

La investigación no invasiva de la producción: la aplicación GPR al caso del conchero¹

10.1. Introducción al conchero

En este capítulo se aborda el estudio del conchero de Torregarcía (Área 3 de la Zona A) desde un planteamiento metodológico no invasivo basado en la prospección geofísica mediante georradar. En este sentido, se trata de un ensayo metodológico que permite discutir sobre la explotación de los datos obtenidos mediante el uso de las herramientas de base no invasiva, y el tratamiento de los resultados, en este caso mediante el uso de georradar, con el objeto de aportar datos que permitan responder a preguntas de carácter histórico. Además de la capacidad de extrapolación de la aplicación y el flujo metodológico a escenarios históricos similares.

En términos generales un conchero es identificado como un depósito abundante de restos malacológicos cuyo origen está relacionado con actividades humanas, económicas y/o de consumo. El estudio de estos espacios ha tenido un mayor protagonismo en el ámbito de los asentamientos prehistóricos como una importante fuente de información del consumo de estas sociedades (Barral *et al.* 1994, por citar un ejemplo bien caracterizado). En el ámbito de la arqueología española, es destacable igualmente el estudio de concheros en las Islas Canarias, centrados en la investigación de las actividades de marisqueo desarrolladas por la población aborigen, los guanches (Galván *et al.* 2005, 105-107).

En los últimos años se ha extendido el estudio arqueológico de los concheros, estableciéndose límites a su conceptualización, tanto desde una perspectiva cuantitativa (Bejega 2009, 247-248) como funcional (Bernal 2009, 252) y morfológica (Bernal 2011, 39-43).

Para el caso que aquí nos ocupa, en el análisis de un conchero cuya génesis se relaciona con los desechos y residuos de la producción de *purpura* en un asentamiento litoral romano, dentro del territorio español, se han identificado tres contextos geográficos con instalaciones de actividad *purpuraria* donde se han documentado este tipo de vertidos, como se ha destacado en el capítulo 1 (Garrido 2017, 150-153): en el contexto del Estrecho, en la Bahía de Algeciras (Villa Victoria, *Carteia*), en el casco histórico de Cádiz (calle Sagasta) y en San Fernando, Cádiz (calle Luís Milena); en el Levante español o Área del Mediterráneo centro-occidental, en Ibiza (Cala Oliveras y Pou des Lleó) y en Murcia (calle Francisco Rabal); y en las Islas Canarias, donde sobresale la Isla de Lobos (Fuerteventura); por señalar los más destacados en la bibliografía.

Los talleres de producción de la *purpura* han sido frecuentemente enmascarados por otras actividades extractivas marítimas, como es el caso de las *cetariae* (Fernández Uriel 2017, 938). Sin embargo, no son actividades excluyentes, por lo que es plausible que determinados yacimientos o factorías litorales en este territorio tengan vinculación con la producción del tinte púrpura a partir de moluscos, pero no hayan sido identificados como tales. En este sentido, la caracterización y estudio exhaustivo del área de residuos de los talleres de *purpura*, representados por los concheros, se revela como un paso esencial para profundizar en el conocimiento de esta actividad económica.

Tradicionalmente los trabajos de investigación sobre los vertidos de conchas en estos espacios se han abordado desde el análisis parcial de la intervención arqueológica, por la propia naturaleza de estos ambientes, basados especialmente en la documentación malacológica y estratigráfica de una parte de los concheros (Bernal *et al.* 2014a, 299-306).

Resulta evidente la importancia y el interés para este tipo de investigaciones del estudio malacológico de los concheros, por la caracterización tipológica de las especies utilizadas y el análisis de la fractura de las conchas para la extracción de las glándulas como método eficaz para la caracterización funcional del yacimiento. Por este motivo en esta monografía se incluye un capítulo al respecto.

Sin embargo, otro tipo de análisis sobre estas zonas de desechos o vertidos no se han visto bien representados en la historiografía: la caracterización espacial y vinculación con el entorno geográfico de estos montículos, la mensuración superficial y volumétrica de los vertidos o la relación de estos con elementos estructurales soterrados, por señalar algunos de los que nos parecen más interesantes y en los que se centra este capítulo. Como se ha mencionado, la intervención arqueológica tradicional, normalmente parcial, de estas áreas, se ha ido acercando a este tipo de interrogantes y objetivos, pero el matiz “destrutivo” de la excavación arqueológica condiciona en parte la lectura del registro desde los enfoques mencionados. Y aún menos extendido está el estudio de este tipo de contextos mediante técnicas geofísicas, aunque sí hay referencias sobre el uso de otra técnica geofísica, la magnetometría, en estos espacios residuales como una eficaz herramienta para su caracterización (Wilson 2002, 250-251).

En este caso, se plantea el estudio del conchero, como elemento esencial para comprender la actividad *purpuraria* de Torregarcía, desde la investigación histórica no invasiva, basada en este caso en la exploración

¹ Este capítulo ha sido coordinado por Isabel Rondán Sevilla.

parcial mediante georradar en combinación con otras técnicas y herramientas planteadas desde la misma base y cuyos resultados permitan combinarse e integrarse para profundizar en el conocimiento histórico de este yacimiento en el litoral de Almería. No se encuentran en este sentido, trabajos similares, desde la perspectiva metodológica en concheros, sin embargo, sí que son más frecuentes en contextos similares en otro tipo de espacios productivos, como los testares de los alfares o las zonas de vertidos en contextos mineros, por ejemplo.

El conchero estudiado en Torregarcía corresponde con el Área 3 de la denominada Zona A de este trabajo monográfico, cerca de los *lacus* y estructuras de contención analizadas mediante fotogrametría y LiDAR terrestre. Concretamente se localiza a unos 65 m al este del conjunto arquitectónico mencionado (Zona A, Área 1) (Fig. 10.1). *In situ* destaca por el cambio topográfico que se escenifica en un espacio marcadamente plano y homogéneo. El montículo supone una diferencia topográfica con su entorno de aproximadamente entre 1,5 m y 1,8 m (Fig. 10.2).

10.2. Objetivos

El objetivo general de esta aportación, aunque versada en una especie de ensayo metodológico, no puede ser otro que el de profundizar en el conocimiento histórico de un espacio productivo litoral prácticamente desconocido en este contexto geográfico, como es el de la elaboración de

purpura a través del estudio del conchero de Torregarcía. A su vez, para la consecución de este fin, se han marcado una serie de objetivos secundarios o parciales basados en dar respuesta a una serie de cuestiones de carácter histórico, y que además tienen un sentido lógico a la hora de desarrollar la metodología:

- En primer lugar, ¿es posible la delimitación superficial de la zona de interés identificada como conchero? Para el planteamiento de la metodología y el flujo de trabajo de los datos adquiridos en campo es necesario trabajar con unos límites coherentes que no pueden ir en detrimento de los datos, en este caso geofísicos, adquiridos en campo.
- Continuando con esta lógica en los fines planteados, ¿es posible documentar un depósito malacológico al completo sin excavación arqueológica? Y como consecuencia de esta cuestión, ¿podemos aportar una especie de “estratigrafía geofísica” similar a las elaboradas tras las intervenciones arqueológicas, y poder así compararla con las estratigrafías arqueológicas de este tipo de depósitos? (Bernal *et al.* 2009 218; Alfaro y Costa 2008, 200-201).
- Desconocemos si el depósito en este espacio es arbitrario o no, ¿hay estructuras arquitectónicas soterradas bajo el conchero relacionables con estos ambientes litorales-productivos? En el análisis historiográfico de otros contextos similares excavados, estos espacios residuales aparecen sobre o junto a piletas.



Figura 10.1. Localización del conchero estudiado en el yacimiento de Torregarcía.

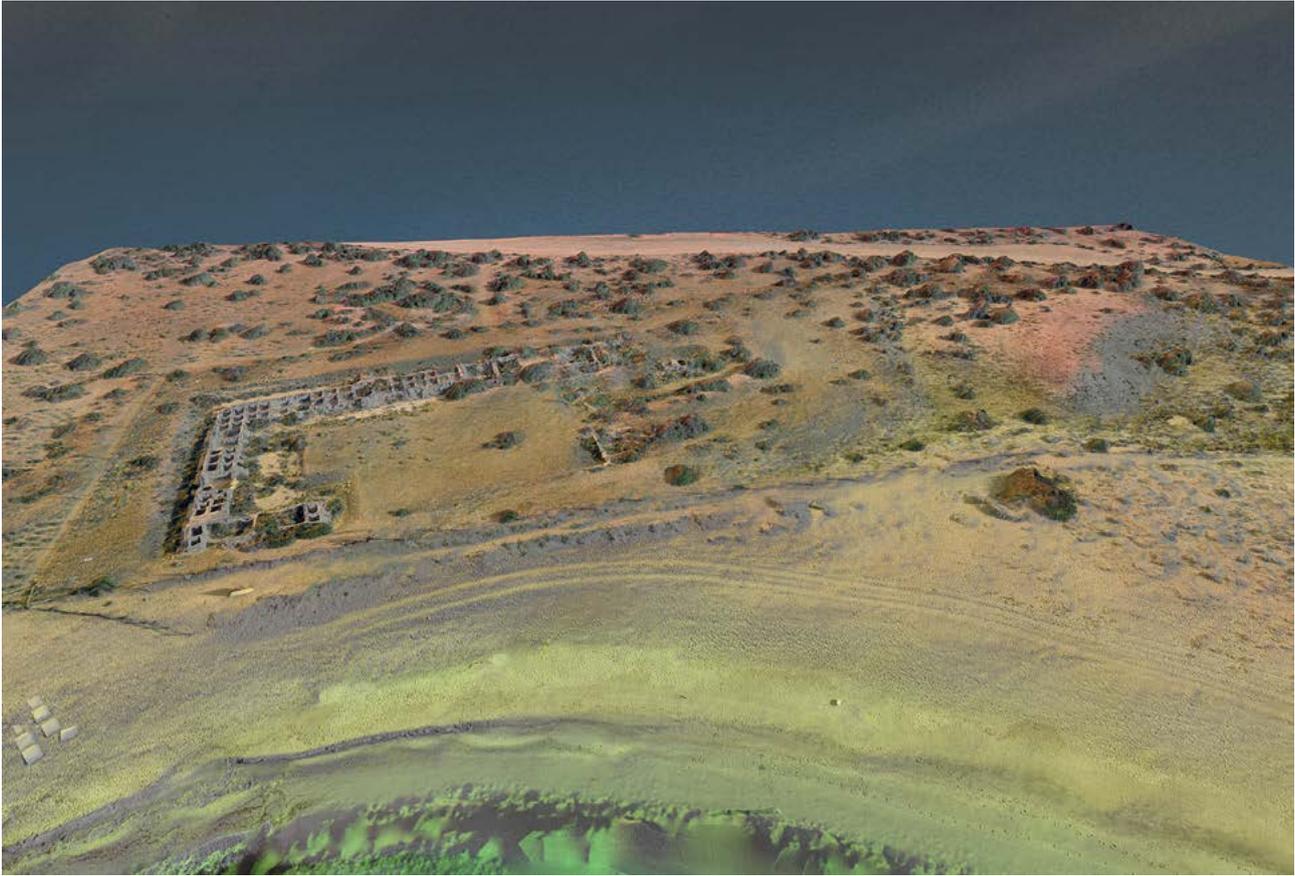


Figura 10.2. Visualización tridimensional del conchero y su entorno.

- En cuarto lugar, ¿cómo podemos mensurar el conchero? Es decir, los datos volumétricos de un montículo bien identificado, cuyo origen está totalmente vinculado con una actividad económica es esencial para comprender la capacidad de Torregarcía desde una perspectiva de eficiencia productiva.
- Y, por último, ¿es posible la extrapolación de este flujo metodológico a otros contextos arqueológicos similares? Otros espacios productivos de época romana tienen un comportamiento similar al de los concheros, siendo el más claro el de los testares de las *figlinae*. Si el método es capaz de argumentar en torno a estos planteamientos, debe ser interesante su aplicación, matizada según el caso, en otros ambientes con características arqueológicas similares.

En definitiva, se busca con este trabajo demostrar y argumentar la rica información que puede ser extraída de un espacio aparentemente secundario, como es el conchero de Torregarcía, frente al área de concentración de estructuras habitacionales y *lacus*. Todo ello se llevará a cabo a través de imágenes intuitivas que permitan comprender mejor una información de carácter tridimensional. Además se desarrollará un flujo metodológico de base no invasivo, no sólo en esta aportación, sino que se atenderá a cómo el desarrollo metodológico con distintas técnicas aporta datos compatibles e integrables, que se enriquecen a medida que se suma una herramienta más, siempre enfatizando la

importancia de la coherencia y el rigor científico a la hora de aplicarlas.

10.3. Metodología

Para intentar dar respuesta a las preguntas de carácter histórico planteadas en el apartado anterior se ha desarrollado de aquí en adelante un flujo metodológico basado esencialmente en la prospección geofísica con georradar, GPR (*Ground Penetrating Radar*). En términos generales, el procedimiento a seguir ha sido, como se ha mencionado anteriormente, una especie de ensayo metodológico fundamentado en el tratamiento de los resultados obtenidos con esta técnica. Se han tomado datos en forma de tres proyectos o transectos sobre el área de interés, y posteriormente se han tratado los datos y desarrollado cálculos con los mismos.

Desde el punto de vista de la técnica, la prospección geofísica con georradar —que ha sido más detenidamente desarrollada en el capítulo anterior por lo que no profundizamos en este punto— permite obtener información de los elementos que componen el subsuelo a partir de sus propiedades fisicoquímicas. Esto se hace a través de la emisión de pulsos electromagnéticos. La energía que es reflejada desde el subsuelo es captada por la antena receptora, procesada e interpretada (Annan 2003, 1-30).

10.3.1. Equipamientos y softwares empleados

El sistema GPR empleado en la prospección del conchero de Torregarcía es el equipo RIS Hi-Mod 1A, actualmente de la compañía HEXAGON. Sus características ya han sido descritas en el capítulo de esta monografía sobre la exploración georradar en general en Torregarcía, por lo que no tiene sentido repetir esa información en este apartado. Pero sí que destacamos la capacidad del equipo de adquirir datos simultáneos mediante la emisión de pulsos electromagnéticos con dos frecuencias centrales, 200 y 600 MHz, lo que lo hace versátil ante diferentes características del suelo objeto de la exploración. En el caso del conchero, los datos adquiridos con la frecuencia de 600 MHz tienen una resolución óptima para su interpretación. Además, se ha trabajado con una ventana de tiempo de 80 ns, lo que aproximadamente ha permitido una penetración en las lecturas de unos 4 m.

El geoposicionamiento de los datos geofísicos tomados en el conchero resulta esencial para los objetivos propuestos, no sólo las coordenadas XY, sino también la Z, como valor de especial utilidad para el modelado de un conjunto cuyas características topográficas presenta un potencial interés para el caso en cuestión. Por este motivo, el equipo GPR ha desarrollado la captura de datos con un receptor GNSS, el equipo Leica Geosystems modelo GS14 (antena) y CS15 (controladora). Este receptor cuenta con correcciones en tiempo real RTK (*Real Time Kinematic*) realizadas desde la ERGNSS Red Nacional de Geodesia, en este caso.

Los *softwares* empleados para la adquisición y procesado de los datos han sido ONE VISION y GRED HD, respectivamente, desarrollados por la misma compañía que el equipo, IDS. Como programas complementarios, para la visualización y el tratamiento y posprocesado de los datos geofísicos se han empleado los SIG (Sistemas de Información Geográfica), ArcGIS y GlobalMapper, además de *softwares* de visualización de datos 3D y nube de puntos.

10.3.2. Desarrollo de la exploración

Los condicionantes geomorfológicos son relevantes a la hora desarrollar prospecciones geofísicas. En el caso del GPR, la humedad o salinidad de los suelos son factores que limitan la calidad de los resultados obtenidos.

En contextos litorales o costeros, la composición de los suelos presenta unas características más o menos particulares, la salinidad y la presencia de agua subterránea en este tipo de ambientes son los principales elementos que condicionan la eficiencia del georradar (Rubio *et al.* 2013, 40-41). Sin embargo, en el caso del conchero de Torregarcía, la morfología dunar del mismo, ha redundado en la calidad de los datos, sin encontrarnos con obstáculos de importancia en superficie, como la vegetación, y elementos o materiales soterrados que limiten las capacidades de la técnica.

Para la prospección geofísica, finalmente se delimitó el área de extensión superficial del conchero. Al tener una morfología irregular, en este caso, parte de la complejidad estuvo en la adquisición de los datos en un espacio con cambios topográficos abruptos en relación con la superficie general. Se tomaron los datos en tres transectos o pasadas que se cruzaban en los puntos más altos del conchero. La finalidad fue tomar los datos de tres perfiles o secciones longitudinales que representarían, de manera fidedigna, la morfología y topografía completa del montículo.

Una vez analizados los datos y comparados con información topográfica, como se puede ver en la figura 10.3, se consiguió el objetivo propuesto: trabajar con datos geofísicos del conchero, que, aunque no se correspondan con la totalidad de su superficie, sí que representan el objeto de estudio. La nomenclatura utilizada para cada uno de los transectos recorridos con el georradar es Proyecto 1, 2 y 3. Las dimensiones son similares en los tres casos y el ancho de cada uno es de 0,40 m. En la siguiente tabla (Tabla 10.1) se muestran algunos datos de interés de los proyectos.

10.3.3. Procesado y tratamientos de los datos

El procesado de los datos obtenidos en cada proyecto se ha realizado en GRED HD, comenzando por la unión de los datos geofísicos con la cadena de información de datos GPS y aplicando un paquete de filtros básicos con los que hemos conseguido una óptima visualización de estos. Aunque el *software* muestra los filtros con una nomenclatura particular, la elección de estos y los algoritmos aplicados son sobradamente conocidos y extendidos en el procesado de datos GPR. Son los siguientes:

- Filtro del dominio frecuencia o *Bandpass* vertical en un rango entre 200 y 1500 MHz.
- Corrección del tiempo cero o *Timezero*.
- Suavizado de Ganancia o *GainSTC*.
- Sustracción de la media o *Background removal*.

Con este proceso podemos apreciar los perfiles, siempre en las dos frecuencias centrales en las que trabaja el equipo, y hacer las interpretaciones oportunas de las reflexiones.

Una vez analizados los perfiles o radargramas longitudinales de cada proyecto se pasa a lo que hemos denominado el posproceso o el tratamiento de esos datos con la intención de explotarlos al máximo, y en la búsqueda de respuestas argumentadas a las preguntas formuladas como objetivos para este trabajo.

Esto ha consistido principalmente en la realización de cálculos volumétricos y cubicaciones a partir de las mediciones realizadas en los radargramas tras la detección del paquete de acumulación soterrado, identificado como restos de conchas y otros elementos que se detallarán en el siguiente apartado. Es decir, la interpretación de los perfiles de la geofísica como si se tratase de un conjunto topográfico, midiendo en un determinado plano (XY)

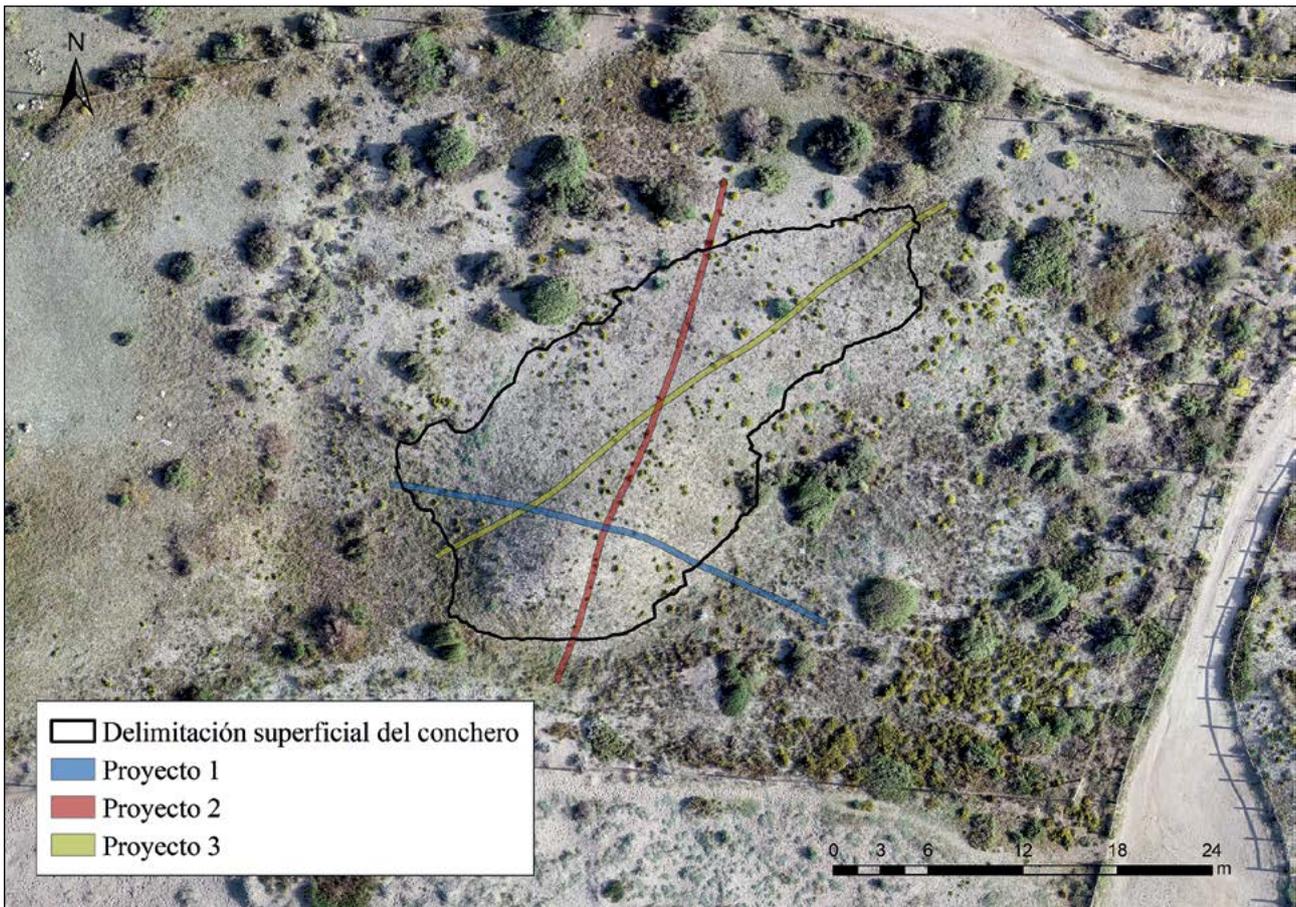


Figura 10.3. Representación de los tres proyectos o perfiles sobre la delimitación superficial del conchero.

Tabla 10.1. Datos de los proyectos realizados.

	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3
Orientación	NW-SE	NW-SE	NE-SW
Longitud (m)	29	33	40
Área (m ²)	11,6	13,2	16
Z _{min} (m)	2,17	2	2,26
Z _{max} (m)	4,29	4,33	4,28

un valor de potencia, o Z negativa. El objetivo final es obtener un valor volumétrico de cada sección o proyecto, de manera que, al conocer la superficie del conchero, el dato pueda ser extrapolado a todo el montículo.

En definitiva, se trata de obtener el volumen de un objeto irregular. Para ello se ha seguido el denominado método de las Secciones, muy extendido para el cálculo de volúmenes en un movimiento de tierras determinado en ingeniería civil (Galarza *et al.* 2017, 81-88). Por ejemplo, para la cubicación de terraplenes y desmontes en la construcción de una carretera, lo que, en términos teóricos, es compatible con nuestro objeto de estudio. El método consiste en el cálculo de áreas paralelas dentro de

nuestra sección, distanciadas mediante un valor constante. Finalmente se aplica la siguiente fórmula:

$$V_i = \frac{1}{2} d x (A_0 + 2A_1 + 2A_2 + 2A_3 + 2A_4 + \dots + A_n)$$

Donde:

- V_i corresponde con el volumen total de un proyecto o sección,
- d es la distancia constante a la que se ha ido midiendo, en este caso cada 1 m, y
- A son cada una de las áreas de esos perfiles, desde la medición en el punto de inicio o punto 0 hasta la medición en el punto final de cada sección.

En términos prácticos, en cada uno de los proyectos se han ido tomando valores de potencia, cotas negativas, interpretadas como acumulación del conchero, se han medido estas cotas cada 1 m; esta es nuestra distancia. Y así se ha obtenido el área de un cada uno de los perfiles transversales a nuestra sección (Fig. 10.4).

De forma paralela se calcula lo que se ha denominado el volumen topográfico, mediante las herramientas de los SIG, en este caso ArcGIS. Para ello, se ha utilizado un Modelo Digital del Terreno (MDT) de calidad, obtenido mediante un vuelo fotogramétrico con UAV. El fin de este cálculo, más objetivo que el anterior, aunque limitado

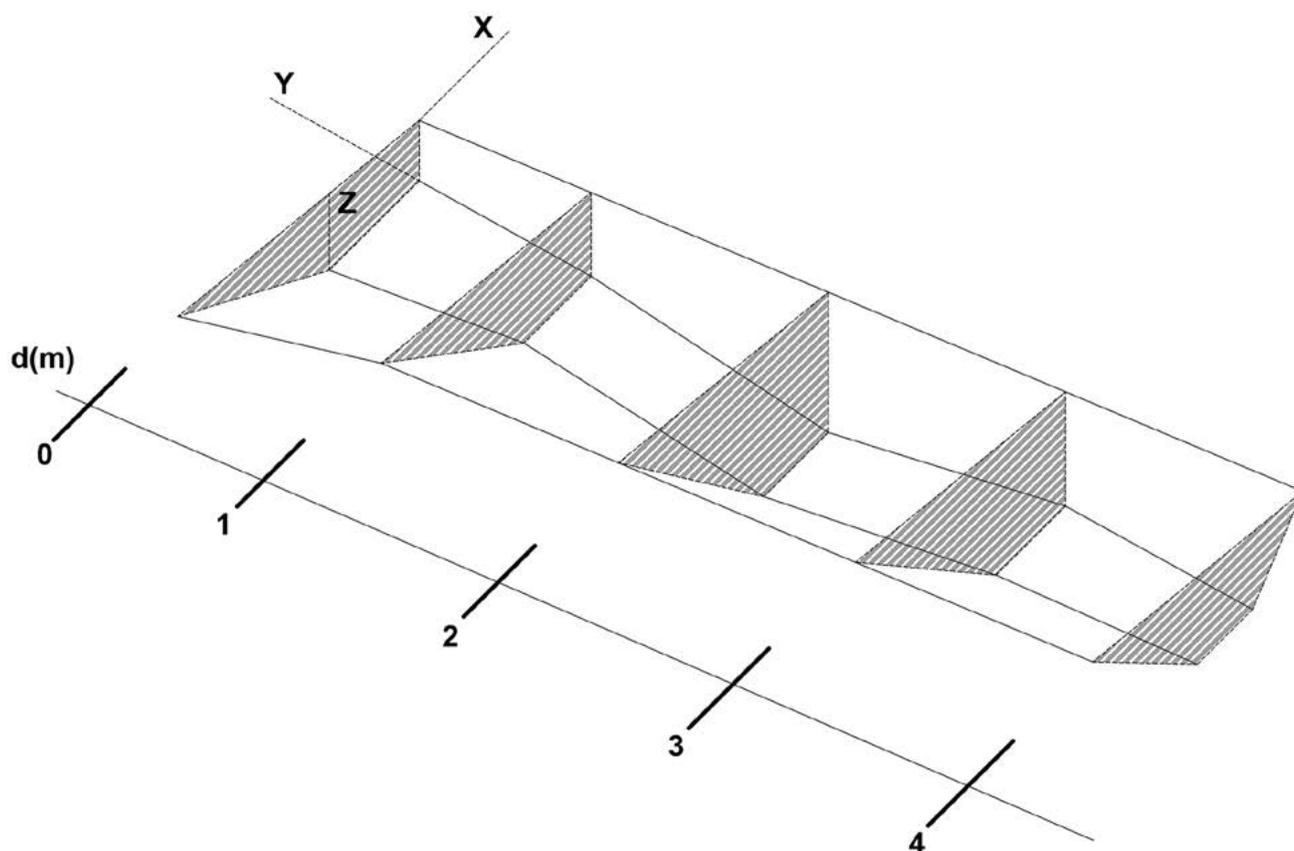


Figura 10.4. Representación gráfica de un perfil longitudinal y proceso de medición para el cálculo de volúmenes.

porque sólo respondería a la topografía actual, es mensurar la eficiencia del volumen del conchero mediante los datos geofísicos. A priori se esperaría un valor menor de este último frente al primero debido, como se ha mencionado, a que en este caso sólo se recogen datos a partir de la topografía.

10.4. Resultados y discusión

A continuación, se exponen y analizan los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología desarrollada.

10.4.1. Interpretación de los perfiles de la geofísica

Una vez procesados los proyectos, y conseguida una óptima visualización de los radargramas gracias al paquete de filtros aplicado, es posible analizar las reflexiones y establecer algunas conclusiones parciales sobre el conchero de Torregarcía.

Entrando en detalle en cada uno de los perfiles, el procedimiento ha sido el de analizar la alteración o conjunto de reflexiones y extrapolarlo a la planta digitalizada en el SIG y representada sobre el montículo, para comprender espacialmente la anomalía en cuestión. Además, la visualización de los radargramas con corrección topográfica, gracias al uso simultáneo de GPS con corrección RTK, ha resultado esencial para las interpretaciones. También se ha analizado cada radargrama con las dos configuraciones de frecuencia señaladas.

El Proyecto 1, aunque es el de menor longitud, es el que mejor representa el cambio brusco en la topografía del montículo. La cubeta de depósito comienza a cotas relativamente superficiales, en torno a los $-0,25$ m. En los primeros 5 m del perfil del recorrido del equipo, en sentido noroeste-sureste, se documenta una acumulación de vertidos compacta en cotas superficiales, hasta los $-0,55$ m aproximadamente (en rojo). La base más profunda del conjunto se detecta en torno a los $-2,35$ m. Coincidiendo con esta zona, prácticamente a la mitad de la longitud del perfil, a unos 14 m del inicio y a esa cota más profunda, destaca un elemento diferente en comparación con la tendencia general de los datos geofísicos de este proyecto. Visualmente es mucho más potente, entre $-1,70$ m y $-2,35$ m, el ancho máximo es de aproximadamente 1 m. Parece corresponderse con un elemento arquitectónico de contención con una morfología de potente revestimiento o suelo (en verde). La segunda mitad de este proyecto se asemeja a su homóloga noroeste, aunque parece que el paquete estratigráfico descrito en los primeros metros ahora se muestra más sutil (en azul) (Fig. 10.5).

En el Proyecto 2, aunque evidentemente con muchas similitudes con el descrito en el párrafo anterior, se aprecian algunos rasgos un tanto diferentes. Los conjuntos de reflexiones se documentan con una forma más regular y homogénea en todo el perfil. Incluso se detectan paquetes, interpretados como depósitos uniformes, que podrían coincidir con una deposición única. Esto sucede

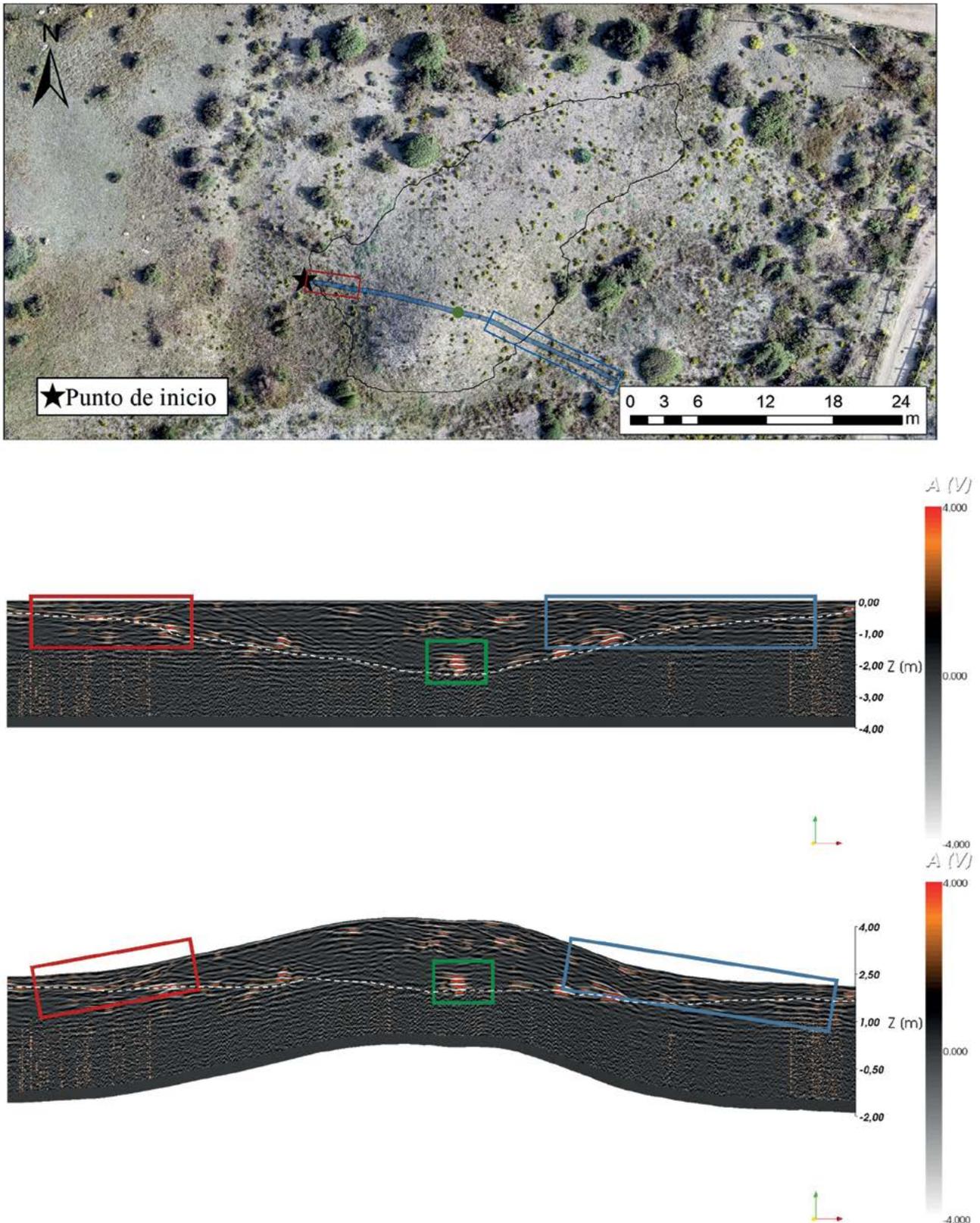


Figura 10.5. Principales alteraciones del Proyecto 1 en planta y radargramas a 600 MHz en vista plana y topográfica.

especialmente entre los 3 m y los 10 m desde el inicio (en rojo), así como un segundo paquete entre los metros 17 m y 24 m (en verde). La base de la cubeta, que a distintas cotas recorre todo el radargrama, se localiza en torno a los -2,10 m. Sin embargo, a los 18 m del inicio del transecto se documentan otras anomalías con relativa potencia en

profundidad (en azul). Morfológicamente representa una especie de semicubeta, que podría corresponder con otro momento de deposición y posiblemente también con algún elemento arquitectónico soterrado, aunque la profundidad a la que se documenta dificulta su interpretación por las limitaciones propias de la técnica (Fig. 10.6).

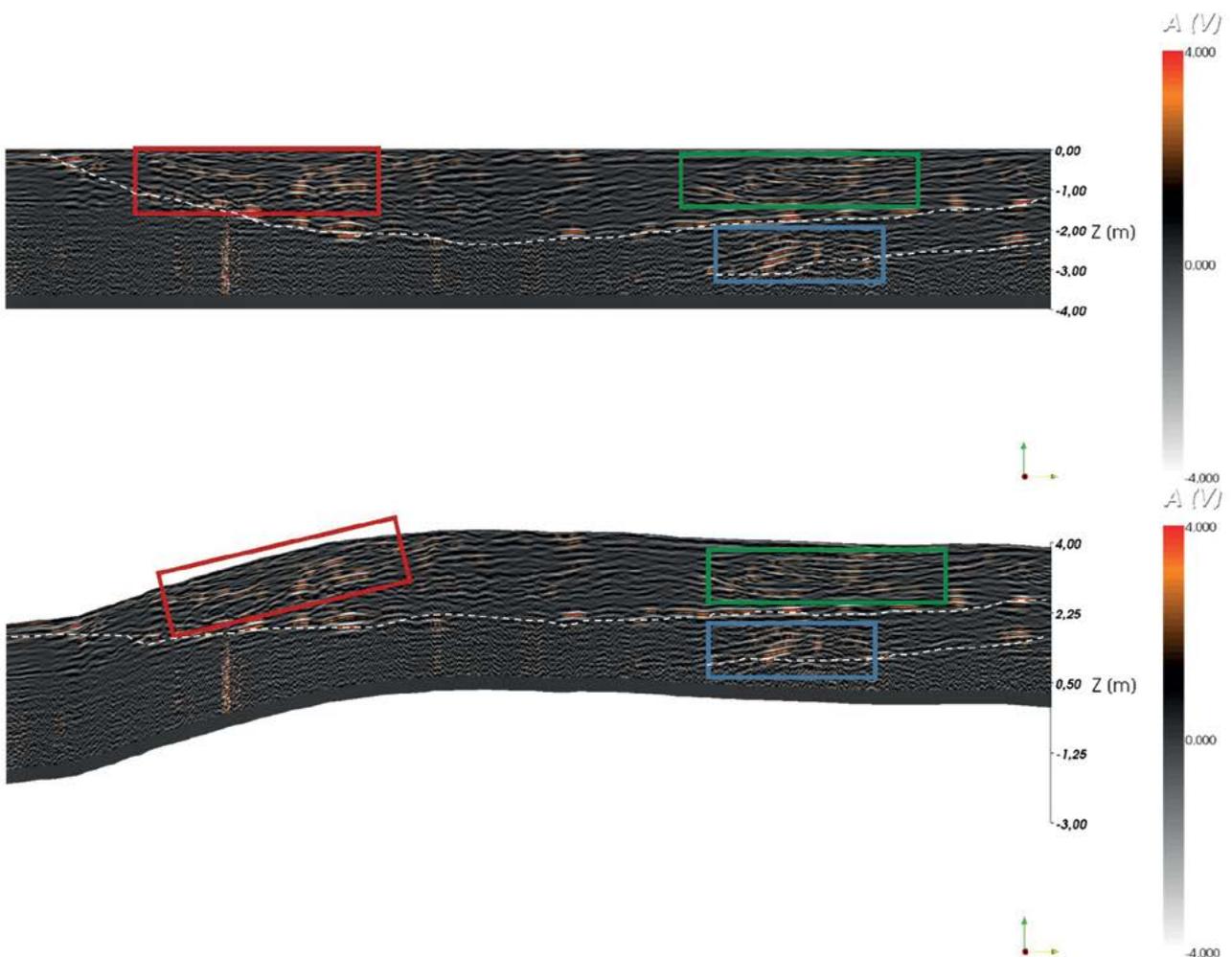
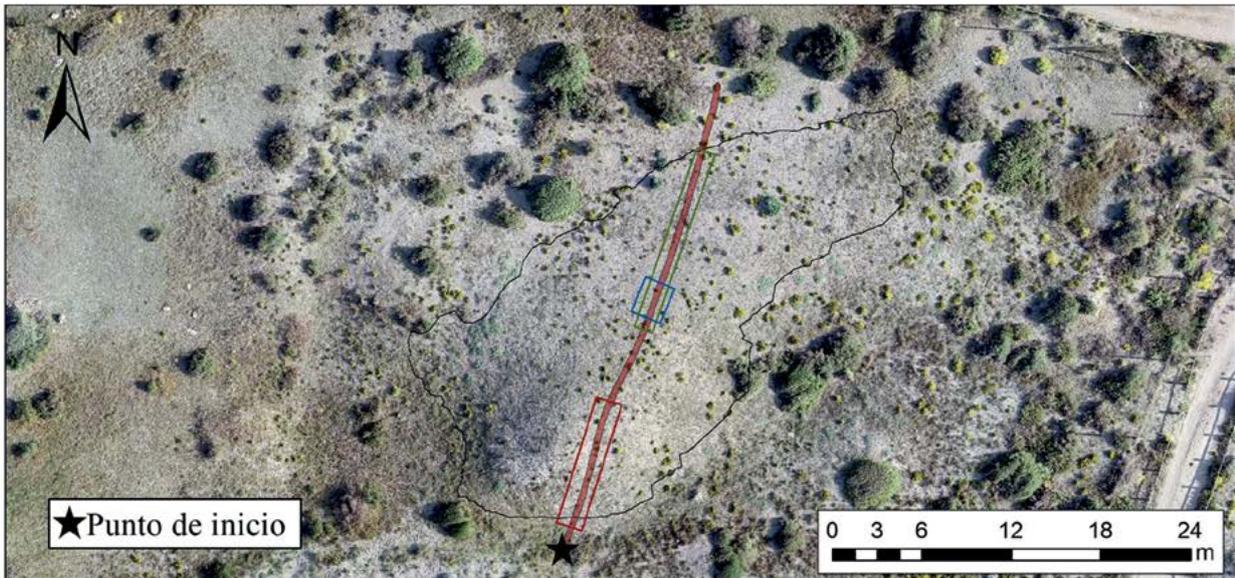


Figura 10.6. Principales alteraciones del Proyecto 2 en planta y radargramas a 600 MHz en vista plana y topográfica.

Por último, en el Proyecto 3, a grandes rasgos cabría una descripción similar a la del perfil 2, pero destaca por encima del resto un elemento: parecen configurarse dos cubetas o fosas de deposición en lugar de una, una general que parece recorrer todo el radargrama, y otra en torno a los 12 m del inicio del perfil, este en sentido noreste-

suroeste. La reflexión que parece corresponder con la base de la cubeta también se documenta en torno a los -2 m. Aunque se detectan algunos conjuntos de reflexiones a cotas más profundas, en torno a los -2,75 m, en puntos concretos, y a los 10 m del inicio, con una potencia de unos 0,50 m (en rojo). Como con los conjuntos descritos en los

dos proyectos anteriores, parece responder esta reflexión a un elemento arqueológico diferente a la deposición de restos malacológicos (Fig. 10.7).

Desde una visión global de los tres proyectos, se extraen algunas consideraciones comunes y, por ende, de todo el montículo: los radargramas representan, aceptando sus

limitaciones, una especie de estratigrafía de los elementos que conforman el conchero; es posible documentar una base o cubeta de deposición de todo el espacio; dentro de esa “cubeta” se aprecian elementos de mayor potencia en sus reflexiones; y, en la base de esa cubeta, se distingue un elemento de una naturaleza diferente al resto de los componentes soterrados.

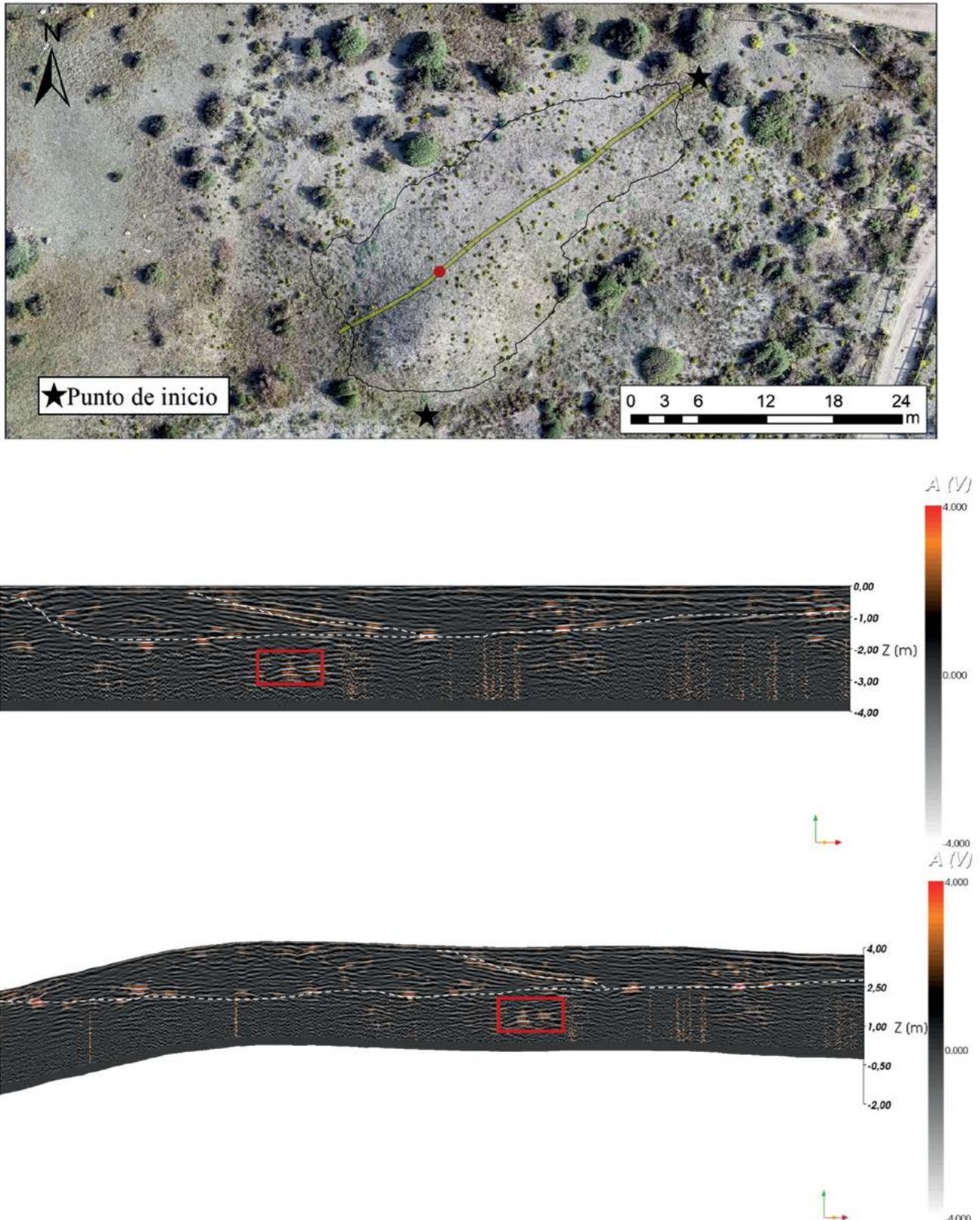


Figura 10.7. Principales alteraciones del Proyecto 3 en planta y radargramas a 600 MHz en vista plana y topográfica.

10.4.2. Volúmenes y cubicaciones

El segundo conjunto de resultados obtenidos corresponde a los cálculos volumétricos desarrollados para argumentar las consideraciones sobre la mensuración tridimensional del conchero de Torregarcía. Por un lado, y más importante, los cálculos realizados sobre los datos geofísicos, y por otro, los realizados sobre la topografía actual.

Comenzando por el procedimiento mediante el cálculo de secciones a través de los perfiles de georradar, se hicieron las mediciones de la cota a la que se documentaba la base de acumulación de la cubeta cada 1 m, siguiendo el recorrido de los transectos. Comenzando por una medición en el punto de inicio, o punto 0, y así sucesivamente, por lo que hay más mediciones en tanto que mayor recorrido o longitud tiene el proyecto. Para estas mediciones en Z, se ha utilizado la visualización de los datos a partir de la frecuencia de 600 MHz, al haberse desarrollado la prospección en un contexto eficiente para la técnica, por lo que con estos radargramas tenemos datos de una mayor resolución (Tabla 10.2).

A partir de aquí, el procedimiento es sencillo, con esos datos ya podemos calcular las áreas de cada una de nuestras secciones y aplicar la fórmula señalada para cada uno de los perfiles. El resultado ha sido de 12,2 m³, 24,8 m³ y 22,84 m³, para los proyectos 1, 2 y 3 respectivamente. Una vez cubicado cada perfil, como si tratase de un prismoide, podemos obtener un volumen medio y/o un volumen total de esos tres perfiles, y es posible extrapolar este dato estadístico a la cubicación completa del conchero.

Es decir, conocemos el valor medio de volumen de una determinada superficie del conchero, que además representa su diversidad, y también conocemos la delimitación superficial del conchero o montículo, a través del estudio en campo y del MDT, que hemos establecido en 463,3 m², lo que arroja una estimación volumétrica de unos 678 m³.

Por otro lado, hemos estudiado detenidamente la topografía, desde una perspectiva más geomorfológica, para realizar un cálculo similar, pero con otro procedimiento. En primer lugar, hemos realizado perfiles topográficos tomando como línea de sección los transectos de cada proyecto. Esto se ha realizado en Global Mapper con la herramienta Path Profile, con la que se puede analizar la topografía de manera muy interactiva (Fig. 10.8).

El siguiente paso se ha realizado en ArcGIS, y en este caso ha consistido en el cálculo de volumen topográfico del conchero completo. Para ello se ha utilizado la herramienta Polygon Volume, dentro del grupo 3D Analyst. Básicamente la herramienta calcula el volumen de terreno utilizando los límites de un polígono, en este caso la superficie digitalizada del conchero, a partir de los atributos topográficos o de altura de un MDT.

Para ello, es necesario primero convertir el MDT a un modelo TIN (una red de triángulos irregulares) que es el

Tabla 10.2. Medición de la potencia en puntos representativos de los perfiles y valor medio de cada proyecto.

Distancia de medición	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3
0	0,33 m	0,26 m	0,72 m
5	1 m	1,52 m	1,03 m
8	1,4 m	2,14 m	1,28 m
12	1,9	2,17 m	1,46 m
20	0,95 m	2,78 m	1,85 m
25	0,64 m	2,24 m	2 m
30	-	2 m	1,86 m
35	-	-	1,14 m
Valor medio	1,05 m	1,91 m	1,4 m

tipo de modelo a partir del cual se tomarán los valores topográficos (mediante la herramienta Raster to TIN). Así obtenemos la capa o superficie de entrada para el cálculo. Le indicamos a partir de qué polígono queremos hacer la cubicación, para establecer los límites y no distorsionar el cálculo, esto es, el polígono digitalizado del conchero. En la tabla de atributos de este polígono se ha añadido un valor de referencia de altitud, a partir del cual queremos que calcule el volumen, en este caso 2,3 m, esto obtenido tras consultas en las zonas menos altas sobre el MDT. Finalmente, la herramienta permite realizar el cálculo por “encima” o por “debajo” de ese valor de referencia, en este caso por encima. El valor obtenido es de unos 630 m³ como volumen topográfico.

Los valores aportados en ambos procedimientos parecen coherentes al menos desde el punto de vista cuantitativo. Como se pronosticaba, el volumen topográfico es algo menor al calculado a partir de los datos geofísicos, porque responde a datos puramente geomorfológicos, sin embargo, el volumen a partir del cálculo de las secciones en los perfiles geofísicos responde también a elementos antrópicos soterrados.

10.5. Conclusiones y nuevas perspectivas

Una vez desarrollada la metodología y analizados y discutidos los resultados obtenidos, consideramos que se han aportado datos que permiten, si no responder completamente las preguntas planteadas, sí arrojar información de interés histórico para la consecución de esos objetivos, siempre desde la perspectiva de un ensayo metodológico parcial, pero extrapolable.

Se ha propuesto una delimitación superficial del conchero de Torregarcía. El análisis superficial en campo y los productos obtenidos mediante restitución fotogramétrica aérea lo han permitido. La creación de un MDT, que aunque no producto de un vuelo LiDAR, es de alta calidad y resolución gracias a la selección de parámetros de vuelo

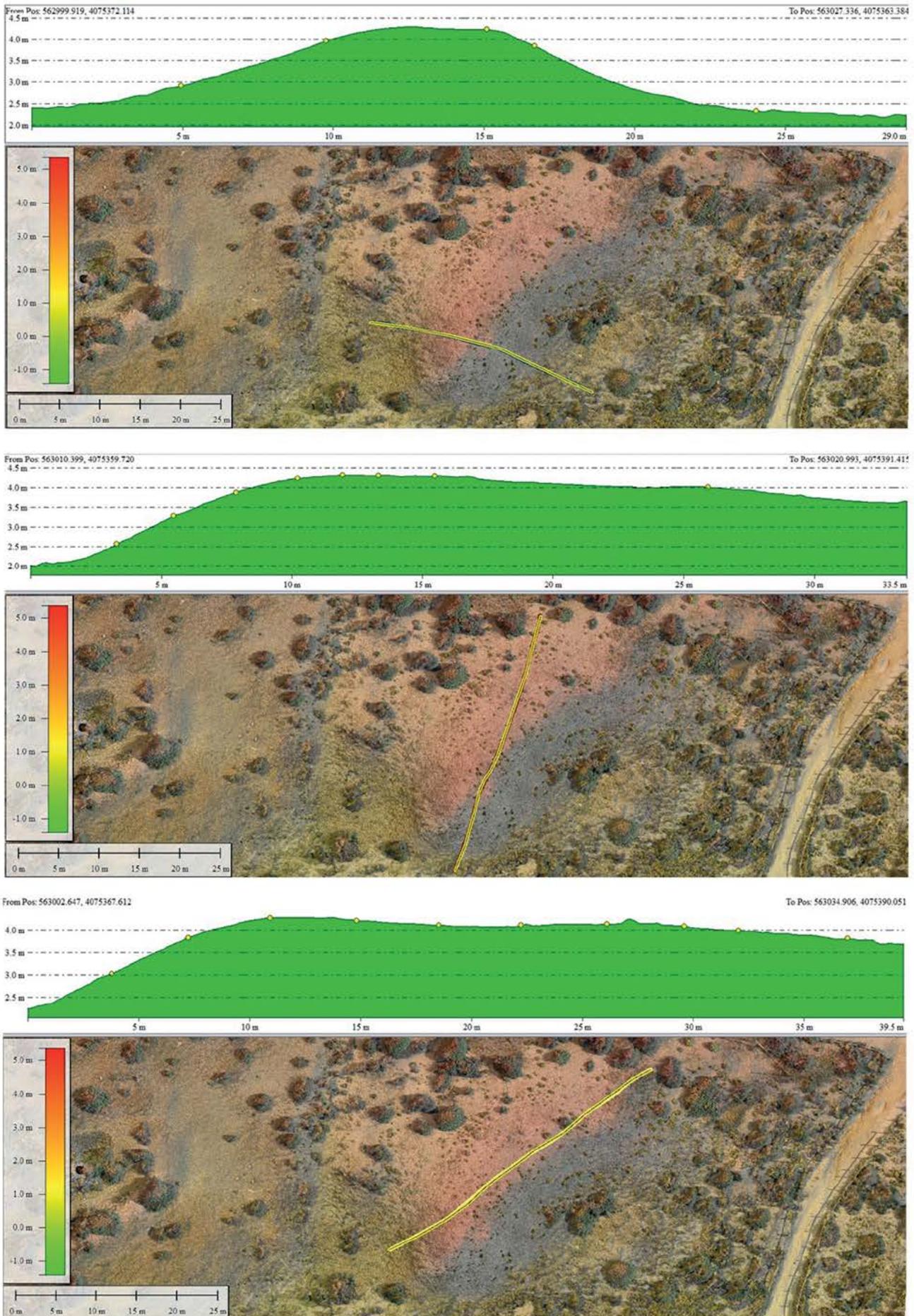


Figura 10.8. Representación de los perfiles topográficos de cada proyecto.

óptimos y concretos para el interés marcado, ha permitido extraer datos de carácter “micro-topográficos”. Esto a su vez, ha redundado en la optimización del planteamiento en campo de las prospecciones geofísicas, pues la adquisición de esos datos y, por tanto, los transectos objeto de la exploración, tienen un sentido coherente en relación con la topografía del montículo y a la extensión del conchero.

Siguiendo con el mismo planteamiento redactado en los objetivos, se ha documentado una realidad representativa del conchero de Torregarcía y su morfología mediante los perfiles de la exploración geofísica. Además, la composición de este tipo de contextos se ha mostrado como óptima para su documentación mediante esta técnica. De tal manera que ha sido factible un análisis de los perfiles geofísicos, como si de una estratigrafía arqueológica se tratase, sin necesidad de excavación, evidentemente siendo conscientes de las diferencias.

La prospección del conchero mediante GPR ha permitido, además de documentar la cubeta de depósito, la identificación de otros elementos de carácter estructural y arqueológico soterrados. Especialmente en el Proyecto 1, se ha descrito un conjunto que podría interpretarse como una estructura de contención dada su potencia, aunque también se dan conjuntos de reflexiones de naturaleza similar en los proyectos 2 y 3. En este tipo de contextos, se documentan otros elementos vinculados a otras actividades propias del litoral como son las *cetariae* (Bernal 2011, 39-45). Es probable que ese conjunto se corresponda con una pileta o similar amortizada bajo el depósito, aunque tampoco es descartable que se trate de un elemento de contención estructural para tal acumulación.

En cuarto lugar, se ha propuesto un ensayo procesual sobre cómo mensurar cúbicamente un área residual de una determinada actividad productiva, en este caso la producción de *purpura*. Independientemente de los datos numéricos arrojados, es plausible, por tanto, realizar formulaciones de capacidad productiva dentro de la actividad económica señalada. Las fuentes clásicas y los estudios realizados al respecto apuntan a una enorme cantidad de conchas para la elaboración del tinte púrpura. Esto significaría que un área destinada a estos fines tendría, como consecuencia, grandes depósitos residuales. Esto abre camino hacia otras reflexiones de interés como, entre otras, qué cantidad de conchas resulta de una determinada producción, o cómo se articula y organiza en términos logísticos la deposición de estos residuos. Es decir, hemos interpretado en los radargramas posibles capas o paquetes de depósitos, relativamente uniformes, por lo que también cabría la posibilidad contraria, que se retiren durante la vida del conchero parte del depósito para la reutilización de las conchas, por ejemplo, como parte de elementos constructivos (Wilson 2004, 161), utilidad que ha sido mencionada en el capítulo 1.

Finalmente, esta última aportación puede ser extrapolada a otros contextos similares en la Antigüedad, a otro tipo de actividades productivas que generen residuos que deben

ser acumulados. El caso de las *figlinae* y los testares, como consecuencia, es sin duda el mejor homólogo, con un depósito residual que está en clara vinculación con la capacidad productiva del alfar o los alfares (Lagóstena Barrios y Molina Vidal 2020, 103-106). Pero también la mensuración de estos espacios como indicador cuantitativo histórico es plausible en otros contextos de actividades extractivas en el mundo antiguo. Por tanto, el estudio de contextos productivos y suburbanos mediante el uso de las técnicas y herramientas no invasivas, y especialmente con equipamiento geofísico, resulta de eficacia a la hora de obtener un interesante registro de carácter histórico-arqueológico (Ruiz Barroso *et al.* 2022) (Fig. 10.9).

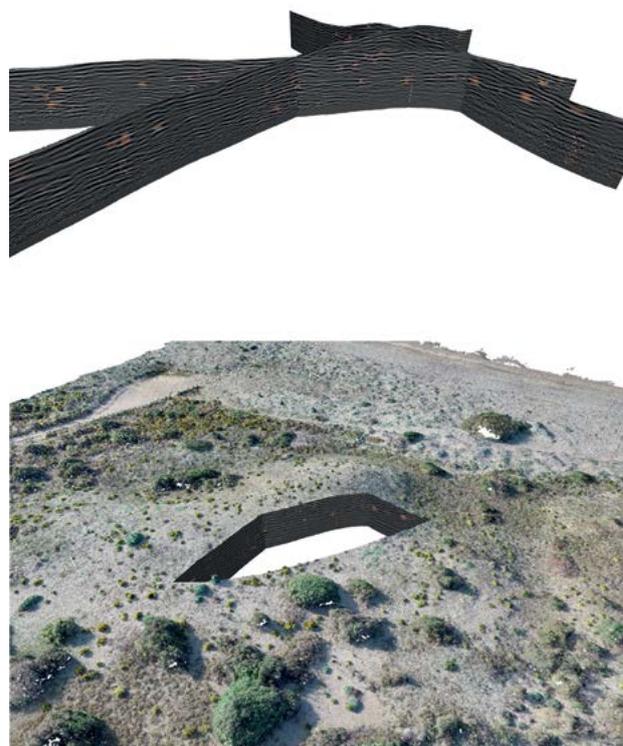


Figura 10.9. Representación tridimensional del conchero de Torregarcía con la vista de los radargramas.

Análisis preliminar de la malacofauna del conchero¹

Una vez analizada la aplicación de los métodos no invasivos, se va a proceder a caracterizar la malacofauna del conchero asociado al yacimiento romano de Torregarcía, que, como ya hemos indicado, se encuentra situado junto al litoral marino en el sector central este de la Bahía de Almería, precisamente donde la línea de costa es cortada por la falla de Carboneras, que tiene dirección N 40°-45°. Esta gran falla tiene varios ramales paralelos que hacen que, en esta parte de la Bahía de Almería, la línea de costa no sea rectilínea y tenga fuertes inflexiones en El Alquíán, en Retamar, en Torregarcía, en la rambla de las Amoladeras y en Cabo de Gata (Pineda *et al.* 1983, 15) (Figs. 11.1 y 11.2). Además, el yacimiento se encuentra muy próximo a la desembocadura de la rambla de las Amoladeras, un curso de agua estacional que atraviesa una de las zonas áridas mejor conservadas del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar, con abundantes dunas. En los márgenes de la desembocadura de la rambla de las Amoladeras, los depósitos del Pleistoceno constituidos por arenas y conglomerados quedan expuestos en los estratos sedimentarios del Pleistoceno con abundantes restos de al menos cuatro playas fósiles del Tirreniense (entre >250 000 años las más antiguas y 95 000 años las más recientes), muy bien conservadas estas últimas mostrando hasta acanaladuras o *ripple-marks* del oleaje (Villalobos 2003, 52-54). La malacofauna fósil de las tres playas más recientes se caracteriza por ser subtropical, con abundantes restos del gasterópodo *Strombus bubonius* Lamarck, 1822 (*id.*), cuyo nombre válido actual es *Thetystrombus latus* (Gmelin, 1791) y que vive actualmente en la costa occidental de África entre Mauritania y Angola, incluyendo las islas de Cabo Verde y Santo Tomé (Gofas *et al.* 1985, 58).

En la rambla de las Amoladeras no existe cerca de la costa ninguna formación lagunar litoral, como sí se observa en otras ramblas almerienses, por ejemplo en la cercana rambla Morales, pero sí posee un pozo en la orilla derecha (López Gómez y Cifuentes Vélez 2005, 126-127), que podría ser de origen romano (López-Geta *et al.* 2010, 110-112), y fue utilizado hasta el siglo XX para recoger agua dulce para consumo humano. El pozo, que contaba con un abrevadero, se observó en uso hasta 1994, y en 1997 ya estaba seco (D. Moreno Lampreave, obs. pers). El pozo, que está incluido entre los Bienes inscritos en el Catálogo General de Patrimonio Histórico Andaluz del Parque Natural de Cabo de Gata- Níjar, posee un brocal de 5 m de altura, que podría indicar una progresiva pérdida de sedimentos en la orilla de la rambla desde su construcción, pero no existe ninguna balsa o depósito de agua anejo que

pueda albergar moluscos de agua dulce. Por el contrario, en toda la parte emergida, caracterizada por una vegetación de origen africano dominada por el azufaifar de *Ziziphus lotus* (L.) Lam., sí existe una abundante y variada fauna de moluscos terrestres (Moreno Lampreave y Ramos 2007, 94-98).

El litoral, que se encuentra justo frente a yacimiento romano de Torregarcía, coincide precisamente con uno de los ramales de la falla de Carboneras (uno de los más orientales) que recortan la línea de costa, el cual separa una playa arenosa a levante y un roquedo de lastras muy aplanadas a poniente, formado por los conglomerados del Pleistoceno ya mencionados. En la parte sumergida más somera, el roquedo se prolonga hasta 3-4 m de profundidad, donde se asienta una comunidad de algas fotófilas y algunas manchas de la angiosperma marina *Posidonia oceanica* (L.) Delile, especie de gran tamaño que puede vivir tanto en sedimentos como sobre roca. Los fondos marinos de la Bahía de Almería son predominantemente blandos, formados por sedimentos de distintas granulometrías, principalmente arenas. En estos sustratos blandos se asienta otra angiosperma marina, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch., que forma un cinturón casi continuo desde el Cabo de Gata hasta la salida del río Andarax, entre 5 y 15 m de profundidad (Arroyo *et al.* 2015, 364; Carreto *et al.* 2021, 98). En las inmediaciones de Torregarcía destacan pequeñas praderas de *Posidonia oceanica* a 5 m de profundidad, en las lastras rocosas llamadas “La Cintinilla” por los pescadores artesanales de la zona, y a 18 m de profundidad (Moreno Lampreave y Guirado 2003, 108-111). Las praderas submarinas de estas dos especies están consideradas hábitats protegidos por la Comunidad Europea y albergan una gran diversidad de especies de flora y fauna, incluyendo una elevada diversidad de moluscos (Ballesteros *et al.* 2004, 155). Por fuera de las praderas, a más profundidad, los fondos son blandos y están constituidos por arenas fangosas y detrítico costero (Fig. 11.3). Entre los moluscos frecuentes en la zona, se encuentran murícidos depredadores como *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758), que puede vivir en fondos rocosos someros, en praderas de *C. nodosa* y también en las de *P. oceanica*, así como *Bolinus brandaris* (Linnaeus, 1758), que prefiere fondos arenoso fangosos más profundos y las praderas de *C. nodosa*.

11.1. Material y métodos

Para el presente estudio preliminar se realizó un muestreo superficial del conchero principal el 12/04/2021, situado muy próximo a los *lacus* del yacimiento, a unos 50 m al este de las mismas y a 60 m de la orilla del mar, en las coordenadas geográficas 36° 49.325 N; 2° 17.606 W

¹ Este capítulo ha sido coordinado por Diego Moreno Lampreave