

# EL USO DE ENTORNOS VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO

*Ana Luisa Martínez Carrillo*

Didáctica e Innovación educativa





# **EL USO DE ENTORNOS VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO**

*Ana Luisa Martínez Carrillo*



**Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L.**

Quedan todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, distribuida, comunicada públicamente o utilizada, total o parcialmente, sin previa autorización.

© del texto: **Ana Luisa Martínez Carrillo**

ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.

C/ Els Alzamora, 17- 03802- ALCOY (ALICANTE) [info@3ciencias.com](mailto:info@3ciencias.com)

Primera edición: **octubre 2018**

ISBN: **978-84-949306-9-0**

DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/DidInnEdu.2018.43>

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
1.1. Contenidos.....	7
1.2. Objetivos.....	7
<b>CAPÍTULO II: ESTADO DE LA CUESTIÓN.....</b>	<b>9</b>
2.1. El uso de plataformas virtuales en la enseñanza .....	9
2.2. El uso de plataformas virtuales para la enseñanza y el aprendizaje de la Arqueología .....	10
<b>CAPÍTULO III: JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>15</b>
3.1. Justificación científica .....	15
3.2. Contexto espacial y temporal.....	15
3.3. La documentación de la excavación de Cástulo.....	16
3.3.1 <i>La documentación semántica y geográfica</i> .....	16
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
4.1. Instalación de la plataforma Moodle .....	23
4.2. Definición de los elementos del curso .....	27
4.2.1. <i>La cumplimentación de los formularios de registro de campo</i> .....	28
4.2.2. <i>La base de datos de los registros de campo</i> .....	34
4.2.3. <i>La elaboración de modelos 3D</i> .....	42
<b>CAPÍTULO V: PROPUESTA DIDÁCTICA .....</b>	<b>47</b>
5.1. Objetivos de la propuesta didáctica .....	47
5.2. Definición de los recursos didácticos .....	48
5.3. Diseño de las actividades .....	49
5.4. Medidas adaptativas.....	50
5.5. Evaluación y calificación .....	51
<b>CAPÍTULO VI: RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización del sitio arqueológico de Cástulo .....	16
<b>Figura 2.</b> Esquema del sistema de registro .....	18
<b>Figura 3.</b> Elementos utilizados en la documentación de campo Esquema del sistema de registro.....	20
<b>Figura 4.</b> Obtención de un modelo tridimensional a través de fotografías.....	22
<b>Figura 5.</b> Panel byet.host.....	23
<b>Figura 6.</b> Instalación de Moodle.....	24
<b>Figura 7.</b> Creación de una categoría en Moodle.....	24
<b>Figura 8.</b> Creación del curso en Moodle .....	25
<b>Figura 9.</b> Inserción de los temas en formato <i>pdf</i> .....	25
<b>Figura 10.</b> Agregación de usuarios .....	26
<b>Figura 11.</b> Agregación de participantes .....	26

<b>Figura 12.</b> Matriculación de usuarios.....	27
<b>Figura 13.</b> Inserción de un foro .....	27
<b>Figura 14.</b> Panel de acceso a la base de datos.....	34
<b>Figura 15.</b> Panel de control de los registros de materiales.....	35
<b>Figura 16.</b> Ejemplo de registro individual .....	35
<b>Figura 17.</b> Ejemplo de registro tridimensional.....	36
<b>Figura 18.</b> Panel de control de los volúmenes .....	36
<b>Figura 19.</b> Ejemplo de volumen .....	37
<b>Figura 20.</b> Panel de control de las superficies.....	37
<b>Figura 21.</b> Ejemplo de superficie.....	38
<b>Figura 22.</b> Panel de control de los estratos.....	38
<b>Figura 23.</b> Ejemplo de estrato .....	39
<b>Figura 24.</b> Panel de control del inventario .....	39
<b>Figura 25.</b> Ejemplo de inventario .....	40
<b>Figura 26.</b> Años de campañas de excavación.....	40
<b>Figura 27.</b> Panel de control de las áreas de excavación.....	41
<b>Figura 28.</b> Volúmenes asociados a un área de excavación .....	41
<b>Figura 29.</b> Listado de usuarios que tienen acceso a la base de datos.....	42
<b>Figura 30.</b> Panel para la generación de códigos QR asociados al material cerámico.....	42
<b>Figura 31.</b> Diferentes momentos en la toma de fotografías de un nivel arqueológico.....	43
<b>Figura 32.</b> Importación de fotografías y digitalizado de las sombras para su posterior eliminación del modelo final .....	44
<b>Figura 33.</b> Sombras y elementos secundarios de la excavación una vez digitalizados (se muestran en negro en la secuencia de fotografías activando la opción “máscaras”).....	44
<b>Figura 35.</b> Generación del modelo 3D .....	45
<b>Figura 36.</b> Generación de la ortofotografía georreferenciada.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de porcentajes en el sistema de evaluación.....	51
--	----

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contenidos

En este libro se han incluido los siguientes contenidos. En primer lugar se exponen los objetivos que se pretenden conseguir con la elaboración de este trabajo. A continuación se ha realizado un análisis del estado de la cuestión referente al empleo de plataformas MOOC orientadas al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Arqueología centrando la cuestión al uso de modelos 3D y cómo pueden ser integrados dentro de plataformas *on line* de aprendizaje.

Seguidamente, la justificación de este trabajo se ha realizado teniendo en cuenta los trabajos que se han llevado a cabo en el conjunto arqueológico de Cástulo a partir del año 2011, fecha en la que se retomaron las intervenciones arqueológicas.

A continuación se desarrollan los contenidos relativos a la elección de la plataforma de e-learning y la definición del curso que se propone, haciendo especial hincapié en cómo se van a insertar los modelos 3D que son uno de los recursos de este curso.

Seguidamente se hace una propuesta didáctica en la que se desarrollarán los elementos curriculares y por último se presentarán las conclusiones.

## 1.2. Objetivos

Los objetivos principales de esta obra se pueden clasificar en tres apartados principales:

Por un lado están los objetivos de tipo tecnológico, que a su vez se pueden dividir de la siguiente manera:

- Investigar qué plataformas MOOC son las más idóneas y ofrecen menos dificultades a la hora de insertar contenidos interactivos en 3D.
- Hacer una comparativa del tipo de archivos que mejor pueden ser visualizados en una plataforma tipo MOOC. Los archivos que contienen modelos 3D han de visualizarse correctamente tanto en su forma como en su color (textura).
- Introducir al alumno en las técnicas de planificación y obtención fotográfica para un correcto levantamiento fotogramétrico, probando el software Photoscan para la generación de modelos 3D de precisión.

Por otro lado los objetivos de tipo histórico son los siguientes:

- Saber interpretar los modelos 3D derivados de la excavación arqueológica,

Por último se han diferenciado objetivos de tipo didáctico:

- Mostrar el alcance que tienen los modelos 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un sitio histórico.
- Enseñar a futuros profesionales de la Arqueología un nuevo método de excavación en el que la elaboración de modelos 3D es clave a la hora de elaborar la documentación del proceso de excavación así como para la comprensión *a posteriori* de un sitio histórico.

- Introducir a los alumnos en el dominio de las técnicas fotogramétricas para obtener modelos 3D que ayuden en la documentación, análisis y reconstrucción de elementos patrimoniales.

En definitiva, el formato del curso está ideado para que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea práctico, es decir, enfocándolo en la utilización de software de código libre y gratuito, así como algunas otras herramientas comerciales con las que realizar sus proyectos. De este modo, se aportarán la información y los conocimientos básicos y adecuados para que el alumnado pueda comenzar a explorar el uso de esta técnica de forma científica abriéndose un abanico de posibilidades a la hora de desempeñar su profesión y consiguiendo así unas capacidades tremendamente apreciadas en el mundo laboral actual.



## CAPÍTULO II: ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 2.1. El uso de plataformas virtuales en la enseñanza

Tal y como señala García Peñalvo (2005), la Web o WWW (World Wide Web) (Berners-Lee 1999) se puede calificar sin duda alguna como el componente fundamental que ha revolucionado y popularizado el uso de Internet, gracias a ser un medio de difusión y comunicación abierto, flexible y de tecnología muy simple. El sector educativo ha encontrado en esta tecnología un excelente medio para romper con las limitantes geográficas y temporales que los esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje conllevan, revolucionando, y cambiando a la vez, el concepto de educación a distancia. Su adopción y uso han sido amplios, lo que ha permitido un desarrollo rápido y consistente en el que la Web ha ido tomando distintas formas dentro de los procesos educativos.

Los sistemas de e-learning tienen dos vertientes: una pedagógica y otra tecnológica. La vertiente pedagógica está presente en el hecho de que estos sistemas no deben ser meros repositorios de información, sino que ésta debe ser consultada y transmitida teniendo en cuenta unos modelos y patrones pedagógicamente definidos para afrontar los retos de estos nuevos contextos de aprendizaje. Tecnológica en cuanto que todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se fundamenta en herramientas y aplicaciones software, principalmente desarrolladas en ambientes web, lo que le da a estos sistemas el sobrenombre de plataformas de formación.

Otros autores acotan más el alcance del e-learning reduciéndolo exclusivamente al ámbito de Internet, como Rosenberg (2001 citado en García, 2005) que lo define como: “el uso de tecnologías Internet para la entrega de un amplio rango de soluciones que mejoran el conocimiento y el rendimiento. Está basado en tres criterios fundamentales:

1. El e-learning trabaja en red, lo que lo hace capaz de ser instantáneamente actualizado, almacenado, recuperado, distribuido y permite compartir instrucción o información.
2. Es entregado al usuario final a través del uso de ordenadores utilizando tecnología estándar de Internet.
3. Se enfoca en la visión más amplia del aprendizaje que van más allá de los paradigmas tradicionales de capacitación”.

En todas estas definiciones, así como en otras que se pueden encontrar en las publicaciones de bibliografía especializada, se menciona explícita o implícita lo que se viene denominando el triángulo del e-learning (Lozano 2004), el cual está conformado por la tecnología (plataformas, campus virtuales, etc.), los contenidos (calidad y estructuración de los mismos se toman como elementos fundamentales para el éxito de una iniciativa de e-learning) y los servicios (siendo el elemento más heterogéneo que incluye la acción de los profesores, los elementos de gestión, los elementos de comunicación, los elementos de evaluación, etc.). El peso de estos

tres componentes es variable, obteniéndose de este modo diferentes modelos de e-learning, de la misma manera que cambiando las variables y recursos con los que trabaja un profesor se obtienen diferentes paradigmas de docencia presencial.

En la práctica, para llevar a cabo un programa docente de formación basado en un sistema de e-learning, se hace uso de plataformas y softwares que hacen posible la comunicación e interacción entre profesores (elaboran y secuencian los contenidos), alumnos (acceden y trabajan los contenidos) y los propios contenidos. Existen principalmente dos clases de plataformas: por un lado, las que se emplean para impartir y hacer un seguimiento de tipo administrativo a los cursos *on line* o LMS (Learning Management Systems) y, por otro lado, las que se utilizan para gestionar los contenidos digitales o LCMS (Learning Content Management Systems). El LCMS puede ser integrado en un sistema LMS, o los dos pueden ser conectados por una interfaz. En la mayoría de los casos el LCMS utiliza el lenguaje XML y sigue los estándares de la enseñanza digital IMS, AICC y SCORM.

## **2.2. El uso de plataformas virtuales para la enseñanza y el aprendizaje de la Arqueología**

La disciplina de la Historia, a diferencia de otras asignaturas del ámbito académico, no es una ciencia empírica, es decir, no se puede enseñar con metodologías de las ciencias experimentales que implicarían experimentos y análisis en un laboratorio. Esto conlleva que los alumnos deban desplegar un conocimiento abstracto para poder acercarse y entender esta realidad pasada. A estos conflictos ligados a la naturaleza del objeto en sí, deben añadirse los referentes a la práctica académica, que ha llevado durante años a mostrar la Historia desde unos postulados positivistas, dando a conocer una sola narración, resultante de un conjunto de gestas, sucesos, personajes destacados e ilustres y fechas, que convertido al método pedagógico, se ha traducido en un aprendizaje nemotécnico y sin progreso del pensamiento crítico. En este siglo XXI, existen ya algunos elementos que permiten vivir de manera empática y desde nuestro presente, tiempos pasados y, por lo tanto, comenzar a superar algunos de los problemas planteados.

La Arqueología es la ciencia que tiene por objetivo el estudio del pasado a través del análisis de los restos materiales documentados en un contexto determinado. La Historia puede vislumbrarse a partir del patrimonio arqueológico desde tres tipos de conceptos: el concepto de aprendizaje práctico (*hands on*), el pensamiento (*minds on*) y el sentimiento (*hearts on*), puesto que conecta la materialidad, junto con la resolución de problemas y la empatía histórica. Es aquí donde reside su potencial educativo y la necesidad de incluir estos aprendizajes dentro de la escuela. Este contexto de introducción de tecnologías en el ámbito museístico y patrimonial favorece una aproximación más completa al pasado.

Tal y como afirman Santacana y Hernández, uno de los aspectos más potentes desde el punto de vista de la didáctica, en cuanto a la introducción de información arqueológica en los procesos de enseñanza y aprendizaje es que logra aproximarse

a la metodología de investigación científica que se emplea tradicionalmente, recreando los procesos de investigación con estrategias que van desde el análisis de objetos hasta la simulación de excavaciones o la colaboración con investigaciones reales, participando del proceso de investigación o bien visualizándolas directamente (Santacana y Hernández 1999; González 2010).

En este momento de cambios en cuanto a paradigmas educativos y el entorno tecnológico debe ser aprovechado para poder conectar con nuestro patrimonio arqueológico, desarrollando herramientas didácticas adecuadas que faciliten una inmersión en el espacio arqueológico y su interpretación *in situ*, para lo cual serán clave las reconstrucciones digitales utilizadas en aplicaciones que permitan una vivencia activa y un acceso disponible en cualquier lugar.

En este sentido, la anastilosis arqueológica supone una excelente oportunidad para acercarnos al pasado de una manera sensorial y emocional. En el proceso de organización de los datos y de elaboración del modelo digital se pone a prueba la consistencia interna de la interpretación de la información arqueológica, siendo éste uno de los puntos a destacar de la Arqueología virtual, según la experiencia común de todos los que han participado y colaborado en proyectos de anastilosis virtual de espacios arqueológicos. La recreación arqueológica debe facilitar la comprensión del significado del resto que ha reconstruido en su contexto cultural y social y, por tanto, tiene intrínsecamente una finalidad y un propósito didáctico. En la reconstrucción arqueológica debe primar la transparencia científica en los modelos 3D, la cual se ha plasmado en el principio 4 de la Carta de Londres para la visualización computerizada del patrimonio cultural (publicada en su versión final en 2009).

La alta potencialidad didáctica del modelo digital en tres dimensiones deriva de la comprensión de la imagen sintética y concreta que se presenta, así como de la lectura crítica que pueda hacerse de la misma, dando lugar a una amplitud de aplicaciones posteriores que permiten aproximarse al patrimonio arqueológico y cultural, como audiovisuales, realidad aumentada, proyecciones inmersivas, videojuegos, museos virtuales, recorridos interactivos o escenarios de mundo virtual (Forte 2007; Biosca 2010; Rivero 2011; Rivero y López 2013).

Los itinerarios o visitas multimedia que hacen uso de la realidad virtual para interpretar el patrimonio es una de las propuestas en yacimientos arqueológicos tal y como se desprende del estudio realizado al respecto (Ibáñez Etxebarria, Asensio, Vicent y Cuenca 2012). Este estudio señala la necesidad de convertir los yacimientos en espacios comprensivos de aprendizaje, tanto para escolares como para turistas, lo que ha llevado al desarrollo de nuevas líneas de trabajo en las que la tecnología, y en especial los entornos wifi y los dispositivos móviles, que han tenido gran presencia en la puesta en valor de este tipo de espacios, siendo, como se ha señalado, las metodologías de implementación más tempranas y utilizadas la realidad virtual y aumentada, y los sistemas GIS (Geographic Information System), presentándose, muchas veces, de manera combinada. Este es el caso de propuestas pioneras como Netconnect (Bertacchini, Bilotta, Di Bianco, Di Blasi y Pantano 2006), u otras más

actuales como la desarrollada para la interpretación del fuerte Bar Hill (McGookin, Vazquez-Alvarez; Brewster y Bergstrom-Lehtovirta 2012).

Por último, cabe destacar la elaboración y puesta en marcha de algunos proyectos de investigación que favorecen el papel activo de los usuarios en lo referente a la elaboración de conocimiento. En los proyectos Collage (Lohr y Wallinger 2008) y EMMAP (Guazzaroni 2013), por ejemplo, los participantes tienen la posibilidad de añadir información al juego de rol sobre la vida en el antiguo asentamiento romano de Carnuntum, en Baja Austria, pasando a convertirse también en diseñadores y creadores del mismo. Por su parte, la aplicación diseñada para la interpretación del sitio arqueológico Sutton Hill (McGookin et al. 2012), hace posible intercambiar información entre los visitantes del British Museum, en el que se encuentran las piezas halladas en los trabajos de excavación, y los visitantes que se hallan en el propio sitio arqueológico, propiciando la contextualización de los elementos pertenecientes al patrimonio arqueológico y la interacción comunicativa entre expertos del patrimonio y personas que desean aprender de él.

Sin embargo, en el mobile learning no hay solamente ventajas. Algunos de los inconvenientes que se pueden resaltar son las dificultades en la implantación de proyectos que se desarrollan en entornos arqueológicos, la corta vida de los programas (media de tres años) debido a la obsolescencia programada de los dispositivos electrónicos y el coste económico (Tallon 2013; Vicent 2013). Ante estas dificultades, algunas instituciones y empresas se plantean el uso de dispositivos propios.

Por lo tanto, a modo de conclusión de esta sesión se puede señalar que las reconstrucciones virtuales de materiales y espacios arqueológicos constituyen las directrices más recurrentes al elaborar materiales didácticos que expliquen la enseñanza y el aprendizaje de la Arqueología y la Historia. En este sentido, la elaboración de modelos digitales en tres dimensiones de este tipo se encuentra en una fase de regulación para facilitar la comprensión de la realidad pasada. Estos modelos digitales proporcionan al usuario, de forma sencilla y visual, la distinción entre los datos recuperados en una excavación arqueológica y los incluidos en el modelo digital a partir de hipótesis de trabajo o de paralelos históricos.

Por otro lado, hay que resaltar la exigua presencia de evaluaciones sistemáticas, así como de los análisis de la repercusión que tienen estas metodologías en el aprendizaje de los participantes. Una vez que se ha logrado llevar a cabo la primera fase de predominio de las cuestiones técnicas para el desarrollo de modelos digitales, e inmersos en un proceso de diseño y elaboración de herramientas y aplicaciones innovadoras de alta interactividad y acceso ubicuo, resta ahora desarrollar de manera crítica cómo pueden impactar en el proceso de enseñanza y aprendizaje y ello solo puede conseguirse con investigaciones de campo en contextos de aprendizaje, tanto formal como informal. En esta línea de actuación se dirige este libro, ya que se va a mostrar una experiencia piloto que tendrá una repercusión en la práctica de la documentación de campo arqueológica. No obstante, el desarrollo de aplicaciones

innovadoras no sólo tiene como campo de aplicación la formación de profesionales; sino que también se puede aplicar al campo educativo de diferentes niveles, museográfico e incluso puede ser un material didáctico muy valioso para alumnos con necesidades especiales en el aprendizaje.



## CAPÍTULO III: JUSTIFICACIÓN

### 3.1. Justificación científica

La investigación en el Conjunto Arqueológico de Cástulo (Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía), en Linares (Jaén), se ha visto impulsada fuertemente en los últimos años como consecuencia de las distintas iniciativas realizadas en el marco del proyecto de investigación *Forvm MMX*.

Este proyecto, conseguido por una extensa cooperación institucional, reúne desde 2011 a cincuenta y siete profesionales de diversos ámbitos científicos y a empresas privadas de informática, telecomunicaciones y patrimonio histórico. Además, cuenta con más de cuatrocientos voluntarios que han desarrollado una extraordinaria labor.

El proyecto *Forvm MMX* ha sido creado desde el ámbito de las Humanidades, sumando el interés del equipo por la exploración histórica con la vocación profesional de los bienes patrimoniales desde varios ámbitos científicos, como la conservación y restauración, la museografía, la arquitectura o el conocimiento histórico. Por otra parte, valorando que el objeto de la Arqueología además de una dimensión social y simbólica, siempre se encuentra materialmente constituido, también el equipo ha incorporado a investigadoras/es de las ciencias físicas y biológicas. Y asimismo, como se esperaba una documentación especialmente compleja, se ha recurrido a las tecnologías de la información y la comunicación.

El patrimonio histórico, concebido desde una perspectiva tradicional, viene a simbolizar la persistencia en el espacio presente de un conjunto de documentos materiales e históricos que tenemos necesidad de conocer y conservar, y para que eso sea finalmente factible, debemos promover una activa apropiación social de esos bienes (entenderíamos incompleto un acercamiento científico que estuviera centrado solamente en observar y comprender). El proyecto *Forvm MMX* se presenta como una prueba piloto de nuevas relaciones dentro de la comunidad científica, y entre comunidad científica y ciudadanía, teniendo como referencia los bienes patrimoniales.

### 3.2. Contexto espacial y temporal

El *oppidum* ibérico de Cástulo es uno de los grandes asentamientos amurallados de la Península Ibérica desde la época antigua, estimándose su extensión en 50 hectáreas. Este asentamiento se encuentra en una planicie suave orientada al mediodía, emplazada en la orilla derecha del río Guadalimar. Aparte de la ciudad intramuros, ubicada en el interior de la meseta, el conjunto arqueológico incluye un vasto hábitat periférico, en conjunto, comprende más de 3.200 hectáreas, donde se han documentado cementerios, vías, puerto y talleres de época ibérica y romana, además de otros asentamientos pertenecientes a la Prehistoria y las edades Media y Moderna.

Por lo tanto, la singularidad de la zona arqueológica de Cástulo reside en la antigüedad de sus orígenes, datados en la Edad del Cobre, y en la continuidad de su ocupación

hasta el siglo XV. Esto se debe principalmente a su localización geo-estratégica, en la cabecera del valle del Guadalquivir, y en su centralidad en la red viaria antigua. La intensa ocupación a través de los siglos, registrada desde las primeras excavaciones realizadas con metodología arqueológica a partir de 1968 hasta las recientes del proyecto *Forvm MMX*, configura una compleja estratificación arqueológica de carácter urbano donde se materializan sucesivos y diversos episodios históricos.



**Figura 1.** Localización del sitio arqueológico de Cástulo.

**Fuente:** elaboración propia.

Sin embargo, el período ibero-romano es el más conocido, por la importancia que ha adquirido durante este tiempo y por ser el período más extensamente documentado en las excavaciones arqueológicas. Para este período hay que destacar el trabajo del profesor Blázquez Martínez en el santuario de La Muela (Blázquez y Molina 1975a) fechado en torno al S. VIII a.C., y las necrópolis ibéricas y romanas (Arribas y Molina 1969; Blázquez y Molina 1973; Blázquez y Molina 1975b; Blázquez y Remensal 1979; Canto 1979; Canto y Urruela 1979). La relevancia de este sitio es incuestionable y es fundamental destacar la importancia que merece Cástulo, tanto a nivel local como regional. En este sentido, los logros científicos del proyecto *Forvm MMX* se agrupan en la recuperación arqueológica e histórica de un episodio clave en la formación de la identidad europea actual, como es la constitución del Imperio Romano, que en su día supuso la consolidación cultural y política de un gran territorio en torno al mar Mediterráneo.

### 3.3. La documentación de la excavación de Cástulo

#### 3.3.1 La documentación semántica y geográfica

La documentación correcta de un contexto particular a través de la información gráfica y textual es esencial para el desarrollo de las hipótesis científicas y para explicar y dar sentido a un espacio histórico.



Durante los últimas décadas, una serie de prototipos a medida y/o aplicaciones comerciales para la documentación digital de excavaciones han sido desarrolladas en diferentes países y sobre la base de prácticas de campo distintas (para una revisión ver Kvamme 1999: 164-167; Lock 2003: 78-123; también, Clarke et al. 2003, y Powlesland et al. 1998). Aunque la funcionalidad que estos nuevos métodos proporcionan está mejorando paulatinamente, todavía se persigue un papel más activo de los métodos digitales en el proceso real de la interpretación arqueológica. Los conjuntos de datos digitales pueden fomentar la reflexión en el proceso de excavación, ya que permiten una mejor correlación, evaluación y articulación de la información fragmentada en el proceso de excavación (Hodder 1999: 178-188).

El registro arqueológico demuestra ser un proceso mucho más complejo que el simple ajuste de sus componentes en base de datos, ya que presenta una amplia variedad de objetos analíticos, conceptos y acciones que se relacionan en una amplia variedad de formas (Madsen 2003).

Durante el proceso de investigación arqueológica tanto las relaciones y definiciones de los componentes requieren reajustes de sus categorías conceptuales (por ejemplo, la agrupación en un grupo más amplio estratigráfico o fases) para emerger como parte del proceso interpretativo. Por otro lado, las limitaciones tipológicas y la incertidumbre acerca de las propiedades de los datos primarios (por ejemplo, el color o la cronología), causados ya sea por las diferencias en los métodos de registro de la excavación o simplemente la naturaleza subjetiva de la descripción arqueológica, hace la tarea de definir las unidades arqueológicas y sus características aún más complejo. Por último, la aplicación de un modelo de datos de excavación dentro de un marco de datos georeferenciados requiere vínculos avanzados entre información textual y gráfica (D' Andrea 2003).

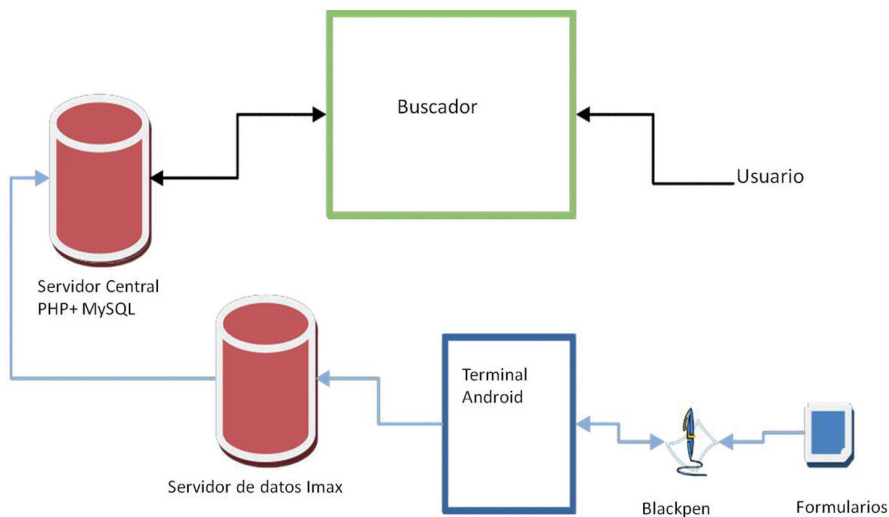
Para el conjunto arqueológico de Cástulo, se ha diseñado un sistema de inventario de campo llamado *Imilké*. El objetivo principal de este sistema para el registro de información en el campo es sistematizar y estandarizar la información que se puede obtener a partir de una intervención arqueológica. La importancia de la normalización de la información radica en la posibilidad de ser reinterpretados posteriormente, permitiendo que los datos sean accesibles a diferentes investigadores y permitiendo el desarrollo de nuevas hipótesis sobre el mismo espacio histórico. Este sistema ha sido diseñado en colaboración con la empresa de Ayco, que ha adaptado la tecnología BlackPen al proceso de excavación arqueológica de Cástulo.

Este sistema permite la captura de la información textual y gráfica adjunta durante el trabajo de campo. Para este proceso han sido diseñados diferentes formularios que cuentan con una serie de campos alfanuméricos y gráficos relativos a la descripción, la tipificación, la identificación y la localización espacial del registro de excavación.

La primera unidad definida en el proceso de excavación es el volumen. Para la definición espacial del volumen se introducen las coordenadas absolutas X e Y de los cuatro puntos que lo delimitan, admitiendo también que sólo se contemplen

tres. El orden a la hora de establecer los puntos se rige por un criterio cardinal que establece como primer punto el situado más al norte, los siguientes siguen el sentido de las agujas del reloj. A continuación dentro de este mismo formulario de volumen se registran los niveles –o avances sucesivos del proceso de excavación–, a los que se les asigna cuatro valores Z, y que sirven para “capturar” las distintas unidades de estratificación. Las coordenadas X, Y, y Z se han obtenido utilizando una estación total que, a su vez, se referencia a partir de una red de puntos fijos establecidos sobre el terreno.

A continuación se registran las superficies, también conocidas como *interficies*, que constituyen el objetivo inmediato de la excavación arqueológica. Conceptualmente, los estratos y construcciones tienen múltiples caras de contacto que se pueden definir como superficies o *interficies*. Son llamadas comúnmente “superficies” en nuestro sistema, y nos permiten ilustrar y delimitar los estratos en todo su contorno tridimensional. La metodología arqueológica aconseja registrar estas *interficies* y considerarlas como una unidad o un hecho más en el proceso de modelado histórico de la topografía del terreno, ya sea en positivo (un muro) o en negativo (una fosa). Según estas premisas, se deberían de registrar las superficies resultantes cada vez que agotamos un estrato, sirviendo ésta como superficie inicial del estrato contiguo. El esquema general del sistema es el siguiente:



**Figura 2.** Esquema del sistema de registro

**Fuente:** Ayco.

Los componentes del sistema son:

- **Formularios:** Formularios Blackpen proporcionados en forma de PDF o archivo Post Script para su impresión en una impresora láser común. Las fichas de registro son de papel y se caracterizan porque se han impreso con una trama de puntos invisible a simple vista. Esta trama permite al bolígrafo localizarse dentro del formulario y saber qué campo estamos rellenando.

- **Bolígrafo digital:** Con el que se cubren los formularios, está enlazado a través de Bluetooth con un terminal móvil (Android o BlackBerry)
- **Router Blackpen:** Instalado en el terminal móvil se encarga de realizar el envío de los formularios a la plataforma de procesamiento.
- **Servidor Blackpen:** Se encarga de validar y procesar el envío, realizar un OCR (Optical Character Recognition) de sus contenidos y enviar el resultado al servidor central.
- **Servidor Central:** Recibe la información del Servidor Blackpen y la almacena en una base de datos. Además dispone de un panel de control para que los usuarios del sistema puedan consultar la información almacenada a través de un navegador web estándar.

En resumen, el proceso de transmisión de los datos es el siguiente:

1. El bolígrafo se comunica a través de Bluetooth con el teléfono móvil.
2. El teléfono móvil manda la información a nuestro servidor remoto en internet a través de la red de telefonía.
3. Una vez que el programa de nuestra base de datos ha procesado la información, asigna una serie de códigos automatizados que reporta de nuevo al teléfono móvil. En la respuesta del servidor se indica si ha sido correcta la transmisión y el código que el arqueólogo debe completar en el formulario, así como la información que efectivamente ha sido registrada para prevenir errores en el reconocimiento de caracteres o en la cumplimentación de los datos (por ejemplo, no se admiten coordenadas fuera de los márgenes de la zona arqueológica de Cástulo, o nos exige completar determinados campos en todos los formularios).

Además del procesamiento de los datos escritos en los formularios, en algunos de ellos es posible adjuntar imágenes a los registros. Estas imágenes se realizan con la cámara del dispositivo Android o BlackBerry y se adjuntan en el envío de datos. Las imágenes adjuntas también se procesan y se añaden a cada envío para que estén disponibles para ser vistos por el usuario en el panel de control de Internet.

De este modo aumentamos considerablemente la eficacia del proceso y a la vez obtenemos un registro dual: los registros introducidos directamente en la base de datos telemática y la conservación de las fichas escritas en papel a modo de copia de seguridad.



**Figura 3.** Elementos utilizados en la documentación de campo Esquema del sistema de registro.

**Fuente:** elaboración propia.

### *3.3.2 La documentación gráfica*

Si bien el empleo de diferentes tecnologías de la información ha tenido un impacto importante en el análisis y la difusión de los datos de las intervenciones arqueológicas (base de datos de sitios arqueológicos, análisis SIG, implementación de páginas web, blogs, etc.), hay que destacar que en la fase de recopilación de datos en el campo ha tenido un impacto menor. Sin embargo pese a estas carencias se han advertido algunos esfuerzos para la adquisición de información gráfica utilizando métodos digitales como es el caso de la fotogrametría (Realli y Zoppi 2001), el emparejamiento de imágenes (Avern 2001a), la realización de dibujos arqueológicos desde puntos determinados para su posterior reconstrucción volumétrica (Schaich 2002), el uso de modelos 3D (Avern 2001b) y el escaneo láser 3D de una zona arqueológica (Doneus y Neubauer 2004).

Sin embargo, a pesar de la gran experimentación con diferentes técnicas, ninguno de estos métodos ha sido utilizado convencionalmente, ya que ninguno ha demostrado ser una solución completa en términos de velocidad, simplicidad, precisión y accesibilidad. Entre todas estas experiencias, hay que destacar que las últimas tendencias en la captura de información gráfica en el campo se caracterizan por la generación de modelos 3D. Dentro de esta línea de acción en la actualidad hay técnicas disponibles que son de bajo coste, flexibles y capaces de generar modelos tridimensionales (Pollyfays et al. 2003). Esto permite que los registros rápidos y completos que se generen en circunstancias lamentablemente comunes en las intervenciones arqueológicas como son las condiciones ambientales extremas y la disponibilidad de poco tiempo y dinero (Avern y Franssens 2011).

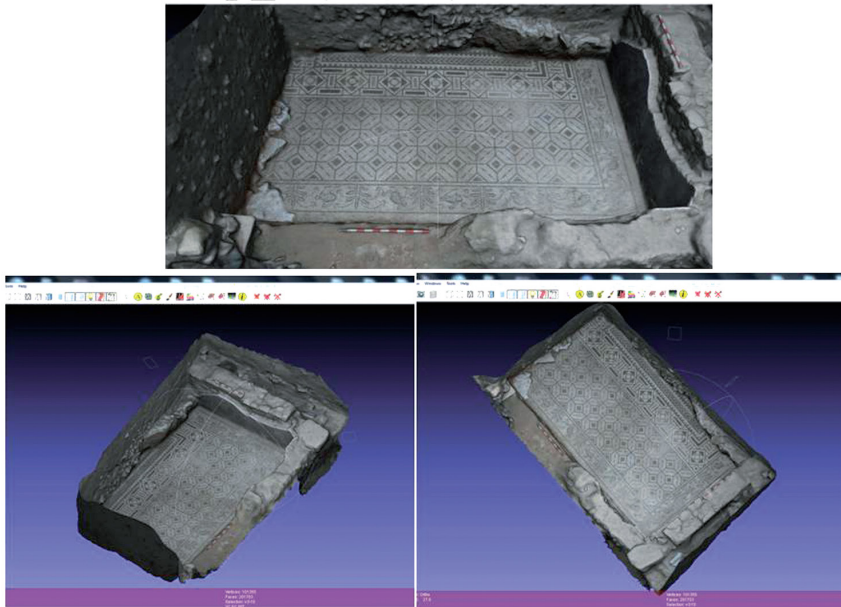
En el caso específico de Cástulo se requería un sistema de registro fotográfico de rápida adquisición y de bajo coste, de forma que la técnica ensayada fue la de la fotogrametría.

Para cada uno de los niveles y superficies documentados se realizan fotografías perimetrales de manera que por medio del empleo de programas fotogramétricos es posible la elaboración del modelo tridimensional. El proceso seguido se puede resumir en tres pasos:

**1. Captura y tratamiento de la información gráfica.** El método de captura de datos, como ya se ha indicado anteriormente, es rápido y sencillo; para cada una de las áreas excavadas es suficiente para tomar varias fotografías perimetrales. El mismo procedimiento se repite cada vez que el nivel de la excavación se baja. Este sistema es bastante ágil y no interrumpe el proceso de excavación. En este caso las fotografías fueron tomadas con una cámara NikonD800 fx. En los últimos años se han desarrollado numerosas soluciones de reconstrucción en 3D basados en imágenes. Algunas de ellas se basan en la combinación de algoritmos SFM (Structure –From-Motion) y DMVR (Dense Multi- View 3D Reconstruction). Se trata de un enfoque relativamente nuevo y se basa puramente en el continuo aumento de la potencia de procesamiento de los ordenadores. El algoritmo SFM reconstruye una nube de puntos de una escena fija o un objeto que fue capturado con un número arbitrario de imágenes desordenadas desde diferentes puntos de vista. La orientación de imágenes automatizada y sin necesidad de marcas ha contribuido a desarrollar considerablemente esta tecnología (Remondino et al. 2012).

**2. Edición de las imágenes con el software Agisoft PhotoScan.** Esta solución SFM-DMVR es capaz de alinear automáticamente los conjuntos de datos de imágenes desordenadas y reconstruir el contenido del conjunto de datos en 3D mediante la fusión de los mapas de profundidad independientes de todas las imágenes (Koutsoudis, Vidmar, Arnaoutoglou, 2013). Por lo tanto, un sistema de computación de alto rendimiento en términos de memoria disponible, potencia de procesamiento y capacidad de la tarjeta gráfica es un requisito previo. Una vez que el usuario proporciona el software con una colección de imágenes, el sistema calibra de forma casi automática las cámaras encontrado en las imágenes, los alinea en el espacio 3D y produce una malla completa utilizando un algoritmo de reconstrucción.

**3. Edición con el software libre MeshLab.** Este programa libre y de código abierto puede procesar y editar mallas triangulares no estructuradas 3D. El sistema está diseñado para facilitar la tarea de procesamiento de datos en 3D, que por lo general consiste en la limpieza, inspección y visualización de mallas tridimensionales. El modelo generado permite la visualización 3D de secuencias horizontales y verticales de una zona determinada.



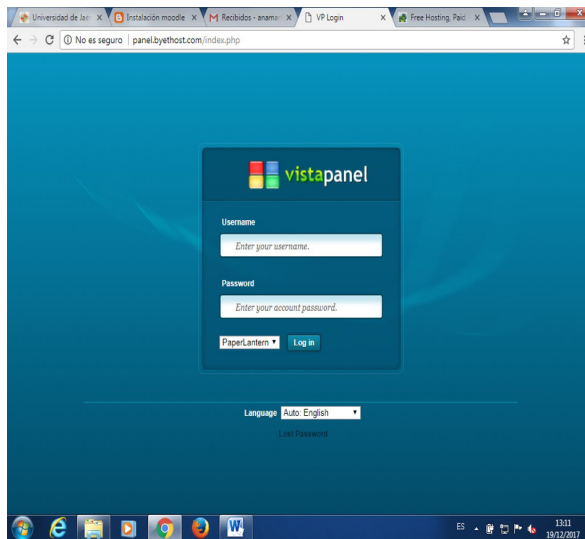
**Figura 4.** Obtención de un modelo tridimensional a través de fotografías.

**Fuente:** archivo fotográfico del Conjunto Arqueológico de Cástulo.

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

### 4.1. Instalación de la plataforma Moodle

La instalación del gestor *on line* de aprendizaje Moodle se ha llevado a cabo realizando los siguientes pasos. En primer lugar hay que descargar el paquete estándar de moodle en: <http://download.moodle.org/>. A continuación se crea una cuenta en un servidor remoto gratuito. En mi caso, he utilizado el sitio byethost <https://byet.host/>. Una vez dada de alta ya es posible acceder de forma remota a través de un panel de control: <http://panel.byethost.com/index.php>, tal y como se puede ver en la siguiente imagen:



**Figura 5.** Panel byet.host.

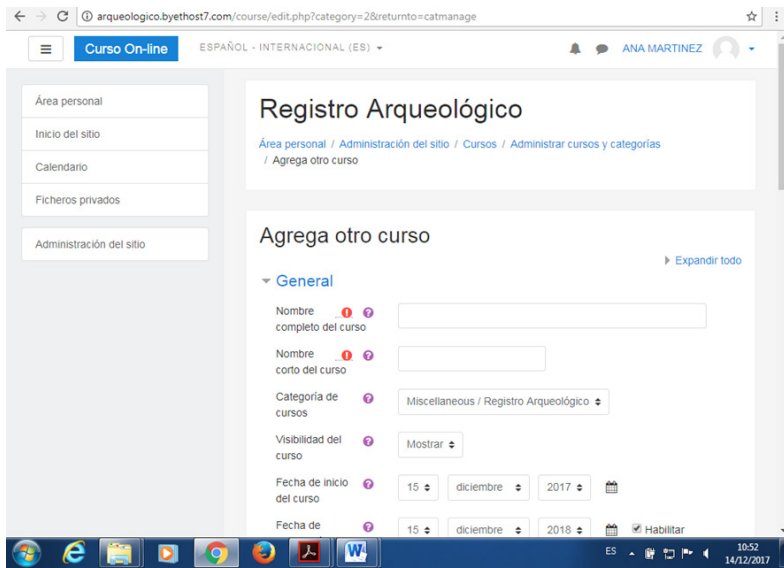
**Fuente:** elaboración propia

A continuación se crea un perfil de cliente FTP para subir archivos al servidor remoto y una base de datos MySQL en el servidor en la que se dará de alta los siguientes datos: MySQL database name, MySQL user name y Password for MySQL user.

Ya es posible descomprimir paquete estándar de Moodle y subirlo al servidor. Al descomprimirlo creará la carpeta “moodle”, la cual se incluirá en la carpeta “public\_html” usando Filezilla. En este directorio también hay que crear una carpeta que se llame “moodledata” con permisos 777. Una vez subido moodle al servidor ya se puede instalar.



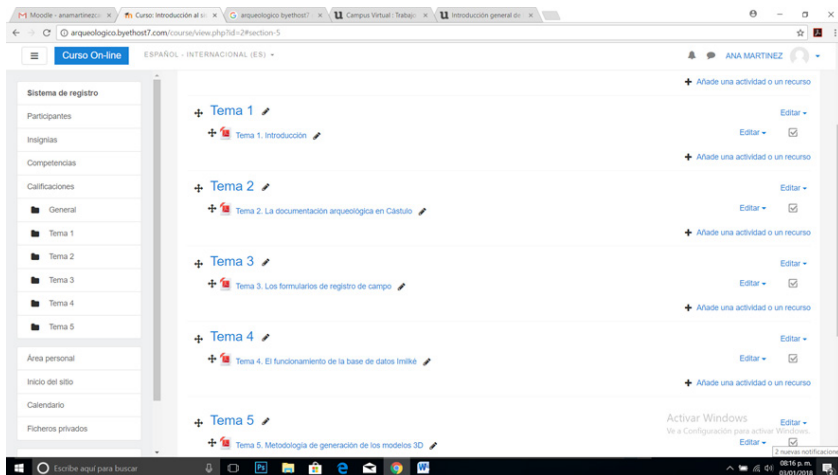




**Figura 8.** Creación del curso en Moodle.

**Fuente:** elaboración propia.

A continuación se han insertado los temas en formato .pdf a través de la opción añadir Actividad/Recurso.



**Figura 9.** Inserción de los temas en formato *pdf*.

**Fuente:** elaboración propia.

En el siguiente enlace se muestra la generación de link de cada tema:

[http://arqueologico.byethost7.com/pluginfile.php/24/mod\\_resource/content/1/Tema\\_1.pdf](http://arqueologico.byethost7.com/pluginfile.php/24/mod_resource/content/1/Tema_1.pdf)

Seguidamente se ha dado de alta a los usuarios mediante la opción “agregar usuario”, asignándole un rol a cada usuario.

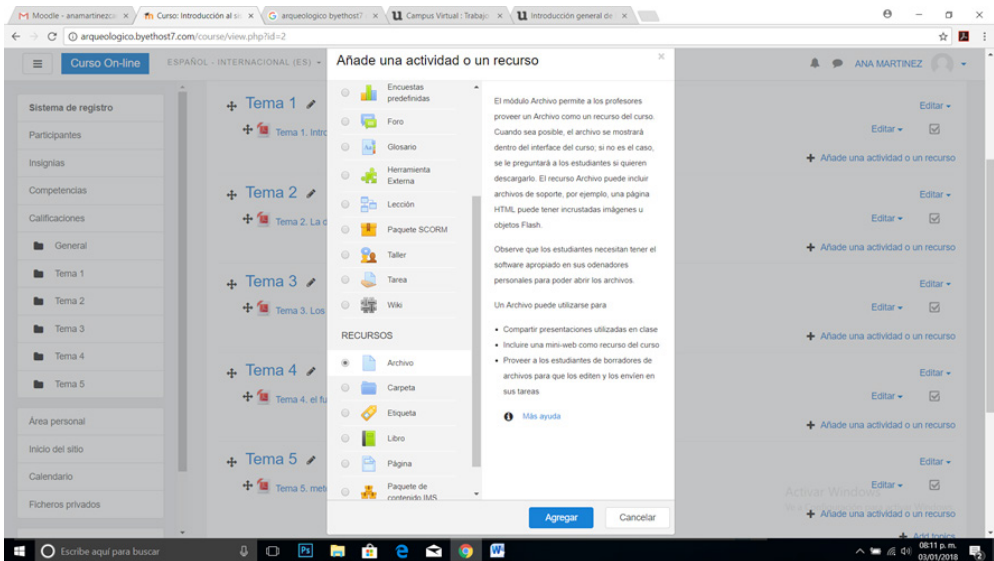


Figura 10. Agregación de usuarios.  
Fuente: elaboración propia.

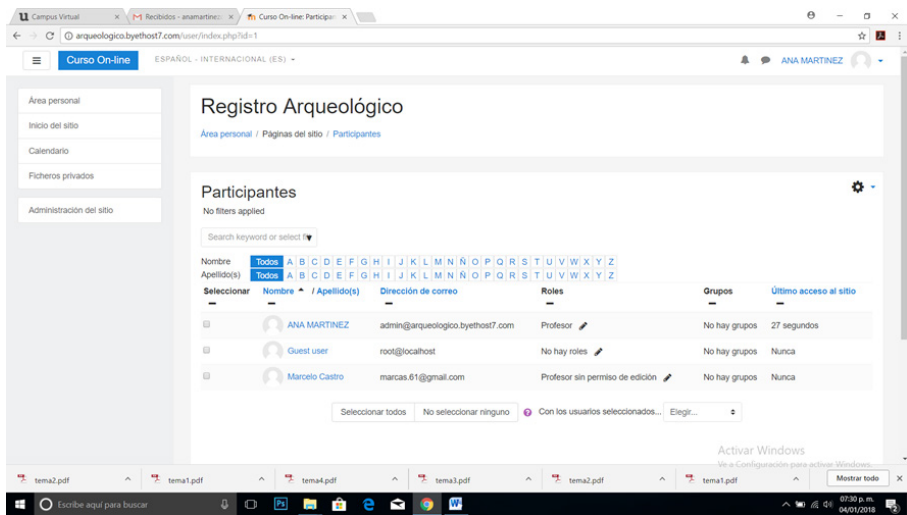
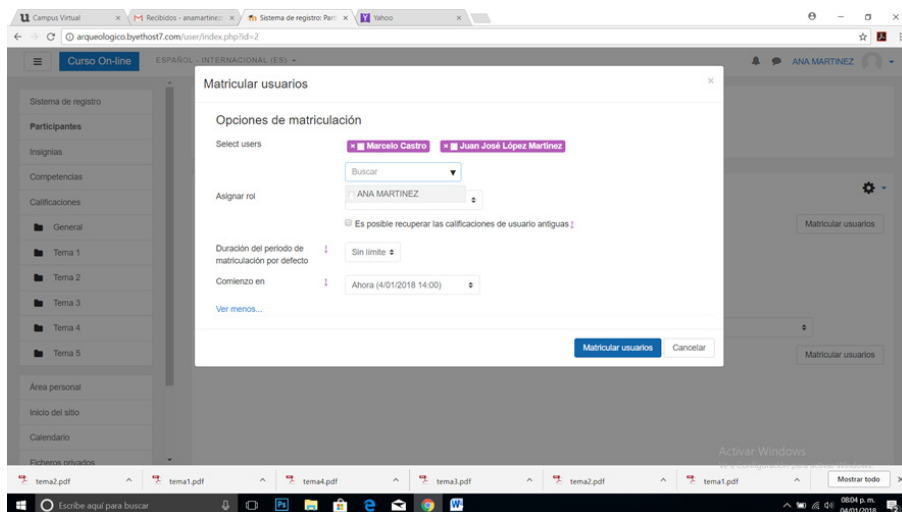


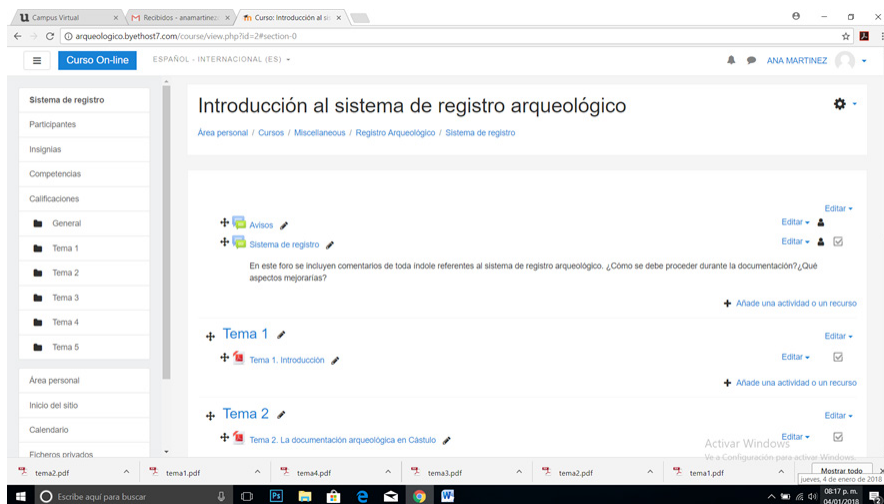
Figura 11. Agregación de participantes.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 12.** Matriculación de usuarios.

**Fuente:** elaboración propia.

Por último se ha añadido un foro sobre el sistema de registro en el cual pueden interactuar los estudiantes y el profesor del curso. Comentar una o una opinión o una duda en el foro favorece el trabajo cooperativo entre los estudiantes, ya que la misma duda puede ser resuelta con un solo comentario, enriqueciéndose todos los matriculados en el curso de las opiniones de todos los compañeros.



**Figura 13.** Inserción de un foro.

**Fuente:** elaboración propia.

## 4.2. Definición de los elementos del curso

Los elementos principales del curso *on line* que se han diseñado se dividen en tres bloques claramente diferenciados:

En primer lugar los **formularios de registro de campo**. El alumno/a debe saber rellenar cada uno de los campos de los que constan los diferentes formularios de registro. Además debe conocer el orden de cumplimentación puesto que todos los formularios están relacionados.

En segundo lugar debe conocer y tener un cierto manejo en la inserción y edición de los datos dentro de la **base de datos on line**.

Por último se le introduce en el **sistema de registro de los modelos 3D**, enseñándole la metodología y realizando algún ejercicio práctico.

#### *4.2.1. La cumplimentación de los formularios de registro de campo*

##### **I. Formularios**

El sistema de formularios se divide a su vez en cinco libros:

1. Libro de volúmenes (ver anexo I).
2. Libro de superficies (ver anexo II).
3. Libro de estratos (ver anexo III).
4. Libro de registros tridimensionales (ver anexo IV).
5. Libro de registros individuales (ver anexo V).

Las características comunes entre todos ellos es que cuentan con una serie de campos alfanuméricos y gráficos relativos a la descripción, la tipificación, la identificación y la localización espacial del elemento de excavación. Las fichas de registro son de papel y se caracterizan porque se han impreso con una trama de puntos invisible a simple vista. Como ya se ha señalado anteriormente, esta trama permite al bolígrafo localizarse dentro del formulario y saber qué campo estamos rellenando.

De partida, hay que hacer hincapié en que todos los campos de los formularios son importantes y deben ser cumplimentados sin excepción.

##### *1. LIBRO DE VOLÚMENES*

###### *1.1. Descripción*

En este formulario se rellenan los datos relativos al espacio (Volumen) y presenta un área de encabezamiento donde se introducen las coordenadas absolutas X e Y de los 4 puntos que delimitan el área de excavación. El orden a la hora de establecer los puntos se rige por un criterio cardinal que establece como primer punto el situado más al norte. Los siguientes siguen el sentido de las agujas del reloj.

Los campos del libro de volúmenes son:

El campo "COD. VOLUMEN" es el campo autonumérico que identifica el Volumen.

En el campo "CAPÍTULO" se hace una primera clasificación del tipo de volumen y se distinguen cuatro tipos:

1 PS: Planta Superficial.

2 DC: Delimitación por Construcción de espacio abierto (a priori).

3 EC: Espacio Construido y delimitado por estructuras que cierran un espacio. Por ejemplo cuando excavamos una habitación.

4 DA: Delimitación Arbitraria según el criterio del técnico.

Después del encabezamiento con las coordenadas, aparecen sucesivos “NIVELES” que se irán rellenando conforme se progresa en la profundización de la excavación. El “Nivel 00” es el nivel previo en el momento de iniciar la excavación del volumen. Los sucesivos niveles se irán completando según las necesidades del proceso.

El campo “ESTRATO” es un campo relacional con la posibilidad de ser autogenerado. Es decir, si se conoce el código de estrato porque se está trabajando con él, se rellenas y será respetado. Si por el contrario es un nuevo estrato, se deja en blanco y el sistema genera un nuevo código que se debe rellenar una vez reportado por el móvil. Hay que recordar que los Estratos generados en este campo de la ficha de Volumen deben de ser rellenos posteriormente en la ficha de Estratos, donde automáticamente nos aparecerá el código sin la descripción.

### *1.2. Cumplimentación*

La cumplimentación de los formularios requiere de un orden sucesivo de actuación donde primero se cubre la información de un formulario para ir cumplimentando después los otros. Dentro de cada formulario también existe un orden entre los distintos campos.

#### INICIO / ENVÍO

Como norma general, al empezar a usar el sistema de registro es imprescindible pulsar con la punta de la Blackpen en la casilla de Inicio (ángulo superior/izquierdo), para que así el microescáner reconozca en qué formulario está trabajando y dentro de éste, qué campo se está cubriendo.

De igual modo, al acabar de cumplimentar cada registro se debe pulsar la casilla de Envío (ángulo inferior/derecho) para que el bolígrafo transmita la información al móvil. Esto se hará tantas veces como sea necesario siempre que se decida cubrir con información alguna ficha.

El orden para cumplimentar la ficha de Volúmenes es el siguiente:

Primero: se pulsa INICIO, se marca el tipo de delimitación en el Capítulo y se introducen las coordenadas espaciales de los cuatro puntos que delimitan la zona a excavar en el plano horizontal, a continuación se pulsa ENVÍO.

Segundo: El sistema reportará un Código de Volumen que quedará asociado a esa ficha y que se debe completar después de recibirlo en el móvil.

Tercero: Una vez dado de alta el volumen, se rellena la fila de Niveles de profundidad con las cotas Z y otros datos. Como se dijo antes en la descripción, en el campo Estrato dependerá si queremos uno nuevo o no para relleno o dejarlo en blanco.

Al final de la fila, existe la posibilidad de realizar una fotografía con el móvil, que quedará asociada a los datos de ese Nivel. Esta fotografía es de baja resolución y tiene carácter orientativo en los trabajos posteriores de laboratorio e interpretación.

## **2. LIBRO DE SUPERFICIES**

### **2.1. Descripción**

En las relaciones de superposición entre los estratos y las unidades construidas media un espacio teórico que se representa como líneas en las secciones y las plantas. Conceptualmente, una superficie es el espacio intermedio entre las dos caras de contacto de dos estratos (*interfacies*). Éstas permiten ilustrar y delimitar los estratos con su entorno. La metodología arqueológica aconseja registrar estas *interfacies* y considerarlas como una unidad más, ya sea en positivo (p.e. un muro) o en negativo (p.e. una fosa). Según estas premisas, se deberían de registrar las Superficies resultantes cada vez que agotamos un estrato, sirviendo ésta como superficie inicial del estrato contiguo.

Para la documentación gráfica de las superficies se ha desarrollado un sistema de fotografía y modelado en 3D. Dichas representaciones son las que se desarrollarán en el segundo apartado de este capítulo.

Por este motivo, se ha sustituido el dibujo tradicional a escala y se ha reducido el tiempo de este proceso a esquemas orientativos con información añadida, que posteriormente serán de gran ayuda para la interpretación.

Los campos del formulario de las Superficies son los siguientes:

Como al resto de elementos y unidades, a las Superficies se les asigna un código que las distingue y las relaciona en la base de datos. El campo de CÓD. SUPERFICIE también es autogenerado y es el principal identificativo de este formulario.

A continuación se indica el Volumen y el Nivel en el que se ubica la superficie representada y las medidas en metros del espacio delimitado.

Si se añade como información adicional alguna fotografía general o de detalle, se indicará en este campo la información del Volumen y/o Estrato que se haya usado en la claqueta previa a la fotografía.

Por último se ha reservado un espacio para dibujar un el esquema de la Superficie. Tiene la finalidad de orientar ya que las superficies serán representadas con mayor detalle en el modelado en 3D. Es aconsejable indicar en el esquema la orientación, estratos, cotas y cualquier información distintiva.

### **2.2. Cumplimentación**

#### **INICIO / ENVÍO**

Para cumplimentar una superficie y evitar duplicidades se puede optar por rellenarla al inicio de cada estrato o al agotar dicho estrato. En el primer caso se está representando la interfaz respecto al estrato anterior, y en el segundo caso, la interfaz con el estrato siguiente, aún sin excavar. La superficie inicial de un estrato sirve a la vez como superficie final del anterior y viceversa.

Como en las fichas anteriores, hay una secuenciación en los pasos a seguir, son los siguientes:

Primero: Pulsar INICIO, seguidamente rellenar los datos de contexto (Volumen y Nivel), las medidas y la información de referencia de las fotografías. Dibujar el esquema de la superficie y pulsar ENVÍO.

Segundo: Una vez que el teléfono nos reporta el CÓD. SUPERFICIE autogenerado, se completa en su campo correspondiente.

### 3. LIBRO DE ESTRATOS

#### 3.1. Descripción

Como ya se ha señalado con anterioridad, los nuevos estratos pueden generarse en el momento de cubrir los Niveles de un Volumen y en su formulario específico, donde aparece la descripción y otros datos referidos a las relaciones de contigüidad de éste con su contexto.

En cada página pueden registrarse hasta doce estratos que se irán dando de alta sin importar en qué zona de la excavación se está actuando. Hay que recordar que la base de datos es unificada y en el orden de entrada no hay un criterio topográfico ya que cada ítem tiene sus propios datos georeferenciales.

Por cada registro de estratos existen los siguientes datos:

El dato principal (autogenerado) es el CÓD. ESTRATO. Si el estrato se generó en el momento de creación del nivel, aquí hay que poner el código que será reconocido por el sistema. Si por el contrario, se quiere generar un nuevo estrato directamente en el Libro de Estratos, se debe dejar en blanco el campo y copiar después el código que nos remita la Blackberry.

También se debe cumplimentar aquí el Cód. Volumen y el Nivel donde se inscribe el estrato, de esta manera el estrato queda referenciado a un espacio concreto.

Estos campos permiten establecer las relaciones del estrato con Superficies descritas. Hay que indicar cuál es la superficie superior (Techo), la inferior (Suelo) y otras relaciones de contigüidad que se quieran establecer.

En el caso de que se grabe un video de apoyo a la descripción del estrato, se anotará en este campo la fecha de creación del video. Las imágenes y los videos se almacenan automáticamente en el servidor y la fecha permitirá relacionar el video al estrato a través del Módulo de Laboratorio de la base de datos.

Por último se ha habilitado un campo para realizar una sucinta descripción de la unidad estratigráfica.

#### 3.2. Cumplimentación

INICIO / ENVÍO

Siguiendo las normas generales de cumplimentación, los pasos a seguir son: Primero: se pulsa INICIO y se introducen los datos referidos al contexto con el Volumen y Nivel, así como las Superficies asociadas y la descripción. Se pulsa ENVIAR.

Segundo: se completa el CÓD. ESTRATO autonumérico reportado por el móvil.

#### **4. LIBRO DE REGISTROS TRIDIMENSIONALES**

##### **4.1. Descripción**

Este formulario alberga los datos de los grupos de materiales hallados en el proceso de cribado de las distintas unidades estratigráficas depositarias. Se denomina “tridimensional” (a diferencia de “individual”) porque el referente contextual es el Estrato y éste se manifiesta como un paquete de tierra en tres dimensiones aunque de formas variadas. Un estrato tiene una dimensión latitudinal, una longitudinal y otra altitudinal.

La descripción de los campos es la que sigue:

El campo CÓD. REGISTRO es el campo principal de relación y como tal, autogenerado.

Con este código y la información asociada se puede saber con exactitud de qué se trata y de dónde procede.

Seguidos del código de registro se encuentran los campos de número de BOLSAS, FECHA y HORA.

Igualmente, en este formulario existen campos contextuales que relacionan los materiales de la bolsa con el Estrato, el Volumen y el Nivel en el que se hallaban.

En el campo IMÁGENES se pueden realizar con el Smartphone hasta tres tipos de imágenes: durante el Proceso de excavación, cribado...etc.; una foto de detalle de la unidad donde se encuentran los materiales; y una fotografía de alguno de los materiales más significativos de la bolsa. Estas imágenes quedanguardadas y asociadas directamente en la base de datos remota. Al pulsar el icono automáticamente se activa la cámara fotográfica del móvil y sólo hay que capturar la imagen, el software del teléfono envía automáticamente la fotografía junto a los datos.

En los campos agrupados bajo el epígrafe CONTENIDO se puede hacer una primera clasificación del tipo de material, así se marcará si se trata de una bolsa que contiene cerámica, vidrio, fauna... etc.

También hay un subcampo para texto escrito en “Otros” donde se puede registrar algún tipo o subtipo no predeterminado (p.e. METAL- Bronce... etc.).

Antes de procesos posteriores en el laboratorio, a los materiales se les hace un primer TRATAMIENTO que se refleja aquí. Si se trata de cerámica se indicará si se ha lavado o no. Si es otro material existe un subcampo de texto en “Otros” donde se podrá especificar la clase de tratamiento adoptado (p.e. Construcción – Ponderado; Sedimentos – Flotación... etc.).

##### **4.2. Cumplimentación**

INICIO / ENVÍO

Para cumplimentar el formulario de los Registros Tridimensionales tenemos hay que proceder de manera similar a los casos anteriores:



Primero: INICIO / Rellenar los campos de información temporal, contextual, gráfica, tipológica... etc. / Pulsar ENVÍO.

Segundo: Una vez reportado el nuevo CÓD. REGISTRO, rellenar en su casilla.

## 5. LIBRO DE REGISTROS INDIVIDUALES

### 5.1. Descripción

El registro de materiales individualizados tiene por objeto registrar determinados materiales que se presentan in situ en el proceso de excavación (no en la criba). Se utiliza para materiales especialmente significativos y como se conoce la ubicación exacta, se han añadido complementariamente dos campos de georreferencia espacial (coordenadas absolutas). La referencia espacial se hará con uno o dos puntos según el caso:

- Con 1 punto: cuando es un objeto pequeño reducible a un solo punto con coordenadas absolutas X,Y,Z.
- Con 2 puntos: cuando se trate de objetos de cierta dimensión (p.e. una vasija, una escultura...etc.) y nos interesa registrar también la posición que tiene. Los puntos a tomar dependerán del objeto, en cualquier caso es aconsejable ceñirse a los puntos extremos del eje (real o imaginario) que presenta el objeto.

Los distintos campos detallados son:

El CÓD. REGISTRO que identificará en la base de datos los materiales individualizados.

Como en los otros casos, hay que indicar la fecha y la hora en que se procedió a su registro.

El ESTRATO asociado al objeto individual.

En este caso, es muy recomendable realizar una fotografía del objeto en el momento del hallazgo, ya que la posición dentro del estrato es un dato relevante para la interpretación.

Como se indicó anteriormente, se pueden cumplimentar dos puntos de coordenadas absolutas que serán calculadas por la topógrafa en el momento del registro.

De igual manera que los materiales tridimensionales, en los registros INDIVIDUALES debemos hacer constar en el CONTENIDO una primera clasificación e indicar textualmente si el tipo de material no figura en los tipos predeterminados.

Se debe indicar el tipo de TRATAMIENTO que ha recibido el material en la fase de excavación, si se trata de cerámica se especificará si se ha lavado o no. Si es otro material hay habilitado un subcampo de texto en "Otros" donde se puede especificar la clase de tratamiento adoptado (p.e. Construcción – Ponderado; Sedimentos – Flotación... etc.).

### 5.2. Cumplimentación

INICIO / ENVÍO

El procedimiento para cumplimentar la ficha de registros individuales es similar al

resto:

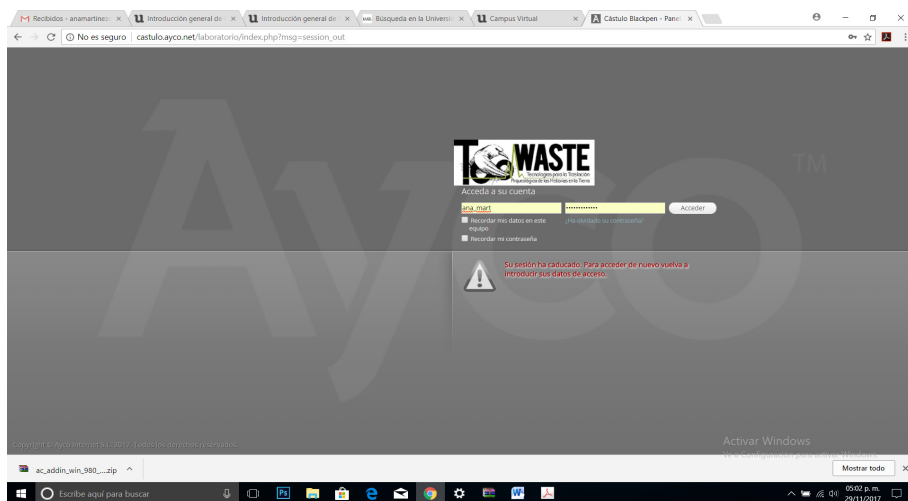
Primero: INICIO / Rellenar los campos de información y enviar.

Segundo: una vez que el Smartphone nos reporta el CÓD. REGISTRO, se cumplimenta en su campo.

#### 4.2.2. La base de datos de los registros de campo

Una vez desarrollado y explicado cómo se documenta la información en el campo, se explica en este apartado cómo se visualiza la información en la base de datos de Internet. Poder visualizar los datos de manera sistematizada ofrece diferentes ventajas: en primer lugar el acceso a los datos registrados se puede hacer en cualquier lugar, permitiendo de esta manera poder realizar diferentes interpretaciones de la excavación, así como favorecer el trabajo cooperativo y colaborativo entre diferentes investigadores. Igualmente permite cotejar y revisar los datos *a posteriori* de manera digital, ahorrando tiempo en su inserción puesto que ya ha sido realizada anteriormente.

El panel de acceso a la base de datos se encuentra en la siguiente dirección web: [http://castulo.ayco.net/laboratorio/index.php?msg=session\\_out](http://castulo.ayco.net/laboratorio/index.php?msg=session_out)



**Figura 14.** Panel de acceso a la base de datos.

**Fuente:** elaboración propia.

Una vez dentro de la base de datos *on line*, se muestran los registros en un panel general. Para facilitar la búsqueda de un tipo de registro más concreto, se pueden filtrar diferentes campos tal y como se puede observar en la cabecera del formulario.

En el panel de control de los registro de materiales se pueden visualizar y consultar el tipo de registro (individual o tridimensional), la fecha en la que se dio de alta, el yacimiento al que pertenece, el año de campaña, el código de registro que es generado por el sistema, el código del estrato al que pertenece, el código de volumen que lo contiene y el nivel. También se incluye información más específica como el

contenido y el número de bolsa donde se encuentra para facilitar su búsqueda física en el almacén.

Tipo Registro	Fecha Alta	YAC	Año	Cod. Reg.	Cod. Estrato	Cod. Volumen	Cod Nivel	Bolsas + Fecha	Hora	Tratamiento	Contenido
INDIVIDUALES	25/10/2017 09:51:37	00	17	022469	001668			25/10/2017	09:51:00	-02	Metal - CUIVO
TRIDIMENSIONALES	25/08/2017 09:29:05	00	17	027603	002731	1416	12	1 24/12/2017	01:47:00		Piedra - s. esa
TRIDIMENSIONALES	23/10/2017 14:23:13	00	17	029395	002540	1547	01	1 23/12/2017	13:00:00		Piedra - GRANITO
TRIDIMENSIONALES	23/09/2017 08:41:35	00	17	027249		1472	06	1 22/12/2017	14:10:00		Cerámica
TRIDIMENSIONALES	05/10/2017 13:20:43	00	17	029563	001688	1429	01	1 19/12/2017	13:39:00		Metal - HERRIO
TRIDIMENSIONALES	17/07/2017 08:42:31	00	17	025961	001643	1354	02	1 17/12/2017	08:41:00		Metal - PLOMO
TRIDIMENSIONALES	29/08/2017 09:49:58	00	17	027605	-32731		-2	1 11/12/2017	---		- l. - c w
TRIDIMENSIONALES	08/09/2017 12:19:13	00	17	026625	001411	1413	91	1 08/12/2017	---		Huero Trab. - ob De
TRIDIMENSIONALES	04/08/2017 09:43:24	00	17	026382	001441	1413	01	1 04/12/2017	09:47:00		Metal - HEBILLA
TRIDIMENSIONALES	21/08/2017 12:56:20	00	17	027218			1	0 01/12/2017	---		Vidrio
TRIDIMENSIONALES	04/09/2017 13:45:00	00	17	027973		142	-1	1 01/12/2017	13:45:00		Metal - DORIA
TRIDIMENSIONALES	30/06/2017 11:45:33	00	17	025540	002397	1333	05	1 30/11/2017	---		Metal - PLOMO
TRIDIMENSIONALES	30/06/2017 13:20:43	00	17	029563	002601	1330	04	1 30/11/2017	02:41:00		Vidrio
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 08:04:43	00	17	030108	002966	1562	01	1 28/11/2017	08:00:00		Cerámica
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 08:04:44	00	17	030109	002966	1562	01	1 28/11/2017	08:00:00		Fauna
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 08:04:44	00	17	030110	002966	1562	01	1 28/11/2017	08:00:00		Muestra - SEMILLA
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 08:04:44	00	17	030111	002966	1562	01	1 28/11/2017	08:00:00		Metal - HERRIO
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 08:04:44	00	17	030112	002966	1562	01	1 28/11/2017	08:00:00		Metal - MONEDA
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 08:09:38	00	17	030113	002966	1562	01	1 28/11/2017	08:00:00		Piedra - SILEX
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 08:09:38	00	17	030114	002966	2562	01	1 28/11/2017	08:00:00		Muestra - CARBON
TRIDIMENSIONALES	28/11/2017 14:25:14	00	17	030115	001688	1553	03	1 28/11/2017	14:15:00		

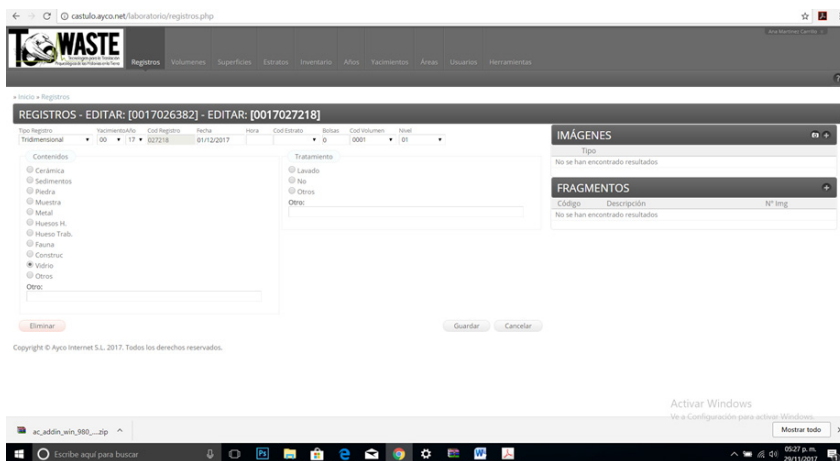
Figura 15. Panel de control de los registros de materiales.

Fuente: elaboración propia.

Si se hace doble clic sobre uno de los registros individuales o tridimensionales, se obtiene el formulario de registros que se observa en la figs. 16 y 17. En ellos se especifica qué tipo de material es (en este caso, es un clavo), teniendo la posibilidad de mostrar una fotografía del objeto *in situ*. También se le puede asociar el código de estrato donde apareció.

Figura 16. Ejemplo de registro individual.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 17.** Ejemplo de registro tridimensional.

**Fuente:** elaboración propia.

En el panel de control de los volúmenes aparecen reflejadas las coordenadas x,y así como la fecha de alta y el código de cada volumen (Figura 18).

Fecha Alta	Cód Volumen	Capítulo	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4	
27/11/2017 11:54:32	1578	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
27/11/2017 11:50:53	1577	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
24/11/2017 10:53:21	1576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
22/11/2017 11:31:10	1575	20C	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
14/11/2017 08:23:31	1574	20C	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
14/11/2017 08:21:12	1573	20C	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
13/11/2017 12:33:33	1572	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
13/11/2017 11:52:54	1571	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
12/11/2017 18:32:13	1570	40A	445238.86	445239.55	445240.39	445239.87	4209955.15	4209955.45	4209952.51	4209952.24	✓
09/11/2017 09:43:33	1569	20C	445234.38	445235.13	445235.72	445234.81	4209953.04	4209953.25	4209952.19	4209951.86	✓
09/11/2017 09:12:43	1568	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
03/11/2017 09:13:59	1567	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
03/11/2017 08:30:10	1566	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
02/11/2017 17:44:09	1565	20C	445243.49	445243.9	445244.06	445243.67	4209947.14	4209947.33	4209946.98	4209946.77	✓
31/10/2017 11:54:54	1564	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
31/10/2017 09:21:34	1563	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
31/10/2017 08:00:46	1562	3EC	445254.72	445254.96	445255.22	445254.27	4209946.61	4209946.69	4209945.59	4209945.46	✓
31/10/2017 07:54:48	1561	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
30/10/2017 14:47:26	1560	20C	445241.71	445247.65	445247.71	445247.8	4209948.32	4209950.2	4209949.86	4209948.19	✓
30/10/2017 10:15:07	1559	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓
27/10/2017 10:45:18	1558	3EC	0	0	0	0	0	0	0	0	✓

**Figura 18.** Panel de control de los volúmenes.

**Fuente:** elaboración propia.

Si se hace doble clic en un volumen aparece la ficha asociada al mismo en el que se especifica la coordenada Z, y los diferentes niveles de los que se compone el volumen tal y como se puede observar en la Figura 19 (cada nivel se corresponde a la capa de tierra que se ha excavado).

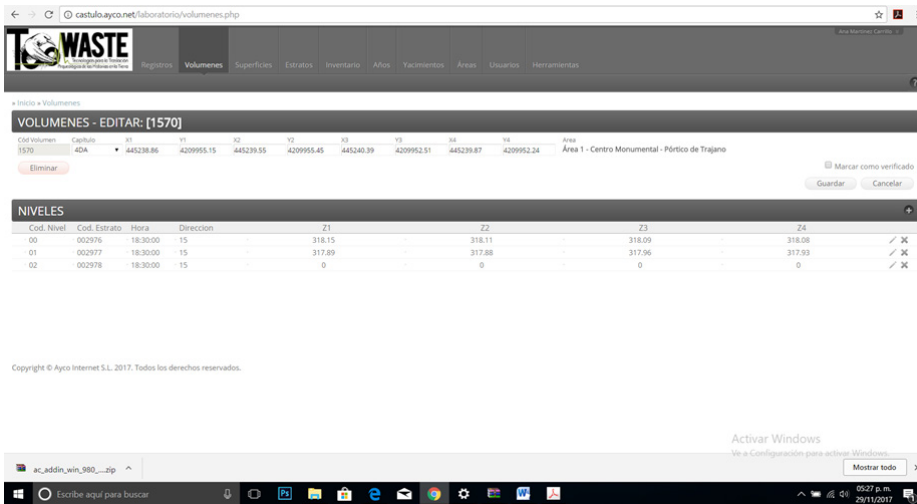


Figura 19. Ejemplo de volumen.

Fuente: elaboración propia.

Las superficies también se pueden visualizar y buscar en la base de datos. En la primera fila de este panel se pueden hacer búsquedas por fecha, por código de superficie, por coordenadas o por códigos de volumen (Figura 20).

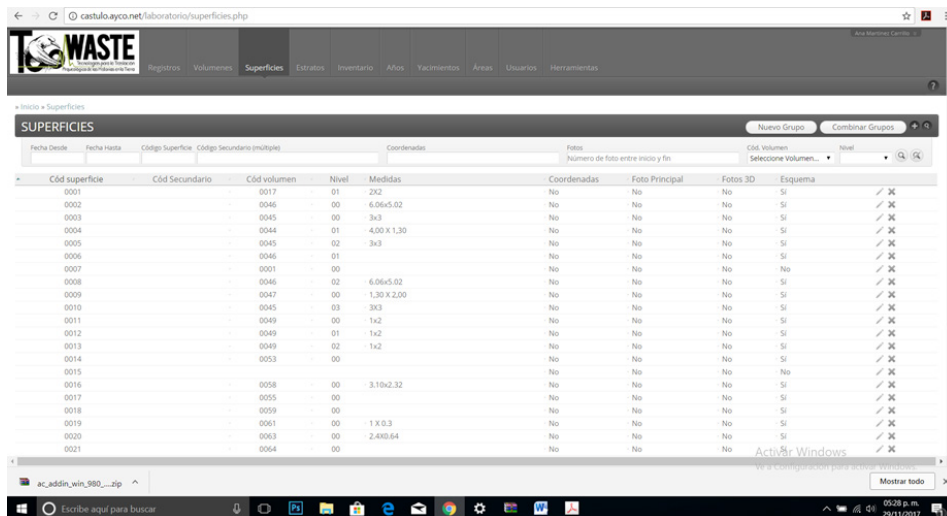
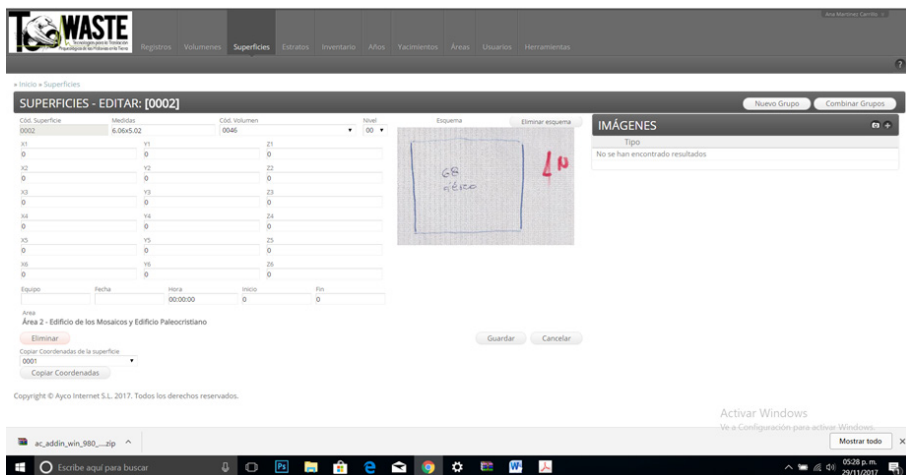


Figura 20. Panel de control de las superficies.

Fuente: elaboración propia.

Para cada una de las superficies hay una ficha asociada en la que se visualiza el código de la misma, las medidas, el croquis que se ha dibujado en campo y el área al que pertenece (Figura 21).

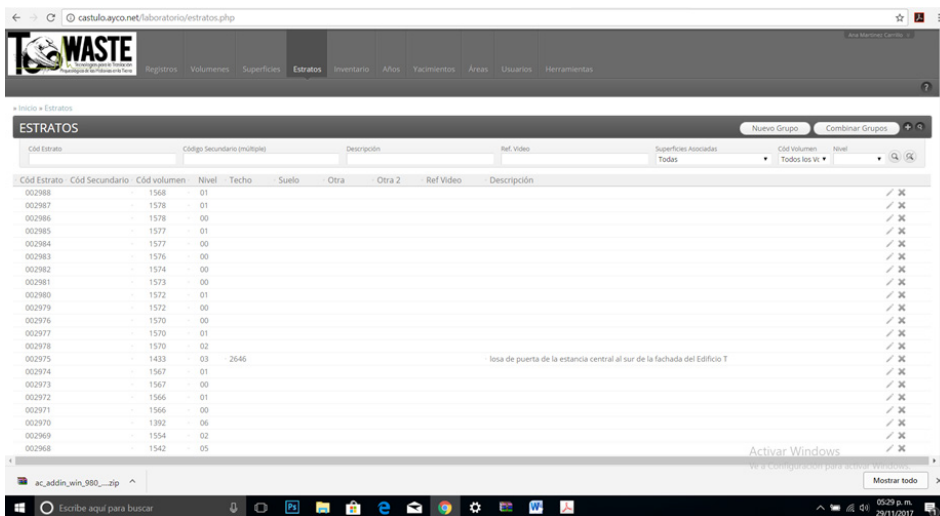


**Figura 21.** Ejemplo de superficie.

**Fuente:** elaboración propia.

En el panel de estratos aparece una primera fila de búsquedas por código de estrato, descripción, referencia de video, superficies asociadas, código de volumen y nivel. Al igual que en los anteriores paneles principales, las búsquedas pueden ser simples o combinadas (añadiendo más de un parámetro a la búsqueda).

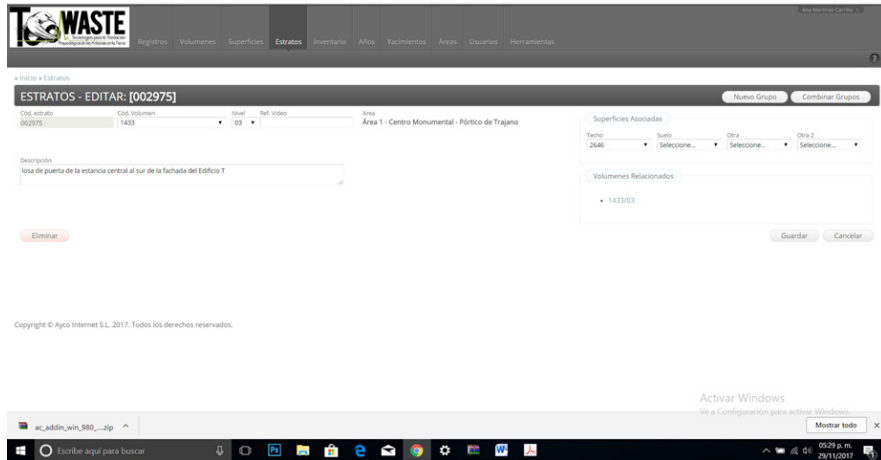
Los estratos se visualizan por el código que le ha asignado el sistema durante el proceso de excavación, el código de volumen, la referencia del video y la descripción (Figura 22).



**Figura 22.** Panel de control de los estratos.

**Fuente:** elaboración propia.

Si se hace doble clic en un determinado estrato, aparece la información asociada al mismo: código, el código del volumen al que pertenece, el área de excavación, las superficies asociadas a ese estrato, la descripción y los volúmenes asociados (Figura 23).



**Figura 23.** Ejemplo de estrato.

**Fuente:** elaboración propia.

En el panel de inventario se muestra el tipo de contenido de cada bolsa de material. En el panel principal se puede hacer una búsqueda utilizando los campos que se relacionan con el material. También se pueden visualizar la fecha en la que se registraron, el código de registro, el código del estrato, el código del volumen y del nivel, el contenido, la cantidad de fragmentos, el peso y su situación en el almacén una vez que se han clasificado en el laboratorio (Figura 24).

Fecha	Cód Registro	Cód Estrato	Cód Volumen	Cód Nivel	Contenido	Cantidad	Peso	Relevantes	Bolsas	Almacén	Armas	Estantería	Balda	Caja	Imagen
17/12/2016 11:00:00	0016023331	002145	1056	04	0100 Construcción	44	21.65	0	0	0	0	0	0	0	✖
28/11/2016 10:00:00	0016023524	002342	1166	02	0000 Cerámica	14	56.9	2	1	0	0	0	0	0	✖
28/11/2016 10:00:00	0016023523	002342	1166	02	0000 Cerámica	3	293.6	3	1	0	0	0	0	0	✖
28/11/2016 09:00:00	0016023464	002159	1066	01	0000 Cerámica	1	4.6	1	1	0	0	0	0	0	✖
12/08/2016 13:00:00	0016023455	002450	1214	02	0100 Construcción	2	1.1	0	0	0	0	0	0	0	✖
12/08/2016 10:00:00	0016023441	002428	1204	00	0100 Construcción	8	2.3	0	0	0	0	0	0	0	✖
12/08/2016 12:00:00	0016023432	002085	1151	03	0100 Construcción	2	0.34	0	0	0	0	0	0	0	✖
12/08/2016 11:00:00	0016023414	002085	1152	02	0100 Construcción	10	4.76	0	0	0	0	0	0	0	✖
12/08/2016 08:00:00	0016023402	002400	1152	01	0100 Construcción	29	15.62	0	0	0	0	0	0	0	✖
12/08/2016 10:00:00	0016023381	002419	1199	01	0100 Construcción	10	2.96	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 12:35:00	0016023367	002417	1196	00	0100 Construcción	51	20.96	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 10:40:00	0016023358	002425	1202	00	0100 Construcción	120	44.22	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 10:25:00	0016023347	002424	1201	00	0100 Construcción	22	9.44	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 11:00:00	0016023339	002396	1082	02	0100 Construcción	22	8.44	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 10:00:00	0016023334	002403	1199	00	0100 Construcción	9	4.84	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 08:00:00	0016023322	002416	1185	01	0100 Construcción	309	129.22	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 08:00:00	0016023319	002364	1197	03	0100 Construcción	9	4.54	0	0	0	0	0	0	0	✖
11/08/2016 09:00:00	0016023305	002305	1197	02	0100 Construcción	8	3.82	0	0	0	0	0	0	0	✖
28/11/2016 09:00:00	0016023295	002305	1197	02	0000 Cerámica	1	826	1	1	0	0	0	0	0	✖

**Figura 24.** Panel de control del inventario.

**Fuente:** elaboración propia.

Si se hace doble clic en un número de inventario, se obtiene la información del registro materializa en la fecha, hora, el código del registro, del estrato y del volumen, las observaciones, el área de excavación en la que se documentó y su situación en el almacén. También se muestra un porcentaje del tipo de material que contiene cada bolsa de inventario, derivado de una primera clasificación general en el laboratorio. Estos porcentajes pueden visualizarse a través de una gráfica (Figura 25).

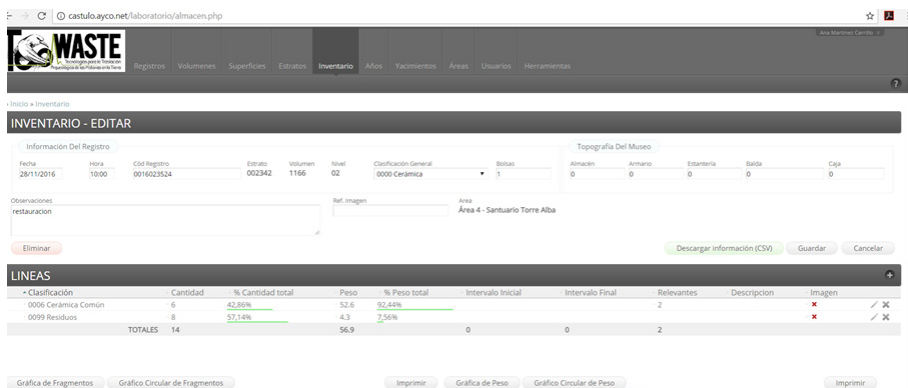


Figura 25. Ejemplo de inventario.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, en el panel principal hay un apartado destinado a organizar las campañas de excavación. En el Conjunto Arqueológico de Cástulo se llevan realizando campañas de excavación ininterrumpidamente desde el año 2011, por lo que es absolutamente ventajoso tenerlas ordenadas por años (Figura 26).

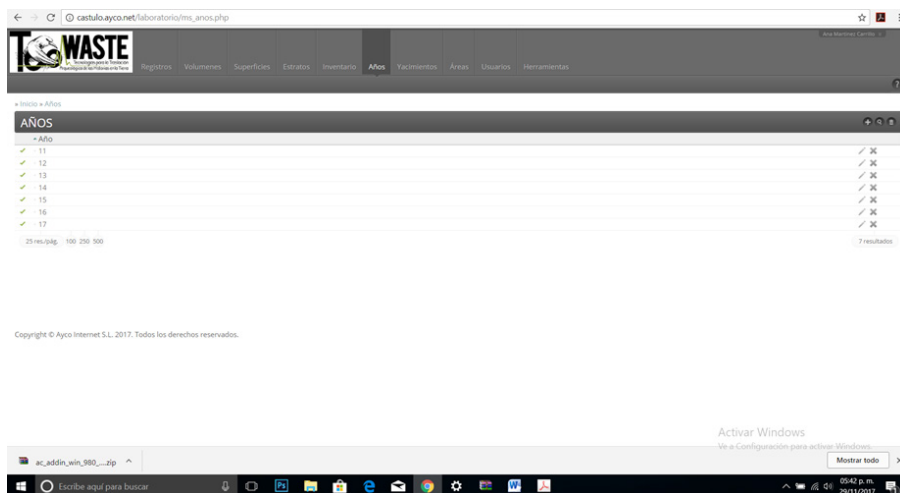


Figura 26. Años de campañas de excavación.

Fuente: elaboración propia.

La excavación durante estos siete años se ha organizado en torno a diferentes áreas que nos están dando información de diferentes momentos históricos (el pórtico de Trajano, el edificio de los mosaicos y el edificio paleocristiano, la casa ibérica, el santuario de la Torre Alba, la necrópolis de la Puerta Argentaria y el Cerro de la Muela) (Figura 27).



Área	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4
Área 1 - Centro Monumental - Pórtico de Trajano	445219	445327	445327	445219	4209927	4209927	4210027	4210027
Área 2 - Edificio de los Mosaicos y Edificio Paleocristiano	445127	445200	445200	445127	4209811	4209811	4209991	4209991
Área 3 - Casa Iberica	445223	445377	445377	445223	4210414	4210414	4210462	4210462
Área 4 - Santuario Torre Alba	444667	444926	444926	444667	4210229	4210229	4210286	4210286
Área 5 - Neopolis Puerta Argentina	445198	445398	445398	445198	4210515	4210515	4210815	4210815
Área 6 - Cerro de la Muela	445408	445514	445514	445408	4209721	4209721	4209813	4209813

Copyright © Ayo Internet S.L. 2017. Todos los derechos reservados.



**Figura 27.** Panel de control de las áreas de excavación.

**Fuente:** elaboración propia.

Cada una de las áreas de excavación tiene sus volúmenes de excavación asociados, por lo que es fácil buscarlos sobre una cartografía georreferenciada (Figura28).

Fecha Desde	Fecha Hasta	Cód Volumen	Capítulo	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4
04/06/2012 12:48:10	0045	1PS	445240.79	445243.36	445244.68	445241.88	4209949.51	4209945.62	4209942.77	4209941.62	4209941.62
08/06/2012 12:02:46	0049	4DA	445242.63	445242.46	445244.16	445243.31	4209945.1	4209945.1	4209943.7	4209943.42	4209943.42
11/06/2012 11:33:59	0054	1PS	445242.13	445242.55	445244.09	445243.22	4209945.04	4209945.18	4209942.7	4209942.37	4209942.37
12/06/2012 14:43:02	0056	2DC	445240.79	445242.13	445243.22	445241.88	4209944.51	4209945.04	4209942.37	4209941.62	4209941.62
13/06/2012 08:37:24	0057	3EC	445241.01	445242.66	445244.26	445241.99	4209944.4	4209945.11	4209942.84	4209992	4209992
13/06/2012 13:31:41	0060	2DC	445243.94	445244.16	445244.62	445244.09	4209943.62	4209943.7	4209942.77	4209942.7	4209942.7
15/06/2012 09:34:59	0067	3EC	445242.3	445243.12	445243.51	445242.5	4209944.68	4209945.4	4209944.18	4209944.17	4209944.17
18/06/2012 08:52:29	0068	3EC	445240.85	445242.3	445243.15	445242.76	4209944.48	4209944.98	4209942.41	4209942.23	4209942.23
18/06/2012 17:54:58	0073	1PS	445242.46	445242.64	445244.41	445241.84	4209945.06	4209945.11	4209942.89	4209941.88	4209941.88
21/06/2012 20:49:08	0075	3EC	445241.18	445242.46	445243.13	445241.74	4209944.43	4209945.06	4209942.79	4209942.19	4209942.19
26/06/2012 08:53:19	0080	3EC	445243.31	445243.92	445244.36	445243.24	4209944.02	4209944.28	4209942.87	4209941.31	4209941.31
27/06/2012 09:17:15	0083	1PS	445261.07	445263.78	445265.26	445262.52	4209966.2	4209967.36	4209965.63	4209962.5	4209962.5
27/06/2012 10:49:33	0084	4DA	445261.07	445263.78	445264.77	445261.94	4209966.2	4209967.36	4209965.07	4209964.06	4209964.06
27/06/2012 10:57:22	0085	4DA	445264.94	445264.77	445265.26	445262.52	4209966.07	4209965.07	4209965.63	4209962.5	4209962.5
03/07/2012 09:49:18	0091	1PS	445261.05	445261.68	445261.79	445261.65	4209966.16	4209966.43	4209965.77	4209964.92	4209964.92
03/07/2012 09:55:18	0092	2DC	445262.03	445262.5	445262.5	445262.31	4209966.38	4209966.72	4209966.28	4209966.29	4209966.29
03/07/2012 10:40:12	0093	2DC	445261.76	445262.81	445263.59	445261.85	4209966.3	4209966.37	4209965.3	4209964.48	4209964.48
04/07/2012 08:50:32	0094	2DC	445243.96	445244.34	445244.51	445244.19	4209944.4	4209944.58	4209943.93	4209943.81	4209943.81
04/07/2012 08:50:40	0095	3EC	445242.04	445243.23	445243.19	445242.43	4209943.63	4209943.93	4209942.43	4209942.1	4209942.1
05/07/2012 08:32:54	0096	3EC	445241.85	445242.33	445242.66	445242.2	4209944.81	4209944.99	4209944.65	4209944.58	4209944.58
05/07/2012 12:47:19	0098	3EC	445241.75	445244.98	445243.18	445242.89	4209949.66	4209944.72	4209943.25	4209942.89	4209942.89
05/07/2012 19:05:13	0100	3EC	445243.82	445244.28	445244.31	445243.94	4209944.38	4209944.55	4209943.93	4209943.3	4209943.3
09/07/2012 09:47:43	0101	1PS	445269.18	445271.14	445271.81	445269.92	4209948.32	4209949.15	4209947.21	4209946.47	4209946.47
09/07/2012 11:59:50	0102	2DC	445263.91	445264.23	445264.39	445263.99	4209965.94	4209965.07	4209965.62	4209965.48	4209965.48
09/07/2012 12:06:18	0103	4DA	445263.99	445264.39	445264.64	445264.32	4209965.48	4209965.62	4209964.95	4209964.7	4209964.7

**Figura 28.** Volúmenes asociados a un área de excavación.

**Fuente:** elaboración propia.

Los usuarios que han estado desarrollando trabajos de documentación tanto en el campo como en el laboratorio también están registrados en esta base de datos. Hay tres tipos de usuarios: administrador (puede dar de alta otros usuarios y editar datos), usuario estándar (puede dar de alta registros y editarlos) y usuario limitado (sólo puede visualizar datos) (Figura 29).

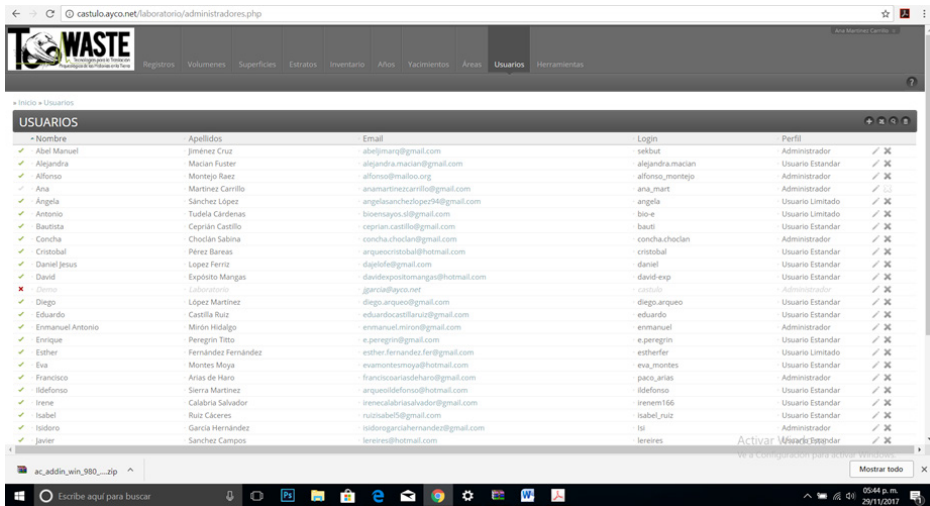


Figura 29. Listado de usuarios que tienen acceso a la base de datos.

Fuente: elaboración propia.

Por último, en el apartado de herramientas se ha implementado un generador de códigos QR con los datos de cada registro de inventario que irá en cada una de las bolsas de materiales. Mediante este sistema se evitarán errores derivados de la grafía de cada persona (Figura 30).

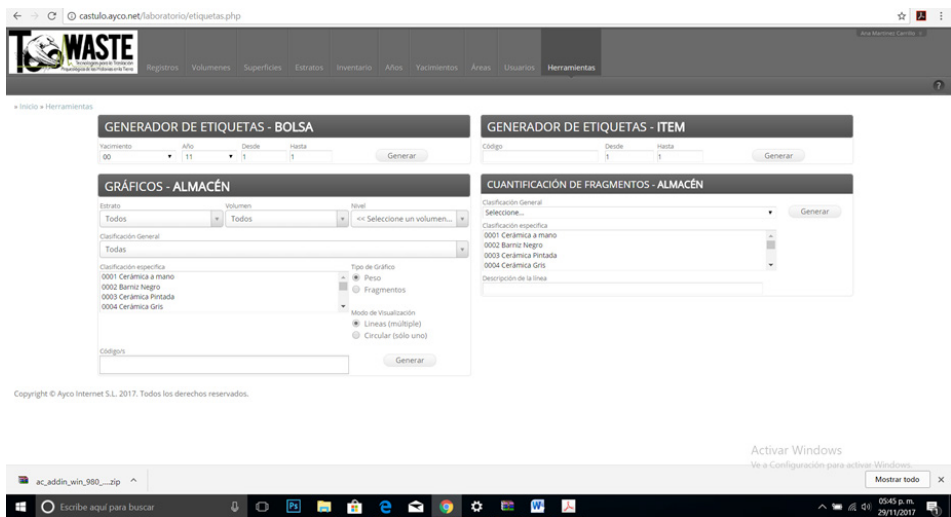


Figura 30. Panel para la generación de códigos QR asociados al material cerámico.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.3. La elaboración de modelos 3D

Dentro de la plataforma de aprendizaje se han integrado modelos 3D de diferentes niveles de la excavación, para mejorar la comprensión del proceso de documentación gráfica.

Los modelos tridimensionales, como ya se ha señalado en el apartado anterior, se han realizado a través de una técnica de fotogrametría en la que ha intervenido un equipo multidisciplinar (un topógrafo, un ingeniero de telecomunicaciones y una arqueóloga). Dentro de la plataforma de enseñanza se muestra al alumnado cómo se obtienen los modelos tridimensionales a través de las siguientes explicaciones y ejemplos:

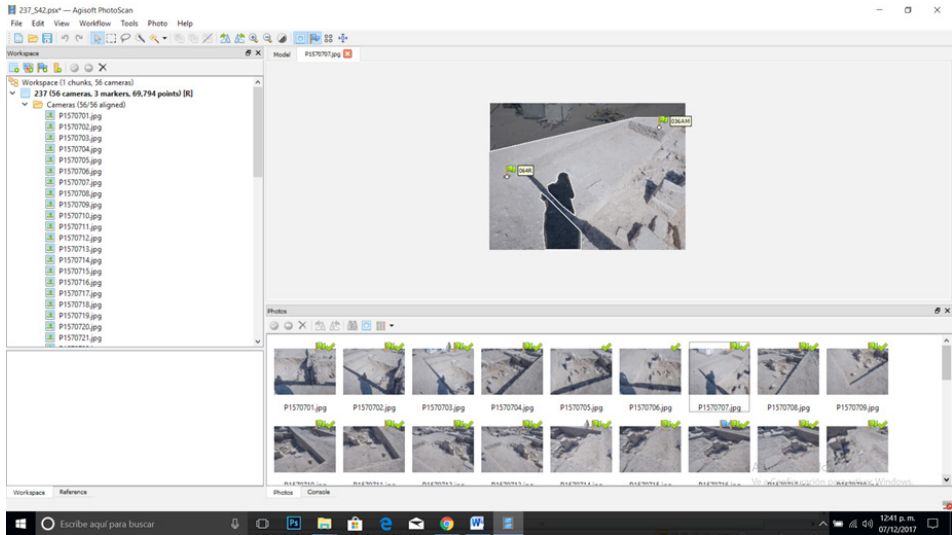
1. Toma de fotografías en el campo. Las fotografías de un área concreta de la excavación se toman de manera perimetral una vez que se ha limpiado el área a documentar.



**Figura 31.** Diferentes momentos en la toma de fotografías de un nivel arqueológico.

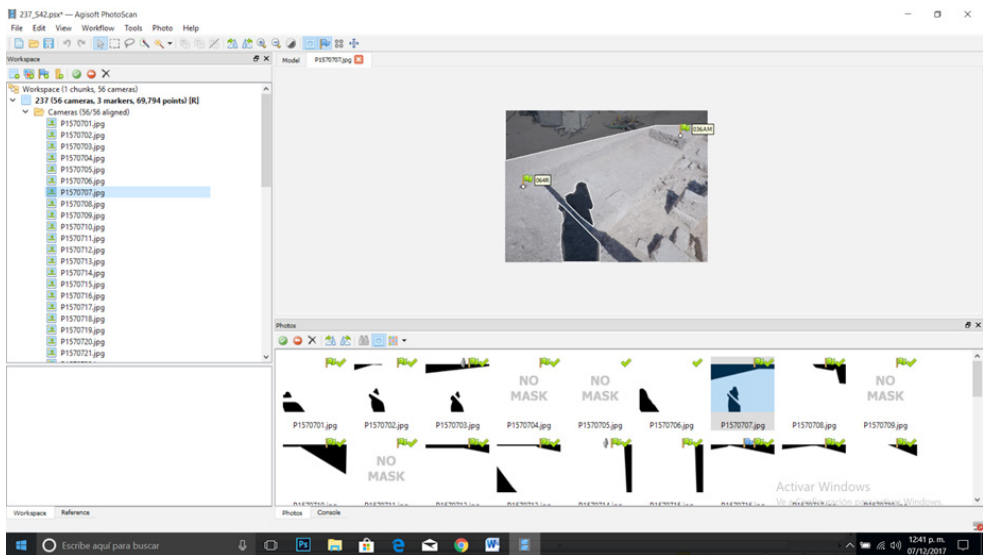
**Fuente:** elaboración propia.

2. A continuación se descargan las fotografías en formato RAW. Este tipo de formato permite la edición de la exposición, el contraste, la iluminación, las sombras, el balance de blancos y negros, la claridad, la intensidad y la saturación. Por lo tanto permite igualar todos estos parámetros en las diferentes imágenes tomadas, por lo que la construcción del modelo 3D tendrá una textura más homogénea.
3. Una vez editadas las fotografías, se importan al programa Agisoft PhotoScan. Con este software se realiza en primer lugar una limpieza de las fotografías para eliminar aquellos objetos que no deben salir en el modelo 3D (materiales de excavación, trabajadores, visitantes, etc.)(figs. 32 y 33). A continuación se alinean las fotografías y se construye la nube densa de puntos a calidad media. Por último se genera el modelo 3D, el cual está formado por caras (Figura 34 y 35).



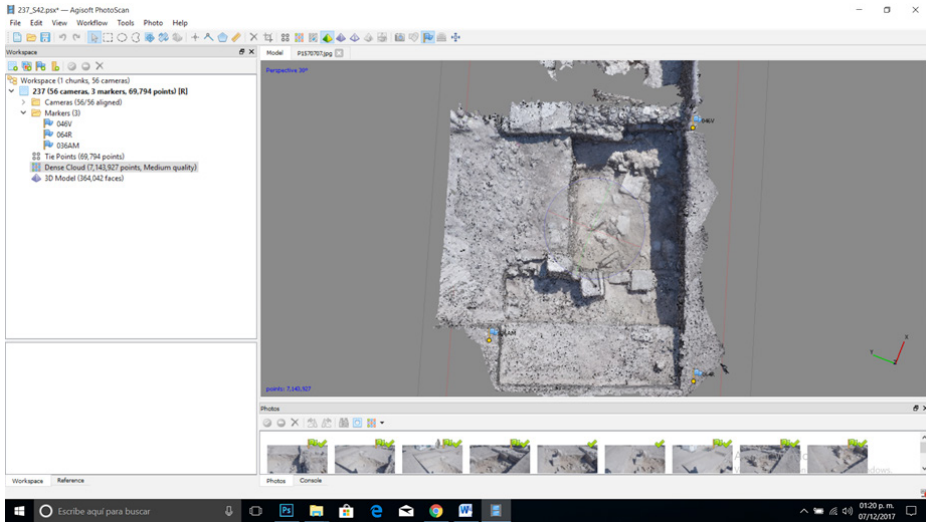
**Figura 32.** Importación de fotografías y digitalizado de las sombras para su posterior eliminación del modelo final.

**Fuente:** elaboración propia.



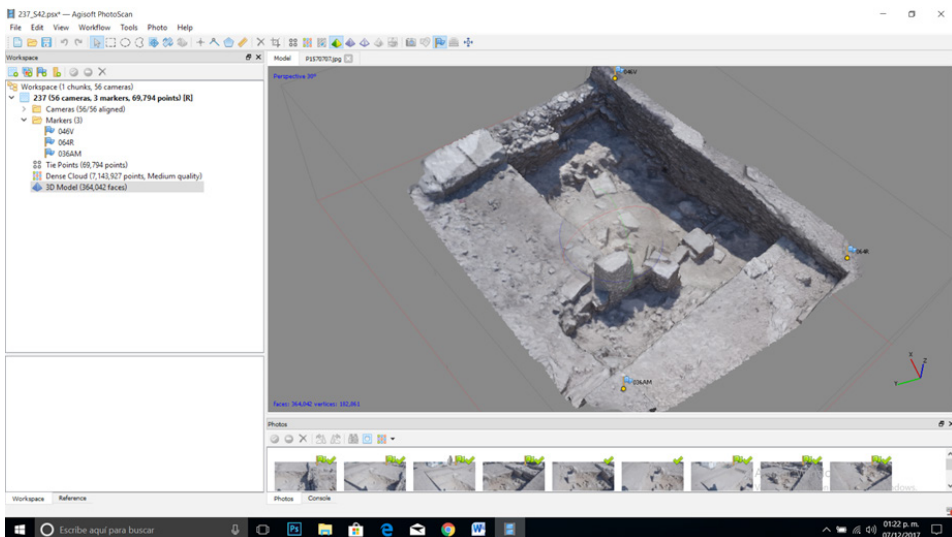
**Figura 33.** Sombras y elementos secundarios de la excavación una vez digitalizados (se muestran en negro en la secuencia de fotografías activando la opción “máscaras”).

**Fuente:** elaboración propia.



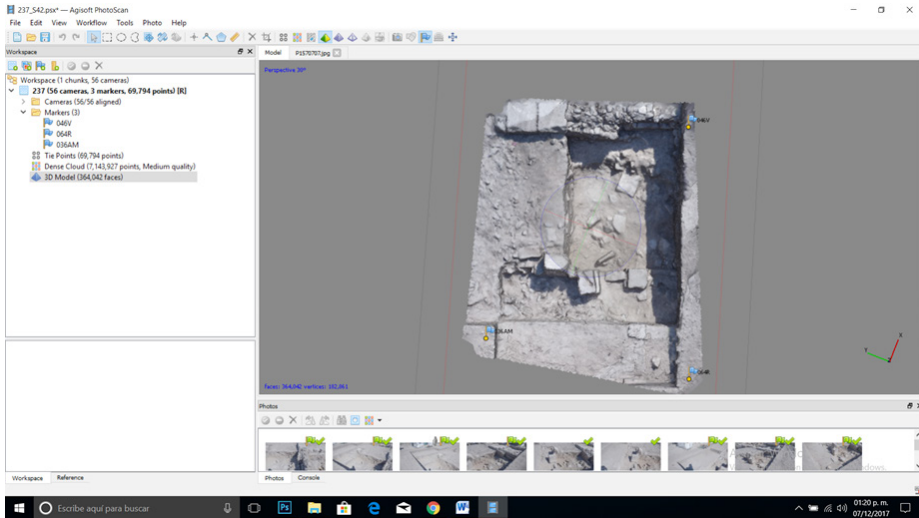
**Figura 34.** Alineación de las fotografías y generación de la nube densa de puntos.

**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 35.** Generación del modelo 3D.

**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 36.** Generación de la ortofotografía georreferenciada.

**Fuente:** elaboración propia.

Una vez generado el modelo 3D, se puede georeferenciar para así saber las coordenadas exactas que se han excavado y su situación dentro del Conjunto Arqueológico de Cástulo. Para cada modelo 3D se han tomado entre 3 y 4 puntos GPS que se han incluido en el modelo mediante la herramienta referencias. Una vez trasladadas las coordenadas UTM, el error generado es de 0.007 m, por lo que la precisión es bastante alta y por lo tanto válida para la documentación arqueológica.

## CAPÍTULO V: PROPUESTA DIDÁCTICA

### 5.1. Objetivos de la propuesta didáctica

Los objetivos didácticos del curso *on line* que se ha elaborado para los alumnos del curso son los siguientes:

- Conocer los diferentes sistemas de registro documental y gráfico de una intervención arqueológica.
- Aprender a manejar críticamente los métodos y técnicas para recuperar el registro arqueológico e identificar, analizar e interpretar datos arqueológicos.
- Ser capaces de gestionar la información arqueológica en una base de datos insertando datos referentes a la excavación y realizando búsquedas combinadas.
- Conocer los programas informáticos más utilizados de generación de modelos 3D a partir de fotografías.
- Utilizar y aplicar la lógica, la analogía y la experimentación para la elaboración y contrastación de hipótesis concretas sobre las sociedades del pasado.
- Comprender las relaciones espaciales a diferentes escalas a partir de las representaciones gráficas.
- Adquirir habilidades en el manejo de las nuevas tecnologías como medio para el estudio y la difusión del conocimiento arqueológico.
- Recibir una formación general e integrada sobre el concepto y los distintos campos temáticos implicados en la Arqueología, entendiendo ésta como una ciencia multidisciplinar que permite al alumnado responder de forma positiva a las demandas sociales de conocimiento, conservación, gestión y difusión del territorio y del patrimonio histórico-arqueológico en él existente.
- Adquirir un conocimiento básico de los métodos, técnicas e instrumentos de análisis principales de la Arqueología, lo que entraña, por un lado, la capacidad de examinar críticamente cualquier clase de registro arqueológico y, por otro, la habilidad de manejar los medios de búsqueda, identificación, selección y recogida de información, incluidos los recursos informáticos, y de emplearlos para el estudio e investigación del pasado.
- Familiarizarse con los métodos y las técnicas de investigación de otras disciplinas que comparten el ámbito de estudio de la Arqueología desde otras perspectivas.
- Obtener capacidad para participar, a partir del conocimiento especializado, en el contexto interdisciplinar propio de la Arqueología.
- Alcanzar las habilidades y conocimientos de instrumentos informáticos aplicables a la Arqueología para usarlos eficientemente en la investigación y la comunicación.

## 5.2. Definición de los recursos didácticos

Los recursos didácticos que se han empleado en este curso *on line* son los siguientes:

La guía docente de esta asignatura estaría integrada en la plataforma virtual de aprendizaje (Moodle) de manera que se podría consultar de manera digital a presentación de la asignatura, sus competencias, los contenidos, la metodología que se va a llevar a cabo, la bibliografía, la evaluación y la calificación, el profesorado y las orientaciones para el estudio.

Los temas de la asignatura se subirán a una plataforma de docencia virtual en formato .pdf para ser descargados y consultados por los alumnos. Además se podrán incluir links a otros sitios web que ofrezcan recursos adicionales para ampliar los contenidos de la asignatura, así como las actividades referentes a cada tema. Los contenidos de la asignatura podrán enriquecerse con lecciones magistrales impartidas por especialistas en la materia en formato video.

En el apartado de programación se puede consultar la fecha de entrega de las diferentes actividades así como la puntuación de cada una de ellas.

Las clases se impartirán de manera virtual en formato vídeo con el horario de la clase previamente anunciado en el tablón de anuncios. En las clases virtuales se podrá ver los asistentes y podrá haber interacciones entre profesor-alumno a través de un chat integrado en la sesión de clase y a través del uso de la opción “compartir cámara” disponible en la plataforma de docencia virtual. Los recursos utilizados en cada una de las sesiones de clases virtuales (presentaciones power point, videos, links, etc.) también podrán ser descargados y consultados por los alumnos.

Las dudas que los alumnos/as puedan tener sobre esta asignatura se resolverán a través del foro o del correo electrónico. Siempre es más recomendable usar el foro, ya que una duda puede surgir en varios estudiantes y es más fácil de solventarse por esta vía.

Las actividades propuestas pueden realizarse de manera digital, ya que los contenidos (modelos 3D, imágenes, vídeos) están disponibles en Internet y la visita al yacimiento de Cástulo también puede realizarse de manera virtual utilizando los recursos digitales disponibles en la web.

Una vez que se ha construido el modelo, se han observado los diferentes tipos de formatos de exportación (.obj, .3Ds, .wrl, .dae, .ply, .stl, .fbx, .dxf, u3D, .pdf, .kmz). Todos estos formatos son utilizados para visualizar y editar modelos 3D en programas específico. No obstante, el formato .pdf permite la visualización en 3D y es un formato bastante común por lo que se ha probado su exportación, visualizándose correctamente el modelo tridimensional.

Además, utilizando este formato de archivo los usuarios que estén siguiendo el curso no tendrán que instalar plugins ni abrir ningún enlace en el navegador para poder visualizarlos; sino que quedarían integrados dentro de la plataforma de aprendizaje.

Por lo tanto, la opción más idónea y conveniente para insertar los modelos 3D en la plataforma virtual de aprendizaje es a través del formato pdf.



### 5.3. Diseño de las actividades

Se han diseñado seis actividades que ayudarán a los alumnos a comprender el proceso de documentación en campo, así como la dimensión interdisciplinar de la Arqueología.

**Actividad n°1:** Enumera los diferentes dispositivos que se utilizan para la documentación en campo y describe brevemente el propósito de cada uno de ellos.

**Actividad n°2:** Describe la secuencia de documentación en campo. Explica por qué es importante llevar un orden en la cumplimentación de los formularios y cómo se generan los códigos en el sistema de registro.

**Actividad n°3:** ¿Cómo se denomina la técnica de elaboración de modelos tridimensionales a partir de fotografías? Investiga en Internet y cita tres programas informáticos que elaboren modelos 3D a partir de la tomo de fotografías.

**Actividad n°4:** Práctica sobre modelos 3D. Escoge un objeto o un determinado espacio que te resulte cercano y trata de realizar un modelo 3D a través de la metodología expuesta en el temario. Puedes utilizar la versión de prueba de Agisoft PhotoScann que puedes encontrar en el siguiente enlace: <http://www.agisoft.com/downloads/request-trial/>

**Actividad n°5:** ¿Qué información nos proporciona un modelo 3D? ¿Por qué es más completo que una simple fotografía? ¿Qué ventajas ofrece esta forma de visualización en una intervención arqueológica?.

**Actividad n°6:** Entra en la base de datos *on line* con el usuario y la contraseña que te envíe el profesor y busca los estratos y superficies asociados a los siguientes volúmenes de excavación: 1570,1562 y 1560.

#### **Cuestionarios tipo test:**

##### ***Verdadero/falso***

1. El sistema de registro de una excavación arqueológica se realiza sin una metodología previa.
2. Antes de registrar los estratos es necesario dar de alta el volumen que los contiene.
3. Los materiales de una excavación arqueológica se documentan de forma tridimensional o individual.
4. El proceso de documentación fotográfica conlleva mucho tiempo y no es rentable utilizarlo en una excavación arqueológica.
5. En la base de datos es posible modificar los registros que se han tomado en el campo por si hubiera algún error o algún campo sin completar.

### **Cuestionario de opciones múltiples:**

#### **1. Los datos tomados en el campo se almacenan en:**

- a) la memoria del lápiz digital
- b) en una base de datos
- c) en el folio

#### **2. La toma de fotografías en campo se realiza:**

- a) una vez que se ha finalizado un nivel de excavación
- b) cada hora de intervención
- c) una vez al acabar la jornada de excavación

#### **3. El programa Agisoft PhotoScann realiza modelos 3D a partir de:**

- a) los croquis de las superficies de la excavación
- b) los dibujos a escala que se realizan de manera tradicional
- c) las fotografías perimetrales tomadas alrededor de la excavación

#### **4. Los materiales registrados se siglan mediante:**

- a) información escrita a mano
- b) un código de barras
- c) un código QR

#### **5. Una superficie está asociada en la base de datos con:**

- a) un volumen y su nivel
- b) los materiales
- c) un código QR

### **5.4. Medidas adaptativas**

Las medidas adaptativas que se han determinado tomar en este curso, están orientadas al grupo, ya que son más versátiles. Para mejorar la calidad del curso que se ha diseñado se han formulado los siguientes formularios que recogen la experiencia de los usuarios en cada uno de los elementos hipermedia:

- Cuestionario referente a la secuencia:
  - 1. ¿Considera lógica la secuencia de los contenidos de este curso?** (puntuar de 0 a 5, siendo 0 mínimo y 5 máximo)
  - 2. ¿Le ha sido fácil seguir los temas del curso?** (Sí/No)
  - 3. ¿Ha tenido que consultar contenidos anteriores para poder seguir el discurso argumentativo del curso?** (Sí/No)

- Cuestionario referente a la interfaz (puntuar de 0 a 5, siendo 0 mínimo y 5 máximo):
  - 1. ¿Ha podido encontrar los diferentes elementos del curso en la interfaz propuesta?** (Sí/No).
  - 2. ¿Añadiría o cambiaría algún elemento del panel principal?**
  - 3. ¿Organizaría los elementos principales del curso de otra manera?**
- Cuestionario referente a la presentación (puntuar de 0 a 5, siendo 0 mínimo y 5 máximo):
  - 1. ¿Considera idónea la presentación de las secciones del curso?**
  - 2. ¿Ha tenido que volver a repasar contenidos anteriores para entender los nuevos?** (Sí/No)
  - 3. ¿Ha sido fácil encontrar los contenidos del curso?** (Sí/No)
- Cuestionario referente a la navegación (puntuar de 0 a 5, siendo 0 mínimo y 5 máximo):
  - 1. ¿Ha tenido problemas para acceder al curso?**
    - No
    - Sí, problemas con las claves
    - Si, problemas con descargas de archivos
    - Si, problemas técnicos
    - Otros

## 5.5. Evaluación y calificación

El sistema de calificación de este curso se basa en la siguiente escala numérica:

0-4,9: Suspenso

5-6,9: Aprobado

7-8,9: Notable

9-10: Sobresaliente

El sistema de evaluación continua *on line* se realizará teniendo en cuenta los progresos de los alumnos, los cuales serán medibles a través de los siguientes elementos:

**Tabla 1.** Distribución de porcentajes en el sistema de evaluación.

Participación en el foro	10%
Elaboración de trabajos y actividades individuales	60%
Lecturas complementarias	10%
Realización de test	20%
<b>Total Evaluación</b>	<b>100%</b>

Cada una de las actividades anteriores puntuará un punto en la evaluación final. Para cada uno de los bloques de contenidos desglosados en temas se habilitará un

cuestionario tipo test para probar los conocimientos del alumnado sobre un tema concreto. Este cuestionario tendrá la opción de autocorrección y poder ser repetido las veces que sean necesarias. Cada cuestionario valdrá 0.5 en la nota final.

## CAPÍTULO VI: RESULTADOS

Los resultados obtenidos se pueden medir teniendo en cuenta los logros de diferente índole que se han conseguido en la elaboración de este curso.

En primer lugar he logrado realizar un curso *on-line* instalando y utilizando una plataforma *on line* de aprendizaje, en concreto he utilizado Moodle para llevarla a cabo. Esta experiencia ha sido bastante significativa y útil para mí, ya que ha contribuido a enriquecer mi experiencia como docente e investigadora en el campo de la Arqueología. Poder contar con una herramienta para diseñar cursos y comprender todo el funcionamiento de este tipo de sistemas de aprendizaje *on line* me ha hecho reflexionar acerca de la propia práctica docente, la cual se expone en el apartado siguiente referente a las conclusiones.

Una vez obtenido este logro o resultado, la experiencia de los alumnos que he matriculado en este curso la he medido teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Accesibilidad a los modelos 3D.
- Adquisición de un conocimiento significativo del tema principal del curso (el sistema de registro en el yacimiento de Cástulo).
- Creación de modelos 3D a partir de fotografías.

En lo referente a la primera variable, para los tres alumnos con los que he probado el curso el elemento más destacado ha sido su facilidad para ver los modelos tridimensionales, ya que no han necesitado instalar ningún software (todos tenían el Adobe Acrobat o el Adobe Reader). Esto por tanto ha sido el primer logro, ya que este tipo de formato se ha mostrado muy interactivo y fácil de utilizar al usuario. También éste es uno de los aspectos más destacables en este trabajo, puesto que la incrustación de un modelo 3D con textura en un formato conocido para la amplia mayoría de usuarios de la web no es tarea fácil.

En cuanto a la adquisición de un conocimiento significativo la mayoría de las respuestas de tipo si/no referentes a esta área de conocimiento han sido positivas, por lo que los alumnos ya han adquirido las competencias necesarias para poder llevar a cabo la documentación arqueológica en Cástulo tal y como estipula el sistema ideado para esta acción. Conocer de antemano estas herramientas hace que el proceso sea más fácil en la práctica.

Por último la creación de modelos 3D a partir de fotografías ha resultado una técnica bastante llamativa y asequible para los tres alumnos, los cuales han empezado a llevar a la práctica con objetos.

Todas estas experiencias van a facilitar sin lugar a duda la agilización del sistema de registro en la próxima campaña de excavación en el conjunto arqueológico de Cástulo, ya que estos alumnos han podido contar información y conocimientos previos a la práctica de excavación.



## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

A modo de conclusión se puede afirmar que en este curso *on line* se ha tratado de dar una visión general y pormenorizada de una forma masiva de organización del trabajo en la excavación arqueológica, el cual ha requerido el desarrollo de una tecnología ad hoc (el sistema *Imilké*). Esta aplicación informática está lista para su uso en las complejas excavaciones de las grandes obras públicas y, a medio plazo, quiere contribuir a la creación de un sistema público de información sobre el patrimonio arqueológico.

Esa idea compartida tiene tres soportes, imprescindibles desde siempre en todo proyecto de investigación bienintencionado, como son innovación, desarrollo y conocimiento. De esta manera, se ha pretendido que este trabajo se volviera más productivo, y por eso innovamos en las formas de organizar el trabajo en la excavación y en las tecnologías que se utilizan. Nuevos modos de trabajar requieren nuevas tecnologías, nuevas tecnologías hacen posibles nuevos modos de trabajo.

Por lo tanto, en el proceso de registro de datos en el campo se ha sustituido la metodología tradicional por registros electrónicos almacenados en un dispositivo móvil. Se ha logrado codificar la mayoría de la información, simplificando así la recogida de datos en el campo. La información almacenada va directamente a una base de datos accesible a través de internet, lo que permite la corrección de los registros erróneos y la combinación de datos de diferentes equipos que trabajan simultáneamente en la zona de excavación.

El hecho de tener un curso *on line* para formar a profesionales de la arqueología en este sistema de registro supone varias ventajas: en primer lugar se ahorra tiempo de explicación del sistema in situ, ya que permite anticiparse en el conocimiento a través de este curso. Como ya se ha señalado anteriormente, en la excavación arqueológica puede haber 4 o 5 equipos trabajando simultáneamente y en cada campaña hay nuevas incorporaciones de personal que desconocen cómo se trabaja en campo. Poder tener una formación previa a través de este curso supondría familiarizarse con el sistema de registro y agilizar por lo tanto el trabajo. Además, se podría adoptar y exportar este sistema de registro a otras intervenciones a través de la formación *on line*.

Además se puede afirmar que el aprendizaje de enseñanzas tan especializadas como las que se ha expuesto en este trabajo de fin de master requerirá estos canales para ser impartidas, ya que los títulos de grado de estas materias cuentan cada año con un menor número de alumnos.

Por otro lado, ofertar este tipo de cursos a través de plataformas *on line* permitirá tener una oferta mayor de estudiantes, ya que este tipo de cursos pueden ser traducidos y por lo tanto pueden llegar a un mayor número de estudiantes interesados en este tipo de contenidos tan especializados.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arribas, A. y Molina, F.** (1969). La necrópolis ibérica del Molino de Calдона (Finca Torrubia). *Oretania*. pp.28-33.
- Avern, G. y Franssens, W.** (2011). A digital drawing tool for recording excavations: the Nikon iSpace system. *Proceedings of the 39th International Conference*. pp.21-29.
- Avern, G. J.** (2000). *High-resolution computer imaging in 2D and 3D for recording and interpreting archaeological excavations*. PhD diss. Université Libre de Bruxelles, Bélgica.
- Avern, G. J.** (2000). *A new technique for recording archaeological excavations: Research Progress Report*. BAR International Series 931:3-7.
- Barker, P.** (1996). *Techniques of archaeological excavation*. Routledge. London.
- Berners-Lee, T.** (1999). *Weaving the WEB: The original design and ultimate destiny of the World Wide Web by Its Inventor*. New York: Harper Collins Publisher.
- Bertacchini, P., Bilotta, E., Di Bianco, E., Di Blasi, G., y Pantano, P.** (2006). Virtual museum net. *Lecture Notes in Computer Science*, 3942. pp.1321-1330.
- Biosca, E.** (2010). *L'utilització de la realitat virtual a l'aula per comprendre l'arquitectura*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- Blázquez, J.M. y J.Molina, F.** (1973). *La necrópolis ibérica de Los Patos*. En Blázquez, J.Mª (Dir): *Cástulo I*. A.A.H. nº 8. pp.411-121. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- Blázquez, J.M. y Molina, F.** (1975). *La necrópolis de Baños de la Muela*. En Blázquez, J.Mª (Dir): *Cástulo I*. A.A.H., nº 8. pp.123-218. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- Blázquez, J.M. y Molina, F.** (1975). *Necrópolis de la Puerta Norte de Cástulo*. En Blázquez, J. Mª (Dir): *Cástulo I*. A.A.H. nº 8. pp.237-304. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- Blázquez, J.M. Remesal J.** (1979). *La necrópolis del Estacar de Robarinas*. En Blázquez, J.Mª (Dir): *Cástulo II*. E.A.E ,nº105. pp.347-495. Ministerio de Cultura. Madrid.
- Canto, A. Mª.** (1979). *Necrópolis de la Puerta Norte*. En Blázquez: *Castulo II*, EAE 1979,105, Madrid. pp.9-87.
- Canto A. Mª., Urruela, J.** (1979). *Necrópolis del Cerrillo de los Gordos Campaña de 1971*. En Blázquez: *Castulo II*, EAE 1979, nº 105, Madrid. pp.321-346.
- Carta de Londres.** (29 de noviembre de 2017) Recuperado de: <http://www.londoncharter.org/>
- Clarke, K.C.** (2004). *Mobile mapping and geographic information systems*. *Cartography and Geographic Information Science*, 31(3). pp.131-136.
- Correa, J.M., Ibañez, A. y Jimenez De Aberasturi, E.** (2006). *Lurquest: Aplicación de tecnología m-learning al aprendizaje del patrimonio*. *Iber. Didactica de las Ciencias Sociales*, 50. pp.109-123.

- D' Andrea, A.** (2003). Analisi spaziali intra-site. Soluzioni GIS per lo scavo archeologico. *Archeologia e Calcolatori* 14. pp.329-335.
- Doneus, M. y Neubauer, W.** (2003). *Digital Recording of Stratigraphic Excavations*. BAR International Series 1227. pp.113-116.
- Forte, M.** (2007). *Ecological Cybernetics, Virtual Reality and Virtual Heritage*. En F. Cameron y S. Kenderdine (eds.), *Theorizing digital cultural heritage. A critical discourse* (pp.389-408). Massachussetts.
- García-Peñalvo, F. J.** (2005). Estado actual de los sistemas E-Learning. Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 6(2).
- García Peñalvo, F. J. y García Carrasco, J.** (2001). *Los espacios virtuales educativos en el ámbito de Internet: Un refuerzo a la formación tradicional*, *Teoría de la Educación*. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 3. [http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_03/n3\\_art\\_garcia-garcia.htm](http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_03/n3_art_garcia-garcia.htm)
- González Marcén, P.** (2010). La dimensión educativa de la arqueología. Ponencia en La tutela del patrimonio prehistórico. *Congreso Memorial Siret*, pp.22-25 septiembre 2010, Antequera. Recuperado de: <http://bit.ly/1nK8jLS>.
- Guazzaroni, G.** (2013). Emotional mapping of the archaeologist game. *Computers in Human Behavior*, 29(2), pp.335-344.
- Hernández, X y Santacana, J.** (1999). *Enseñanza de la arqueología y la prehistoria: problemas y método*. Ed. Milenio. Barcelona.
- Hodder, I.** (1999). *The Archaeological Process: An Introduction*. Blackwell, Oxford.
- Madsen, T.** (2003). *ArchaeoInfo: An Object Oriented Information System for Archaeological Excavations*. Paper presented at the CAA: Enter the Past: The E-way into the Four Dimensions of Cultural Heritage.
- Ibáñez Etxeberria, A., Asensio, M., Vicent, N., y Cuenca, J. M.** (2012). Mobile devices: A tool for tourism and learning at archaeological sites. *Int. J. Web Based Communities*, 8(1), pp.57-72.
- Imilké.** (29 de noviembre de 2017). Recuperado de: <http://toowaste.ayco.net/laboratorio/>
- Koutsoudis, A., Vidmar, B. y Arnaoutoglou, F.** (2013). Performance evaluation of a multi-image 3D reconstruction software on a low-feature artifact. *Journal of Archaeological Science*, 40. pp.4450-4456.
- Kvamme, K. L.** (1999). Recent directions and developments in geographical information systems. *Journal of Archaeological Research*, 7 (2). pp.164-167.
- Lohr, M., y Wallinger, E.** (2008). Collage- the Carnuntum scenario. Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education, 2008. WMUTE 2008. *Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*. pp.161-163.
- Lock, G.** (2003). *Using Computers in Archaeology: Towards Virtual Pasts*. Routledge.
- Lozano Galera, J.** (2004). *El triángulo del e-learning*. Recuperado de: <http://www.noticias.com>.

- Mcgookin, D., Vazquez-Alvarez, Brewster, S., y Bergstrom-Lehtovirta, J.** (2012). Shaking the dead: multimodal location based experiences for un-stewarded archaeological sites. *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense through Design*, pp.199-208.
- PhotoScan Agisoft LCC.** (29 de noviembre de 2017). Recuperado de: <http://www.agisoft.ru/products/photoscan>
- Pollefeys, M., et al.** (2003). Image-based 3d recording for archaeological field work. *Computer Graphics and Applications*, vol. 23, nº 3. pp.20-27.
- Powlesland, D., Clemence, H. y Lyall, J.** (1998). *West Heslerton: WEB-CD. The application of HTML and WEB tools for creating a distributed excavation archive in the form of a WEB-CD.* Internet Archaeology nº 5.
- Realli, E. y Zoppi, T.** (2001). Computerised Techniques for Field Data Acquisition". *BAR International Series* 931. pp.13-17.
- Remondino, F., Del Pizzo, S., Kersten, P.T. y Troisi, S.** (2012). Low-cost and open-source solutions for automated image orientation e a critical overview. *Lecture Notes in Computer Science* 7616. pp.40-54.
- Rivero Gracia, M.P.** (2015). Arqueología y tecnologías digitales en Educación Patrimonial/Archeology and digital technologies in Heritage Education. *Educatio Siglo XXI*, 33(1). pp.83.
- Rosenberg, M. J.** (2001). *E-learning strategies for delivering knowledge in the digital age.* McGraw-Hill.
- Roussou, M.** (2006). Virtual Reality and Education: evaluating the Learning Experience. *Treballs d'Arqueologia*, 12. pp.69.
- Rivero, P.** (2011). La arqueología virtual como Fuente de materiales para el aula. *Íber: Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, 68. pp.17-24.
- Rivero V., y López Benito, V.** (2013). Virtual archeology as an instructional tool. Virtual archaeology: nondestructive methods of prospections, modeling, reconstructions. *Proceedings of the First International Conference (The State Hermitage Museum 4-6 June 2012)*, San Petersburgo. pp.295-302.
- Schaich, M.** (2000). *Computer Supported Excavation Documentation in a Network of Electronic Surveying, Photogrammetry.* CAD and Databases Workshop 5 Archäologie und Computer.
- Tallon, L.** (2013). *Mobile Strategy in 2013: an analysis of the annual.* Museums & Mobile survey. Pocket-Proof. <http://www.museums-mobile.org/survey>
- Vicent, N.** (2013). *Evaluación de un programa de educación patrimonial basado en tecnología móvil.* Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid. <http://www.tdx.cat>
- Vicent, N., Rivero, M.P., Feliu, M.** (2015). Arqueología y tecnologías digitales en educación patrimonial. *Educatio S.XXI*. Vol. 33, nº1, pp 83-102.



## **ANEXOS**

Anexo I: Fichas de registro de campo. Libro de volúmenes.

Anexo II: Fichas de registro de campo. Libro de superficies.

Anexo III: Fichas de registro de campo. Libro de estratos.

Anexo IV: Fichas de registro de campo. Libro de registros tridimensionales

Anexo V: Fichas de registro de campo. Libro de registros individuales.

**Anexo I:** Fichas de registro de campo. Libro de volúmenes.

The image shows a digital interface for a field record book. At the top, there is a header with the text "A.R.C.H. FORVM SYSTEM 1.0. MMXXI Libro de volúmenes". To the right of the header, there is a navigation bar with "CAPITULO 1" and page numbers "195", "200", "206", and "210". Below the header, there is a grid for recording data. The grid has 21 rows, numbered from 00 to 21. Each row has 4 columns labeled X1, X2, X3, and X4, and 4 rows labeled Y1, Y2, Y3, and Y4. The grid is divided into sections for recording data. At the bottom of the grid, there is a footer with the text "PROYECTO Anit" and "ACTIVIDAD".

## Anexo II: Fichas de registro de campo. Libro de superficies.

The image shows a page from a field registration book titled "A.R.C.H. SYSTEM I.A. FORVM MMXIO Libro de superficies". The page is divided into eight numbered sections (1-8) arranged in a 4x2 grid. Each section contains a form for recording field data. The forms are on a grid background and include sections for "ESQUEMA" (diagram) and "MEDIDAS" (measurements). The forms are titled "A.R.C.H. SYSTEM I.A. FORVM MMXIO Libro de superficies".

Each form (1-8) includes the following fields:

- ESQUEMA:** A large area for drawing a field diagram.
- MEDIDAS:** A section for recording measurements, including a table with columns for "MEDIDAS" and "FOTOS (ordenadas y abscisas)".
- COORDENADAS:** A section for recording coordinates, with a table with columns for "COORDENADAS" and "MUT".

The page also features a logo in the top left corner and a logo in the bottom right corner.

Anexo III: Fichas de registro de campo. Libro de estratos.

The image displays a grid of 12 field record sheets, numbered 1 to 12, for stratigraphic units. Each sheet is designed for data entry and includes the following sections:

- Header:** A.R.C.H. FORVM SYSTEM 1.0 MMXXI Libro de estratos
- Form Fields:** A grid of boxes for recording data, including columns for 'DESCRIPCION', 'SUPERFICIES ASOCIADAS', and 'REF. VIDEO'.
- Numbered Rows:** The sheets are numbered 1 through 12 on the left side.
- Logo:** A logo labeled 'ECHO' is located in the bottom right corner of the grid.



**Anexo IV:** Fichas de registro de campo. Libro de registros tridimensionales.

The image displays a grid of 8 identical field record forms, numbered 1 through 8. Each form is designed for recording individual data points in a 3D register book. The forms are organized into several horizontal sections:

- NO REGISTRO:** A section at the top for recording non-registered data, including date (d, d, m, m) and coordinates (Z1, X2, Y2).
- COORDENADAS:** A section for recording specific coordinates.
- OTROS:** A section for recording other relevant information.
- DESCRIPCION:** A section for describing the recorded element, with options for 'OTROS' and 'LAVADO'.
- MATERIALES:** A section for recording materials, with options for 'MATERIALES', 'PROCESOS', 'DETALLE', 'FINAL', and 'COORDENADAS'.

The forms are presented on a grid background and include a logo for 'A.R.C.I.L. FORUM MMXII' and 'Libro de registros individuales' at the top. At the bottom, there is a logo for 'ANEXO' and 'FABRILABING Anexo FACTORIALITY'.

**Anexo V:** Fichas de registro de campo. Libro de registros individuales.

### Anexo V: Fichas de registro de campo. Libro de registros individuales.

**A.R.C.T.I. FORVM SYSTEMA MMXXI** Libro de registros tridimensionales

1 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

2 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

3 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

4 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

5 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

6 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

7 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

8 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

9 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

10 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

11 FICHA REGISTRO BOLSA PEQUA MOJA ESTIBADO COD VOLUMEN N.º VOLUMEN

CONTENIDO: d d m m : Otros

© 2010

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA







Didáctica e Innovación educativa

