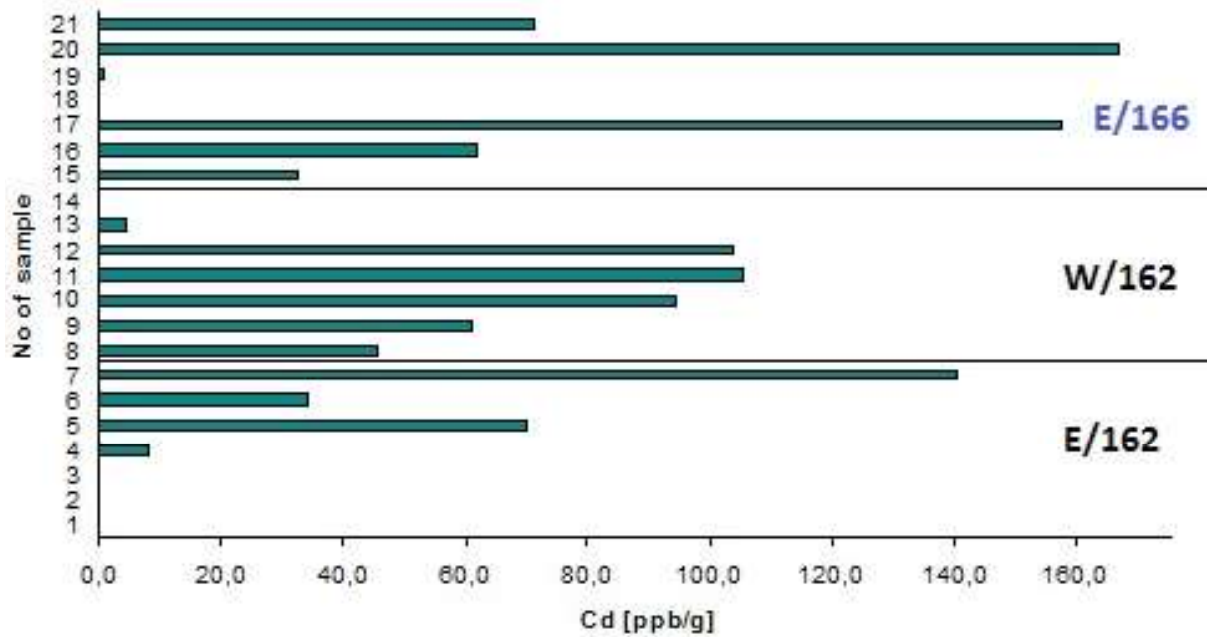


Figura 11 y 12. Marcación respectivamente de Cd y Pb [ng/g] del contenido en el suelo para los tres perfiles teniendo en cuenta la profundidad del muestreo dentro del perfil. Marcación con método ICP- MS.

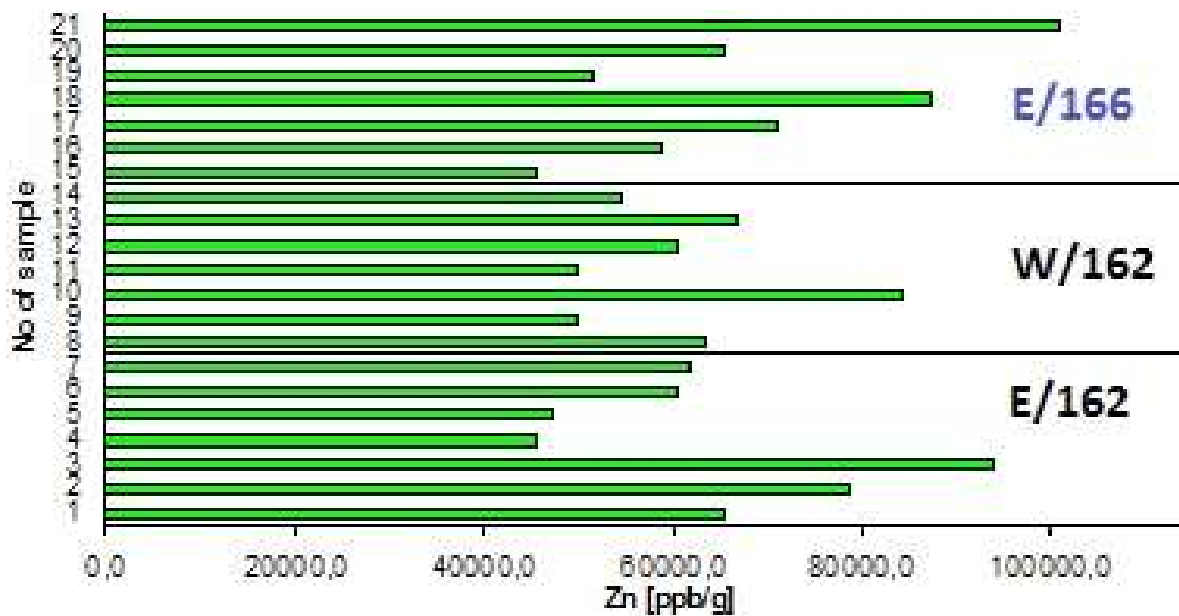


Figura 13. Marcación de Zn [ng/g] del contenido en el suelo para los tres perfiles teniendo en cuenta la profundidad del muestreo dentro del perfil. Marcación con método ICP- MS.

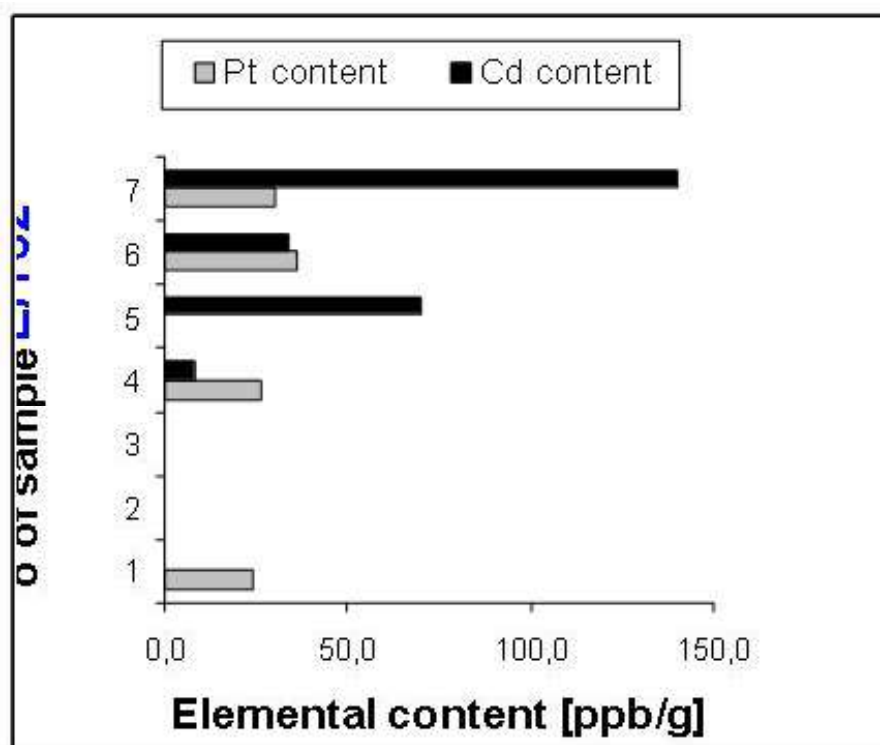


Figura 14.

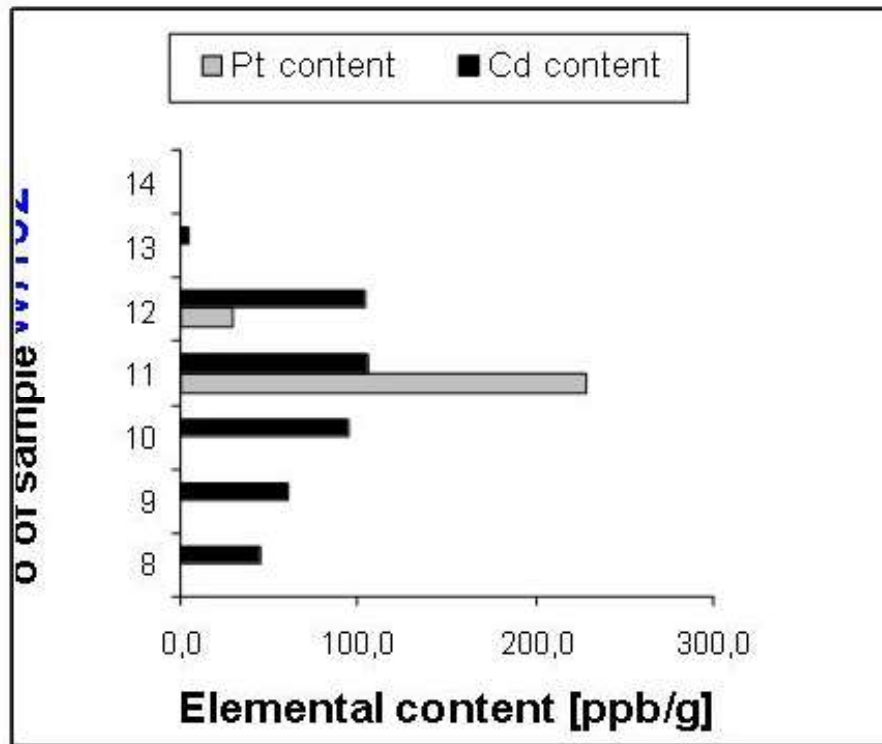
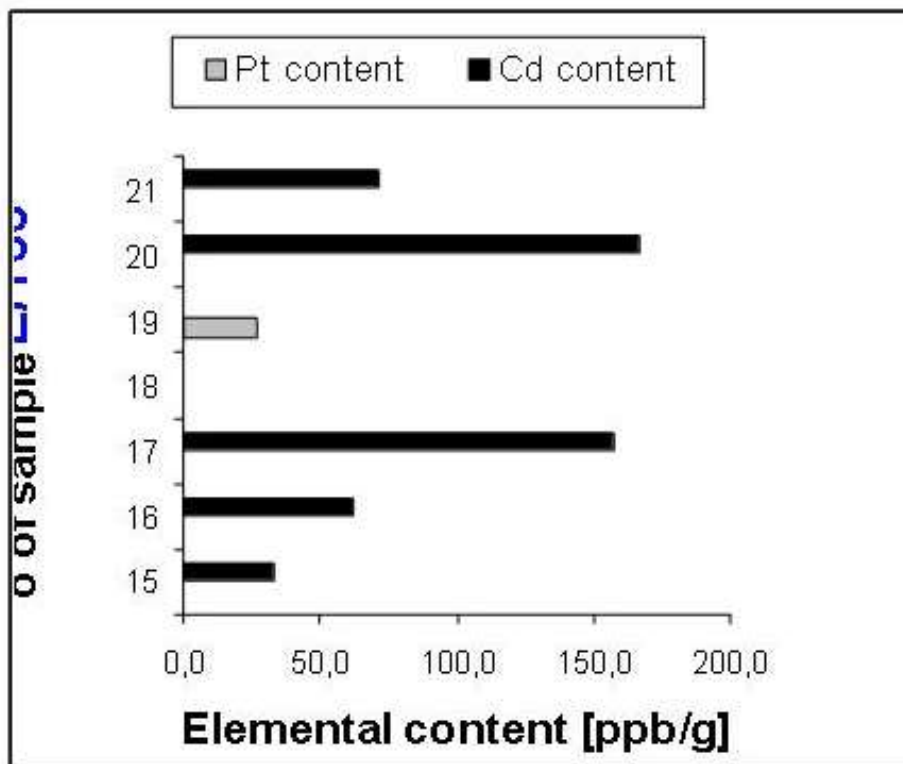


Figura 15



Figuras 14 a 16. Compilación de los componentes Pt y Cd [ng/g] de contenido vestigial en el suelo para los perfiles investigados. Método ICP MS.

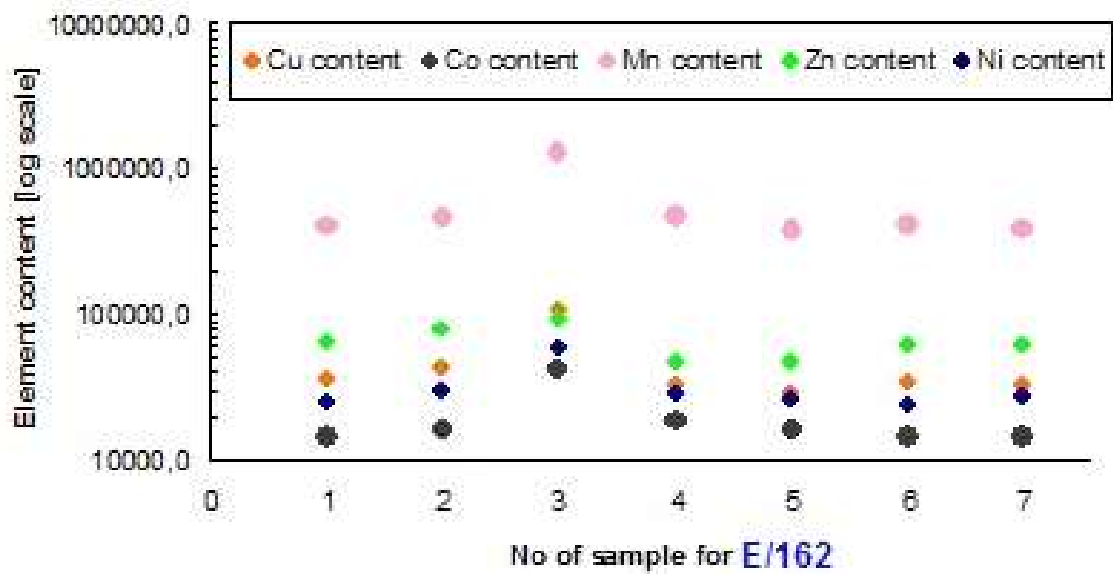
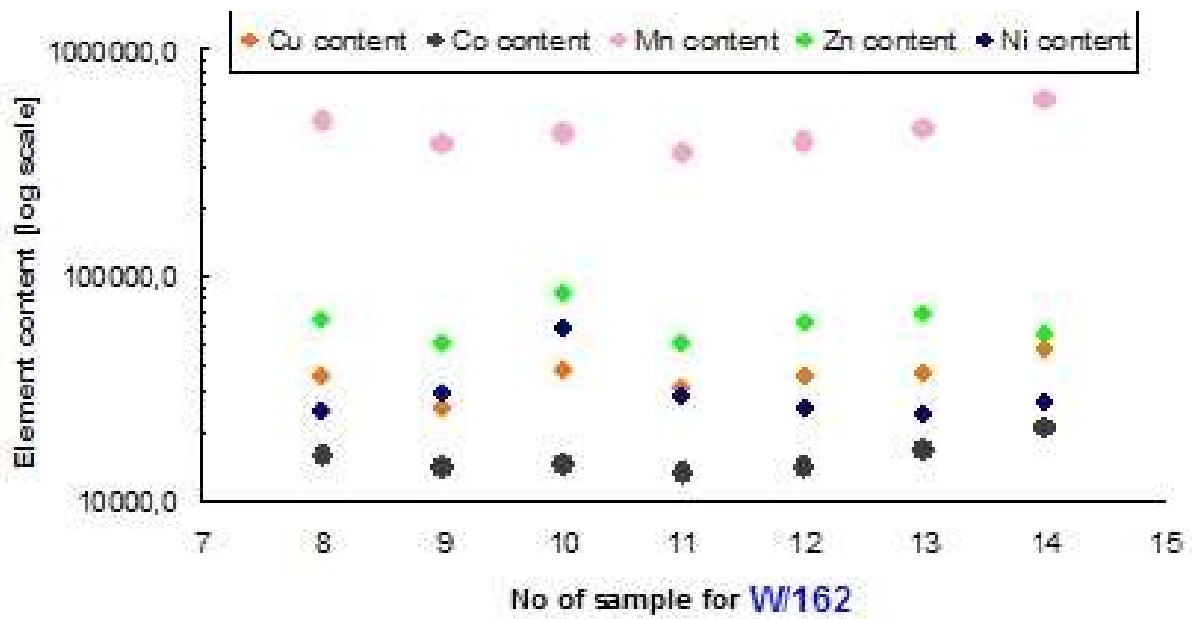


Figura 17 y 18. Compilación de contenido para los componentes seleccionados del suelo para los perfiles E y W de la habitación 1. Método ICP-MS.

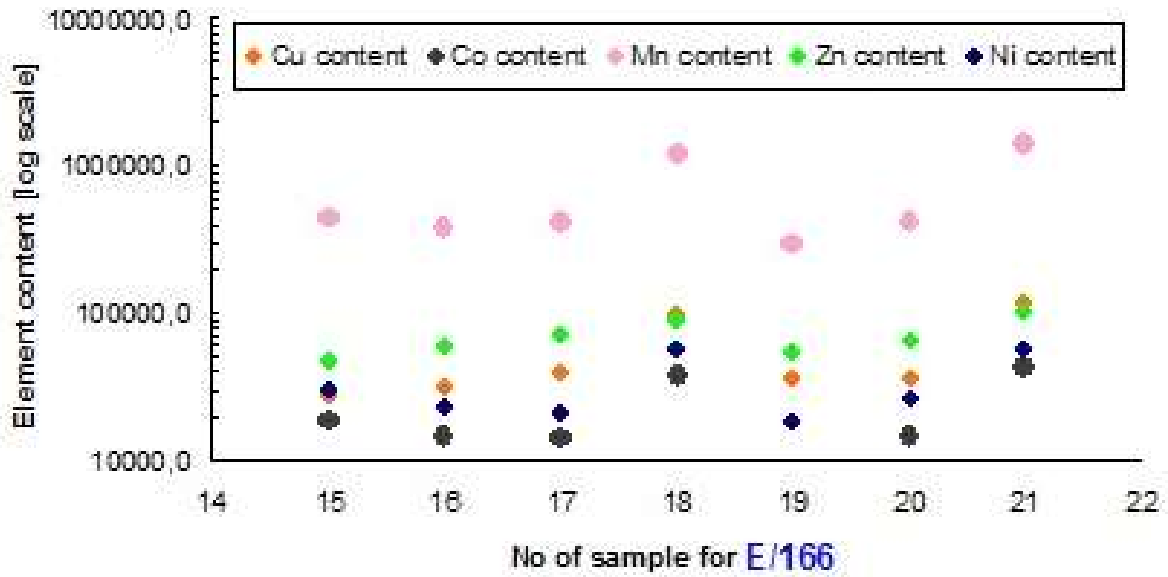


Figura 19. Compilación de contenido para los componentes seleccionados del suelo para el perfil E de la habitación 2. Método empleado ICP-MS.

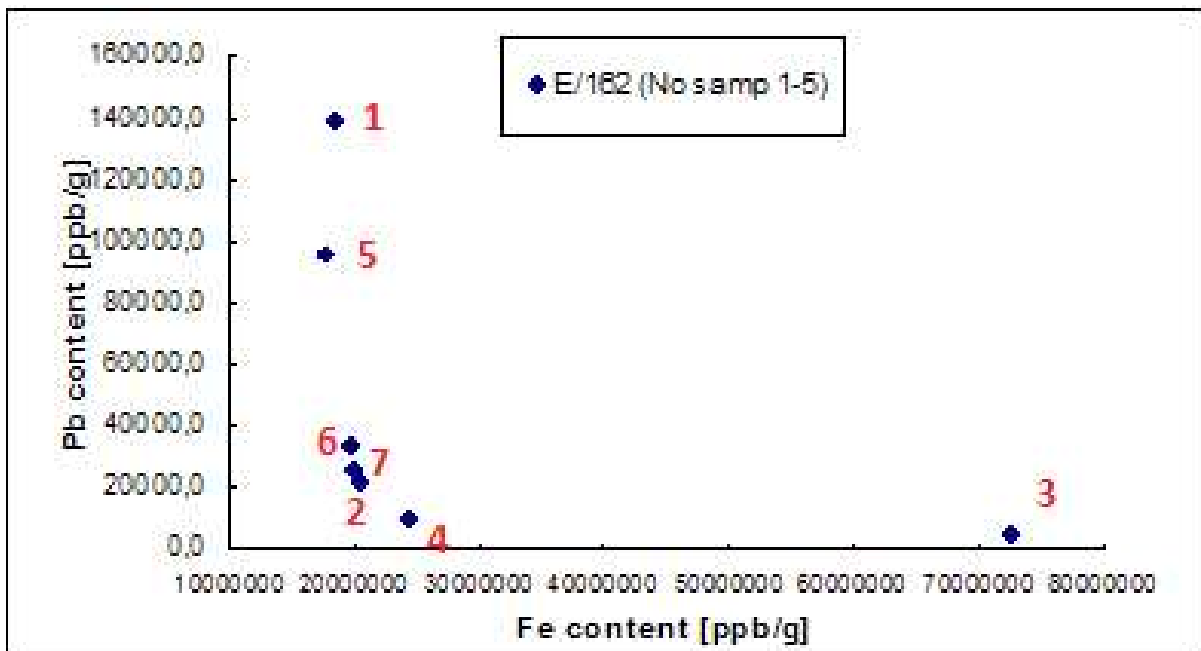


Figura 20.

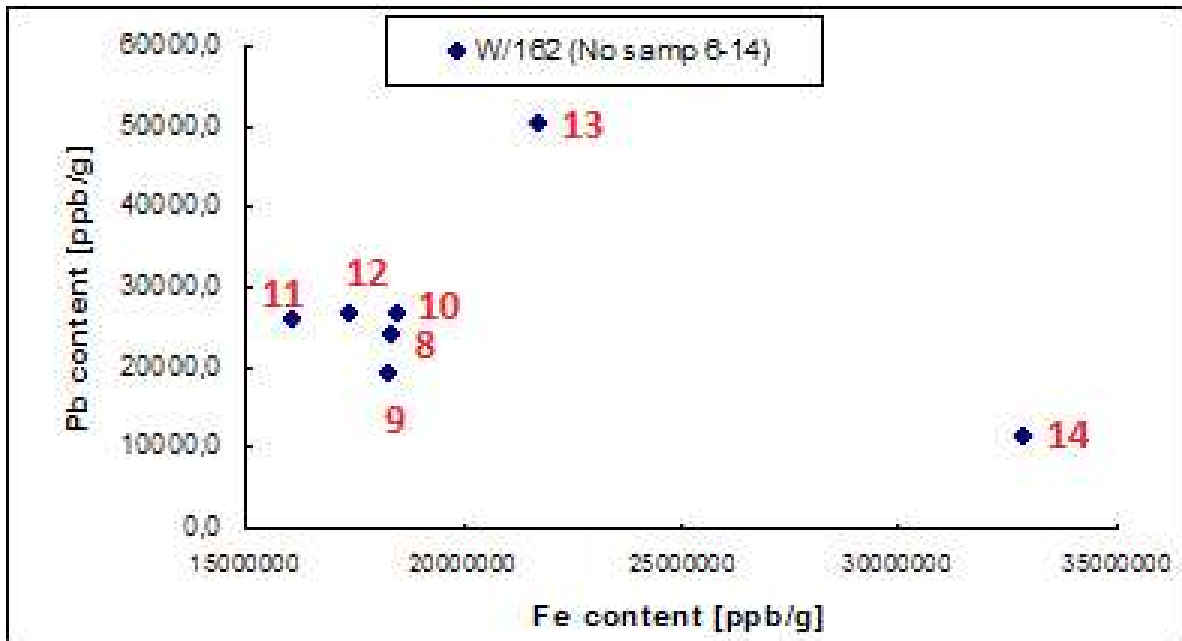


Figura 21.

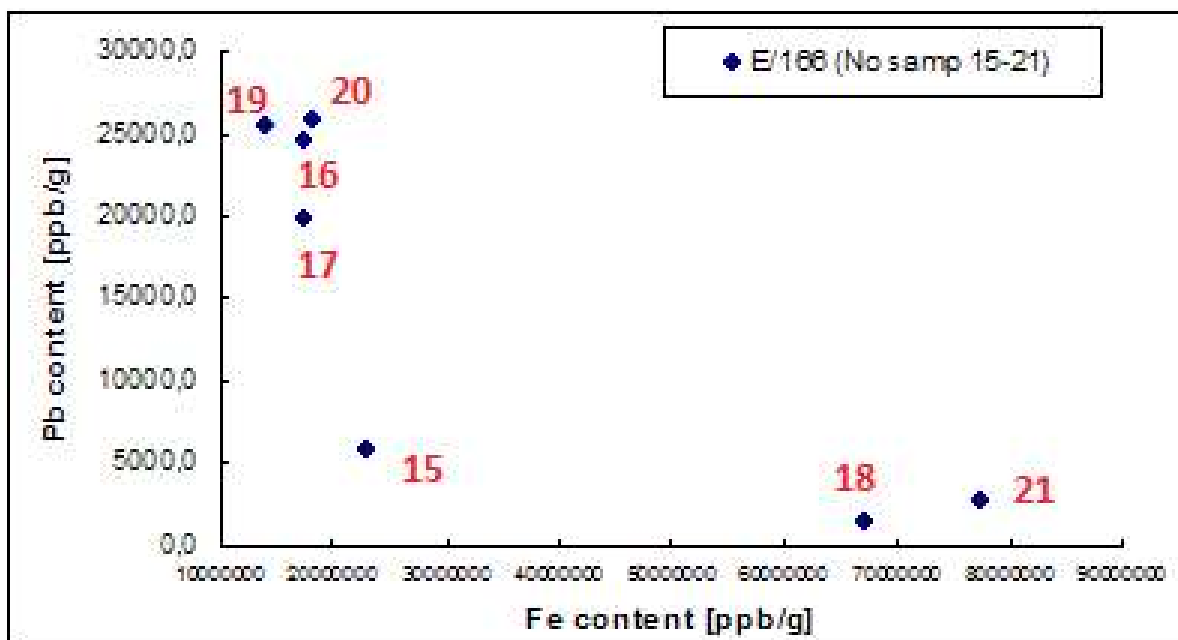


Figura 20 a 22. Compilación de contenido de los componentes de alta presencia: Fe y Pb [ng/g] en el suelo para los perfiles investigados. Método empleado ICP-MS.

ng/g	E/162 - PERFIL X (habitación 1, cavidad 162, E perfil de la cavidad)						
No prueba	1	2	3	4	5	6	7
U	596	16045	14863	814	659	776	693
Th	2348	nd	nd	2741	2175	2083	2615
Cu	36500	42934	107993	32582	28396	34006,7	32458,9
Co	14542	15954	41648,8	18319,8	15829,6	14446,7	14470,2
Mn	40710	457424	1285521	471283	369756	407975	387496
Zn	65330	78655	94251,5	45720	47188,1	60557,4	61801,5
La	11312	11369	12602	14037	12921	11817	12071
V	59000	62342,0	276570,8	82497,9	52323,1	57724,4	58433,0
Yb	936	741,9	1923,4	1152,1	873,8	951,1	824,6
Mo	339	nd	nd	1255,3	1414,1	303,7	1678,4
Ni	24600	29311,3	58265,1	28729,5	25617,6	23919,9	26923,7
Pt	24	nd	nd	26,2	nd	36,0	29,9
Sb	263	nd	nd	188,7	268,3	162,7	234,0
Fe	18699000	20387311	72574969	24548050	17980490	19680100	20185604
Cd	nd	nd	nd	8,2	69,9	34,1	140,3
Pb	135612	20839,6	3720,2	9138,8	95574,5	33762,7	25238,3
pH	9,19	9,58	9,36	9,15	9,08	8,84	9,57

Tabla 2. Compilación de las marcas de los elementos en las muestras de suelo. Método aplicado ICP-MS (error relativo 10%)-nd: no data.



ng/g	W perfil de la cavidad)						
	8	9	10	11	12	13	14
No prueba							
U	15535	15830	16179	846	630	16270	16020
Th	nd	nd	nd	3901	2022	116	nd
Cu	35203, 6	25388, 4	38108, 0	31464, 2	35513, 8	37413, 9	47688, 3
Co	15773, 4	14080, 3	14481, 6	13006, 7	13925, 3	16929, 7	21145, 9
Mn	477314	380902	426395	347390	383798	444782	595517
Zn	63344, 1	49824, 1	84398, 7	49928, 3	60716, 5	66839, 2	54448, 6
La	13299	13513	13191	12783	11750	15714	12655
V	58863, 2	57789, 2	53258, 0	49479, 7	59191, 2	68892, 0	111868, 7
Yb	833,9	757,6	789,5	973,2	838,1	982,8	1133,6
Mo	nd	33,0	nd	1419,0	886,6	nd	nd
Ni	26368, 1	26160, 4	25683, 4	20974, 8	23417, 6	28629, 5	32000, 7
Pt	nd	nd	nd	228,8	29,2	nd	nd
Sb	nd	nd	54,9	337,3	200,0	nd	nd
Fe	183817 63	183094 80	185155 43	160690 78	174189 58	217846 74	328600 21
Cd	45,3	61,0	94,6	105,5	103,8	4,1	nd
Pb	24090, 4	19243, 1	26527, 6	25948, 9	26638, 0	50573, 5	11279, 6
pH	9,41	9,22	8,90	9,40	9,24	9,24	9,33

Tabla 2. Compilación de las marcas de los elementos en las muestras de suelo. Método aplicado ICP-MS (error relativo 10%)-nd: no data.

ng/g	E perfil de la cavidad)							
	No prueba	15	16	17	18	19	20	21
U	16256	16230	16230	16585	575	15958	nd	
Th	nd	1525	1525	nd	1940	nd	1165	
Cu	27881, 5	38135, 9	38135, 9	95574, 1	34691, 3	35112, 4	11579 1	
Co	18152, 2	13930, 7	13930, 7	37211, 5	9677, 1	14506, 0	42351, 6	
Mn	443933	412767	412767	1204104	298647	410793	1385783	
Zn	45542, 7	71142, 0	71142, 0	87408, 7	51684, 2	65328, 4	100994, 4	
La	15090	10788	10788	11124	10257	12929	12901	
V	80570, 3	56929, 2	57582, 3	257249, 9	42128, 3	26807, 8	29528, 3	
Yb	942,3	847,3	847,3	1842,1	793,4	842,6	2194,5	
Mo	nd	1116,9	111,9	nd	320,9	nd	nd	
Ni	29178, 5	20781, 0	20781, 0	56018, 5	18553, 5	25391, 0	57077, 7	
Pt	nd	nd	nd	nd	26,9	nd	nd	
Sb	nd	142,8	142,8	nd	136,9	19,3	nd	
Fe	228476 64	174909 46	174909 46	671660 01	138984 82	183324 06	775395 84	
Cd	32,7	157,3	157,3	nd	0,6	166,9	71,2	
Pb	5851, 2	19823, 1	19823, 1	1360, 5	25535,1	25912, 2	2586,6	
pH	9,13	9,37	9,37	9,37	9,22	9,15	9,32	

Tabla 2. Compilación de las marcas de los elementos en las muestras de suelo. Método aplicado ICP-MS (error relativo 10%)-nd: no data.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Fundación de la Universidad de Varsovia y al Consejo Estudiantil de la Universidad de Varsovia por el apoyo financiero del proyecto “La búsqueda de las fortificaciones antiguas en la región de Murcia” dentro cual se llevaron a cabo las investigaciones en el yacimiento de Begastri.

Queremos dar las gracias en particular a la profesora Iwona Modrzewska-Pianetti de la Universidad de Varsovia y al profesor José Antonio Molina Gómez de la Universidad de Murcia por su ayuda.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- ENAMORADO-BAEZ, S.M., ABRIL, J.M.Y GÓMEZ-GUZMÁN, J. M.: “Determination of 25 Trace Element Concentrations in Biological Reference Materials by ICP-MS following Different Microwave- Assisted Acid Digestion Methods Base on Scaling Masses of Digested Samples”, *ISRN Analytical Chemistry*, 2013, pp. 1-14.
- POLKOWSKA-MOTRENKO, H., *et al.*: “Effect of Acid Digestion Method on cobalt determination in plant materials”, *Analytica Chimica Acta* 408: 1-2, 2000, pp. 89-95.
- SUCHAROVA, J. Y SUCHARA, I.: “Determination of 36 elements in plant reference materials with different Si contents by inductively coupled plasma mass spectrometry: comparison of microwave digestions assisted by three types of digestion mixtures”, *Analytica Chimica Acta* 576: 2, 2006, pp.163-176.