



Logros de la iniciativa ARIADNE para el intercambio de datos e investigación arqueológica

Achievements of the ARIADNE initiative for archaeological data sharing and research

Guntram Geser

Salzburg Research Institute, Salzburg, Austria. E-mail: guntram.geser@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0995-5113>

Este trabajo se publicó originalmente como: Geser, G. 2023 Achievements of the ARIADNE Initiative for Archaeological Data Sharing and Research, *Internet Archaeology* 64. <https://doi.org/10.11141/ia.64.2> Esta versión es obra derivada.

Traducción: Andrés D. Izeta y G.R. Cattáneo

Resumen

El objetivo general de la iniciativa ARIADNE es ayudar a las comunidades de investigación y gestión de datos arqueológicos en Europa y más allá, compartir y utilizar de manera más efectiva los datos dispersos en muchas instituciones y proyectos. La iniciativa desarrolló servicios de Infraestructura de Investigación que permiten la agregación, integración, búsqueda y visualización de registros de datos que describen y enlazan a colecciones de datos y elementos disponibles en los repositorios y bases de datos de los proveedores. Financiado bajo la rama de Infraestructuras de Investigación del Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea, los proyectos ARIADNE implementaron y mejoraron la Infraestructura de Investigación ARIADNE y movilizaron una creciente comunidad de instituciones y proyectos colaborativos interesados en compartir datos a través de la e-Infraestructura. En el proyecto ARIADNEplus, se integraron casi 4 millones de registros de datos en el Portal ARIADNE. Después de una breve introducción a la iniciativa ARIADNE, este documento presenta algunos logros seleccionados de la iniciativa con el proyecto ARIADNEplus. Aborda la extensión y el apoyo de la comunidad ARIADNE, las actividades que promueven datos FAIR en arqueología y la estandarización de conjuntos de datos basados en el CIDOC CRM y los vocabularios de dominio Getty AAT y PeriodO. Considera el Portal ARIADNE como una herramienta efectiva de acceso a datos e investigación, y el desarrollo de Entornos Virtuales de Investigación como un nuevo enfoque innovador. Las observaciones finales destacan que la iniciativa ARIADNE proporciona incentivos para que las instituciones y proyectos compartan sus datos y los hagan útiles a través del Portal ARIADNE, lo que potencia el valor de los repositorios y bases de datos de los proveedores. Además, se señalan las formas en que ARIADNE ha fomentado una labor interdisciplinaria fecunda, por ejemplo, entre académicos y desarrolladores tecnológicos de servicios de investigación.

Palabras clave: Portal de Datos; Compartir Datos; Datos FAIR; Estandarización de Datos; Infraestructuras de Investigación; Entornos Virtuales de Investigación.

Abstract

The overall objective of the ARIADNE initiative is to help the archaeological research and data management communities in Europe and beyond to more effectively share and use data, which are dispersed across many institutions and projects. The initiative developed Research Infrastructure services that enable aggregation, integration, search, and visualisation of data records which describe and link to data collections and items available in the providers' repositories and databases. Funded under the Research Infrastructures strand of the European Union's Framework Programme for Research and Innovation, the ARIADNE projects implemented and enhanced the ARIADNE Research Infrastructure and mobilised a growing community of institutions and collaborative projects interested to share data through the e-Infrastructure. In the ARIADNEplus project, almost 4 million data records were integrated in the ARIADNE Portal. Following a brief introduction to the ARIADNE initiative, this paper presents selected achievements of the initiative with the ARIADNEplus project. It addresses the extension and support of the ARIADNE community, the activities promoting FAIR data in archaeology, and the standardisation of datasets based on the CIDOC CRM and the domain vocabularies Getty AAT and PeriodO. It considers the ARIADNE Portal as an effective data access and research tool, and the development of Virtual Research Environments as a new innovative

approach. The final remarks highlight that the ARIADNE initiative provides incentives for institutions and projects to share their data and make it useful through the ARIADNE Portal, which leverages the value of the providers' repositories and databases. Furthermore, ways in which ARIADNE fosters cross-disciplinary fertilisation are noted, for example, between scholars and technological developers of research services.

Keywords: Data Portal; Data Sharing; FAIR Data; Data Standardisation; Research Infrastructures; Virtual Research Environments.

Un resumen de la Iniciativa ARIADNE

El objetivo general de la iniciativa ARIADNE es ayudar a las comunidades de investigación y gestión de datos arqueológicos en Europa e ir más allá, para compartir y utilizar de manera más efectiva los datos, que están dispersos en muchas instituciones y proyectos y que a menudo son difíciles de descubrir y acceder. La iniciativa ARIADNE se propuso superar el alto nivel de fragmentación de los recursos de datos arqueológicos proporcionando una infraestructura digital que respalda el intercambio y uso de datos existentes a través de fronteras nacionales, institucionales y de dominio.

Con este fin, ARIADNE desarrolló servicios y procesos que permiten la agregación, integración, búsqueda y visualización de registros de datos que describen y enlazan a colecciones de datos y elementos disponibles en los repositorios y bases de datos de los proveedores. Así, ARIADNE no reemplaza sus infraestructuras digitales, sino que proporciona servicios sobre ellas, como la búsqueda en los recursos de datos integrados.

El proyecto original ARIADNE implementó los primeros servicios de infraestructura de datos (Aloia et al., 2017), ARIADNEplus mejoró estos servicios y desarrolló otros adicionales. Toda la e-infraestructura se trasladó a la plataforma basada en la nube D4Science, proporcionada por el Instituto de Ciencia y Tecnologías de la Información (ISTI) en Pisa, un instituto del Consejo Nacional de Investigación de Italia (CNR).

Con la nueva e-infraestructura, se han agregado e integrado registros de datos de más campos de investigación arqueológica para realizar búsquedas cruzadas, visualización de resultados y acceso a datos relevantes. ARIADNE principalmente agregó registros de datos de inventarios de monumentos y sitios, archivos de excavaciones, informes de trabajo de campo y bases de datos de artefactos, con menos énfasis en temas especializados en arqueología. ARIADNEplus amplió la gama de subdominios y tipos de recursos, incluyendo, entre otros, paleoantropología, arqueología mortuoria, inscripciones y arte rupestre, análisis científicos y datación de restos materiales.

Todo esto se logró gracias al financiamiento de los proyectos ARIADNE (2/2013–1/2017) y ARIADNEplus (1/2019–12/2022) en la rama de Infraestructuras de

Investigación del Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea (Séptimo Programa Marco y Horizonte Europa, 2020). Financiados como "Actividades de Integración", los proyectos pudieron movilizar una creciente comunidad de instituciones y grandes proyectos colaborativos interesados en compartir datos a través de la infraestructura, el portal y otros servicios de ARIADNE.

El consorcio del proyecto original ARIADNE contaba con 23 socios, mientras que ARIADNEplus tuvo 41 socios, incluyendo a Estados Unidos, Argentina, Israel y Japón. Además, la red ARIADNE actualmente cuenta con 17 adherentes y muchas otras colaboraciones informales. De hecho, el trabajo en curso de la iniciativa ARIADNE se basa en un gran sentido de propósito compartido.

En cuanto a la agregación e integración de datos, en la actualidad hay casi 4 millones de registros buscables en el Portal ARIADNE. La inclusión de datos de los socios internacionales en el portal demuestra que la iniciativa ARIADNE tiene el objetivo y la capacidad de ampliar el conjunto de datos más allá de Europa.

El conjunto de datos incluye muchos registros de miembros asociados y otros proveedores que no fueron financiados a través de ARIADNEplus, pero que han mostrado entusiasmo por integrar sus datos enriquecidos en el portal ARIADNE, siendo compatibles y accesibles junto con datos relacionados de otros proveedores de Europa y más allá. Todos los registros de datos agregados se han transformado en Datos Enlazados, lo que permite formas novedosas de buscar, explorar y utilizar los datos. De hecho, el Portal ARIADNE se ha convertido en una herramienta de investigación efectiva.

Así, la iniciativa ARIADNE ha logrado su objetivo de permitir el intercambio y uso efectivo de datos arqueológicos a través de fronteras nacionales, institucionales y de la especialidad. Fomentar una cultura de compartir datos y construcción conjunta de capacidades también será crucial para el desarrollo continuo de la iniciativa.

El desarrollo está siendo gestionado por la Infraestructura de Investigación ARIADNE AISBL, una asociación sin fines de lucro registrada bajo la ley belga, pero que opera a nivel internacional. La asociación coordina la obtención de

fondos adicionales para mantener y ampliar los servicios de ARIADNE e integrar nuevos recursos de datos.

Logros del Proyecto ARIADNEplus

Los proyectos ARIADNE debían proporcionar informes sobre sus resultados e impactos innovadores (ARIADNE, 2017; ARIADNEplus, 2022b). ARIADNEplus se basó en los logros sustanciales, de hecho, pioneros, del proyecto original ARIADNE, y abrió un nuevo capítulo de innovación e impacto, haciendo referencia al libro "The ARIADNE Impact" (Richards y Niccolucci, 2019), en el cual los socios, tanto establecidos como nuevos, describen los beneficios percibidos al participar en la iniciativa ARIADNE.

Este documento presenta logros seleccionados de la iniciativa con el proyecto ARIADNEplus, descritos con más detalle y referencias en secciones de su informe de impacto (ARIADNEplus, 2022b). Las secciones están organizadas según los diversos impactos esperados de las "Actividades de Integración" por parte del programa de Infraestructuras de Investigación de la UE, mientras que este documento destaca y detalla algunos logros relacionados con el enfoque general de la edición especial sobre cómo las instituciones y proyectos colaborativos contribuyen a ARIADNE como proveedores de datos.

Los temas abordados incluyen la expansión de la comunidad ARIADNE, los resultados de las actividades destinadas a satisfacer las necesidades de la comunidad, la promoción de datos FAIR (Localizables, Accesibles, Interoperables, Reutilizables) en arqueología (Wilkinson et al., 2016; Nicholson et al., 2023), la estandarización de datos arqueológicos por parte de ARIADNE, el acceso a los recursos de datos integrados y los Entornos Virtuales de Investigación (VREs) como un nuevo enfoque además del Portal ARIADNE.

Ampliación y apoyo de la comunidad ARIADNE

Crecimiento de la red de socios de ARIADNE

El proyecto ARIADNEplus comenzó en enero de 2019 con un consorcio de 41 socios, en comparación con los 23 del proyecto original ARIADNE. Los socios incluyen agencias y museos de patrimonio cultural, institutos de investigación arqueológica, proveedores de servicios de repositorios y otros datos, y centros tecnológicos con experiencia en aplicaciones para el patrimonio cultural y la arqueología.

Con ARIADNEplus, la iniciativa ARIADNE ha estado activa con 37 socios en un consorcio que abarca 23 países europeos, y un socio en los Estados Unidos, Argentina, Israel y Japón. Estos últimos se encuentran representados por la Universidad Estatal de Arizona (Centro para la Antigüedad Digital, repositorio tDAR) en Estados Unidos, el Instituto de Antropología de Córdoba (CONICET-IDACOR) en Argentina, la Autoridad de Antigüedades de

Israel y el Instituto Nacional de Investigación de Bienes Culturales (NARA) en Japón.

Los 23 países europeos con socios en ARIADNEplus son Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Chipre, Chequia, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Países Bajos, Noruega, Portugal, Rumanía, Eslovenia, España, Suecia y el Reino Unido.

Así, la iniciativa ARIADNE se ha fortalecido en toda Europa y se ha expandido a otras regiones del mundo. La inclusión de datos de los cuatro socios internacionales en el Portal ARIADNE demuestra que la iniciativa tiene el objetivo y la capacidad de ampliar su conjunto de datos más allá de Europa.

La mayoría de los miembros arqueológicos de ARIADNE también participan en la COST Action SEADDA, Saving European Archaeology from a Digital Dark Age, una asociación con representación de 31 países europeos y seis a nivel internacional (Argentina, Canadá, EE. UU., Japón, Israel, Turquía).

SEADDA y ARIADNE tienen objetivos complementarios. Uno de los principales propósitos de SEADDA es un futuro más sostenible para los recursos arqueológicos digitales a través de la creación de repositorios mejores y nuevos, donde la comunidad carece de un repositorio adecuado, mientras que ARIADNE apoya la búsqueda y acceso a datos que se comparten a través de repositorios existentes y nuevos. En este enfoque, ARIADNE también proporciona la perspectiva para nuevos repositorios de agregación e integración de datos en el conjunto de datos arqueológicos compartidos a nivel europeo e internacional.

ARIADNE recibe cada vez más solicitudes de organizaciones para unirse a la red como socios basados en un acuerdo de cooperación: ya han ingresado 17 organizaciones europeas a la red, incluyendo autoridades de patrimonio, institutos arqueológicos y proyectos colaborativos, y centros de expertos en datos y tecnología en diversos campos. Estos asociados han fortalecido aún más ARIADNE en Austria, Bulgaria, Croacia, Grecia, Alemania, Italia, Portugal y el Reino Unido, y la han expandido para incluir a Macedonia del Norte, Serbia, Eslovaquia y Turquía.

A través de los asociados, la red de ARIADNE también se expande temáticamente, por ejemplo, a través del proyecto ROCEEH en el campo de la paleoantropología en regiones de África, el Levante, Eurasia y Europa (Kandel et al., 2023), y a través del entorno de investigación dataARC de la North Atlantic Biocultural Organization (NABO) en el campo de la ecodinámica humana a largo plazo (Opitz et al., 2021). Además, se prevén contribuciones significativas a tipos de datos en el Portal ARIADNE, como datos de isótopos



Figura 1. Ampliación de la red de socios de ARIADNE en países europeos y otros. Mapa creado con mapchart.net. Verde: países con miembros del consorcio ARIADNE y ARIADNEplus, así como instituciones asociadas. Amarillo: países aun sin asociados. No representados: Estados Unidos, Argentina, Japón e Israel con miembros del consorcio en ARIADNEplus y proyectos asociados con socios internacionales.

Figure 1. Extension of the ARIADNE network of partners in European and other countries. Map created with mapchart.net. Green: countries with ARIADNE and ARIADNEplus consortium members and associate partner institutions. Yellow: countries not yet with associate partners. Not represented: United States, Argentina, Japan and Israel with consortium members in ARIADNEplus, and associate projects with international partners.

bioarqueológicos de la base de datos IsoArch (Plomp et al., 2022).

Beneficios percibidos por los socios asociados

Como infraestructura europea para la agregación y acceso de datos arqueológicos, ARIADNE proporciona orientación y un enfoque para instituciones y proyectos en Europa y más allá que buscan poner sus datos a disposición de la investigación y otros fines, facilitados por el portal.

Los adherentes, al igual que los socios formales del consorcio de ARIADNE y ARIADNEplus, perciben efectos favorables en la formación de políticas institucionales y en el desarrollo de capacidades para compartir datos, especialmente en países donde ha habido poca tradición previa de acceso abierto a datos de investigación en arqueología y patrimonio (por ejemplo, países de Europa central y sudoriental).

Las escuelas europeas en el extranjero, incluyendo las escuelas francesas y británicas con sede en Atenas y Ankara, han mostrado interés en participar. Estas escuelas a menudo carecen de recursos informáticos, pero cuentan con vastos archivos arqueológicos. Por lo tanto, valoran ARIADNE como una oportunidad para fortalecer su capacidad digital con miras a compartir sus datos.

Los adherentes no han recibido financiamiento del proyecto ARIADNEplus, pero han invertido tiempo significativo y recursos del personal en sus contribuciones, especialmente aquellos que prepararon datos para la

agregación e integración en el portal ARIADNE (por ejemplo, los proyectos ROCEEH y THANADOS). Esto también ha sido realizado por otros proveedores que no se han unido como adherentes, incluyendo varias instituciones en el Reino Unido, como el Museo Británico, que proporcionó datos del Portable Antiquities Scheme (PAS) que comprende muchos hallazgos arqueológicos realizados por no profesionales.

Se estima que, a través del esfuerzo no remunerado, ARIADNEplus ha aprovechado al menos 24 meses adicionales de trabajo en la provisión de datos. Que muchas organizaciones hayan querido unirse a ARIADNE y estén dispuestas a comprometer tiempo y recursos para contribuir, claramente augura bien para la sostenibilidad de la iniciativa.

Reconocimiento por parte de importantes instituciones arqueológicas

El valor e impacto de la iniciativa ARIADNE se confirma por su crecimiento y el reconocimiento de las principales instituciones de arqueología en Europa. La iniciativa es reconocida por el Consejo Europeo de Arqueología (EAC) y la Asociación Europea de Arqueólogos (EAA) como el principal integrador de recursos de datos arqueológicos en Europa y más allá. Los expresidentes y presidentes actuales de ambas instituciones han sido miembros del Consejo Asesor Científico de ARIADNEplus, asegurando un diálogo regular con ambas organizaciones.

ARIADNEplus respalda intereses vitales de estas y otras instituciones del sector en el aumento del

acceso a datos arqueológicos mediante la provisión de orientación y herramientas de gestión de datos, sesiones de conferencias centradas en datos FAIR y abiertos, promoción de repositorios digitales apropiados (junto con SEADDA) y, por supuesto, la capacidad de ARIADNE para agregar datos compartidos a través de repositorios y bases de datos colaborativas.

Es digno de destacar que, ya en 2015, después de los dos primeros años del proyecto ARIADNE original, el Consejo Europeo de Arqueología (EAC) reconoció el potencial del proyecto y alentó fuertemente la participación. En su Agenda de Amersfoort, que establece la agenda para el futuro de la gestión del patrimonio arqueológico en Europa, el Consejo enfatizó “la necesidad de compartir, conectar y proporcionar acceso a la información arqueológica con la ayuda de tecnologías digitales. La clave para esta aspiración es mejorar la colaboración, necesitamos compartir en lugar de intercambiar. Es esencial fomentar el desarrollo de redes y proyectos europeos de intercambio de datos en el campo de la arqueología. El proyecto ARIADNE es una excelente iniciativa europea en este sentido y la participación en este proyecto debería ser fuertemente alentada” (Schut et al., 2015: 21).

Comprender y atender las necesidades de la comunidad

El desarrollo de la infraestructura de investigación ARIADNE, el portal y otros servicios se basa en una comprensión sólida de las necesidades de la comunidad capturadas en encuestas, grupos focales y estudios (por ejemplo, un estudio sobre el impacto del COVID-19).

Las encuestas de ARIADNE realizadas en 2013 y 2019, con 692 y 484 cuestionarios completados incluidos en los análisis, son las encuestas más extensas existentes sobre prácticas de datos y necesidades relacionadas de arqueólogos en Europa (ARIADNE, 2014; ARIADNEplus, 2019). En consecuencia, los resultados son a menudo referenciados por los investigadores para explicar los desarrollos en la arqueología digital y respaldar argumentos. La encuesta conjunta ARIADNE-SEADDA de repositorios arqueológicos en 2021 (Geser et al., 2022), con la participación de 60 repositorios de centros de investigación y agencias de patrimonio, es la encuesta más grande sobre políticas y prácticas actuales de repositorios que respaldan a una sola disciplina.

La encuesta proporciona una evaluación de hasta qué punto los repositorios cumplen con los ideales de datos FAIR y acceso abierto. Las recomendaciones dadas sobre cómo promover un progreso adicional en este sentido pueden informar sobre medidas relacionadas por parte de organismos importantes como el EAC, agencias nacionales de patrimonio, así como instituciones de investigación. Es importante destacar que la encuesta encontró que lo que ayudaría más a los repositorios para respaldar políticas de acceso y reutilización de

datos abiertos son regulaciones y pautas claras de las autoridades y agencias de patrimonio en este sentido.

La infraestructura de investigación ARIADNE claramente respalda las necesidades de la comunidad de servicios que permiten la búsqueda, el acceso y la reutilización de datos. Los resultados de la encuesta de la comunidad ARIADNEplus en 2019 confirmaron una alta apreciación de los servicios de datos ya implementados en el portal por el proyecto ARIADNE original y los nuevos servicios planeados del portal y servicios adicionales a este (ARIADNEplus, 2019: 107-114).

Los resultados del estudio sobre el impacto de las restricciones de la COVID-19 en la arqueología y el patrimonio cultural (Geser, 2021) mostraron un aumento del interés por parte de los investigadores arqueólogos en aprovechar los informes y datos existentes de trabajos de campo. La encuesta de repositorios confirmó esto, ya que 24 de los 27 repositorios que monitorean el acceso de los usuarios informaron un aumento que varía desde el 5% hasta más del 100%. Estos accesos ciertamente tenían diversos propósitos. Los investigadores que deseaban extraer información de informes y conjuntos de datos para estudios o los administradores de datos para la generación de metadatos pudieron beneficiarse de las herramientas y experiencia en Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) desarrolladas por los socios de ARIADNE (Binding et al., 2019; ARIADNEplus, 2022a: 30-42).

La crisis de COVID-19 también mostró que muchas instituciones de patrimonio cultural necesitan ampliar su oferta en línea con contenido atractivo e interesante. Aquí, el Servicio de Medios Visuales ARIADNE (VMS) para modelos 3D e Imágenes de Transformación de Reflectancia (RTI) pudo permitir explorar sitios y objetos arqueológicos y otros lugares de patrimonio de manera atrayente. El VMS es parte del desarrollo de ARIADNE de servicios de Entornos Virtuales de Investigación (VRE) basados en la nube (ver Sección 2.5). También se ha explorado el interés y los requisitos de las organizaciones de patrimonio para utilizarlo. Entre los “argumentos para atraer” percibidos del VMS se encuentran que se puede utilizar para el desarrollo de contenido en modo colaborativo o cerrado, admite medios interactivos de alta resolución y permite agregar texto narrativo y enlaces a contenido adicional, como material educativo, a partes destacadas de modelos 3D.

Formación, eventos y publicaciones

En resumen, algunos resultados de las actividades de formación y difusión de ARIADNEplus son:

Workshops de Formación y Hub de Formación

Talleres de formación (la mayoría proporcionados en línea) y visitas a centros de competencia de ARIADNE involucraron a 510 investigadores. Los temas principales fueron publicaciones y datos de acceso abierto, los

principios de datos FAIR, planes de gestión de datos, intercambio de datos e interoperabilidad, y el uso de los servicios respectivos de ARIADNE. Desafortunadamente, debido a la crisis de la COVID-19, solo 34 investigadores y gestores de datos pudieron visitar los centros de competencia de ARIADNE para estudios individuales o escuelas de verano del programa de Acceso Transnacional.

El Hub de Formación de ARIADNE, lanzado en enero de 2021, reúne recursos de formación y autoaprendizaje seleccionados sobre temas vitales relacionados con datos en diferentes formatos de socios de ARIADNE y otros proveedores. Hasta finales de 2022 atrajo alrededor de 4,000 visitantes, con un destacado porcentaje de visitantes recurrentes del 27.3%.

Conferencias y Otros Eventos

Los socios y adherentes de ARIADNEplus informaron de 88 sesiones de conferencias y otros eventos (sin incluir formación) que han (co-)organizado (42) o a los que asistieron para dar presentaciones relacionadas con ARIADNE y establecer contactos con participantes. Se estima un número total de asistentes de 4,077; 61 eventos tuvieron participantes internacionales y 27 nacionales. Debido a la crisis de la COVID-19, la mayoría de los eventos se llevaron a cabo en línea.

Publicaciones

En el período de enero de 2019 a diciembre de 2022, los socios y adherentes publicaron 53 artículos relacionados con ARIADNE en revistas, actas de conferencias y libros. 45 se han publicado de acceso abierto o una versión de preimpresión está disponible en un repositorio de acceso abierto.

Dos artículos de datos merecen una mención especial: "An Aegean History and Archaeology Written through Radiocarbon Dates" de Katsianis et al. (2020) en el Journal of Open Archaeology Data describe un conjunto de datos de fechas de radiocarbono para la historia y arqueología del Egeo, con un total de 3,159 muestras de radiocarbono de 353 sitios. Es la colección más grande hasta ahora de tales datos para Grecia. Un registro de datos de esta colección está incluido en el Portal de ARIADNE. "Deep Data Example: Zbiva, Early Medieval Data Set for the Eastern Alps Research" de Štular y Belak (2022) en el Research Data Journal for the Humanities and Social Sciences describe la base de datos de investigación de acceso abierto Zbiva, el producto de cuatro décadas de recopilación y curación de datos. 8,775 registros de la base de datos están incluidos en el Portal de ARIADNE.

Fomentando datos FAIR en arqueología

Promoviendo la agenda de datos FAIR en arqueología

ARIADNE está comprometido con la promoción de la agenda de datos FAIR en el sector arqueológico europeo, en línea con las políticas generales de la Comisión Europea y los estados miembros de la UE sobre el acceso

abierto a datos de investigación financiados con fondos públicos. Los requisitos relacionados establecidos por las agencias de financiamiento a menudo incluyen un Plan de Gestión de Datos (DMP, por sus siglas en inglés), que generalmente hace referencia a los datos FAIR como el objetivo, y el depósito en un repositorio apropiado con los datos "tan abiertos como sea posible, tan cerrados como sea necesario", por ejemplo, para el caso de datos sensibles.

La encuesta comunitaria de ARIADNEplus en 2019 incluyó una pregunta sobre las necesidades actuales de capacitación de los arqueólogos con respecto a la gestión y procesamiento de datos. Al preguntar qué tan útiles serían ocho opciones de formación sugeridas para el trabajo de los encuestados (N=328-330), la aplicación de los principios de datos abiertos/FAIR en arqueología fue la más apreciada (94.6% muy útil o útil); a continuación, venía el depósito de conjuntos de datos del proyecto en un repositorio digital (92.4%), y también se consideraba importante definir e implementar un Plan de Gestión de Datos (89%) (ARIADNEplus, 2019: 122-124).

El Comité académico de la EAA respaldó los principios FAIR y propuso una colaboración con ARIADNE para su implementación en arqueología. El EAC trabaja con SEADDA en el avance de la 'justicia' de los datos en el sector. ARIADNE promovió datos FAIR de diversas maneras, incluida la difusión de pautas, una herramienta para el Plan de Gestión de Datos (DMP) y plantillas para arqueólogos, FAIR como parte de actividades y recursos de capacitación, y sesiones y presentaciones en conferencias del ámbito.

Guía FAIR y herramienta DMP

Los investigadores y gestores de datos en arqueología buscan orientación práctica sobre lo que significa FAIR y cómo crearlo y ponerlo a disposición. Para una amplia difusión en el sector, ARIADNE adoptó la guía FAIRify del proyecto PARTHENOS (Hollander et al., 2018), al cual contribuyeron instituciones activas en ARIADNE. La guía ofrece veinte directrices alineando los esfuerzos de los productores de datos de investigación y archivistas para hacer que los datos sean lo más reutilizables posible según los principios FAIR; cada directriz tiene recomendaciones para ambos aspectos en este sentido.

La guía está disponible en nueve versiones de idiomas, descargables desde el repositorio Zenodo, desde diciembre de 2018 en inglés, desde la segunda mitad de 2019 en francés, alemán, griego, húngaro e italiano, y desde julio de 2020 en checo, portugués y turco, estos últimos traducidos por socios de ARIADNE y SEADDA. El 12 de octubre de 2023, las descargas de la guía en las diferentes versiones de idiomas alcanzaron las 4273.

ARIADNE promueve la estandarización de los Planes de

Gestión de Datos (DMP) y prácticas de datos adecuadas para proyectos arqueológicos, teniendo en cuenta los requisitos y estándares para conjuntos de datos arqueológicos. Las plantillas de DMP de ARIADNE y la herramienta en línea, que cumplen con las pautas de la Comisión Europea y Science Europe, se han desarrollado específicamente para arqueólogos (Doorn y Ronzino, 2022). Al utilizarlas, los investigadores arqueológicos pueden comprender mejor los requisitos para los datos FAIR y elaborar más fácilmente un DMP adecuado para su propósito.

Existe interés en utilizar las plantillas y la herramienta en línea. Por ejemplo, un taller en línea sobre ellas en marzo de 2022 contó con la participación de 89 participantes. Los usuarios de las plantillas y la herramienta han preparado hasta ahora más de 100 DMP, presumiblemente arqueólogos académicos que solicitan o ya tienen una subvención de investigación.

Una encuesta reciente realizada por el Grupo de Trabajo de la EAC para Archivos Arqueológicos sobre la situación del archivo digital en el ámbito de la gestión del patrimonio, respondida por expertos de 27 países (30 regiones), encontró que en esta área los DMP no son ampliamente comunes. En el 20% de los países, los DMP son obligatorios legalmente en relación con informes de trabajo de campo y en dos países para datos de trabajo de campo. En algunos países, los DMP solo se recomiendan para tipos específicos de datos (Novák et al., 2023).

Estandarización de conjuntos de datos arqueológicos

Estandarización basada en CIDOC CRM

ARIADNE promueve la estandarización e integración de conjuntos de datos arqueológicos basados en el Modelo Conceptual de Referencia CIDOC (CIDOC CRM) mediante la asignación de conjuntos de datos al CIDOC CRM y extensiones de dominio de la ontología. Es importante destacar que la iniciativa ARIADNE también proporciona la Herramienta X3ML (Marketakis et al., 2017), que es el entorno más avanzado para asignar conjuntos de datos a las versiones básicas o extendidas del CIDOC CRM. La Herramienta X3ML ha sido desarrollada en el Instituto de Ciencias de la Computación de la Fundación para la Investigación y Tecnología (FORTH) en Grecia y se incluye en los servicios de agregación de datos de ARIADNE en la plataforma D4Science.

El trabajo en la estandarización e integración de conjuntos de datos arqueológicos basado en el CIDOC CRM incluyó extensiones y perfiles de aplicación del CIDOC CRM. Las extensiones específicas del dominio del CRM permiten modelar mejor los datos de campos de investigación particulares, por ejemplo, las extensiones (co)creadas por expertos de ARIADNE: CRMarcheo para excavaciones, CRMba para edificaciones patrimoniales y CRMtex para

inscripciones, marcas y graffiti. Estas extensiones del CRM están siendo adoptadas cada vez más en proyectos de investigación y bases de datos, especialmente CRMarcheo (para ejemplos, consulte ARIADNEplus, 2022b: 45-46; Katsianis et al., 2023).

Los perfiles de aplicación del CIDOC CRM están más orientados hacia su uso en sistemas de tecnología de la información. En ARIADNE, el perfil de aplicación central es el modelo de catálogo de datos de ARIADNE (AO-Cat), derivado de la Ontología ARIADNE basada en el CIDOC CRM (AO). Este modelo en particular permite que el sistema de búsqueda del portal de datos proporcione resultados para las consultas de usuario sobre el 'Qué', 'Cuándo' y 'Dónde' a través de los conjuntos de datos agregados e integrados semánticamente (Richards, 2023a).

Cabe destacar que el modelo de catálogo de datos del proyecto ARIADNE original inició la estandarización basada en el CIDOC CRM de catálogos de datos en el campo del patrimonio cultural y las humanidades relacionadas. Basándose en la experiencia desarrollada conjuntamente, por ejemplo, en el proyecto PARTHENOS (Frosini et al., 2018), el nuevo modelo de catálogo ARIADNE (AO-Cat) proporciona mayor flexibilidad y detalle para describir colecciones de datos e ítems individuales.

Se han creado perfiles de aplicación más especializados por parte de los grupos de trabajo de ARIADNEplus con el objetivo de una integración semántica más detallada de ítems de datos de ciertos dominios temáticos, como la arqueología mortuoria (Aspöck et al., 2023), por ejemplo. Dichos perfiles de aplicación de dominio también pueden utilizar extensiones del CRM central, como CRMtex para información epigráfica (Vassallo et al., 2023).

El propósito de los perfiles para dominios temáticos en arqueología es permitir búsquedas en la base de datos semántica de ARIADNE (con almacenamiento triple, RDF) y visualización de resultados para preguntas de investigación. Las pruebas realizadas con conjuntos de datos representativos de ARIADNE y asignaciones relevantes para la integración de datos a nivel de ítems demostraron que el enfoque es factible, pero también quedó claro que se deben diseñar interfaces y herramientas especializadas para respaldar preguntas de investigación específicas del dominio. Para las pruebas, se utilizó una interfaz experimental construida en ResearchSpace, un sistema gratuito y de código abierto desarrollado en el Museo Británico con un enfoque en proyectos que utilizan el CIDOC CRM.

Aplicando vocabularios específicos

Una parte importante del trabajo de estandarización de la iniciativa ARIADNE en el campo de la arqueología es demostrar la eficacia de utilizar vocabularios comunes para la integración de datos. Los ejemplos centrales en

este caso son el Tesoro de Arte y Arquitectura (AAT) de Getty y el gazetteer PeriodO para definiciones de períodos culturales.

Para los temas de sus recursos de datos, los proveedores de ARIADNE realizan mapeos semánticos de términos de sus vocabularios locales (tesauros, listas de términos) en diferentes idiomas a conceptos del AAT de Getty, que es grande y multilingüe. Esto permite búsquedas basadas en temas en el Portal de Datos de ARIADNE a través de las colecciones de datos y registros integrados. El número total de mapeos al AAT actualmente asciende a 22,100 de 42 editores de datos, en comparación con alrededor de 6,400 de 16 editores en el proyecto original de ARIADNE.

Para el mapeo, ARIADNE proporciona la Herramienta de Coincidencia de Vocabulario (VMT por sus siglas en inglés), una herramienta interactiva basada en el navegador desarrollada por el Grupo de Investigación de Hypermedia en la Universidad de South Wales, e incluida en los servicios de agregación de datos en la plataforma D4Science.

El sistema gazetteer de PeriodO proporciona identificadores únicos (URIs) para períodos nombrados, con rangos de tiempo, lo que permite el enlace estable de recursos de datos arqueológicos, del mundo antiguo e históricos, que se refieren al mismo período. En 2015, los socios de ARIADNE contribuyeron a PeriodO con una colección de 663 períodos para el territorio de 24 países europeos (ARIADNE Consortium, 2015). Para el proyecto PeriodO, iniciado en 2014, este fue el "primer paso importante" para hacer crecer el conjunto de datos y la comunidad de usuarios de PeriodO (Rabinowitz et al., 2016: 53-54).

Los socios y colaboradores de ARIADNEplus ampliaron la contribución a 2,298 períodos nombrados, incluidos conjuntos más detallados de períodos y conjuntos para más países europeos y territorios de los socios internacionales. Como ejemplo diferente, el proyecto asociado ROCEEH contribuyó con un conjunto de 145 períodos nombrados de su Base de Datos "Fuera de África". Estos se utilizan en paleoantropología y se relacionan con regiones de África, el Levante, Eurasia y Europa.

A través del sistema PeriodO, otras instituciones y proyectos también pueden utilizar los períodos culturales movilizadas por ARIADNE y ARIADNEplus, permitiendo una mayor interconexión de datos en iniciativas de Datos Abiertos Enlazados (LOD, por sus siglas en inglés). Los conjuntos de períodos nombrados proporcionados a PeriodO en ARIADNEplus no se incluyen en la colección inicial de ARIADNE. Estos tienen otras autoridades de Perio.do, los socios o asociados de ARIADNEplus u otras fuentes que han preparado

períodos para su inclusión en PeriodO.

Uso e intercambio de Datos Enlazados Abiertos

Los registros de datos agregados en el Catálogo de Datos de ARIADNE se transforman a estándares de Datos Enlazados que admiten la búsqueda y visualización de resultados en el portal. El grafo de conocimiento de Datos Enlazados Abiertos (LOD) de la base de datos semántica (GraphDB) también se puede explorar programáticamente mediante consultas SPARQL. Los investigadores y desarrolladores pueden acceder a través de ARIADNEplus_Lab, que proporciona una guía de usuario y un conjunto de herramientas para explorar el LOD y posiblemente vincularlo con datos de otros proyectos (ver Sección 2.5).

Haciendo que los datos arqueológicos sean más FAIR

La estandarización de datos promovida por ARIADNE aumenta la 'FAIRness' (equidad) general de los datos arqueológicos. Los principios FAIR incluyen como requisitos que los (meta)datos deben cumplir con estándares comunitarios relevantes para el dominio (es decir, CIDOC CRM), describirse con atributos precisos y relevantes (es decir, términos Getty AAT), y codificarse utilizando un lenguaje formal, compartido y ampliamente aplicable para la representación del conocimiento (es decir, W3C RDF para Datos Enlazados). Los principios FAIR también incluyen que los (meta)datos deben registrarse en un recurso "buscable", es decir, el Portal ARIADNE.

Acceso a recursos integrados basados en el conocimiento

Registros de datos buscables en el Portal de Datos

El Portal ARIADNE explora la integración de recursos de datos basados en el conocimiento, es decir, registros de datos descritos con el modelo de catálogo de datos basado en CIDOC CRM (AO-Cat) y vocabularios del dominio del conocimiento, el Getty AAT y períodos culturales nombrados con rangos de tiempo de PeriodO. Al cierre del proyecto ARIADNE original en enero de 2017, 16 editores de datos habían proporcionado alrededor de 1,9 millones de registros de datos al portal. Mientras tanto, el nuevo portal brinda acceso a casi 4 millones (3.980.906) de registros de 44 editores, lo que representa un volumen mucho mayor de elementos de datos, ya que hay muchos registros de archivos de trabajos de campo (en el momento de la redacción 117.035), y otras fuentes que contienen numerosos elementos de diferentes tipos de datos arqueológicos.

Acceso al Portal de Datos

El portal puede ser accesible de forma abierta y gratuita para cualquier persona; no hay restricciones ni tarifas para usarlo, y también se han seguido las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG). Las estadísticas de acceso para el nuevo portal comienzan desde enero de 2021: en 2021 hubo un total de 7.165 visitantes al

portal, y para diciembre de 2022, con cada vez más datos incluidos, esto se había incrementado a 32.000 visitantes, un aumento del 350%. Los 10 principales países desde los cuales los visitantes llegaron al portal fueron el Reino Unido, Estados Unidos, Francia, Bulgaria, Italia, Alemania, Países Bajos, Hungría, Chipre y Australia.

Búsqueda avanzada y facilidades de acceso

En ARIADNEplus, el Portal de Datos se ha mejorado de varias maneras para ofrecer instalaciones avanzadas de búsqueda, visualización y exploración de datos. El portal proporciona una búsqueda de temas multilingüe y con distintas escalas, que se basa en la asignación de términos de vocabulario local de los proveedores de datos al Getty AAT.

La instalación de búsqueda basada en mapas ofrece muchas características nuevas, como diferentes tipos de capas, mapas de calor y puntos de grupo para los resultados, soporte de polígonos para áreas de interés, pero también cuadros delimitadores para ocultar la ubicación precisa. Se pueden aplicar varias opciones para filtrar registros de datos a los resultados tanto de la instalación de búsqueda en el mapa como de la instalación de búsqueda en la línea de tiempo. Además, cuando estén disponibles, se incluyen imágenes de artefactos en los registros de datos servidos. Se han tenido en cuenta los resultados de la encuesta de necesidades de la comunidad en 2019, por ejemplo, con el esfuerzo adicional invertido en la instalación de búsqueda en el mapa para respaldar el gran interés de los usuarios en la búsqueda de recursos de datos basada en la ubicación.

El portal como una herramienta de investigación efectiva, incluidas también las contribuciones de ciencia ciudadana

El portal ARIADNEplus se ha convertido en una herramienta de investigación efectiva. El uso de diferentes filtros de búsqueda permite nuevos tipos de investigación, por ejemplo, explorar y comparar patrones de sitios y artefactos encontrados en diferentes regiones y relacionarlos con diferentes períodos culturales. Richards (2023b) presenta ejemplos de esta capacidad de investigación con respecto a los artefactos. Tal investigación no era posible lograrla de manera tan efectiva anteriormente. Reduce el esfuerzo de los investigadores para descubrir, combinar y analizar datos para la investigación exploratoria.

Es importante destacar que los ejemplos son para búsquedas que combinan registros de datos arqueológicos (es decir, sitios, monumentos, literatura gris) y registros de artefactos encontrados por buscadores de metales y otros miembros del público en Inglaterra, registrados en el Portable Antiquities Scheme (PAS). De esta manera, los investigadores pueden investigar cómo los conglomerados de tales hallazgos pueden estar relacionados con sitios arqueológicos conocidos o indicar la presencia de sitios

hasta ahora no descubiertos.

El portal ARIADNE integra registros de hallazgos por buscadores de metales (y otros) también en otros países donde esto está permitido y se ha habilitado el registro de hallazgos en bases de datos nacionales. Estas bases de datos, respaldadas por socios de ARIADNE, son Digital Metal Detector Finds en Dinamarca (socio de ARIADNE, la Universidad de Aarhus), FindSampo en Finlandia (Universidad de Helsinki para la Agencia del Patrimonio Financiero) y Portable Antiquities of the Netherlands (Data Archiving and Networked Services - KNAW-DANS).

Al traer registros de las bases de datos de hallazgos al Portal de Datos de ARIADNE, junto al conocimiento creado por arqueólogos profesionales, las contribuciones de "ciudadanos científicos" (Wessman et al., 2023) a la arqueología se vuelven visibles a nivel europeo y se pueden utilizar para comparar hallazgos en diferentes países. De esta manera, el portal respalda los ideales formulados en el Convenio Marco Europeo sobre el Valor del Patrimonio Cultural para la Sociedad (Consejo de Europa, 2005), promoviendo la participación de los ciudadanos para una comprensión más amplia del patrimonio y su relación con las comunidades y la sociedad.

Desarrollo de entornos virtuales de investigación

Proporcionar Entornos Virtuales de Investigación (VRE) es uno de los objetivos de innovación más ambiciosos de la iniciativa ARIADNE en el campo de la investigación arqueológica. Los VRE adaptan y combinan herramientas en línea para tareas de investigación y datos de comunidades de investigación.

Mientras que el Portal ARIADNE ya es una herramienta de investigación efectiva, tales VRE en la plataforma D4Science tienen la intención de respaldar la investigación además de filtrar, visualizar y explorar los registros de datos integrados para preguntas de investigación.

Además, las herramientas de investigación disponibles como servicio en un entorno basado en la nube evitan que los investigadores inviertan esfuerzo en adquirirlas, implementarlas, mantenerlas y actualizarlas. En lugar de ocuparse de problemas de TI, los investigadores pueden centrarse en sus preguntas de investigación y colaboración.

En el proyecto ARIADNEplus, algunos servicios de ARIADNE se han mejorado o desarrollado recientemente, con miras a formar parte de un VRE o ser un VRE por derecho propio. Las funcionalidades proporcionadas por tales servicios incluyen, por ejemplo, la anotación semántica de imágenes de objetos arqueológicos que contienen información

textual o simbólica, la anotación de términos detectados en textos arqueológicos con diferentes vocabularios temáticos mediante técnicas de Reconocimiento de Entidades Nombradas (NER), y la visualización en 3D de capas de excavación o edificios con documentación vinculada (ARIADNEplus, 2022a).

En ARIADNEplus se ha explorado y logrado la provisión de VRE basados en la nube en la plataforma D4Science según las necesidades de los investigadores. Para iniciar el desarrollo de VRE, se organizaron tres talleres de casos de uso centrados en dominios temáticos representados en ARIADNE, incluyendo datos e investigaciones geospaciales, ambientales, mortuorias y de ADN antiguo. Entre los participantes externos se encontraban desarrolladores de los proyectos dataARC y THANADOS, que luego se convirtieron en adherentes de ARIADNE. En los talleres se identificaron algunas necesidades de los investigadores que fueron abordadas mediante el desarrollo o mejora de servicios VRE.

El VRE ARIADNEplus Lab ahora ofrece a los investigadores un conjunto de herramientas para procesar, visualizar y analizar la Base de Conocimientos ARIADNE, así como sus propios datos (Pagano, 2022). Las herramientas incluyen JupyterHub (preinstalado y listo para usar), RStudio y el motor de análisis DataMiner para especificar y ejecutar tareas de cómputo de datos en la infraestructura basada en la nube de D4Science. El laboratorio de investigación virtual también brinda a los investigadores acceso al Linked Open Data (LOD) de ARIADNEplus en la base de datos semántica (GraphDB), así como herramientas para explorar el LOD con una interfaz gráfica de usuario (GUI) disponible o programáticamente, mediante consultas SPARQL.

Se identificó la necesidad de anotar textos arqueológicos con términos de diferentes vocabularios temáticos para proyectos de investigación interdisciplinarios. Por lo tanto, se desarrolló un servicio para tales anotaciones y se agregó al VRE ARIADNEplus_Lab.

En el proyecto ARIADNE original, el Servicio de Medios Visuales (VMS) ya permitía a los usuarios la publicación efectiva, la representación y la exploración de imágenes mejoradas (por ejemplo, Reflectance Transformation Imaging - RTI) y modelos 3D de alta calidad de edificios y artefactos (Ponchio et al., 2016). En ARIADNEplus, el VMS se ha mejorado en varios aspectos, siendo el avance más importante que los usuarios, guiados por un asistente visual, pueden anotar partes seleccionadas de un modelo 3D y agregar enlaces interactivos a la documentación de investigación (ARIADNEplus, 2022a: 15-18). De esta manera, el VMS se ha convertido en un entorno de investigación efectivo. El entorno también puede ser utilizado por instituciones de patrimonio cultural para proporcionar información sobre sitios y objetos de manera

atractiva, agregando a los modelos 3D textos narrativos y enlaces a objetos relacionados, información adicional y material educativo.

Conclusiones

La iniciativa ARIADNE logró su objetivo principal de ayudar a las comunidades de investigación y gestión de datos arqueológicos en Europa (y más allá) a compartir y utilizar de manera más efectiva datos dispersos en muchas instituciones y proyectos.

Los servicios implementados en la "cadena de datos" de ARIADNE permiten la agregación a gran escala de registros de diferentes recursos de datos, filtrando y visualizando su información de 'Qué', 'Cuándo' y 'Dónde' para abordar preguntas de investigación específicas, y accediendo a datos relevantes en los repositorios y bases de datos de los proveedores. La infraestructura de datos de ARIADNE no los reemplaza, potencia su valor para la comunidad arqueológica.

La iniciativa ARIADNE movilizó a un número creciente de instituciones y proyectos colaborativos interesados en compartir sus datos y hacerlos útiles a través del Portal ARIADNE. El portal comunitario brinda incentivos a las instituciones y proyectos para construir capacidades para compartir datos FAIR de la manera de ARIADNE, contribuir a objetivos comunes y obtener visibilidad y reconocimiento por hacerlo. La integración semántica y el uso efectivo de los datos compartidos se logran mediante la estandarización basada en estándares esenciales del dominio (es decir, CIDOC CRM, Getty AAT, PeriodO) y estándares y tecnologías de Datos Enlazados Abiertos.

También es destacable que uno de los impactos esperados por el Programa de Infraestructuras de Investigación de la UE de "Actividades de Integración", como el proyecto ARIADNEplus, es la fertilización interdisciplinaria. En la iniciativa ARIADNE, esto se promueve mediante la participación de comunidades e integración de conjuntos de datos de diferentes dominios de investigación arqueológica.

Por ejemplo, el trabajo en perfiles de aplicación CIDOC CRM específicos del dominio ha contribuido a construir conocimiento relacionado y fertilización cruzada. Diferentes y comunes aspectos de los conjuntos de datos del dominio se volvieron más claros en el proceso, al igual que las interfaces y herramientas necesarias para respaldar preguntas de investigación más específicas del dominio que con los parámetros clave 'Qué', 'Cuándo' y 'Dónde' de la interfaz de búsqueda del portal. La creación de tales interfaces y herramientas es uno de los elementos del plan de desarrollo continuo de la infraestructura de investigación ARIADNE.

Una fecundidad interdisciplinaria también se ha fomentado entre académicos y desarrolladores de servicios de investigación electrónica en talleres sobre casos de uso de Entornos Virtuales de Investigación ARIADNE. Los VRE deben ser co-diseñados por académicos y expertos técnicos. En el proceso, los desarrolladores de servicios aprenden sobre los requisitos de los proyectos de académicos, y los académicos aprenden cómo los VRE pueden respaldar sus tareas de investigación. Además, la colaboración y la fertilización cruzada con otras iniciativas de intercambio de datos son posibles gracias al Linked Open Data (LOD) de ARIADNE. ARIADNE no construyó otro 'silos de datos', el LOD se puede utilizar para enlaces desde y hacia otros recursos en línea, por ejemplo, en proyectos interdisciplinarios. Construir entornos adicionales para la investigación arqueológica virtual y promover dichos proyectos son, por supuesto, otros elementos del plan de desarrollo continuo de ARIADNE.

Finalmente, la Infraestructura de Investigación ARIADNE AISBL ofrece a los miembros asociados la oportunidad de contribuir al plan de desarrollo, los servicios y los recursos de datos de la infraestructura de investigación comunitaria.

Agradecimientos

La investigación que condujo a estos resultados ha recibido financiamiento del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea, en virtud del acuerdo de subvención No 823914.

Bibliografía

Aloia, N., Binding, C., Cuy, S., Doerr, M., Fanini, B., Felicetti, A., Fihn, J., Gavrillis, D., Geser, G., Hollander, H., Meghini, C., Niccolucci, F., Nurra, F., Papatheodorou, C., Richards, J., Ronzino, P., Scopigno, R., Theodoridou, M., Tudhope, D., Vlachidis, A. and Wright, H. (2017). Enabling European Archaeological Research: The ARIADNE E-Infrastructure. *Internet Archaeology* 43. <https://doi.org/10.11141/ia.43.11>

ARIADNE (2014). *First Report on Users' Needs (D2.1, 07.04.2014)*. http://legacy.ariadne-infrastructure.eu/wp-content/uploads/2019/07/ARIADNE_D2-1_First_report_on_users_needs.pdf [Last accessed: 14 October 2023]

ARIADNE (2017). *Final Report on Project Impact (D2.5, 31.01.2017)*. <http://legacy.ariadne-infrastructure.eu/wp-content/uploads/2019/01/>

ARIADNE_D2-5_Final-Report-on-Project-Impact.pdf [Last accessed: 14 October 2023]

ARIADNE Consortium (2015). *PeriodO - ARIADNE Data Collection*. <http://n2t.net/ark:/99152/p0qhb66> [Last accessed: 14 October 2023]

ARIADNE Portal. <https://portal.ariadne-infrastructure.eu> [Last accessed: 14 October 2023].

ARIADNE Training Hub. <https://training.ariadne-infrastructure.eu> [Last accessed: 14 October 2023].

ARIADNE Visual Media Service. *Visual Computing Lab, Institute of Information Science and Technologies (ISTI), Pisa, Italy*. <https://visual.ariadne-infrastructure.eu> [Last accessed: 14 October 2023].

ARIADNE Vocabulary Matching Tool. (2020) *Hypermedia Research Group, University of South Wales, United Kingdom*. <https://vmt.ariadne.d4science.org/vmt/vmt-app.html> [Last accessed: 14 October 2023].

ARIADNEplus (2019). *Initial Report on Community Needs (D2.1, 31.10.2019)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4916190>

ARIADNEplus (2022a). *Final Report on ARIADNEplus Services (D15.2, 28.11.2022)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7528755>

ARIADNEplus (2022b). *Final Report on the Project Impact (D6.4, 23.12.2022)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7644135>

ARIADNEplus Lab VRE. https://ariadne.d4science.org/web/ariadneplus_lab [Last accessed: 14 October 2023]

ARIADNEplus website. <https://ariadne-infrastructure.eu> [Last accessed: 14 October 2023].

Aspöck, E., Eichert, S., Theodoridou, M., Richards, N. and Felicetti, A. (2023). Integrating data on early medieval graves: Mapping the THANADOS database to the ARIADNE infrastructure with the ARIADNE Mortuary Data Application Profile. *Internet Archaeology*, 64. <https://intarch.ac.uk> <= replace by DOI link of the paper forthcoming end of October >

Binding, C., Tudhope, D. and Vlachidis, A. (2019). A study

- of semantic integration across archaeological data and reports in different languages. *Journal of Information Science* 45(3): 364-386. <https://doi.org/10.1177/0165551518789>
- CIDOC Conceptual Reference Model. <http://www.cidoc-crm.org> [Last accessed: 14 October 2023]
- Council of Europe (2005). *Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society (Faro, 27.X.2005)*. <https://rm.coe.int/1680083746> [Last accessed: 14 October 2023].
- D4Science. *Institute of Information Science and Technologies (ISTI), Pisa, Italy*. <https://www.d4science.org> [Last accessed: 14 October 2023]
- dataARC - Enabling Research on the Long-Term Human Ecodynamics of the North Atlantic. <https://www.data-arc.org> [Last accessed: 14 October 2023]
- Doorn, P. and Ronzino, P. (2022). *ARIADNEplus Data Management Plan Tools, Version 1.0, 25 March 2022*. <https://vast-lab.org/dmp/> [Last accessed: 14 October 2023].
- Felicetti, A., Meghini, C., Richards, J.D. and Theodoridou, M. (2023). *The AO-Cat Ontology*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7818375>
- Frosini, L., Bardi, A., Manghi, P. and Pagano P. (2018). An aggregation framework for digital humanities infrastructures: The Parthenos experience. *CIRESt* 8(1): 33-50. <http://doi.org/10.2423/122394303v8n1p33>
- Geser, G. (2021). *Impact of COVID-19 on Archaeology and Cultural Heritage. ARIADNEplus study*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7352588>
- Geser, G., Richards, J.D., Massara, F. and Wright, H. (2022). Data Management Policies and Practices of Digital Archaeological Repositories. *Internet Archaeology* 59. <https://doi.org/10.11141/ia.59.2>
- Hollander, H., Morselli, F., Uiterwaal, F., Admiraal, F., Trippel, T. and Di Giorgio, S. (2018). *PARTHENOS Guidelines to FAIRify data management and make data reusable*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2668479>
- Kandel, A.W., Bolus, M., Bruch, A.A., Growth, C., Haidle, M.N., Hertler, C., Hess, J., Hochschild, V., Kaneva, Z., Malina, M., Sommer, C. and Conrad, N.J. (2023). The Aggregation of ROAD Data in the ARIADNE Pipeline: Pitfalls and Success. *Internet Archaeology*, 64. <https://intarch.ac.uk> <= replace by DOI link of the paper forthcoming end of October>
- Katsianis, M., Bevan, A., Styliaras, G. and Maniatis, Y. (2020). An Aegean History and Archaeology Written through Radiocarbon Dates. *Journal of Open Archaeology Data*, 8(1), Article 5. <https://doi.org/10.5334/joad.65>; dataset record in the ARIADNE portal: <https://portal.ariadne-infrastructure.eu/resource/c3a9de38fe2d623c9e2177d2a5388dad9564a> [Last accessed: 14 October 2023]
- Katsianis, M., Bruseker, G., Nenova, D., Marlet, O., Hivert, F., Hiebel, G., Ore, C.M., Derudas, P., Opitz, R. and Uleberg, E. (2023). Semantic modelling of excavation data. A review of the current state of the art and a roadmap of activities. *Internet Archaeology*, 64. <https://intarch.ac.uk> <= replace by DOI link of the paper forthcoming end of October>
- Marketakis, Y., Minadakis, N., Kondylakis, H., Konsolaki, K., Samaritakis, G., Theodoridou, M., Flouris G. and Doerr, M. (2017). X3ML mapping framework for information integration in cultural heritage and beyond. *International Journal on Digital Libraries* 18: 301-319. <https://doi.org/10.1007/s00799-016-0179-1>
- Nicholson, C., Kansa, S., Gupta, N. and Fernandez, R. (2023). Will It Ever Be FAIR?: Making Archaeological Data Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable. *Advances in Archaeological Practice* 11(1): 63-75. <https://doi.org/10.1017/aap.2022.40>
- Novák, D., Oniszcuk A. and Gumbert B. (2023). Digital Archaeological Archiving Policies and Practice in Europe: the EAC call for action. *Internet Archaeology* 63. <https://doi.org/10.11141/ia.63.7>
- Opitz, R., Strawhacker, C., Buckland, P., Cothren, J., Dawson, T., Dugmore, A., Hambrecht, G., Koster, W., Lethbridge, E., Mainland, I., McGovern, T., Newton, A., Palsson, G., Ryan, T., Streeter, R., Stade, E., Szabo V. and Thompson P. (2021). A Lockpick's Guide to dataARC: Designing

- Infrastructures and Building Communities to Enable Transdisciplinary Research. *Internet Archaeology* 56. <https://doi.org/10.11141/ia.56.15>
- Pagano, P. (2022). *The ARIADNEplus Lab VRE*, <https://ariadne-infrastructure.eu/the-ariadneplus-lab-vre/> [Last accessed: 14 October 2023].
- PeriodO - A gazetteer of periods for linking and visualizing data, <https://perio.do> [Last accessed: 14 October 2023]
- Plomp, E., Stantis, C., James, H.F., Cheung, C., Snoeck, C., Kootker, L., Kharobi, A., Borges, C., Moreiras Reynaga, D.K., Pospieszny, L., Fulminante, F., Stevens, R., Alaica, A.K., Becker, A., de Rochefort, X. and Salesse, K. (2022). The IsoArch initiative: Working towards an open and collaborative isotope data culture in bioarchaeology. *Data in Brief*, 45, 108595, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108595>
- Ponchio, F., Potenziani, M., Dellepiane, M., Callieri, M. and Scopigno, R. (2016). ARIADNE Visual Media Service: easy web publishing of advanced visual media. In S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero and M. Cirillo (eds) *Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Siena, Italy*, (pp. 433-442) Oxford: Archaeopress. <https://www.archaeopress.com/Archaeopress/download/9781784913373> [Last accessed: 14 October 2023].
- Rabinowitz, A., Shaw, R., Buchanan, S., Golden P. and Kansa E. (2016). Making Sense of the Ways We Make Sense of the Past: The Periodo Project. *Bulletin of the Institute of Classical Studies* 59(2): 42-55. <https://doi.org/10.1111/j.2041-5370.2016.12037.x>
- Research Space. *British Museum*. <http://researchspace.org> [Last accessed: 14 October 2023]
- Richards, J.D. (2023a). Joined up Thinking: Aggregating Archaeological Datasets at an International Scale. *Internet Archaeology* 64. <https://intarch.ac.uk> <= replace by DOI link of the paper forthcoming end of October>
- Richards, J.D. (2023b). Combining Information About Archaeological Sites and Artefacts in ARIADNE. *Internet Archaeology* 64. <https://intarch.ac.uk>
- <= replace by DOI link of the paper forthcoming end of October>
- Richards, J.D. and Niccolucci, F. (eds.) (2019). *The ARIADNE Impact*. Budapest: Archaeolingua. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4319058>
- ROCEEH - The Role of Culture in Early Expansions of Humans. <https://www.hadw-bw.de/en/research/research-center/roceeh> [Last accessed: 14 October 2023]
- Schut, P.A.C., Scharff, D. and de Wit, L.C. (eds.) (2015). *Setting the Agenda – Giving New Meaning to the European Archaeological Heritage, European Archaeological Council, Namur, Belgium*. <https://www.europae-archaeologiae-consilium.org/eac-occasional-papers> [Last accessed: 14 October 2023].
- SEADDA - Saving European Archaeology from a Digital Dark Age. <https://www.seadda.eu> [Last accessed: 14 October 2023].
- Štular, B. and Belak, M. (2022). Deep Data Example: Zbiva, Early Medieval Data Set for the Eastern Alps. *Research Data Journal for the Humanities and Social Sciences*, 7(1): 1-13. <https://doi.org/10.1163/24523666-bja10024>; data records in the ARIADNE portal, <https://portal.ariadne-infrastructure.eu/search?publisher=ZRC%20SAZU> [Last accessed: 14 October 2023]
- THANADOS - The Anthropological and Archaeological Database of Sepultures. <https://thanados.net> [Last accessed: 14 October 2023]
- Vassallo, V., Theodoridou, M., Felicetti A. and Avgousti A. (2023). Tools and Ontologies for the aggregation and management of Cypriot Mediaeval Coins and Inscriptions collections. *Internet Archaeology* 64. <https://doi.org/10.11141/ia.64.10>
- Wessman, A., Thomas, S., Deckers, P., Dobat, A.S., Heeren, S. and Lewis, M. (2023). Hobby Metal-detecting as Citizen Science. Background, Challenges and Opportunities of Collaborative Archeological Finds Recording Schemes. *Heritage & Society* 16(2), 89-108. <http://doi.org/10.1080/2159032X.2022.2098654>
- Wilkinson, M.D., Dumontier, M., Aalbersberg, I.J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.W., Bonino da Silva Santos, L.,

Bourne, P.E., Bouwman, J., Brookes, J.A., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C.T., Finkers, R., ... J. and Mons, B. (2016).

The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data* 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>