



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Organización espacial y gestión de los recursos hídricos en el altiplano de Edom durante el I milenio a.C.: el yacimiento de Sela (Tafila, Jordania)

Roser Marsal Aguilera



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement- NoComercial – SenseObraDerivada 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento - NoComercial – SinObraDerivada 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0. Spain License.**

Organización espacial y gestión de los recursos hídricos
en el altiplano de Edom durante el I milenio a.C.:
el yacimiento de Sela (Tafila, Jordania)

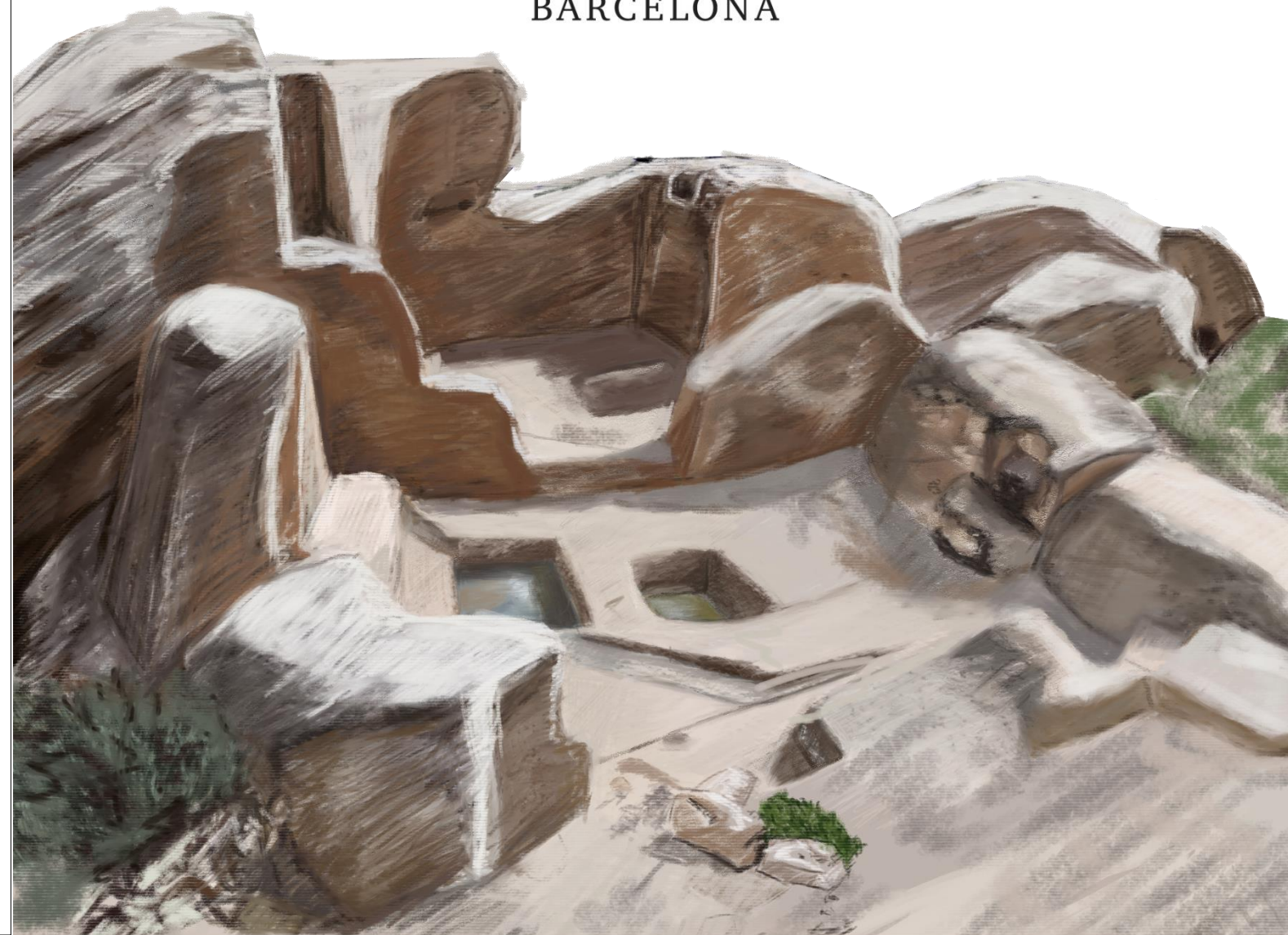
TESIS DOCTORAL

Roser Marsal Aguilera

dirigida por la Dra. Rocío Da Riva Muñoz y el Dr. Juan Carlos Moreno García y
tutorizada por el Dr. Santiago Riera Mora



UNIVERSITAT DE
BARCELONA





UNIVERSITAT DE
BARCELONA

PROGRAMA OFICIAL DE DOCTORADO
“SOCIEDAD Y CULTURA: HISTORIA, ANTROPOLOGÍA, ARTE Y
PATRIMONIO”

**Organización espacial y gestión de los
recursos hídricos en el altiplano de Edom
durante el I milenio a.C.:
el yacimiento de Sela (Tafila, Jordania)**

TESIS DOCTORAL

*de la candidata al grado de Doctora en Sociedad y Cultura: Historia y
Arqueología*

Roser Marsal Aguilera

dirigida por la Dra. Rocío Da Riva Muñoz y el Dr. Juan Carlos Moreno
García y tutorizada por el Dr. Santiago Riera Mora

Barcelona, 2020

*A mi abuela Antonia,
por enseñarme el amor y el respeto y
por guiarme en cada paso de mi vida*

Prólogo

La tesis doctoral que se presenta a continuación se enmarca dentro del proyecto general de estudio del yacimiento de Sela, dirigido por Rocío Da Riva. Este proyecto está financiado por el Ministerio de Educación y Cultura (Ayudas en Régimen de Concurrencia Competitiva para Proyectos Arqueológicos en el Exterior correspondiente a 2015), por el premio de la *Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats* (ICREA) concedido a la Dra. Da Riva, por la ayuda para dar soporte a las actividades de los grupos de investigación (SGR) concedida al *Grup de Recerca sobre l'Arqueologia de la Complexitat i els Processos d'Evolució Social* (GRACPE) de la Universidad de Barcelona, donde Rocío Da Riva es miembro y por la Fundación PALARQ. El proyecto cuenta con la autorización y la colaboración del Departamento de Antigüedades del Reino Hachemita de Jordania, con la asistencia del personal de la sede regional de Tafila de este Departamento de Antigüedades y con el apoyo de la Universidad de Barcelona, la Embajada Española en Ammán y del Instituto de Investigación del Agua (IdRA-UB).

Los materiales utilizados como base de este estudio, se obtuvieron principalmente durante la campaña de excavación y prospección que se realizó en Sela del 6 al 25 de abril de 2016. También se ha utilizado parte de la información obtenida durante la campaña de prospección general del yacimiento que se desarrolló del 13 al 20 de abril de 2015: datos topográficos de las estructuras de Sela y el mapa base del yacimiento. Todos estos datos pertenecen al Proyecto Arqueológico de Sela y su utilización en este trabajo cuenta con la autorización de su directora, Rocío Da Riva.

Agradecimientos

Para la realización de la presente tesis doctoral he contado con la ayuda y el apoyo de numerosas personas e instituciones a las cuales quiero mostrar mi más profundo agradecimiento.

A mis directores, Rocío Da Riva y Juan Carlos Moreno García por brindarme la oportunidad de ser su alumna, su apoyo, consejo, orientación, tiempo y disponibilidad durante todos estos años. A ambos les agradezco sus propuestas iniciales sobre los objetivos de este trabajo, que me sirvieron como punto de partida, sus continuas revisiones y replanteamientos de la propuesta organizativa, así como sus correcciones y comentarios. A Rocío Da Riva quiero agradecerle su autorización para estudiar los materiales del yacimiento de Sela que forman el núcleo de este trabajo, su permiso para utilizar fotografías del yacimiento y su confianza para ofrecerme un contrato de profesora asociada en el Departamento de Historia y Arqueología de la Universidad de Barcelona, que me ha permitido financiar, junto con otras actividades profesionales, mi formación doctoral. A Juan Carlos Moreno García, codirector de este trabajo, quiero agradecerle especialmente su disposición y ayuda para realizar una estancia de investigación de tres meses en el *Centre de Recherches Egyptologiques de la Sorbonne* – CRES y por haberme facilitado el acceso a las bibliotecas de Egiptología y Próximo Oriente del *Collège de France*. A mi tutor de tesis, Santiago Riera, por su disposición ante cualquier duda.

Durante mi formación doctoral he obtenido una beca de investigación de corta duración en Alemania por parte del *Deutscher Akademischer Austauschdienst* (DAAD), cuyo aporte económico me ha permitido realizar una estancia de movilidad de dos meses en Heidelberg y una breve estancia en Tübingen. Quiero agradecer a esta institución la concesión de dicha beca, así como a Ariel M. Bagg, por acogerme y supervisar mi trabajo durante su desarrollo en el *Seminar für Sprachen und Kulturen des Vorderen Orients / Assyriologie* de la *Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg*. A su director, Stefan Maul y a su asistente, Betina Faist, por su cálida acogida y a todo el personal de su biblioteca y estudiantes, quienes pusieron a mi disposición todos los recursos de la misma. También a Jens Kamlah, director de la *Biblisch-Archäologisches Institut (Evangelisch-Theologische Fakultät)* de la *Eberhard-Karls-University Tübingen*, quien me recibió y me ofreció su ayuda durante mis visitas a las bibliotecas del *Theologicum* y de la

Bereichsbibliothek Schloss Nord y a Adriano Orsingher, quién se encargó de mostrarme y auxiliarme en mis visitas a las instalaciones y bibliotecas.

También quiero agradecer toda la ayuda que he recibido por parte del *Institut de Recerca de l'Aigua* de la Universidad de Barcelona (IdRA-UB), por la concesión de ayudas económicas y la colaboración en diferentes actividades. Especialmente, a Javier Martín-Vide, quien fue su director durante gran parte de mi formación doctoral. Ha sido un enorme privilegio contar con su confianza para colaborar y trabajar con un investigador como él. Asimismo, quiero expresar mi gratitud al nuevo director, José Francisco García Martínez, por sus distintas propuestas de colaboración con este instituto y a Nuria Casals y Petia Guintchev, por su continua disponibilidad, ayuda y orientación durante todo este tiempo. También a la Comisión de Investigación de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Barcelona por otorgarme diversas ayudas económicas que me permitieron desplazarme a ciudades europeas como Coímbra, Udine y Berna para participar en diversos congresos. Igualmente, también quiero agradecer al Comité Científico del *3rd Berner Altorientalisches Forum* celebrado en Berna, por su aportación económica para presentar diversos resultados de mi investigación en este congreso. Quiero hacer extensivo los agradecimientos a todas las instituciones que han financiado el proyecto general del yacimiento de Sela, todos ellos concedidos a mi directora de tesis R. Da Riva: Premio ICREA Academia de la Generalitat de Cataluña, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte a través de las ayudas en régimen de concurrencia competitiva para proyectos arqueológicos en el exterior correspondientes a 2015, AGAUR (SGR 2017-2019) y la Fundación PALARQ. A esta última institución quiero agradecer también su aportación económica para financiar la elaboración de láminas delgadas de los morteros de cal y el informe técnico derivado. También quiero agradecer el trabajo a todos los miembros que han participado en este proyecto, especialmente a Marta Corrada, Eva Miguel, Juan Muñiz, Adrián Piñán y Ehab Jariri con los que tuve la fortuna de compartir la campaña arqueológica en Sela del 2016. El equipo es la esencia de cualquier investigación y sin su trabajo, no podría haber realizado el presente estudio.

Para la realización de gran parte de este trabajo he tenido la fortuna de contar con la ayuda y orientación de distintos colegas y profesionales de distintos campos, quienes me han regalado su conocimiento sin pedir nada a cambio. Gracias a Eduard Batista, quien ha sido un ejemplo científico para mí. Su larga trayectoria en el campo de la ingeniería

hidráulica me ha permitido adentrarme en un mundo completamente desconocido para mí. Las correcciones de las diferentes secciones técnicas y las discusiones interpretativas con él, su vocación, dedicación y compromiso con mi trabajo es prueba de su calidad científica y humana. A Josep Vallverdú, quién me ha apoyado desde que inicié mis pasos en el mundo de la arqueología, quiero agradecerle sus consejos e ideas para el desarrollo de algunos apartados de este trabajo y por permitirme aprender y formarme con él. A María Soto, por toda la ayuda con la realización del estudio petrográfico y mineralógico de los carbonatos, sus correcciones, su apoyo incondicional y por haber invertido desinteresadamente tantas horas de su tiempo para ayudarme. A Josep Maria Faro su minuciosa lectura, revisión, traducción de los textos en alemán y comentarios sobre el borrador de la tesis y por haberme levantado y acompañado en mis peores momentos, incluso desde el confinamiento. A Jesús García Carpallo, por su disponibilidad inmediata ante cualquier duda, sus ideas para mejorar la parte gráfica de la tesis y por toda su ayuda en la reconstrucción 3D propuesta en este trabajo y en el manejo de distintos programas informáticos. A Raquel Pérez Martínez, quién me enseñó los primeros pasos de AutoCAD y con quien pasé muchas horas en Atapuerca corrigiendo planos y dibujos y a Elena Moreno por haberme ayudado con la limpieza mecánica de las muestras de carbonatos. A todos ellos quiero agradecer también su amistad.

Quiero extender mis agradecimientos a Juan Manuel Tebes, con quien tuve la gran suerte de discutir algunos puntos de este trabajo, a la archivera de la *American Schools of Oriental Research*, Cynthia Rufo, por su disposición para encontrar fotografías de Nelson Glueck en Sela, a Khaled al-Bashaireh y David Ilian por facilitarme numerosos artículos sobre diferentes aspectos de las estructuras hidráulicas en el sur del Levante y a Josep Cervelló por su ayuda para la elaboración de la convención utilizada en este trabajo para la transcripción de los topónimos.

Asimismo, quiero agradecer el apoyo y ayuda personal que he recibido por parte de innumerables personas, a quienes las siguientes líneas de agradecimientos no expresarán suficientemente mi gratitud hacia ellos. A Palmira Saladié, por toda su ayuda, por estar siempre a mi lado y no permitir que me desalentara y a Juan Ignacio Morales por todo su apoyo para seguir adelante. A todos mis colegas y amigos del IPHES, de la UB y otras instituciones, con los que he compartido esta historia. Especialmente, a Josep Maria Vergés y Marta Fontanals, con quienes he tenido el privilegio de trabajar durante estos últimos años. A todos ellos, con los que he aprendido y me he desarrollado como

arqueóloga, quiero agradecerles haberme transmitido su dedicación, disciplina, capacidad de trabajo y perseverancia.

A mis compañeros del GRACPE y del Departamento de Historia y Arqueología de la UB, especialmente a aquellos con los que he tenido la oportunidad de compartir asignatura. Han sido cuatro años muy duros compaginando la docencia con la investigación, pero siempre me he sentido muy arropada.

A Petia, por hacer que estos últimos meses hayan sido mucho más llevaderos. A mis amigos Dani, Áurea, Nacho y Ginés, por haberme regalado vuestra amistad sin condiciones. A mi familia, por ser el motor que ha hecho que llegue hasta aquí. A mis hermanos Aida y Adrià por abrazarme cuando más lo he necesitado, a mis tíos, por transmitirme su fuerza y a mi familia política, por su cariño. Especialmente a David por haberme realizado la ilustración de la cubierta de la tesis doctoral. A mis padres, Montse y Josep Maria, por creer siempre en mí, por nunca ponerme barreras para decidir sobre mi futuro, por permitirme estudiar, aunque eso supusiera un gran esfuerzo para ellos, y por estar a mi lado en todos los momentos de esta ardua etapa de mi vida. Siento haber sacrificado tantos momentos con ellos para finalizar el doctorado. A mi abuela Antonia, por ser el pilar fundamental de mi vida, refugio y ejemplo de valentía y esfuerzo y a mi abuelo Josep Maria, por compartir conmigo su pasión por la Historia. A Juan, mi compañero de camino. Sin su generosidad, apoyo y amor, el recorrido por este camino no hubiera sido el mismo.

Resumen

La disponibilidad de recursos hídricos para el abastecimiento de las necesidades de las sociedades ha sido fundamental a lo largo del tiempo. Esto es aún más relevante en aquellos territorios donde el agua es un recurso escaso y limitado. Ante estas dificultades, se han desarrollado continuamente estrategias, métodos y técnicas para gestionar eficientemente estos recursos, conformando distintas “culturas del agua”. Este desarrollo se ha podido observar tanto en las denominadas civilizaciones hidráulicas como en otras comunidades de tipo local-regional sin que hubiera la necesidad de una intervención centralizada o estatal. La gestión local del agua, que incluyó sistemas de captación, conducción, almacenamiento y preservación del agua, garantizó el abastecimiento necesario para la subsistencia de esas sociedades.

El yacimiento de Sela, ubicado en la región semiárida del sur de la Transjordania, contiene numerosos vestigios arqueológicos de estructuras hidráulicas. Estas evidencian que existió la necesidad de implementar infraestructuras para la gestión del agua en una región donde su disponibilidad es y fue limitada.

El objetivo de este trabajo es el de documentar, analizar y estudiar las diferentes estrategias, mecanismos e instalaciones que permitieron la gestión de los recursos hídricos en Sela, desde la captación hasta el suministro para su uso. A partir de la información obtenida durante las prospecciones arqueológicas llevadas a cabo en los años 2015 y 2016, se ha realizado la identificación, documentación y análisis de las instalaciones hidráulicas del yacimiento de forma pormenorizada. Para estudiar la distribución espacial de las instalaciones y establecer sus principales conexiones, se ha elaborado una planimetría arqueológica en 2D y se ha reconstruido un modelo tridimensional de un área concreta del yacimiento. Los datos resultantes se han comparado, tras realizar una investigación bibliográfica, con los datos existentes sobre instalaciones hidráulicas identificadas por parte de cinco proyectos arqueológicos desarrollados en el sur de la Transjordania en diferentes momentos. Complementariamente a este estudio, se ha realizado la caracterización petrográfica y mineralógica de catorce muestras de morteros extraídas de distintas instalaciones hidráulicas, tomando como base un informe previo elaborado por M. Soto (2017).

Los resultados obtenidos en este trabajo, han permitido determinar cuáles fueron las posibles fuentes de agua disponibles y han evidenciado la existencia de distintas estrategias, técnicas y métodos para su gestión. El análisis y el estudio de la gran variedad de instalaciones existentes, ha permitido caracterizar los distintos sistemas hidráulicos presentes en el yacimiento de Sela. Las instalaciones que se han conservado, indican que el principal objetivo de la hidrotecnología desarrollada en Sela se basó principalmente en la implementación de instalaciones de acopio, conducción, almacenamiento y preservación del agua para garantizar el mayor volumen y calidad de agua para su consumo.

Los resultados obtenidos, junto con su contextualización regional, sugieren que el poblamiento de Sela, desde un punto de vista sociopolítico, económico y cultural, se desarrolló mediante pequeños grupos locales. La ausencia de una red hidráulica jerarquizada y centralizada, así como su composición, basada principalmente en pequeñas unidades de captación, conducción y almacenamiento del agua, sugieren un uso familiar y doméstico de estas instalaciones. Estos sistemas han permitido formular distintas hipótesis en torno al modelo de ocupación del asentamiento sobre la base de la tecnología del agua, teniendo en cuenta nuevos factores: la disponibilidad y acceso a los recursos hídricos, la cantidad de estructuras y la variedad de sistemas, dispositivos, así como el diseño de las redes hidráulicas.

La propuesta expuesta en este trabajo se ha realizado desde una perspectiva diacrónica, puesto que las instalaciones hidráulicas analizadas no han podido ser asignadas a un periodo cronológico específico dentro de las distintas fases de ocupación del yacimiento.

Finalmente, pese a las limitaciones con las que se ha encontrado este estudio como es la imposibilidad de fechar mediante técnicas absolutas las instalaciones hidráulicas y su estado de conservación, el presente estudio pone de relieve la singularidad y el gran potencial del registro arqueológico de Sela para el conocimiento de la gestión de los recursos hídricos en el sur de la Transjordania y de sus implicaciones socioeconómicas, políticas y culturales a lo largo del tiempo.

Índice de contenidos

Prólogo	vii
Agradecimientos	ix
Resumen	xiii
Índice de contenidos	xv
Índice de abreviaturas	xxi
Abreviaturas bibliográficas	xxi
Abreviaturas generales	xxiv
Abreviaturas de los periodos cronológicos	xxv
Índice de figuras	xxvii
Índice de tablas	xxxvii
PARTE I. INTRODUCCIÓN, CONTEXTUALIZACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL, MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DE ESTUDIO	1
Capítulo 1. Introducción a la investigación	3
1.1. Estado de la cuestión	5
1.2. Palabras clave	13
1.3. Objetivos de la investigación	13
1.4. Estructura de la tesis.....	15
1.5. Definición de términos especializados	17
1.5.1. Diccionarios, monografías y enciclopedias utilizados	18
1.5.2. Estructuras hidráulicas: tipologías generales y específicas	19
1.6. Breve introducción teórica a las lógicas hidráulicas en el Próximo Oriente Antiguo.....	24
Capítulo 2. Contextualización física, arqueológica e histórica del área meridional de la Transjordania durante el I milenio a.C.....	29
2.1. Contexto físico	31
2.1.1. Ubicación geográfica y unidades morfológicas.....	31
2.1.2. Clima y recursos hídricos en la actualidad y en el pasado	34
2.1.3. Patrón de precipitaciones, pluviosidad local e impacto en la retención y circulación del agua	37
2.1.4. Explotación del suelo y tipos de cultivo	39
2.2. Contexto arqueológico: análisis de vestigios y propuestas cronológicas.....	41
2.3. Contexto histórico e internacional.....	47
2.3.1. El debate en torno al modelo político y social de Edom	47

2.3.2. Edom y las relaciones con los poderes imperiales y otros poderes de la región	50
Capítulo 3. Sistemas e instalaciones de abastecimiento de agua en áreas semiáridas: una aproximación teórica	53
3.1. Introducción a los sistemas de captación del agua (<i>water harvesting systems</i>)	56
3.2. Componentes principales del sistema de suministro del agua	57
3.2.1. El área de captación	58
3.2.2. Instalaciones de transporte y desviación	58
3.2.3. Instalaciones de almacenamiento	59
3.3. Fuentes y dispositivos de captación del agua.....	60
3.3.1. Captación de aguas de escorrentía o aguas pluviales (<i>runoff harvesting</i> o <i>rainwater harvesting</i>)	60
3.3.2. Captación de aguas subterráneas (<i>groundwater harvesting</i>).....	63
3.3.3. Captación de aguas de inundación (<i>floodwater harvesting</i>).....	64
Capítulo 4. Metodología de estudio	71
4.1. El trabajo de campo.....	73
4.1.1. Prospección arqueológica	74
4.1.2. Excavación arqueológica.....	76
4.1.3. Muestreo	77
4.2. Trabajo de gabinete	78
4.2.1. Bases de datos y literatura científica	78
4.2.2. Documentación gráfica y edición de mapas	80
PARTE II. EL YACIMIENTO DE SELA COMO CASO DE ESTUDIO	89
Capítulo 5. Descripción general del yacimiento	91
5.1. Ubicación geográfica y geológica	93
5.2. Trabajos anteriores y actuales	96
5.2.1. Referencias, descubrimiento y primeras investigaciones	96
5.2.2. Primeras referencias a las estructuras hidráulicas de Sela.....	101
5.2.3. <i>Sela Archaeological Project</i>	111
5.3. Áreas definidas	112
5.4. Principales estructuras identificadas	115
5.5. Marco temporal del asentamiento	116
5.5.1. Cronología relativa	117
5.5.2. Cronología absoluta.....	118

Capítulo 6. Las estructuras hidráulicas de Sela	121
6.1. Cisternas	123
6.1.1. Identificación y estado de conservación	123
6.1.2. Componentes principales.....	130
6.1.3. Tipologías	131
6.1.4 Medidas y estimación de las capacidades.....	153
6.1.5. Patrón y orientaciones	161
6.1.6. Técnicas constructivas	164
6.2. Reservorios.....	173
6.2.1. Identificación y estado de conservación	173
6.2.2. Orientación, medidas y capacidades estimadas	174
6.2.3. Técnicas constructivas	174
6.3. Depósitos de sedimentación	175
6.3.1. Identificación y estado de conservación	175
6.3.2. Componentes principales.....	179
6.3.3. Tipologías	180
6.3.4. Medidas y capacidades	187
6.3.5. Orientaciones y pendientes	190
6.3.6. Relación con otras estructuras hidráulicas.....	191
6.4. Piscinas.....	195
6.4.1. Identificación y estado de conservación	195
6.4.2. Descripción de las estructuras	197
6.4.3. Medidas y capacidades	200
6.4.4. Orientaciones	200
6.4.5. Técnicas constructivas	200
6.5. Canales	201
6.5.1. Identificación y estado de conservación	201
6.5.2. Medidas y capacidades	206
6.5.3. Técnicas constructivas	209
6.5.4. Orientaciones y pendientes	218
6.5.5. Conexiones con otras estructuras hidráulicas.....	219
6.5.6. Tipologías según la función de los canales	220
6.6. Represas	224
6.6.1. Identificación y estado de conservación	224
6.6.2. Medidas, capacidades y técnicas constructivas	225

6.7. Posibles estructuras hidráulicas indeterminadas	226
6.7.1. Identificación y estado de conservación	226
6.7.2. Medidas, capacidades y orientaciones	228
6.7.3. Técnicas constructivas	229
6.8. Conclusiones	229
Capítulo 7. Análisis espacial de las estructuras hidráulicas de Sela	233
7.1. Distribución de estructuras hidráulicas por áreas	235
7.2. Distribución de las estructuras hidráulicas por sectores: relación con otras estructuras hidráulicas y arquitectónicas	238
7.3. Distribución de las estructuras hidráulicas por tipos y subtipos	255
7.4. Red hidráulica: propuesta de reconstrucción	261
7.4.1. Relaciones directas	261
7.4.2. Relaciones indirectas	265
Capítulo 8. Los morteros de cal: análisis petrográfico y mineralógico	267
8.1. Análisis petrográfico	269
8.2. Análisis mineralógico	289
8.3. Resultados principales	292
PARTE III. MARCO COMPARATIVO	295
Capítulo 9. Evidencia arqueológica de las estructuras hidráulicas en el sur de la Transjordania	297
9.1. Asentamientos prospectados: los proyectos WHS, SGNAS, TBAS, SAAS y ARNAS	299
9.1.1. <i>The Wadi al-Hasa Archaeological Survey (WHS)</i>	302
9.1.2. <i>The Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey (SGNAS)</i>	305
9.1.3. <i>The Tafila-Busayra Archaeological Survey (TBAS)</i>	307
9.1.4. <i>The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey, Southern Jordan (ARNAS)</i>	312
9.1.5. <i>The Shammakh to Ayl Archaeological Survey (SAAS)</i>	316
9.2. Yacimientos seleccionados: <i>mountain strongholds</i>	320
9.2.1. Umm al-Biyara	322
9.2.2. Ba'ja III	323
9.2.3. Jabal al-Qseir	326
9.2.4. Umm al'Ala (as-Sadah)	327
9.2.5. Kutle II	327

9.2.6. Jabal al-Khubtha	328
9.2.7. Sheikh er-Rish	329
9.2.8. Qurayyat al-Mansur	330
9.3. Conclusiones	330
PARTE IV. DISCUSIÓN	333
Capítulo 10. Perspectivas hidrológicas, hidrotécnicas, sociales, políticas, económicas y simbólicas en torno al agua	335
10.1. Perspectiva hidrológica	337
10.1.1. Disponibilidad de recursos hídricos	337
10.1.2. Factores climáticos, hidrogeológicos y topográficos	339
10.2. La tecnología del agua en Sela	343
10.2.1. Estrategias, técnicas y dispositivos de abastecimiento del agua en Sela	344
10.2.2. Técnicas y métodos constructivos	360
10.2.3. Marco temporal de las estructuras hidráulicas de Sela	376
10.3. Organización sociopolítica en torno a la gestión del agua en Sela	382
10.3.1. Modelos de organización social en torno al agua en Sela	383
10.3.2. Organización social para la construcción y mantenimiento de las instalaciones hidráulicas	385
10.3.3. Complejidad sociopolítica y jerarquización en torno al agua	386
10.4. Impacto económico del agua en Sela	389
10.4.1. Espacios y usos del agua en Sela a partir de las instalaciones hidráulicas	390
10.4.2. Uso comunal y doméstico del agua en Sela	394
10.5. Estructuras de agua y arqueología del poder en la región	395
10.5.1. Sela y los hábitats fortificados de montaña/altura (<i>mountain strongholds</i>)	397
10.5.2. Sela en la encrucijada: focos de articulación políticos y económicos en la región	400
10.5.3. Hipótesis en torno al modelo de ocupación y el papel del agua en Sela	403
10.6. Valor simbólico del agua	409
10.7. Conclusiones	412
PARTE V. CONCLUSIONES	415

BIBLIOGRAFÍA	427
ANEXOS	495
Anexo A. Datos topográficos de las estructuras hidráulicas de Sela	497
Anexo B. Datos descriptivos de las estructuras hidráulicas de Sela	503
Anexo C. Datos sobre la caracterización petrográfica y mineralógica de los morteros de Sela	535
Anexo D. Datos sobre las estructuras hidráulicas de los asentamientos prospectados en el sur de la Transjordania.....	557

Índice de abreviaturas

Las abreviaturas utilizadas se basan en el formato abreviado para citar revistas y títulos de series de la *American Journal of Archaeology* (AJA) y en la abreviatura estándar proporcionada por el *Academic Accelerator* (*Journal Abbreviation Database*, ISO4). Las abreviaturas adicionales utilizadas en las referencias bibliográficas que no corresponden a revistas ni títulos de series están marcadas con un * y no tienen un formato en cursiva.

Abreviaturas bibliográficas

<i>AASOR</i>	Annual of the American Schools of Oriental Research
<i>AAPG Bulletin</i>	<i>American Association of Petroleum Geologists Bulletin</i>
<i>ADAJ</i>	Annual of the Department of Antiquities of Jordan
<i>Agric. Water Manag.</i>	Agricultural Water Management
<i>Altertum</i>	Das Altertum
<i>ANES</i>	Ancient Near Eastern Studies
<i>Ann. hist. sci. soc.</i>	Annales, Histoire, Sciences Sociales
<i>Antiquity</i>	Antiquity: A Quarterly Review of Archaeology
<i>AntOr</i>	Antiguo Oriente
<i>AOAT</i>	Alter Orient und Altes Testament
<i>Appl Geogr</i>	Applied Geography
<i>ARAM</i>	ARAM Periodical
<i>Archaeology</i>	Archaeology Magazine
*ASOR	American Schools of Oriental Research
<i>AASOR</i>	Annual of the American Schools of Oriental Research
*ASTM	American Society for Testing and Materials
<i>ATLAL</i>	Atlal: Journal of Saudi Arabian Archaeology
<i>BABesch Supplements</i>	Bulletin antieke beschaving: Annual Papers on Mediterranean Archaeology
<i>BaF</i>	Baghdader Forschungen
*BAH	Bibliothèque archéologique et historique
<i>BaM</i>	Baghdader Mitteilungen
<i>BAR</i>	British Archaeological Reports, International Series
<i>BASOR</i>	Bulletin of the American Schools of Oriental Research
<i>BCBRL</i>	Bulletin of the Council for British Research in the Levant

<i>BiblArch</i>	The Biblical Archaeologist
<i>CAJ</i>	Cambridge Archaeological Journal
*CAS	Centre for Advanced Study
<i>Cathedra</i>	Cathedra: For the History of Eretz Israel and Its Yishuv
*CBRL	Council for British Research in the Levant
*DWhG	Deutsche Wasserhistorischen Gesellschaft
<i>EchCl</i>	Echos du monde classique: Classical views
*EMU	European Mineralogical Union
<i>Environ. Earth Sci.</i>	Environmental Earth Sciences
<i>ETopoi. J. Ancient Stud.</i>	Etopoi Journal of Ancient Studies
<i>Food and Foodways</i>	Food and Foodways: Explorations in the History and Culture of Human Nourishment
<i>Hortic Rev</i>	Horticultural Reviews
<i>IBS</i>	Irish Biblical Studies
*ICARDA	International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas
*Ifpo	Institut Français du Proche-Orient
<i>ILN</i>	The Illustrated London News
<i>Int. J. Archit. Heritage</i>	International Journal of Architectural Heritage
<i>Isr. J. Earth Sci.</i>	Israel Journal of Earth Sciences
*IWA	International Water Association
<i>J. Arch. & Anthropol.</i>	Journal of Archaeology and Anthropology
<i>J. Archaeol. Sci.</i>	Journal of Archaeological Science
<i>J. Archaeol. Sci. Rep.</i>	Journal of Archaeological Science: Reports
<i>J. Arid. Environ.</i>	Journal of Arid Environments
<i>J. Hist. Geogr.</i>	Journal of Historical Geography
<i>J. Nat. Sci. Res.</i>	Journal of Natural Sciences Research
<i>JAES</i>	Journal of Applied Engineering Sciences
<i>JESHO</i>	Journal of the Economic and Social History of the Orient
<i>JJCE</i>	Jordan Journal of Civil Engineering
<i>JJHA</i>	Jordan Journal for History and Archaeology of Jordan
<i>JMA</i>	Journal of Mediterranean Archaeology
<i>JNES</i>	Journal of Near Eastern Studies
<i>JSAS</i>	Journal of the Serbian Archaeological Society (Glasnik Srpskog arheoloskog drustva)

<i>JSOTSup</i>	Journal for the Study of the Old Testament. Supplement series
<i>Levant</i>	Levant: Journal of the British School of Archaeology in Jerusalem and the British Institute at Amman for Archaeology and History
<i>MERA Forum</i>	MERA Forum: Forum for Middle East Research in Anthropology
<i>NEA</i>	Near Eastern Archaeology
*NIAS	Nordic Institute of Asian Studies
<i>OJA</i>	Oxford Journal of Archaeology
<i>PAPS</i>	Proceedings of the American Philosophical Society
<i>PEQ</i>	Palestine Exploration Quarterly
<i>Period. di Mineral.</i>	Periodico di Mineralogia
<i>Phil. Trans. R. Soc. A.</i>	Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences
<i>Procedia Chem.</i>	Procedia Chemistry
<i>QDAP</i>	Quarterly of the Department of Antiquities in Palestine
<i>QuaGeo</i>	Quaestiones Geographicae
<i>Quat. Res.</i>	Quaternary Research
<i>RBibl</i>	Revue biblique
<i>RO</i>	Rocznik Orientalistyczny - Yearbook of Oriental Studies
*SAR	School of American Research
<i>Sci. Am.</i>	Scientific American
<i>SHAJ</i>	Studies in the History and Archaeology of Jordan
*STP	Special Technical Publication
<i>Strata: BAIAS</i>	Strata: The Bulletin of the Anglo-Israel Archaeological Society
<i>Stud Conserv</i>	Studies in Conservation
<i>Syria</i>	Syria. Revue d'art orientale et d'archéologie
<i>TelAviv</i>	Tel Aviv: Journal of the Tel Aviv University, Institute of Archaeology
<i>TPR</i>	The Town Planning Review
*VML	Verlag Marie Leidorf
*WANEM	Worlds of the Ancient Near East and Mediterranean
<i>Water Hist</i>	Water History
<i>Water Sci. Technol.</i> <i>Water</i>	Water Sciences and Technology: Water Supply

<i>WIREs Water</i>	Wiley Interdisciplinary Reviews: Water
<i>WorldArch</i>	World Archaeology
<i>WWAC</i>	Water and Wastewater in Ancient Civilizations
<i>YNER</i>	Yale Near Eastern Researches
<i>ZDPV</i>	Zeitschrift des Deutschen Palästina-Vereins

Abreviaturas generales

acep.	Acepción
Am.	América
aprox.	Aproximadamente
ACOR	<i>The American Center of Oriental Research</i>
APAAME	<i>Aerial Photographic Archive for Archaeology in the Middle East</i>
ARNAS	<i>The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey</i>
b.n.m.	Bajo el nivel del mar
ca.	<i>Circa</i>
cf.	<i>Confer</i>
cm	Centímetro
com.	Comentario
constr.	Construcción
d	Diámetro
dcha.	Derecha
DEI	Diccionario Español de Ingeniería de la Real Academia de Ingeniería
DLE	Diccionario de la lengua española
E	Este
f.	Femenino
fig.	Figura
fr.	Francés
IGH	<i>International Glossary of Hydrology</i>
indet.	Indeterminado/a
izq.	Izquierda
Kh.	<i>Khirbet</i>
km	Kilómetros
L2HE	<i>Lowlands to Highlands of Edom Project</i>

lat.	Latín
m	Metro
m.	Masculino
máx.	Máximo
N	Norte
NE	Noreste
NW	Noroeste
OMM	Organización Meteorológica Mundial
prob.	Probablemente
RAE	Real Academia Española
RIA	<i>Reallexikon der Assyriologie und Vorderasiatischen Archäologie</i>
s.	Siglo (plural, ss.)
S	Sur
s.n.m.	Sobre el nivel del mar
SAAS	<i>The Shammakh to Ayl Archaeological Survey</i>
SE	Sureste
SGNAS	<i>Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey</i>
SJIAP	<i>The South Jordan Iron Age Survey and Excavation Project</i>
SW	Suroeste
TBAS	<i>The Tafila-Busayra Archaeological Survey</i>
TLL	<i>Thesaurus Linguae Latinae</i>
trad.	Traducción
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
W	Oeste
WHS	<i>Wadi al-Hasa Archaeological Survey</i>

Abreviaturas de los periodos cronológicos

B	Edad del Bronce
Byz	Periodo bizantino
Chal	Calcolítico
CPL	<i>Ceramic period lithics</i>

EB	Bronce Inicial
EIsl	Islámico Inicial
EPL	Epipaleolítico
ERom	Periodo romano Inicial
Hell	Periodo helenístico
IA	Edad del Hierro
Isl	Periodo islámico
LB	Bronce Final
LIsl	Islámico Final
LPL	Paleolítico Inferior
LRom	Periodo romano Final
MB	Bronce Medio
MIsl	Islámico Medio
Mod	Moderno
MPL	Paleolítico Medio
Nab	Periodo nabateo
NL	Neolítico
Per	Periodo persa
PL	Paleolítico
Rom	Periodo romano
Ud	Indeterminado
UPL	Paleolítico Superior

Índice de figuras

Figura 2.1. Mapa de Jordania con la representación de sus cinco unidades morfológicas.	32
Figura 2.2. Las cuatro regiones fitogeográficas principales de Jordania.....	33
Figura 2.3. Condiciones climáticas en el sur del Levante del Bronce al periodo romano.	37
Figura 2.4. Distribución de la precipitación en las diferentes regiones de Jordania.	38
Figura 2.5. Suelos de Jordania.....	40
Figura 2.6. Sistemas y propuestas cronológicas para el periodo del Hierro en Jordania.	45
Figura 3.1. Clasificación de los sistemas de captación de agua mencionados.	67
Figura 3.2. Principales dispositivos y técnicas de captación de agua descritas.....	68
Figura 4.1. Ficha arqueológica de análisis de las estructuras hidráulicas de Sela.....	75
Figura 4.2. El topógrafo del proyecto realizando las mediciones.	76
Figura 4.3. Documentación de la estructura hidráulica en contexto estratigráfico del área F.	77
Figura 4.4. Proceso de extracción de las muestras de las cisternas D01 (izq.) y D09 (dcha.).	77
Figura 4.5. Diferentes perspectivas del modelo tridimensional realizado en el depósito de sedimentación D28, el canal C29 y la cisterna D30.....	81
Figura 4.6. Proceso de secado de las muestras tras su lavado (izq.). Fracturación de una de las muestras mediante sierra (dcha.).	84
Figura 4.7. Dos muestras de morteros seleccionadas tras el corte de una de sus caras antes de adherirlas al portamuestras (izq.). Aplicación del poliepóxido en una de las muestras (dcha.).	85
Figura 4.8. Preparación de la prensa calentadora BROT 1.04.02 para colocar el prisma adherido al portamuestras de cristal para su secado (izq.). Detalle de dos muestras durante el proceso de curado (dcha.).....	85
Figura 4.9. Imagen del disco (izq.) y de la desbastadora de diamante (dcha.) durante el proceso de corte y pulido del prisma.	86
Figura 4.10. Muestra SL'16.H1.UM3.1 (a la izq.) tras la adhesión del portamuestras en la prensa calentadora.	87
Figura 4.11. Fotografía de la muestra SL'16.H1.UM3.1 antes del pulido final (izq.) y escaneado de la lámina delgada finalizada (dcha.).	87
Figura 5.1. Mapa de la ubicación de Sela.	94
Figura 5.2. Ubicación de Sela en relación con los <i>wadis</i> circundantes y el pueblo actual de Sela.	96
Figura 5.3. Cono utilizado como cisterna. Foto realizada por Peake Pasha.....	102
Figura 5.4. Ayudante de Nelson Glueck en la H2.	103
Figura 5.5. Las instalaciones hidráulicas halladas en la estructura H2 fotografiadas en 2016.	104
Figura 5.6. “ <i>Siq</i> ” de Sela (izq.). Foto realizada por Peake Pasha. Canal C17 fotografiado en 2016 (dcha.).....	104
Figura 5.7. Represa de Sela según Glueck (izq.) y represa documentada en 2018 (dcha.).	105
Figura 5.8. Estructuras hidráulicas de la H2 tras una de las visitas de Lindner.	107
Figura 5.9. a-c) Canales de agua para abastecer las cisternas fotografiados en 1980. b) Cisterna tallada en la roca ubicada antes del ascenso al	

promontorio fotografiada en 1980.	108
Figura 5.10. a) Cisterna D33 fotografiada en 1980. b) La misma cisterna desde otra perspectiva tomada en 2016.....	108
Figura 5.11. a) Cisterna D63. b) La misma cisterna fotografiada en 2016.	109
Figura 5.12. a) Cisterna D16 fotografiada en 1980. b) La misma cisterna fotografiada desde otra perspectiva en 2016.....	109
Figura 5.13. a) Cisterna D55 junto al depósito de sedimentación D112 y los canales C56 y C113 fotografiada en 1980. b) Las mismas estructuras de agua desde otra perspectiva realizada en 2016.	109
Figura 5.14. a-c) Fotografías de la cisterna D06 y su canal C07 y de la estructura D107, respectivamente, tomadas en 2016. b) Fotografía publicada por Raz <i>et al.</i> , donde en los recuadros se observan, a la izquierda, las estructuras de la figura (a) y, a la derecha, las estructuras de la figura (b).	110
Figura 5.15. Croquis de las diferentes áreas del yacimiento.	112
Figura 5.16. Vista del área F desde un montículo ubicado al norte del área G.	114
Figura 6.1. Representación gráfica del porcentaje del número total de estructuras hidráulicas documentadas y del tipo de depósitos.....	123
Figura 6.2. Cisterna D30 donde en el recuadro se indica la pared que ha desaparecido.	124
Figura 6.3. Tipos de rellenos identificados que colmatan las cisternas. De izq. a dcha.: a) agua en las cisternas D51 y D78; b) acumulación de rocas en las cisternas D99 y D36; c) vegetación en las cisternas D91 y D24 y d) basura en las cisternas D59 y D16.	125
Figura 6.4. Cisterna D16, donde en un recuadro se indica el área con una capa ennegrecida por un episodio de combustión.....	126
Figura 6.5. Cisterna D52 con presencia de rocas, vegetación y deshechos de plástico.	127
Figura 6.6. Vista de la acumulación de sedimento frente a la cisterna D09.....	127
Figura 6.7. Cisterna D15 cubierta por piedras durante la prospección de N. Glueck (izq.). Cisterna D15 durante nuestra prospección en 2016 (dcha.).....	128
Figura 6.8. Ejemplos de cada característica descrita: a) cisternas D05 y D68; b) cisterna D43; c) cisterna D59 y d) cisterna D40.....	130
Figura 6.9. Ilustración de las partes principales de una cisterna excavada en la roca. .	130
Figura 6.10. Ejemplos de cisternas con acceso: cisterna D09 (izq.) y cisterna D23 (dcha.).....	131
Figura 6.11. Cisternas tipo 1a.....	134
Figura 6.12. Cisternas tipo 1b.....	135
Figura 6.13. Cisterna tipo 1c (D33).....	136
Figura 6.14. Cisternas tipo 1d.....	137
Figura 6.15. Cisternas tipo 1e.....	138
Figura 6.16. Cisternas tipo 1 indeterminado.	139
Figura 6.17. Cisterna D13.	140
Figura 6.18. Entradas (izq.) y bocas (dcha.) de las cisternas tipo 2a.....	141
Figura 6.19. Entrada con pasillo de la cisterna tipo 2b (izq.). En el recuadro se indican los tres escalones que dan acceso a la cámara de almacenamiento (dcha.).	142
Figura 6.20. Cisternas tipo 3a.....	144
Figura 6.21. Cisternas tipo 3b.....	145
Figura 6.22. Cisternas tipo 3c.....	145

Figura 6.23. Cisternas tipo 3 indeterminadas.	146
Figura 6.24. Cisternas tipo 4a.	147
Figura 6.25. Cisternas tipo 4b.	148
Figura 6.26. Representación gráfica del porcentaje de las formas de las bocas de las cisternas de Sela.	149
Figura 6.27. Perfiles típicos de las cisternas excavadas en la roca según Keilholz.	149
Figura 6.28. Propuesta de las formas de las cisternas según la presencia o no de cuello y las dimensiones de la cámara de almacenamiento respecto la boca de la cisterna.	151
Figura 6.29. Propuesta de las formas de las cisternas de Sela.	151
Figura 6.30. Representación porcentual de las formas propuestas de las cisternas de Sela.	152
Figura 6.31. Croquis en planta del acceso a una cisterna tipo 2 (izq.). Fotografía de la cisterna D23 indicando las mediciones tomadas (dcha.).	153
Figura 6.32. Dibujos de las medidas tomadas dependiendo de la forma de la boca de las cisternas (arriba). Cisternas D44, D34 y D10 (abajo de izq. a dcha.). .	154
Figura 6.33. Ejemplo de las medidas tomadas en las cisternas que están parcialmente excavadas en una superficie plana y en el interior de una pared vertical. .	155
Figura 6.34. Ejemplo de las medidas tomadas para calcular la profundidad hasta la colmatación de las cisternas.	155
Figura 6.35. Representación gráfica de los ejes mayores y menores de las bocas de las cisternas según la tipología propuesta en este trabajo.	156
Figura 6.36. Representación gráfica de la profundidad (en m) hasta la cota de colmatación de las cisternas de Sela.	157
Figura 6.37. Medidas tomadas para calcular el volumen de una cisterna con una forma propuesta cilíndrica.	158
Figura 6.38. Medidas tomadas para calcular el volumen de una cisterna propuesta en este trabajo con una forma de botella o de botella cilíndrica.	159
Figura 6.39. Medidas tomadas para calcular el volumen de una cisterna propuesta como piriforme.	160
Figura 6.40. Volumen estimado de los tres tipos de cisternas en litros (L).	161
Figura 6.41. Cisterna D05 (izq.) y cisterna D68 (dcha.).	162
Figura 6.42. Posibles cisternas D86 y D103.	162
Figura 6.43. Cisterna D40 (arriba) y cisterna D38 (abajo).	163
Figura 6.44. Cisterna D16 (arriba) y cisterna D09 (abajo).	165
Figura 6.45. Cisterna D16 (arriba) y cisterna D09 (abajo), donde mediante un recuadro se indica la ubicación y el número de oquedades mencionadas.	166
Figura 6.46. Detalle de la “cúpula” de la cisterna D16 con los dos agujeros situados a ambos lados de esta estructura.	166
Figura 6.47. Cisterna D22, donde se indican los agujeros a ambos lados de la abertura (1) y otro rebaje indeterminado en su lado oeste (2).	167
Figura 6.48. Cisterna D63.	167
Figura 6.49. Cisterna D09 con los cuatro elementos marcados (1-4).	168
Figura 6.50. Recuadro que muestra el rebaje situado sobre la cisterna D02 (izq.) y detalle del mismo (dcha.).	168
Figura 6.51. Recuadro que muestra los dos agujeros de la cisterna D36.	169
Figura 6.52. Recuadro que muestra los tres agujeros de la cisterna D37 (arriba) y detalle del mismo (abajo).	169
Figura 6.53. Recuadro que muestra los dos agujeros de la cisterna D52.	170
Figura 6.54. Cisternas documentadas con agujeros u hoyos excavados cerca de las	

bocas de las cisternas.	171
Figura 6.55. Recuadro que indica la abertura lateral de la cisterna D02 (izq.) y detalle de la abertura (dcha.).	171
Figura 6.56. Representación gráfica de cisternas con presencia y ausencia de morteros de cal.	172
Figura 6.57. Cisternas D73 (izq.) y D78 (dcha.), las cuales presentan evidencias de mortero de cal en el cuello.	172
Figura 6.58. Reservorio D21.	173
Figura 6.59. Estado de conservación del reservorio D21.	174
Figura 6.60. En el recuadro, negativos de la pared este del reservorio D21.	175
Figura 6.61. Depósito de sedimentación D111 identificado y fotografiado por el equipo de Lindner (izq.) y el mismo depósito fotografiado en 2016 (dcha.)..	176
Figura 6.62. Depósito de sedimentación D31 identificado y fotografiado por el equipo de Lindner (izq.) y el mismo depósito fotografiado en 2016 (dcha.).	176
Figura 6.63. Depósito de sedimentación D112 identificado y fotografiado por el equipo de Lindner (izq.) y el mismo depósito fotografiado en 2016 (dcha.).	177
Figura 6.64. Diferentes estados de conservación de los depósitos de sedimentación: a) D28; b) D112; c) D70 y d) D136.	178
Figura 6.65. Vista norte del del depósito de sedimentación D28, donde se indica el rebaje en la arenisca en su lateral derecho (izq.). Vista oeste del mismo (dcha.).	179
Figura 6.66. Dibujo en sección de un depósito de sedimentación.	179
Figura 6.67. Depósito de sedimentación D111 con sus respectivos canales de entrada y de salida del agua. Vista oeste.	181
Figura 6.68. Vista norte del depósito D111, donde se indica dentro del recuadro la abertura o agujero.	182
Figura 6.69. Canales de entrada y de salida del depósito de sedimentación D112.	182
Figura 6.70. Canales de entrada y de salida del depósito de sedimentación D70.	183
Figura 6.71. Representación de la planta del depósito de sedimentación D28, tipo 2a (izq.) y fotografía del depósito (dcha.).	184
Figura 6.72. Indicación de la ubicación de la abertura del depósito de sedimentación D28 (izq.) y detalle de la abertura (dcha.).	184
Figura 6.73. Representación de la planta del depósito de sedimentación D31, tipo 2b (izq.) y fotografía del depósito (dcha.).	185
Figura 6.74. Canal de salida y posible área de captación del agua del depósito de sedimentación D128.	185
Figura 6.75. Elevación del depósito de sedimentación D28.	186
Figura 6.76. Depósitos de sedimentación D124 y D126.	187
Figura 6.77. Depósitos de sedimentación D72 y D136.	187
Figura 6.78. Ejemplo de las mediciones tomadas en el depósito de sedimentación D28.	188
Figura 6.79. Representación gráfica de los depósitos de sedimentación según sus longitudes y anchuras.	189
Figura 6.80. Capacidad estimada de los depósitos de sedimentación.	190
Figura 6.81. Depósito de sedimentación D31 que conecta con las cisternas D33 y D34 a través del canal C32.	192
Figura 6.82. Depósito de sedimentación D28 que conecta con la cisterna D30 a través del canal C29.	192

Figura 6.83. En la parte superior derecha, depósito de sedimentación D70 que conecta con la cisterna D16 a través del canal C69.	193
Figura 6.84. Depósito de sedimentación D111 que conecta con la cisterna D15 a través del canal C135. El depósito se alimenta por el canal C14 y conecta con el canal C131.....	193
Figura 6.85. Depósito de sedimentación D112 que conecta con la cisterna D55 a través del canal C113. El canal C56 conduce el agua a este depósito.....	194
Figura 6.86. Posible depósito de sedimentación D126 con todas sus conexiones.	194
Figura 6.87. Depósito de sedimentación D128 que conecta con la cisterna D49 a través del canal C129.....	194
Figura 6.88. Diferentes plataformas documentadas por Lindner.	196
Figura 6.89. Diferentes plataformas documentadas por el equipo de Kołodziejczyk. .	196
Figura 6.90. Colmatación de las diferentes piscinas documentadas.....	197
Figura 6.91. Diferentes plataformas asociadas a la piscina D61.....	198
Figura 6.92. Piscina D60.	198
Figura 6.93. Piscina D65.	199
Figura 6.94. Piscina D62.	199
Figura 6.95. Piscina D65 donde puede apreciar su esquina NE redondeada.....	201
Figura 6.96. Ejemplos del canal C11 (izq.) y del canal C06 (dcha.), donde se pueden observar las diferentes características para identificar los canales.	202
Figura 6.97. Representación gráfica del porcentaje de canales de Sela según su estado de conservación.	203
Figura 6.98. Representación gráfica del porcentaje de canales de Sela según el tipo de colmatación.	203
Figura 6.99. Tramos del canal C56 identificados.....	204
Figura 6.100. Canal C04 (arriba), el cual presenta ambas secciones en la conexión con la cisterna muy erosionadas y, canal C08 (abajo), el cual presenta solamente una sección.	205
Figura 6.101. Representación gráfica del porcentaje de los canales de Sela según los diferentes tipos de erosión identificados.	206
Figura 6.102. Mediciones realizadas en el canal C84 (arriba) y en los canales C56 y C113 (abajo)..	207
Figura 6.103. Representación gráfica de la longitud mínima de los canales.....	208
Figura 6.104. Representación gráfica de la anchura de los canales según rangos de 10 cm	209
Figura 6.105. Canal C39 excavado a través de las fisuras de la roca (izq.) y canal C56 excavado directamente en la roca (dcha.).....	209
Figura 6.106. Cisterna D13 con sus cuatro canales.....	210
Figura 6.107. Cisterna D13 y el canal C119 (a la izq.) y detalle del canal C119 (a la dcha.).	210
Figura 6.108. Canal C14.....	211
Figura 6.109. Extensión del canal C11 documentado (izq.); detalle de las marcas para insertar las losas que lo cubrían (arriba a la dcha.) y detalle de la sección del canal (abajo a la izq.).	211
Figura 6.110. Canal C32.....	212
Figura 6.111. Fotografía del canal C48, donde se indican los grados de la forma del ángulo de su sección.	212
Figura 6.112. Ejemplos de secciones en forma de ángulo de 100-110° de los canales C39 (arriba y abajo a la dcha.) y C94 (arriba y abajo a la izq.).....	213
Figura 6.113. Secciones de los canales de Sela.....	214

Figura 6.114. Canal C50, el cual presenta secciones rectangulares y angulares en sus diferentes tramos documentados.....	215
Figura 6.115. Mortero de cal del canal C17.	216
Figura 6.116. Restos de mortero de cal conservados en el extremo que conecta el canal C54 con la cisterna D52.	217
Figura 6.117. Canal C119 en su conexión con la cisterna D13.	217
Figura 6.118. Representación gráfica porcentual del gradiente de la pendiente de los canales.....	219
Figura 6.119. Representación gráfica del porcentaje de canales de Sela según su tipología.	221
Figura 6.120. Representación gráfica del número de canales según su tipo y subtipo.	224
Figura 6.121. Muro de la represa ubicada en el Wadi Hirsh (izq.) y detalle del mismo (dcha.)..	225
Figura 6.122. Detalle del muro de la represa M130.	225
Figura 6.123. Estructura D127, donde se indica la pendiente del canal C92.	226
Figura 6.124. Estado de conservación de la estructura D107.....	227
Figura 6.125. Estado de conservación de la estructura D115.....	228
Figura 7.1. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas por áreas.	236
Figura 7.2. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área D.....	241
Figura 7.3. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área E.	242
Figura 7.4. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área F.	244
Figura 7.5. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área G.....	246
Figura 7.6. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área H.....	248
Figura 7.7. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área I.	250
Figura 7.8. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área K.....	252
Figura 7.9. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área L.	254
Figura 7.10. Representación gráfica de las diferentes estructuras hidráulicas por áreas.	255
Figura 7.11. Distribución espacial de las cisternas clasificadas según su ubicación....	256
Figura 7.12. Distribución de las cisternas según la propuesta de su forma.	258
Figura 7.13. Distribución de los canales de Sela.	259
Figura 7.14. Distribución de los canales de Sela según su función.	260
Figura 7.15. Conexiones directas del área I.....	264
Figura 7.16. Conexiones directas e indirectas del área F.	266
Figura 7.17. Reconstrucción hipotética del sistema hidráulico del área F en 3D: 1) canal C12; 2) depósito de sedimentación D11 y 3) canal C104.	267
Figura 8.1. Ubicación (círculo azul) de la parte de la cisterna de donde se extrajeron las muestras.....	271
Figura 8.2. Estructura D115 dentro del contexto general de la H1 (arriba) y detalle de la estructura (abajo).	272
Figura 8.3. Detalle de la estructura D115 con las dos capas de morteros de donde se extrajeron las muestras SL16.H1.UM3.1 y SL16.H1.UM3.2.	273
Figura 8.4. Ubicación (círculo azul) de donde se extrajo la muestra de la estructura D107.	273
Figura 8.5. Aspecto macroscópico de todas las muestras seleccionadas.....	275
Figura 8.6. Muestras de mano de los morteros identificados como tipo 1 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.	277
Figura 8.7. Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante de las muestras tipo 1 (izq.: PPL y dcha.: XPL). a) SL'16.H1.UM3.1; b) SL'16.H1.UM3.498;	

	c) SL'16.H1.UM3.2; d) SL'16.D01.4 y e) SL'16.D13.1.....	278
Figura 8.8.	Fotografías mediante MPL de los agregados más destacados de las muestras tipo 1. a) Cuarzo detrítico de SL'16.H1.UM3.1 (izq. XPL y dcha. PPL); b) calcita micrítica-microesparítica de SL'16.2.498 (arriba PPL y abajo XPL); c) óxidos de hierro de SL'16.D13.1 (arriba PPL y abajo XPL); d) sílex termoalterado (PPL) de SL'16.D01.4; e) resto de vegetal (PPL) de SL'16.D01.4; f-g-h) resto de cerámica de SL'16.H1.UM3.1 (XPL), SL'16.H1.UM3.2 (PPL) y SL'16.H1.2.498 (PPL), respectivamente; i) ceniza de SL'16.H1.UM3.3 (izq. XPL y dcha. PPL).	279
Figura 8.9.	Muestras de mano de los morteros identificados como tipo 2 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.	280
Figura 8.10.	Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante de las muestras tipo 2. a) SL'16.D05.7 (PPL); b) SL'16.D09.6 (XPL); c) SL'16.D03.5 (PPL) y d) SL'16.D16.2 (PPL).	281
Figura 8.11.	a) Calcita micrítica-microesparítica de SL'16.D05.7 (XPL); b) calcita esparítica de SL'16.D16.2 (XPL); c-d) posible agregado vegetal remplazado por calcita microesparítica y resto vegetal, respectivamente, de SL'16.D05.7 (PPL); e) yeso secundario de SL'16.D05.7 (PPL); f) calcita micrítica-microesparítica de SL'16.D03.5 (PPL); g) fragmento de cerámica de SL'16.D03.5 (PPL) y h) cristales de yeso y cuarzo detrítico de SL'16.D09.6 (XPL).	282
Figura 8.12.	Muestras de mano de los morteros identificados como tipo 3 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.	284
Figura 8.13.	Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante de las muestras tipo 3. a) SL'16.D57.10 (XP); b) SL'16.D22.68 (XP); c) SL'16.D63.3 (PPL); d) SL'16.D38.9 (PPL) y e) SL'16.D59.11 (izq. PPL y dcha. XPL).	285
Figura 8.14.	a) Cuarzo detrítico de SL'16.D57.10; b) cuarzo detrítico y ceniza con un posible resto cerámico de SL'16.D63.3; c-d) cenizas y hematites masiva, respectivamente, de SL'16.D22.8 (XPL); e) yeso de SL'16.D57.10 (PPL); f) yeso subeuédrico y lenticular de SL'16.D59.11 (XPL); g) fitolito remplazado o posible microresto vegetal (XPL); h) restos vegetales de SL'16.38.9 (PPL); i) fango micrítico de SL'16.D59.11 (XPL) y j) agregado de roca con textura biocrítica (XPL).	286
Figura 8.15.	Muestra de mano del mortero identificado como tipo 4 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.	287
Figura 8.16.	Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante y los agregados más destacados de la muestra SL'16.H1.6.169, definida como tipo 4 (PPL). a) Cuarzo detrítico y fango micrítico; b) matriz/aglutinante compuesta de calcita microesparítica con un posible yeso como agregado; c) posible fitolito/diatomea y resto vegetal y d) carbón.	288
Figura 8.17.	Muestra de mano del mortero identificado como tipo 5 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.	288
Figura 8.18.	Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante y los agregados más destacados de la muestra SL'16.D107.13, definida como tipo 5. a) Matriz/aglutinante compuesta de calcita micrítica (PPL); b-c) posible ceniza y esta junto a hematites masiva, respectivamente, como agregados (PPL) y d) fragmento de feldespatoide.	289
Figura 8.19.	Difractogramas de las muestras SL'16.H1.UM3.1, tipo 1 (izq.), y de la muestra SL'16.D05.7, tipo 2.....	291

Figura 9.1. Territorios que cubren los proyectos <i>The Wadi al-Hasa Archaeological Survey</i> (WHS), <i>The Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey</i> (SGNAS), <i>The Tafila-Busayra Archaeological Survey</i> (TBAS), <i>The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey</i> (ARNAS) y <i>The Shammakh to Ayl Archaeological Survey</i> (SAAS).....	299
Figura 9.2. Mapa de distribución de todos los yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por los proyectos ARNAS, SAAS, SGNAS, TBAS y WHS.	301
Figura 9.3. Representación gráfica del número de estructuras hidráulicas según su tipología documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto WHS.	302
Figura 9.4. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto WHS.	305
Figura 9.5. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto SGNAS, según su tipología.	306
Figura 9.6. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto SGNAS.	306
Figura 9.7. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto TBAS, según su tipología.	308
Figura 9.8. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto TBAS.	311
Figura 9.9. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto ARNAS, según su tipología.	312
Figura 9.10. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto ARNAS.....	315
Figura 9.11. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto SAAS, según su tipología.	316
Figura 9.12. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto SAAS.	319
Figura 9.13. Mapa de ubicación de los diferentes <i>mountain strongholds</i> seleccionados.	321
Figura 9.14. Una de las cisternas de Umm al-Biyara.	323
Figura 9.15. Fotografía de Lindner del sistema de canales (izq.) y de una cisterna (dcha.) en la cumbre de Ba'ja III.	324
Figura 9.16. Una de las cisternas halladas en Ba'ja III.	325
Figura 9.17. Una de las cisternas de Kutle II.	328
Figura 9.18. Cisterna excavada en un pequeño montículo en la parte superior de Sheik er-Rish.....	329
Figura 10.1. Distribución de la precipitación en la estación de at-Tafila (mm / año) desde 1938 al 2007.	340
Figura 10.2. Canal excavado en la roca ubicado al suroeste de la estructura ST 26 de Umm al-Biyara (izq.) y canal C50 de Sela (dcha.).....	344
Figura 10.3. Resumen de las estrategias y técnicas de abastecimiento de las fuentes de agua disponibles en Sela y sus principales dispositivos.	345
Figura 10.4. Área de captación de la cisterna D99 (dcha.) y de la piscina D61.....	346
Figura 10.5. Cisternas D75 (arriba a la izq.) y D82 (arriba a la dcha.) que recogen el	

agua directamente de las áreas de captación. Cisternas D18 (abajo a la izq.) y D78 (abajo a la dcha.) que recogen el agua desde el área de captación y con la ayuda de un canal.....	348
Figura 10.6. Cisterna D52.	348
Figura 10.7. Cisternas tipo 3: D02 (izq.) y D98 (dcha.).....	349
Figura 10.8. De izq. a dcha.: cisternas D63, D22 y D83.	350
Figura 10.9. Sistema de entrada del agua a la cisterna D16 desde el depósito de sedimentación D70 (izq.) y detalle de los negativos a ambos lados de su “cúpula” (dcha.).....	350
Figura. 10.10. De izq. a dcha.: cisternas D23, D95 y D09.	351
Figura 10.11. Esbozo del complejo principal de la torre donde se encuentra la cisterna D10 realizado por Elisabeth Gunsam (arriba a la izq.). Recuadro donde se enmarca la pared indicada por Lindner (abajo a la izq. y arriba a la dcha.). Boca de la cisterna D10 (abajo a la dcha.).....	351
Figura 10.12. Canal C17. Izq.: vista desde el tramo inferior conservado a la cima del promontorio, donde se indica el grosor del mortero. Arriba a la dcha.: detalle del mortero. Abajo a la dcha.: restos del canal y del mortero hasta que se pierde su pista.	353
Figura 10.13. Sistema de conducción del agua desde el depósito de sedimentación D31 a las cisternas D33 y D34.	355
Figura 10.14. Reconstrucción del recorrido del canal C104 desde el área de captación hasta el depósito D15.....	356
Figura 10.15. De arriba abajo a la izq.: cisterna de Umm al-Biyara; cisterna de Petra y cisterna de Ba’ja III. De arriba abajo a la dcha.: cisternas D44, D23 y D20 de Sela.....	364
Figura 10.16. Cisterna documentada en Petra.	365
Figura 10.17. Cisternas con boca de entrada cuadrangular y forma de botella: cisterna de Ba’ja III (arriba a la izq.); cisterna de Umm al-‘Ala (arriba a la dcha.) y cisterna D10 de Sela (abajo).....	366
Figura 10.18. Reservorio D21 de Sela (izq.) y reservorio ubicado al norte de al-Baq’ah (dcha.).....	368
Figura 10.19. Represa de Rekhemtein (izq.) y represa M130 de Sela (dcha.).....	369
Figura 10.20. Depósitos de sedimentación D112 y D136 (arriba y abajo a la izq.) y depósitos de sedimentación de Petra (arriba y abajo a la dcha.).....	369
Figura 10.21. Clasificación de los canales excavados a través de las fisuras de la roca de Al-Muheisen.	371
Figura 10.22. Canal del “ <i>siq</i> ” de Petra (izq.) y canal C11 de Sela (dcha.).....	372
Figura 10.23. Cisterna nabatea cubierta por losas sostenidas por arcos “tipo Delos” de Hawara.	380
Figura 10.24. Distribución espacial de las principales estructuras hidráulicas analizadas.....	393
Figura 10.25. Ubicación de la cisterna D07.	394
Figura 10.26. Número de estructuras hidráulicas por tipos según los diferentes proyectos de prospección analizados.....	396
Figura 10.27. Número de asentamientos según la tipología asignada por los diferentes proyectos de prospección analizados.....	396
Figura 10.28. Ubicación de Sela respecto a los principales focos económicos y políticos en la región en estudio.	400

Anexos

Anexo C

Figura 1. Difractograma de la muestra SL'16.H1.UM3.1	541
Figura 2. Difractograma de la muestra SL'16.H1.UM3.2	542
Figura 3. Difractograma de la muestra SL'16.H1.2.498	543
Figura 4. Difractograma de la muestra SL'16.D13.1	544
Figura 5. Difractograma de la muestra SL'16.D01.4	545
Figura 6. Difractograma de la muestra SL'16.D05.7	546
Figura 7. Difractograma de la muestra SL'16.D09.6	547
Figura 8. Difractograma de la muestra SL'16.D16.2	548
Figura 9. Difractograma de la muestra SL'16.D03.5	549
Figura 10. Difractograma de la muestra SL'16.D57.10	550
Figura 11. Difractograma de la muestra SL'16.D22.8	551
Figura 12. Difractograma de la muestra SL'16.D59.11	552
Figura 13. Difractograma de la muestra SL'16.63.3	553
Figura 14. Difractograma de la muestra SL'16.D38.9	554
Figura 15. Difractograma de la muestra SL'16.H1.6.169	555
Figura 16. Difractograma de la muestra SL'16.D107.13	556

Índice de tablas

Tabla 4.1. Abreviaturas de los diferentes periodos históricos propuestas por MacDonald <i>et al.</i> , 2016.	80
Tabla 5.1. Propuestas cronológicas para Sela según diferentes investigadores.	117
Tabla 5.2. Dataciones absolutas mediante ¹⁴ C de tres fragmentos de madera recuperados en Sela.	119
Tabla 6.1. Referencia de las cisternas colmatadas por diferentes rellenos.	126
Tabla 6.2. Características identificadas en las estructuras hidráulicas que se han seleccionado para otorgarles la categoría de cisterna. Con asterisco (*) se indican las cisternas asociadas a otra estructura hidráulica.	129
Tabla 6.3. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 1.	133
Tabla 6.4. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 2.	140
Tabla 6.5. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 3.	143
Tabla 6.6. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 4.	147
Tabla 6.7. Volumen en litros (L) de las cisternas propuestas con forma cilíndrica.	159
Tabla 6.8. Volumen en litros (L) de las cisternas propuestas con forma de botella o de botella cilíndrica.	160
Tabla 6.9. Volumen en litros (L) de las cisternas propuestas como piriformes.	160
Tabla 6.10. Orientaciones de las cisternas.	163
Tabla 6.11. Depósitos de sedimentación de Sela según su tipología.	181
Tabla 6.12. Dimensiones de los depósitos de sedimentación según sus ejes horizontales (A-C) y longitudinales (B-D).	188
Tabla 6.13. Orientaciones y pendientes de los depósitos de sedimentación.	190
Tabla 6.14. Relación de los depósitos de sedimentación con cisternas y canales de entrada y de salida.	191
Tabla 6.15. Comparación de las tipologías de depósitos de sedimentación y las tipologías de cisternas con las que conectan.	195
Tabla 6.16. Medidas ancho (A-C), largo (B-D), profundidad (z) y capacidad en litros (L) de las piscinas de Sela.	200
Tabla 6.17. Orientación y pendiente de las piscinas documentadas en Sela.	200
Tabla 6.18. Orientaciones y pendientes más representativas de los canales de Sela. ..	218
Tabla 6.19. Conexión de los canales con otras estructuras hidráulicas.	220
Tabla 6.20. Canales según su tipología.	220
Tabla 6.21. Anchura (A-C), longitud (B-D), profundidad (z) y capacidad en litros (L) de las posibles estructuras hidráulicas indeterminadas.	228
Tabla 7.1. Tabla a modo de resumen de la distribución de las estructuras hidráulicas por áreas. C = Cisternas; Ca = Canales; DP = Depósitos de sedimentación; Indet. = Estructuras hidráulicas indeterminadas; P = Piscinas; R = Reservorio; Re = Represa.	238
Tabla 7.2. Resumen de las relaciones directas entre las estructuras hidráulicas identificadas.	263
Tabla 8.1. Selección de muestras de morteros de Sela.	270
Tabla 8.2. Componentes mineralógicos principales de cada muestra.	290
Tabla 10.1. Principales inconvenientes y ventajas de la explotación de las fuentes de	

abastecimiento en Sela.....	339
Tabla 10.2. Tabla comparativa de las medidas (largo, ancho y profundidad) y secciones de los canales de captación y de conducción analizados. Se indican con un asterisco (*) los canales que presentan sus dimensiones completas.	352

Anexos

Anexo A

Tabla 1. Cisternas documentadas por años con sus coordenadas UTM.....	499
Tabla 2. Reservorios documentados por años con sus coordenadas UTM	499
Tabla 3. Depósitos de sedimentación documentados por años con sus coordenadas UTM.	499
Tabla 4. Piscinas documentadas por años con sus coordenadas UTM.....	500
Tabla 5. Canales documentados por años con sus coordenadas UTM.....	501
Tabla 6. Posibles estructuras hidráulicas indeterminadas documentadas por años con sus coordenadas UTM	501

Anexo B

Tabla 1. Descripción de la forma de la boca y de la entrada de las cisternas, presencia o ausencia de cuello, forma propuesta, así como las observaciones pertinentes.....	511
Tabla 2. Medidas y capacidades de las cisternas según su tipología.....	514
Tabla 3. Orientación y patrón de las cisternas.....	515
Tabla 4. Estado de conservación de los canales de Sela, señalando las características de la colmatación y de la erosión.....	518
Tabla 5. Medidas (longitud x anchura x profundidad) de los canales y de la anchura en la conexión con otra estructura hidráulica con sus observaciones pertinentes.....	520
Tabla 6. Tipo de excavación en la roca, sección y presencia o ausencia de motero de cal en los canales de Sela.....	523
Tabla 7. Orientación y pendiente de los canales en sus diferentes tramos y porcentaje de la pendiente	525
Tabla 8. Conexión de los canales con otras estructuras hidráulicas	528
Tabla 9. Tipología de los canales según su función	530
Tabla 10. Dimensiones, pendiente y sección de los diferentes tipos y subtipos de canales.....	533

Anexo C

Tabla 1. Ubicación, descripción macroscópica y tipología asignada a las muestras de mortero.....	536
Tabla 2. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 1	537
Tabla 3. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 2.....	538
Tabla 4. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 3.....	539
Tabla 6. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 5.....	540

Anexo D

Tabla 1. Yacimientos prospectados por el proyecto WHS con estructuras hidráulicas	565
Tabla 2. Yacimientos prospectados por el proyecto SGNAS con estructuras hidráulicas.....	568
Tabla 3. Yacimientos prospectados por el proyecto TBAS con estructuras hidráulicas	582
Tabla 4. Yacimientos prospectados por el proyecto ARNAS con estructuras hidráulicas.....	593
Tabla 5. Yacimientos prospectados por el proyecto SAAS con estructuras hidráulicas	614
Tabla 6. Resumen de las características principales de los asentamientos estudiados	616

**PARTE I. INTRODUCCIÓN, CONTEXTUALIZACIÓN
ESPACIAL Y TEMPORAL, MARCO TEÓRICO Y
METODOLOGÍA DE ESTUDIO**

Capítulo 1. Introducción a la investigación

1.1. Estado de la cuestión

La singularidad del agua como una sustancia abundante en la naturaleza, sin la que la vida no sería posible, se encuentra repartida de forma desigual por el globo. Su papel decisivo en la historia de la humanidad, ha promovido que su estudio se aborde desde un amplio abanico de disciplinas. Particularmente, la diversidad de técnicas vinculadas a su obtención, gestión, suministro y tratamiento, así como su impacto en las sociedades a lo largo de la Historia ha generado un gran interés desde el punto de vista histórico y arqueológico (Mays *et al.*, 2007). La gestión de un recurso tan preciado ha sido ampliamente explorado y debatido desde la disciplina arqueológica, inicialmente centrada en el estudio de la disponibilidad del agua y su gestión en relación con el surgimiento de las primeras civilizaciones.

El primer arqueólogo en identificar la importancia de la gestión del agua en la historia fue el prehistoriador británico Grahame Clark (1907-1995). Este autor escribió un artículo titulado “*Water in Antiquity*” (Clark, 1944), en el que revisó la evidencia arqueológica en la Antigüedad disponible hasta entonces. Sin embargo, su artículo nunca formó parte de un estudio más extenso. En los años cincuenta del siglo pasado, el progreso tecnológico adquirió un gran interés y se escribieron obras sobre la evolución tecnológica en el pasado que contenían capítulos específicos sobre la tecnología del agua. El segundo volumen de la obra *Studies in Ancient Technology* de Robert J. Forbes (1955), y el primer volumen de *History of Technology* (1954), editado por Charles Singer, Eric John Holmyard, Alfred Rupert Hall y Trevor I. Williams fueron de especial relevancia. Durante esa década, la gestión del agua y su relación con la sociedad se convirtieron en el sujeto de numerosos estudios teóricos. Esos estudios, principalmente antropológicos, se realizaron en contextos climáticos extremos como las zonas desérticas y también en puntos estratégicos para controlar grandes ríos (Evenari y Koller, 1956; Braemer y Davtian, 2009: 45). El principal objetivo de los trabajos se basó en el conocimiento del desarrollo de la complejidad sociopolítica y económica de las denominadas “civilizaciones hidráulicas” (Braemer *et al.*, 2010; Zhuang y Altaweel, 2018a). Los primeros investigadores que se centraron en este tipo de estudios antropológicos fueron autores como Karl Marx (Avinieri, 1969), Vere Gordon Childe (1950) y Julian Haynes Steward (1955)¹. En este

¹ Este antropólogo junto con otros autores afirmó que el riego fue el catalizador para la formación del Estado en las primeras civilizaciones en su obra titulada *Irrigation civilization: a comparative study* (Steward *et*

contexto, gran parte de los estudios sobre la gestión del agua en el Próximo Oriente Antiguo se centraron alrededor de la denominada “hipótesis hidráulica” de Karl Wittfogel (1896-1988)². Este autor afirmó que las sociedades estatales en Asia dependían de la construcción de obras hidráulicas de riego a gran escala para cumplir con los requisitos gerenciales del control del agua (Steward *et al.*, 1955; Wittfogel, 1955, 1956, 1957; Mithen, 2010: 5250-5251; Holt, 2018a). Este autor también propuso que el riego requería un trabajo organizado, y forzado, y una burocracia compleja, que sirvieron de base para el gobierno despótico. Esta obra tuvo un gran impacto y otros autores como Adolf Reifenberg (1955) aplicaron este modelo teórico a estudios de otras regiones del Próximo Oriente³. Este modelo fue duramente criticado por otros autores que argumentaron que los indicadores de la estatalidad precedieron a los complejos sistemas de irrigación (Steward *et al.*, 1955; Adams, 1960; Hole, 1966; Lanning, 1967; Butzer, 1976)⁴. Sin embargo, esta teoría todavía constituye la base de muchas discusiones modernas (Harrower, 2009).

El interés sobre las consecuencias sociales y políticas por controlar y gestionar los recursos hídricos derivados de la hipótesis hidráulica de Wittfogel, impulsó los primeros estudios de la arqueología del agua en los años setenta y ochenta. Estas primeras aproximaciones se centraron en el tratamiento del agua en áreas con escasez de recursos hídricos, como los ambientes áridos o semiáridos del planeta⁵. Con el paso de los años, la arqueología tuvo un papel fundamental en este debate y las investigaciones arqueológicas proporcionaron resultados muchos más complejos y diversos entre los recursos hídricos

al., 1955). Para ello, este autor realizó un estudio comparativo del desarrollo del riego en las primeras “civilizaciones hidráulicas” de China, Mesopotamia, Perú y Mesoamérica.

² Su obra titulada *Oriental despotism: a comparative study of total power* (1957) ha tenido una gran repercusión histórica en los estudios de la gestión del agua.

³ Reifenberg (1955) también propuso que los avances en la agricultura en Palestina se debieron a la implicación estatal en la construcción de proyectos de distribución de agua a gran escala. Una de las principales razones de esta postura entre los investigadores para basarse en el control centralizado de agua en la Antigüedad, es la abundancia de fuentes de archivo administrativas disponibles en aquellos lugares donde el control estatal era fuerte (LaBianca, 2006).

⁴ Autores como Robert McC. Adams (1960, 1966) y Frank Hole (1966) –con respecto al surgimiento de la civilización en Mesopotamia–, Karl W. Butzer –con respecto al surgimiento de la civilización en Egipto–, Vernon L. Scarborough (2003) –en el caso del estado arcaico mesoamericano– y Edward Lanning –en el caso del estado arcaico preinca– son algunos de estos ejemplos. *Cf.* Steward *et al.*, 1955.

⁵ Como sostienen autoras como Emily Holt (2018b: 1), muchos de estos estudios no tuvieron en cuenta que el agua es un recurso igualmente poderoso en áreas que no experimentan una inseguridad hídrica.

y la sociedad, generando nuevas visiones, perspectivas y estudios interculturales (Metral, 1981, 1982; Tölle-Kastenbein, 2005; Davies, 2009: 18).

A partir de la década de 1980, los postulados descritos cambiaron de rumbo. Desde entonces, el interés sobre el impacto de la irrigación en la sociedad, favoreció un enfoque más antropológico y ecologista de estos temas, en la línea de la “*New Archaeology*” (Trigger, 1989; Davies, 2009). A modo de ejemplo, el libro publicado en 1974 bajo la dirección de Theodore E. Downing y McGuire Gibson recoge las propuestas de investigadores de disciplinas muy diversas desde el punto de vista ecológico en diferentes momentos cronológicos y partes del mundo⁶. De este modo, diferentes investigadores tendieron a realizar observaciones a escala local e interpretaciones microhistóricas. En este contexto, la investigación reciente, ha puesto mayor énfasis en el papel de los sistemas descentralizados de la gestión del agua y han propuesto nuevos enfoques que abordan también aspectos culturales, económicos, rituales y simbólicos. Un ejemplo de este tipo de investigaciones son los estudios promovidos por Miquel Barceló y su equipo de la Universidad Autónoma de Barcelona sobre la microhidráulica campesina y sus formas de organización económica, social y territorial (Barceló, 1988, 1998; Barceló *et al.*, 1996).

En el caso específico de la región de estudio, el área geográfica que hoy constituye el Reino Hachemita de Jordania, la gestión del agua tiene una larga historia (Salje *et al.*, 2004; Lavento, 2010). El arqueólogo Nelson Glueck fue de los primeros en publicar estudios sobre el uso de técnicas de captación de agua por los nabateos y de detectar estructuras hidráulicas en los yacimientos que investigaba (Glueck, 1939, 1940). Posteriormente, Henry O. Thompson y Bert De Vries publicaron los resultados obtenidos en la investigación de un túnel de agua hallado en Muqibleh, al oeste de Jerash (Thompson y De Vries, 1972). En los años ochenta se publicaron numerosos informes y surgieron diversos proyectos que trataban la gestión del agua. Fue en este periodo cuando los investigadores empezaron a estudiar las estructuras hidráulicas como algo más allá de un resto arqueológico del pasado, sino como un aspecto clave para comprender la relación

⁶ Este libro titulado *Irrigation's impact on society*, publicado por la *University of Arizona* es un resumen del simposio “*Southwestern Anthropological Association*” realizado en Long Beach (California) en 1972. Véase Downing y Gibson, 1974.

recíproca entre el ser humano y su entorno⁷. Las primeras publicaciones de yacimientos en Jordania se centraron en asentamientos como Jawa, ubicado en el desierto de basalto del noreste de Jordania, donde Svend Helms (1973a, 1973b, 1981) analizó las técnicas y sistemas de gestión del agua basadas en la captación del agua de la lluvia. En este último caso, David Gilbertson y David Kennedy (1984) realizaron un estudio basado en el análisis de las estructuras hidráulicas de captación (paredes o barreras en los *wadis*) en el desierto jordano al norte del oasis de Azraq⁸. Otro estudio arqueológico de interés tuvo lugar durante la primera campaña arqueológica en Humayma. Esta campaña se realizó entre mayo y junio de 1983 y tuvo como objetivo principal prospectar los asentamientos de todos los periodos cronológicos desde Humayma hasta el escarpe de al-Shera (Eadie, 1984). Este estudio se sistematizó con la creación del proyecto *The Humayma Hydraulic Survey* que tuvo lugar del año 1986 al 1988 y que se centró en el yacimiento de Humayma (Eadie y Oleson, 1986; Oleson, 1986, 1987, 1988a, 1988b, 1990a, 1990b, 1992b, 1997; Oleson *et al.*, 1992a, 1992b). El estudio se basa específicamente en las técnicas de suministro de agua utilizadas durante el periodo nabateo y romano (Hart, 1986d). Posteriormente, en los años noventa, surgieron otras publicaciones sobre la tecnología hidráulica en yacimientos del periodo romano-helenístico como Gadara / Umm Qays (Weber, 1991; Kerner *et al.*, 1997) o del periodo romano-bizantino como Abila (Mare, 1995).

En la década de los ochenta y noventa los estudios etnográficos y etnoarqueológicos también tuvieron relevancia para comprender mejor la gestión de los recursos hídricos en el tiempo. En cuanto a los estudios etnográficos, ha sido el estudio de las prácticas actuales de gestión del agua el que se ha utilizado para determinar cómo pudieron ser en el pasado. En este contexto, el *Rainkeep Project*⁹, sobre las prácticas tradicionales de captación del agua de la lluvia en Jordania, tuvo un gran impacto (Wåhlin, 1997). En el campo más específico de la etnoarqueología, los trabajos de Keneth W. Russell (1995)

⁷ Los avances en técnicas de registro de datos de campo, teledetección y fotografía aérea han contribuido significativamente al desarrollo del estudio de los paisajes arqueológicos y han permitido captar el paisaje de forma digital.

⁸ El trabajo de campo se llevó a cabo en julio de 1982.

⁹ La propuesta del proyecto la presentó Ø. LaBianca en 1994 bajo el título *Project Rainkeep: A plan for increasing on-site retention and utilization of rainwater in Jordan*. Un año después este informe se publicó en la revista SHAJ (LaBianca, 1995). El propósito principal de este proyecto es fomentar la mayor participación de los ciudadanos jordanos para captar el agua de la lluvia mediante técnicas tradicionales antiguas para combatir el agotamiento de los recursos hídricos.

sobre los beduinos agrícolas de Petra son un claro ejemplo¹⁰.

Ya a inicios del s. XXI, los trabajos sobre la gestión del agua en Jordania aumentaron, abriendo un enfoque mucho más amplio al estudio de la gestión de los recursos hídricos. A modo de ejemplo podemos citar los estudios de yacimientos del periodo Neolítico como Ba'ja I¹¹ (Gebel, 2004) u otros yacimientos con cronologías posteriores como Ba'ja III, Sabrâ (Lindner, 2005) o Umm Ratâm (Lindner *et al.*, 2000; Lindner, 2003; Lindner *et al.*, 2008). El trabajo de Graeme Barker y David Gilbertson (2000) en el Wadi Feinán o los realizados sobre los sistemas de irrigación en el yacimiento de Tell Deir Allah (Van der Kooij, 2007) ejemplifican el interés en el estudio de la gestión del agua en esta región. También hay que incluir los trabajos del *Jarash Water Project*, dirigidos por David D. Boyer (2016, 2018), sobre los sistemas de gestión del agua durante el periodo greco-romano en Gerasa¹² y el proyecto del *Udhruh Archaeological Project*¹³ centrado en las innovaciones agrohidrológicas del periodo romano al islámico en Udhruh (Killick, 1983, 1986a, 1986b, 1987).

En el caso de la capital de los nabateos, Petra, los diferentes sistemas de gestión del agua no fueron investigados hasta el estudio de N. Glueck sobre el uso de las técnicas de captación a finales de los años cincuenta del siglo pasado (Glueck, 1965). Posteriormente, muchos autores se fueron sumando y la gestión del agua del yacimiento nabateo de Petra es uno de los mejores estudiados (Al-Muheisen, 1986, 1990, 1993; Al-Muheisen y Tarrier, 1996, 1997, 2002; Bedal, 2002; Bienert, 2002; Ruben, 2003; Bellwald, 2004a,

¹⁰ Obras como la de Paolo M. Costa (1983) sobre la hidráulica tradicional y la agricultura en Omán durante la década de los ochenta o el *OASIWAT Project* en el sureste de Arabia (Charbonnier *et al.*, 2018), ejemplifican el interés de la etnoarqueología en los estudios de la gestión del agua. Sobre el *OASIWAT Project*, véase: <https://anr.fr/Project-ANR-16-CE27-0008> y <http://www.cepam.cnrs.fr/oasiwat/project-presentation/> [Consulta: 05/07/2020].

¹¹ Se trata del yacimiento del Neolítico Prececerámico Tardío (PPN). Para conocer información de las distintas campañas arqueológicas realizadas en este yacimiento se puede consultar la siguiente página web: <https://www.exoriente.org/baja/> [Consulta: 25/08/2020].

¹² La investigación llevada a cabo por el *Danish-German Jerash Northwest Quarter Project* desde 2011 al 2016, ha convertido el yacimiento de Gerasa en un asentamiento clave para estudiar la gestión del agua a lo largo del tiempo desde el periodo clásico hasta el periodo islámico temprano. Véase Lichtenberger y Raja, 2019.

¹³ Se puede consultar más información sobre este proyecto en su página web: <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/archaeology/udhruh-archaeological-project> [Consulta: 09/07/2020].

2004b; Ortloff, 2005; Bellwald, 2006; Al-Muheisen, 2007; Bellwald, 2008; Schmid, 2008; Al-Muheisen, 2009)¹⁴.

A partir de la segunda década del s. XXI, también surgieron obras que trataban la gestión del agua de forma más transversal (Cabrera y Arregui, 2010; De Feo *et al.*, 2010; Nigro *et al.*, 2017; Berking, 2018a). Algunas de estas investigaciones se centraron en la tecnología del agua en el mundo antiguo (Wikander, 2000) o específicamente en las sociedades agrícolas en áreas desérticas o semidesérticas (Abujaber, 1995). Diversos investigadores se focalizaron en la política y el control del agua en el Próximo Oriente Antiguo¹⁵ y realizaron diferentes estudios arqueológicos que aportan una visión transversal de la gestión del agua en el tiempo a través de la arqueología (Nydahl, 2002; Bienert y Häser, 2004a; Shqiarat, 2008; Finlayson *et al.*, 2011). La serie dirigida por Terje Tvedt, *A History of Water*, publicada en la editorial Tauris (Londres) fue una de las más exhaustivas. Esta obra, dividida en nueve volúmenes, consta de tres series que tratan diferentes aspectos del agua. La primera serie engloba el aspecto social, cultural, político, religioso, histórico, económico y tecnológico del agua. La segunda serie se centra en cómo se ha percibido el agua en las diferentes sociedades y épocas durante la Historia y cómo estos conceptos han influido en nuestras ideas y sociedad. Finalmente, la tercera serie se centra en la relación cambiante entre el agua, la soberanía estatal y el derecho internacional. Con el objetivo de compartir y debatir los resultados de los diferentes proyectos centrados en la gestión del agua y la ingeniería hidráulica en el pasado, se realizaron numerosos congresos internacionales. A modo de ejemplo, el *International Conference of the History of Water Management Engineering in the Mediterranean Region* es uno de los que tiene una trayectoria más larga¹⁶ (Wiplinger, 2006; Ohlig, 2008). El 13.º congreso se celebró en Jordania y se centró en el estudio de la gestión del agua en

¹⁴ Los proyectos de excavación y restauración del “*siq*” de Petra entre 1996 y 2001 y el proyecto *Petra National Trust Siq Project* (1996-2014) están ayudando a la rehabilitación integral de los elementos más relevantes de este sistema hidráulico (Bellwald, 2004b).

¹⁵ El volumen 57 de la revista *Annales, Histoire, Sciences Sociales* publicado en 2002 es un ejemplo de ello. El título de este volumen es *Politique et contrôle de l'eau dans le Moyen-Orient ancien*. La página web de la revista es la siguiente: <https://www.cairn.info/revue-Annales-2002-3.htm> [Consulta: 26/07/2020]. También hay que indicar el hito que supuso la publicación de la serie *Bulletin on Sumerian Agriculture* por la *University of Cambridge*, con un total de ocho volúmenes, donde los volúmenes 4 y 5 se ocupan de la irrigación del Próximo Oriente.

¹⁶ Este congreso lo organiza la *Deutsche Wasserhistorische Gesellschaft* (DWhG) desde el 2002. Los resultados del mismo se publican en diferentes monografías anuales.

este país¹⁷. En 2019 tuvo lugar el *5th IWA International Symposium on Water, Wastewater and Environment in Ancient Civilizations: Traditions and Cultures. Evolution of Technologies from Prehistory to Modern Times* en Jordania¹⁸.

En los últimos años, los problemas de déficit de agua y el desarrollo de nuevas políticas dirigidas al “buen uso” y ahorro de este recurso hídrico agua han contribuido a la revisión y estudio de los sistemas de gestión del agua en el pasado. Muchos de los trabajos publicados intentan explicar cómo la arqueología puede contribuir a buscar una solución parcial al problema de la escasez de recursos hídricos en las áreas áridas y semiáridas del planeta (Nydahl, 2002; AbdelKhaleq y Alhaj Ahmed, 2007; Ali *et al.*, 2009). Se trata, por tanto, de una aplicación productiva de la investigación arqueológica al usar esta información para considerar la antigua tecnología sobre la gestión del agua y tomarla en cuenta en la tecnología actual (Pace, 1996: 371). El resultado es lo que Øysten Sakala LaBianca (1995: 771) llama una “tecnología combinada” que puede contribuir a resolver los problemas hídricos del futuro. Estas investigaciones se realizaron desde el 1950 por autores como Michael Evenari y Dov Koller (1956), los cuales llevaron a cabo una investigación experimental en el Neguev que se ha convertido en un modelo de cómo integrar el estudio del uso del agua en el día a día de las personas que habitan en un área en particular¹⁹.

En Jordania, la mayoría de los proyectos se centra en la reintroducción del uso de cisternas²⁰ (Wåhlin, 1995; Pace, 1996; Wåhlin, 1997). El *Rainkeep Project*²¹, por ejemplo, pretende excavar y restaurar antiguas cisternas para que el agua almacenada pueda usarse para regar campos de cultivos (LaBianca, 1995). El proyecto *The al-Karak Resources Project* (Mattingly, 1996), en cambio, investiga la utilización de los recursos naturales en la región de Karak y ha publicado algunos informes sobre los sistemas de

¹⁷ Se realizó en Petra y Ammán entre el 31 de marzo al 9 de abril de 2007 (Ohlig, 2008).

¹⁸ Este congreso tuvo lugar del 11 al 13 de septiembre del 2019 en el Mar Muerto. La información sobre el congreso se puede consultar en el siguiente enlace: <http://conferences.ju.edu.jo/en/IWA5/Home.aspx> [Consulta: 20/08/2020].

¹⁹ Estos autores estimularon los estudios sobre la agricultura de esorrentía antigua y pudieron observar el flujo y la cantidad de agua producidas para el riego (Evenari *et al.*, 1982; Pace, 1996: 369). En la década de los setenta, el estudio de Lawrence E. Stager (1976: 157) sobre el papel de los sistemas de gestión del agua en el desierto de Judea representa un estudio pionero en este tipo de investigación en Israel.

²⁰ Lars Wåhlin (1995) ha estudiado la captación de agua en el norte de Balqa' en Jordania y ha presentado propuestas sobre cómo reintroducir cisternas en esa zona.

²¹ Se trata de un subproyecto del *Madaba Plains* (1968) (LaBianca, 1991, 1993; LaBianca *et al.*, 1995; Clark *et al.*, 2016) que se centra actualmente en las prácticas de captación de las aguas superficiales (LaBianca, 1995, 2016).

captación y almacenamiento del agua en la zona (Pace, 1996; Mattingly *et al.*, 1998) basados en instalaciones hidráulicas como las cisternas. Otro proyecto en Jordania a destacar es el *Wadi Musa Water Supply and Wastewater Project* (1996-2000) que se centró en la protección de los vestigios arqueológicos desde el área del Wadi Arabá hasta el área de Jiththa ('Amr *et al.*, 1998: 253). En 1996 se llevó a cabo la primera fase del proyecto con el objetivo principal de mejorar las infraestructuras hidráulicas existentes en las áreas urbanas que rodean Petra. De este modo, se llevaron a cabo numerosas prospecciones para preservar el patrimonio de la zona y se pudieron documentar numerosas estructuras hidráulicas antiguas ('Amr *et al.*, 1998; 'Amr y Al-Momani, 2001).

La fuerte relación entre conceptos arqueológicos e hidrológicos, creó una nueva disciplina en la interfaz de ambas, la Arqueohidrología (*Archaeohydrology*)²² (Wellbrock *et al.*, 2017; Wellbrock y Grottker, 2017; Wellbrock *et al.*, en prensa). Sin embargo, la Arqueohidrología no está todavía reconocida como una disciplina²³. Su objetivo es promover de manera interdisciplinar el análisis común de expertos hidrológicos y arqueólogos para comprender los hallazgos hidráulicos desde el punto de vista de la ingeniería hidráulica, así como desde la arqueología. De este modo, diversos proyectos arqueológicos con finalidades de prospección, estudiaron el régimen de precipitaciones y los recursos hídricos (Al-Qudah, 2011; Al-Qudah *et al.*, 2015, 2016). Este tipo de estudios se enfocaron principalmente en la descripción de la variabilidad de la lluvia y la influencia topográfica de cada región con la finalidad de detectar, a partir de los recursos hídricos, concentraciones demográficas y posibles asentamientos (Wellbrock *et al.*, 2017). Un ejemplo de este tipo de intervenciones en Jordania fue el proyecto *The 'Aqaba-Ma'an Archaeology and Epigraphic Survey* (Jobling, 1983) o el *Wadi Faynan Landscape Survey* (Barker *et al.*, 2000, 2007; Barker, 2012). También los estudios sobre la gestión de los antiguos sistemas agrohidrológicos están teniendo cada vez más relevancia, como es el caso del *Udhruh Archaeological Project* (Driessen y Abudanah, 2018).

²² Aunque este término todavía no se usa comúnmente se han realizado algunos congresos o *workshops* sobre este nuevo concepto. Un ejemplo es el *Workshop "Archaeohydrology of Oases and Cities. Water Management, Climate, Technological Change and Social Context"* que tuvo lugar entre el 31 de mayo y el 2 de junio de 2017 en el *Topoi Building Dahlen* de la *Freie Universität Berlin*. Este término también lo utilizó S. Helms al excavar el yacimiento de Jawa (Helms, 1981: 25). Una definición de su significado puede encontrarse en Wellbrock *et al.* (2017). Estos autores aplican el modelo de estudio arqueohidrológico en yacimientos del noroeste de Arabia (Wellbrock *et al.*, 2012).

²³ Autores como K. Wellbrock, M. Grottker y H. G. Gebel han realizado diferentes publicaciones sobre los potenciales, problemas, necesidades y objetivos de esta nueva disciplina en el noreste de Arabia (Wellbrock *et al.*, 2017).

En los últimos años, el rápido crecimiento de la población y el impacto que está teniendo el cambio climático sobre la sociedad ha provocado un creciente interés popular y conciencia social por el agua (Rosen, 2007). En este contexto, han surgido nuevos estudios sobre el potencial de la arqueología en cuanto al estudio de la gestión del agua en la Antigüedad. Autoras como Eva Kaptijn, han realizado estudios para determinar qué información puede ofrecer la arqueología y cuáles son sus limitaciones en cuanto al debate sobre la adaptación moderna al cambio climático (Kaptijn, 2018)²⁴. También han surgido nuevas propuestas que proporcionan una visión integradora de todos los aspectos de la gestión del agua. Este tipo de estudios holísticos se basan en la ecología social (Berking *et al.*, 2016, 2018). De este modo, se puede tratar la gestión del agua sin especificar el tiempo o entidad social, ya que la gestión del agua no es específica para un periodo de tiempo o entidad social concreta, sino “la consecuencia de un proceso que incorpora una demanda específica de agua; las realizaciones técnicas para alcanzar esa demanda; la disponibilidad natural del agua y el marco socioeconómico para regir estos procesos” (Berking *et al.*, 2016: 75).

1.2. Palabras clave

Agua, Arqueología, Próximo Oriente, Edad del Hierro, Bronce, Romana, Nabatea, Edom, recursos hídricos, red hidráulica, estructuras hidráulicas, vías de comunicación, rutas comerciales, intercambio cultural, zonas áridas y/o semiáridas.

1.3. Objetivos de la investigación

La presencia de numerosos vestigios arqueológicos de estructuras hidráulicas en el yacimiento de Sela, evidencian la existencia de una extensa y compleja red hidráulica para aprovechar la única fuente de agua disponible en la cima del promontorio: el agua de la lluvia. Esta característica hace de Sela un yacimiento único para comprender las diferentes estrategias y mecanismos desarrollados a lo largo de su ocupación que permitieron el acceso, el suministro y la gestión del agua. En este contexto, los objetivos principales del presente estudio son los que se presentan a continuación.

²⁴ Recientemente, esta misma autora ha publicado un estudio comparativo entre la antigua gestión del agua en el sur del valle meridional y central del Jordán. Este estudio se publicó a raíz del congreso internacional *Life at the Dead Sea* celebrado en Chemnitz (Alemania) entre el 21 y 24 de febrero de 2018. Véase Kaptijn, 2019.

- 1) Definir las estrategias, sistemas y dispositivos de captación, acopio, gestión y abastecimiento de los recursos hídricos disponibles en el yacimiento de Sela y la organización espacial de los dispositivos hidráulicos.
- 2) Interpretar los resultados obtenidos sobre las estrategias, sistemas y dispositivos de acopio, gestión y abastecimiento del agua de Sela, tomando como punto de partida, el contexto general de la meseta de la Transjordania durante el I milenio a.C.²⁵.
- 3) A partir de los resultados obtenidos del estudio de la organización espacial y la gestión de los recursos hídricos de Sela, analizar la hidrología y la tecnología del agua, junto con los patrones de asentamiento, la actividad económica y los procesos sociopolíticos y culturales relacionados con la gestión del agua que tuvieron lugar en este asentamiento dentro del marco general del sur de la Transjordania.

Para abordar los tres objetivos generales se articulan diferentes objetivos específicos. En primer lugar, para alcanzar el primer objetivo se estudiará la evidencia arqueológica disponible de los sistemas y dispositivos de captación, conducción, almacenamiento y control de la calidad y cantidad del agua. En segundo lugar, se determinará y analizará la red del asentamiento a través del estudio de la organización y distribución espacial de las diferentes instalaciones de la gestión del agua. Finalmente, se propondrá un marco cronológico para las estructuras hidráulicas con el objetivo de situarlas dentro de un contexto general de ocupación del yacimiento. Para abordar el segundo objetivo se analizará el contexto físico, los vestigios arqueológicos y el contexto histórico e internacional del área meridional de la Transjordania durante el I milenio a.C. También se estudiarán las innovaciones hidrotécnicas de gestión y suministro del agua en el sur de la Transjordania, para comparar el sistema hidráulico de Sela con otros que, según la literatura científica publicada, presentan características parecidas al yacimiento en estudio, con especial énfasis en los yacimientos descritos como fortalezas de montaña (*mountain strongholds*) del periodo del Hierro II. Por último, los resultados obtenidos del estudio concreto del yacimiento de Sela se interpretarán desde diferentes perspectivas: la hidrológica, a través del análisis de la disponibilidad de los recursos hídricos y de los

²⁵ Aunque no se puede determinar la cronología absoluta de las estructuras hidráulicas del yacimiento por, entre otros, la reutilización de estas y la falta de dataciones radiocarbónicas, la literatura científica publicada sugiere que el marco general de ocupación del asentamiento se inicia durante el I milenio a.C. y se prolonga en épocas posteriores. Por tanto, se ha seleccionado el I milenio a.C. como punto de partida en el que se ha basado la contextualización general de la tesis.

factores climáticos, hidrogeológicos y topográficos; la hidrotecnología, a partir de las técnicas y métodos constructivos de las instalaciones hidráulicas; la sociopolítica, mediante el análisis de los modelos de organización social en torno a la gestión del agua; la económica, a través del estudio de los espacios y usos del agua mediante la distribución espacial de las instalaciones hidráulicas y, finalmente, la cultural y simbólica en torno a la gestión del agua en Sela y en la región en estudio.

1.4. Estructura de la tesis

La presente tesis doctoral está estructurada en cinco partes, cada una de las cuales se divide en diversos capítulos, que constituyen el cuerpo del trabajo. Cada capítulo a su vez, se subdivide en diferentes apartados y subapartados. La presentación formal de este trabajo presenta un prólogo, un apartado de agradecimientos, el resumen de la investigación, índices de contenido, abreviaturas, figuras y tablas, las referencias bibliográficas y los anexos.

La primera parte: *Introducción, contextualización espacial y temporal, marco teórico y metodología de estudio*, se compone de cuatro capítulos. El primero de ellos es la *Introducción a la investigación*, el cual se divide en seis apartados. Comienza con una visión general de cómo ha evolucionado la investigación en torno a la gestión del agua y cuáles han sido las grandes tendencias que han marcado su desarrollo. Posteriormente, se presentan las principales palabras clave, los objetivos, hipótesis y estructura de la investigación. También se dedica un apartado a la definición de los términos técnicos de la ingeniería hidráulica utilizados y, finalmente, se realiza una breve introducción teórica sobre las diferentes lógicas hidráulicas en el Próximo Oriente Antiguo. El segundo capítulo: *Contextualización física, arqueológica e histórica del área meridional de la Transjordania durante el I milenio a.C.*, presenta el marco geográfico y cronocultural del objeto de estudio. En este capítulo, dividido en tres apartados, se analiza el contexto físico, arqueológico e histórico-internacional de la región en estudio. En el primer apartado, se definen los límites geográficos del sur de la Transjordania y se describe el clima, el patrón de precipitación, la explotación del suelo y los tipos de cultivo de las diferentes subregiones que configuran esta área: tierras bajas, estepa y las tierras altas. En el segundo, se presentan los vestigios arqueológicos y las propuestas cronológicas del marco geográfico y cronocultural seleccionado para el presente estudio. Finalmente, en el tercer apartado, se proporciona una breve introducción historiográfica al debate en torno al modelo político y social de Edom y a las relaciones de esta entidad política con

los poderes imperiales y otros poderes de la región. El tercer capítulo: *Sistemas e instalaciones de abastecimiento de agua en áreas semiáridas: una aproximación teórica*, proporciona un marco teórico general sobre los diferentes sistemas y dispositivos que proporcionaron el acceso, conducción, acopio y gestión del de agua en las regiones con condiciones climáticas semiáridas. Este capítulo se ha dividido en tres subapartados. El primero es una introducción a los sistemas de captación del agua, el segundo trata sobre los componentes principales del sistema de suministro de este recurso y, el tercero, sobre sus fuentes y dispositivos de captación. Finalmente, el cuarto capítulo *Metodología de estudio* hace referencia a los diferentes aspectos metodológicos del presente trabajo y se ha estructurado en apartados según las actividades que se han realizado: trabajo de campo, trabajo de gabinete y trabajo de laboratorio. El trabajo de campo incluye la metodología de la prospección arqueológica realizada en el yacimiento de Sela, datos sobre las estructuras hidráulicas halladas tras los trabajos de excavación arqueológica y el muestreo realizado para obtener muestras de carbonatos de los morteros de algunas estructuras hidráulicas. El trabajo de gabinete abarca la confección de las bases de datos y la literatura científica utilizada en este estudio, así como la documentación gráfica y la edición de mapas realizadas para representar gráficamente los datos más relevantes de esta tesis. Finalmente, en el apartado sobre el trabajo de laboratorio, se presenta un resumen de la metodología utilizada para realizar las láminas delgadas de las muestras de morteros de cal y para realizar su caracterización petrográfica y mineralógica.

La segunda parte de la investigación: *El yacimiento de Sela como caso de estudio*, abarca cuatro capítulos dedicados a diferentes aspectos de la investigación. En el quinto capítulo: *Descripción general del yacimiento de Sela*, se configura una imagen global del yacimiento en estudio: su ubicación geográfica y geológica, los trabajos arqueológicos realizados y el interés que han suscitado en este yacimiento sus estructuras hidráulicas. También se presentan las principales áreas y estructuras identificadas y un breve resumen de las diferentes propuestas cronológicas propuestas para este asentamiento. En el sexto capítulo: *Las estructuras hidráulicas de Sela*, se describen y analizan las diferentes estructuras hidráulicas del yacimiento teniendo en cuenta los aspectos más destacados de cada una. El capítulo se divide en siete apartados ordenados según el tipo de estructura hidráulica: cisternas, depósitos de sedimentación, reservorios, piscinas, canales, represas y estructuras hidráulicas indeterminadas y un apartado final de conclusiones. En cada uno de estos apartados se describen y analizan aspectos como su identificación, estado de

conservación, tipologías, técnicas constructivas, medidas y capacidades, entre los más destacados. Tras este apartado, los resultados obtenidos se analizan de manera espacial en el séptimo capítulo: *Análisis espacial de las estructuras hidráulicas de Sela*. La finalidad de este capítulo es proporcionar una visión general de las estructuras hidráulicas dentro de diferentes contextos espaciales como son las áreas y sectores del yacimiento. También se presenta una propuesta de reconstrucción derivada del análisis espacial de las estructuras hidráulicas para comprender la red hidráulica del asentamiento. En el último de los capítulos de esta segunda parte del trabajo: *Los morteros de cal: análisis petrográfico y mineralógico*, se presentan los resultados de la caracterización petrográfica y mineralógica de una selección de muestras de morteros extraídas durante la campaña arqueológica de 2016 en Sela. Para este estudio se ha tomado en consideración el informe técnico de María Soto (2017). La tercera parte: *Marco comparativo*, contiene un capítulo: *Evidencia arqueológica de las estructuras hidráulicas en el sur de la Transjordania*, que corresponde al noveno del trabajo. En él se presentan las estructuras hidráulicas halladas en los asentamientos del sur de la Transjordania según diversos proyectos de prospección del área seleccionados. También se recogen las estructuras hidráulicas documentadas en los denominados *mountain strongholds*, los cuales presentan ciertas características comunes con el yacimiento en estudio. Cada proyecto y yacimiento seleccionados, se estudian en apartados diferenciados. La cuarta parte corresponde a la *Discusión*. Esta se divide en un único capítulo, el décimo, titulado *Perspectivas hidrológicas, hidrotécnicas, sociales, políticas, económicas y simbólicas en torno al agua*. Este capítulo se basa en el análisis, en clave histórica y cultural, de los datos obtenidos de las estructuras hidráulicas de Sela (capítulo 6) y de los diferentes análisis que se han realizado sobre esos datos (capítulos 7-9). Todo ello se basa a partir del contexto general y específico del yacimiento y del área de estudio. Esta parte se divide en diferentes apartados con sus respectivos subapartados. Finalmente, en la quinta parte: *Conclusiones*, se resumen los aspectos más relevantes que aporta la investigación y sus posibles líneas futuras de trabajo.

1.5. Definición de términos especializados

La elección de los diferentes términos especializados puede provocar variaciones conceptuales del mismo vocablo según los distintos investigadores. Este hecho se hace más evidente al realizar traducciones en distintos idiomas. Además, como argumenta Ariel M. Bagg (2000: 9), los términos técnicos modernos en ingeniería hidráulica muchas veces no responden a los que se utilizaban hace más de 3000 años.

La terminología acordada es esencial para la comunicación y la investigación compartida y es por esta razón que en este trabajo se definirán los términos utilizados a partir de diferentes diccionarios, enciclopedias y publicaciones especializadas.

1.5.1. Diccionarios, monografías y enciclopedias utilizados

Los diccionarios que se han utilizado son diversos. En primer lugar, se han consultado los diccionarios especializados en ingeniería hidráulica. En este caso, se ha utilizado la tercera edición del Glosario Hidrológico Internacional de las UNESCO-OMM, el *International Glossary of Hydrology (IGH)*²⁶ publicado online en 2012. En él se definen los términos técnicos y científicos relacionados con la hidrología en inglés, francés, ruso y español. También se ha utilizado el *Diccionario Español de Ingeniería (DEI)* de la Real Academia de Ingeniería²⁷. En segundo lugar, debido a que no todos los términos usados en este trabajo aparecen en estos diccionarios técnicos, se han utilizado también las definiciones proporcionadas por el *Diccionario de la lengua española (DLE)* de la Real Academia Española (RAE)²⁸ y el *Diccionario de uso del español* de María Moliner²⁹. En tercer lugar, se han usado las definiciones de términos más específicos realizadas por investigadores especialistas en la materia como Zeidoun Al-Muheisen (1986, 2009) y el léxico local proporcionado por Raouf Sa'd Abujaber (1995: 742). Finalmente, también se han considerado las definiciones especializadas proporcionadas por la enciclopedia *Reallexikon der Assyriologie und Vorderasiatischen Archäologie (RIA)*, y en algunos casos, las definiciones del *Dictionnaire historique d'architecture* de Quatremère de Quincy (1832) y el diccionario unilingüe de la lengua latina, el *Thesaurus Linguae Latinae (TLL)*³⁰.

²⁶ La primera edición de este glosario se publicó en 1974 y la segunda edición en 1992. Esta tercera edición fue preparada por un Comité Permanente de Terminología, compuesto por miembros designados por la UNESCO y la OMM. Se puede consultar en la siguiente página web: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002218/221862M.pdf> [Consulta: 20/07/2020].

²⁷ Se puede consultar en línea en este enlace: <http://diccionario.raing.es/e> [Consulta: 21/08/2020].

²⁸ El diccionario utilizado es la versión en línea de la 23.ª edición, disponible desde el 21 de octubre de 2015, la cual amplía el diccionario académico online del 2001. Su web es: <http://www.rae.es/rae.html> [Consulta: 10/06/2020].

²⁹ Este diccionario se ha escogido por ser uno de los mejores diccionarios alternativos al de la Real Academia Española y, en algunas ocasiones, amplía o complementa su información.

³⁰ Esta obra se ha consultado en línea en la siguiente web: www.thesaurus.badw.de [Consulta: 06/07/2020].

1.5.2. Estructuras hidráulicas: tipologías generales y específicas

Los términos aplicados en este trabajo para denominar a las diferentes estructuras hidráulicas se han dividido en tres tipologías generales: a) depósitos; b) canales y c) muros. Sus diferentes definiciones, así como sus tipologías específicas en las que se dividirán se detallan a continuación.

a) Depósitos

Por depósito (del lat. *depositum*.) se entiende:

(acep. 3. m.) “Lugar o recipiente donde se deposita algo” (DLE, 2015).

(acep. 4) “Recipiente fijo en un sitio, excavado en el suelo, existente en un utensilio, etc., destinado a contener agua u otro líquido” (Moliner, 2007: 935).

Los depósitos pueden clasificarse en tipologías basadas según su tamaño, función y método de abastecimiento de agua. Según Zeidoun Al-Muheisen (2009: 144), las dos grandes tipologías de los depósitos se basan en el origen del agua almacenada. Estas son: a) los depósitos con agua de manantiales y b) los depósitos con agua de la lluvia. Estos últimos son los que se han documentado e inventariado en Sela.

A su vez, dichos depósitos pueden clasificarse en tipologías basadas en su tamaño y/o en su función. De acuerdo con estos criterios se clasifican los depósitos en los siguientes tipos: a) cisternas; b) reservorios; c) depósitos de sedimentación y d) piscinas.

A continuación, se definen estos términos según las diferentes interpretaciones de los especialistas y de la lengua.

1. Cisternas

Según el *Thesaurus Linguae Latinae* (TLL) el término *cisterna* procede de la palabra latina *cista* (cofra, cesta) en virtud de su forma³¹. Sin embargo, otros autores consideran que deriva de *cis terrena* – *cis terra* (bajo tierra). Precisamente, en el *Dictionnaire historique d'architecture* de Quatremere de Quincy y Antoine Chrysostome se describe como “*un réservoir souterrain destiné à conserver l'eau de pluie*”³². En la primera acepción del DLE (2015) el significado es muy parecido:

(acep. 1. f.) “Depósito subterráneo donde se recoge y conserva el agua llovediza o la que se lleva de algún río o manantial”.

³¹ TLL, vol. 3, col. 1193.

³² Véase la acepción de “*citerne*” del primer tomo del *Dictionnaire historique d'architecture* de Quatremere de Quincy y Antoine Chrysostome, en las páginas 390-392.

Lo mismo ocurre con la acepción que utiliza María Moliner en su diccionario (Moliner, 2007: 674):

(acep. 1. f.) “Depósito, generalmente subterráneo, donde se recoge y guarda agua procedente de lluvia o de manantial”.

No obstante, si ahondamos más en el significado que va a tener en este trabajo, la definición que proporciona la RIA es más acertada:

“Una cisterna es un depósito de agua subterráneo utilizado para recoger y almacenar, principalmente, agua de lluvia la cual puede utilizarse como agua potable o para uso general (como bebida para animales o en agricultura). Si las condiciones del suelo son las adecuadas, las cisternas pueden estar talladas en el suelo de roca y estar cubiertas con un pavimento impermeable. Si no hay un terreno rocoso sólido, se puede cavar una fosa en el suelo y la cisterna se puede construir con piedras y luego impermeabilizarse con pavimento. Las cisternas suelen tener una capacidad máxima de 100 m³. Si las instalaciones tienen dimensiones más grandes, se llaman reservorios [...]. Una característica crucial de las cisternas es que están cubiertas. Las cisternas se deben diferenciar de forma estricta tanto de pozos como de piscinas” (Bagg, 2017: 331)³³.

Según esta enciclopedia, una cisterna es un depósito de agua subterránea para recoger y almacenar principalmente agua de lluvia para el consumo humano o animal, y para la agricultura. Además, debe de tener una capacidad máxima de 100 m³ y debe estar cubierta (Bagg, 2017: 331).

Según el léxico local, *bi'r* es el término en árabe que se utiliza para hacer referencia a las cisternas que presentan una forma piriforme y que están excavadas en la roca. Según Abujaber (1995: 370-371), este tipo de cisterna tiene una boca circular de aproximadamente 1-1,5 m de diámetro. Este autor no diferencia entre las cisternas, que reciben el agua principalmente de la lluvia, y los pozos, de donde se extrae el agua subterránea (Pace, 1996: 370).

2. Reservorios

El término reservorio (del fr. *réservoir*) puede ser definido como:

(acep. 3. m. *Am.*) “Depósito, estanque” (Moliner, 2007: 2566; DLE, 2015).

³³ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Eine Z. ist ein unterirdischer Wasserbehälter zum Sammeln und Speichern von hauptsächlich Regenwasser, das als Trink- oder Nutzungswasser (Tränkung von Tieren, Landwirtschaft) dienen kann. Z. können in den Steinboden gehauen und mit einem undurchlässigen Pflaster beschichtet werden, wenn die Bodenbedingungen günstig sind. Wenn kein solider Felsgrund vorhanden ist, kann eine Grube in den Erdboden gegraben und die Z. mit Steinen gebaut und dann wasserdicht gepflastert werden. Z. haben in der Regel eine maximale Kapazität von 100 m³. Wenn die Anlagen größere Dimensionen haben, werden sie als Reservoir bezeichnet [...]. Ein entscheidendes Merkmal von Z. ist, dass sie abgedeckt sind. Sie müssen von Brunnen und Becken streng unterschieden werden*”.

El término en inglés, *reservoir*, se utiliza frecuentemente como sinónimo de depósito. No obstante, muchos investigadores también lo utilizan para hacer alusión a una cisterna, aunque con una pequeña matización:

“Las cisternas suelen tener una capacidad máxima de 100 m³. Si las instalaciones tienen dimensiones más grandes, se llaman reservorios. Los reservorios también pueden tallarse en las paredes de las rocas y pueden alimentarse no sólo con la escorrentía de agua de lluvia, sino también con el agua de la inundación de un *wadi* o de un manantial” (Bagg, 2017: 331)³⁴.

Es decir, los reservorios serían aquellas cisternas que tienen una capacidad de más de 100 m³, y que generalmente no están cubiertas. Estos suelen tener un uso público dentro de los espacios urbanos (Bagg, 2017: 333).

El término utilizado en árabe para este tipo de depósito es el *qi'*. Abujaber lo define como una excavación abierta o un depósito natural que fue adaptado para contener agua. Este autor también menciona que los reservorios no están cubiertos y que, por tanto, estaban sujetos a la contaminación (Abujaber, 1995: 743)³⁵.

3. Depósitos o balsas de sedimentación

Según el DLE (2015) una balsa es un:

(acep. 1. f.) “Hueco del terreno que se llena de agua, natural o artificialmente”.

Para María Moliner (2007: 346) una balsa podría ser las siguientes dos acepciones:

(acep. 1. f. ¿de origen ibérico?) “Acumulación de agua, de cierta extensión y permanencia, en una depresión de terreno”.

(acep. 2) “Estanque o depósito de agua para el riego”.

En este tipo de construcciones hidráulicas destacan las balsas de decantación o depósitos de sedimentación, a las que se hará referencia en este trabajo. Este tipo de balsas o depósitos pueden encontrarse en la literatura científica inglesa como *settling tanks*, *settling pond*, *decant pond* y *sedimentation basins*. Se consideran términos equivalentes y se pueden usar indistintamente (Chatzakis *et al.*, 2006: 757). La elección entre *tank*, *pond* y *basin* implica algunas matizaciones. *Tank* hace referencia

³⁴ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “Z. haben in der Regel eine maximale Kapazität von 100 m³. Wenn die Anlagen größere Dimensionen haben, werden sie als Reservoir bezeichnet. Reservoir können auch in Felswände gehauen werden und nicht nur mit Regenwasser oberflächenabfluss, sondern auch mit Flutwasser eines Wadis oder Quellwasser gespeist werden”.

³⁵ Este autor alude a que probablemente estas estructuras tenían que protegerse contra el ganado que podría caer fácilmente en ellos, como presenció al ver el cadáver de un burro en un reservorio de al-Mudaybi (Abujaber, 1995: 743).

a cualquier tipo de depósito, *pond* hace referencia a un “embalse de almacenamiento o masa de agua de pequeñas dimensiones”³⁶ y *basin* es un término general que especifica una cuenca. Esta puede ser de captación de drenaje, fluvial, hidrográfica, receptora, etc. Los términos *sedimentation* and *settling* son sinónimos y hacen referencia al:

(acep. 1286) “Proceso de depósito y asentamiento de la materia en suspensión en el agua por gravedad” (IGH, 2012: 298).

Debido a la tecnología existente en el yacimiento de Sela se usará el término depósito de sedimentación.

4. Piscinas

Del lat. *Piscina* derivado de *piscis* (pez) se trata según el DLE (2015) de una:

(acep. 1. f.) “Construcción que contiene gran cantidad de agua y que se destina al baño, a la natación o a otros ejercicios y deportes acuáticos”.

La definición del *Diccionario de uso del español* de María Moliner (2007: 2307):

(acep. 2) “Estanque para bañarse y nadar”.

Como estas definiciones no son aplicables a este caso, la definición más apropiada sería la que proporciona el Glosario Internacional de Hidrología (2012: 45)³⁷:

(acep. 1102) “Embalse de almacenamiento o masa de agua de pequeñas dimensiones”.

No obstante, en muchas ocasiones se utiliza el término *pool* como sinónimo de balsa o cubeta. En este caso, usaremos el término de piscina (*pool*) para hacer referencia a los depósitos artificiales abiertos para almacenar agua de la lluvia o de manantial cuyo ancho y longitud sean mayores que su profundidad tal y como se especifica en la RIA:

“Las piscinas son sistemas abiertos para el almacenamiento de agua de lluvia o de manantial, cuya anchura y longitud son considerablemente mayores que su profundidad” (Bagg, 2017: 331)³⁸.

Este tipo de instalación hidráulica es para R. Abujaber una *birka*. Estas fueron generalmente el resultado de un esfuerzo comunitario, construidas en áreas bajas para recoger la escorrentía de las colinas circundantes (Abujaber, 1995: 743).

³⁶ IGH, 2012: 255, acep. 1102.

³⁷ También se usan como sinónimos en inglés los términos “*pond*” o “*pool*”.

³⁸ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Becken sind offene Anlagen zum Speichern von Regen- oder Quellwasser, deren Breite und Länge wesentlich größer als ihre Tiefe sind*”.

b) Canales

Según el DLE (2015), por canal (del lat. *canālis*) se entiende:

(acep. 1. m o f.) “Cauce artificial por donde se conduce el agua para darle salida o para otros usos”.

María Moliner (2007: 511) ofrece una definición muy parecida:

(acep. 1. m.) “Cauce excavado en el terreno para conducir agua u otra cosa”.

Lo mismo sucede con la definición que proporciona el IGH (2012: 45):

(acep. 196) “Cauce artificial abierto cuya sección transversal tiene una forma generalmente constante”³⁹.

Según la RIA, los canales son infraestructuras construidas para transportar el agua. Hay canales abiertos y cubiertos. Estos últimos pueden ser subterráneos. Su uso se relaciona con el suministro de agua potable para consumo doméstico o para el riego. También se utilizan para la descarga de aguas residuales o el drenaje de aguas procedentes de riego, lluvia o de zonas inundadas:

“Una conducción de agua es un dispositivo técnico para el transporte de agua. Los canales y acanaladuras son tuberías / conducciones de agua abiertos, los canales cubiertos y las galerías son tuberías / conducciones de agua cerradas, que también pueden funcionar bajo tierra. Para que una tubería / conducción pueda superar los obstáculos naturales (valles, montañas) o artificiales (canales, carreteras), se construyen acueductos - que en realidad son puentes para los canales - o túneles. La tubería / conducción puede utilizarse para el suministro de agua potable o de uso general (riego). Las tuberías / conducciones también se utilizan para el drenaje de aguas contaminadas por el uso (aguas residuales) o por el exceso de agua (agua de riego, de lluvia, de inundación o drenaje de carreteras). En el Antiguo Oriente, el agua era conducida gracias al efecto de la gravedad. Las tuberías a presión no están documentadas. Los sistemas de alcantarillado, que se examinarán principalmente a continuación, son instalaciones urbanas para la eliminación selectiva de líquidos usados” (Bagg, 2016: 15)⁴⁰.

c) Muros

Por muro (del lat. *murus*) se entiende (Moliner, 2007: 2020):

(acep. 1. m.) “Obra de albañilería hecha de piedra, ladrillos, adobes, etc., formando una placa vertical, que se construye para cerrar un espacio, sostener una techumbre, etc.”.

Dentro de esta de esta tipología general se encuentran las presas, represas o diques.

³⁹ En inglés se usan los vocablos “*canal*” o “*conduit*”.

⁴⁰ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Eine W. ist eine technische Einrichtung zum Transport von Wasser. Kanäle und Rinnen sind offene W., abgedeckte Kanäle und Freilaufstollen sind dagegen geschlossene W., die auch unterirdisch verlaufen können. Damit eine W. natürliche (Tal, Berg) oder künstliche (Kanal, Strasse) Hindernisse überwinden kann, werden Aquädukte – die eigentlich Brücken für Kanäle sind – bzw. Tunnel gebaut. Eine W. kann zur Trink – oder Brauchwasserversorgung (Bewässerung) dienen. W. werden auch für die Ableitung von durch Gebrauch verunreinigtem (Abwasser) oder überschüssigem Wasser (Bewässerungs-, Regen-, Flutwasser) eingesetzt (Entwässerung; Strasse). Im Altren Orient wurde das Wasser durch Gravitation geleitet. Druckleitungen sind nicht bezeugt. Kanalisationen, worüber im Folgenden vorwiegend die Rede sein wird, sind städtische Einrichtungen zur gezielten Abfuhr von verbrauchten Flüssigkeiten*”.

1. Presas, represas o diques

En el IGH (2012: 74), una presa (*dam, barrage* o *weir*) es:

(acep. 326) “Una barrera construida transversalmente a un valle para almacenar agua o elevar el nivel de agua”.

Para María Moliner (2007: 2384) sería:

(acep. 7) “Construcción hecha en una corriente de agua para retener esta y derivarla para su aprovechamiento”.

El término de dique es muy parecido al anterior (IGH, 2012: 30):

(acep. 129) “Estructura que atraviesa un curso de agua dotada de una serie de compuertas u otros mecanismos, que controla el nivel de aguas arriba para regular el flujo o derivar caudales hacia otro curso de agua”.

Lo mismo sucede con el término de represa (del lat. *repressus* y *reprimĕre*):

(acep. 3. f.) “Lugar donde las aguas están detenidas o almacenadas, natural o artificialmente” (DLE, 2015).

(acep. 2.) “Acción y efecto de represar[se] un líquido: una represa de agua” (Moliner, 2007: 2558).

Finalmente, en esta tipología general también se pueden incluir las barreras construidas transversalmente en los *wadis*, las denominadas barreras de *wadi* (*wadi barrage*). En el DLE (2015) este término aparece del lat. *prensa, prendĕre* “coger, agarrar” y se entiende como un:

(acep. 5. f.) “Muro grueso de piedra u otro material que se construye a través de un río, arroyo o canal para almacenar el agua a fin de derivarla o regular su curso fuera del cauce”.

Todos estos términos son muy parecidos. Sin embargo, debido a las características y altura de la estructura observada en Sela, en este trabajo se utilizará el término de represa.

1.6. Breve introducción teórica a las lógicas hidráulicas en el Próximo Oriente Antiguo

Las técnicas y estrategias de adquisición y conservación del agua son fundamentales, sobre todo en aquellas áreas donde la búsqueda del agua se convierte en un elemento central en la vida de los grupos humanos (Mouton, 2009: 7). Este es el caso de algunas áreas áridas o semiáridas del Próximo Oriente Antiguo (Sanlaville, 1981; Jouvenel, 2010). Cada entorno natural específico ofrece un acceso diferente al agua y, por tanto, requiere diferentes estrategias y técnicas para gestionarla (Al-Dbiyat y Mouton, 2009). La respuesta de los diferentes grupos humanos también depende de sus conocimientos técnicos, su cultura y su historia.

La “domesticación”⁴¹ del agua marcó un punto de inflexión en la trayectoria histórico-cultural de todas las regiones del globo (Mithen, 2010: 5249). La intervención voluntarista del ser humano en su entorno se vio afectada por el régimen estacional de precipitaciones con eventos episódicos y erráticos y la baja precipitación media anual. Estas condiciones provocaron diferentes estrategias de subsistencia basadas en minimizar la vulnerabilidad de los sistemas alimentarios al colapso (Marston, 2011: 191-195).

Dependiendo del tipo de estrategia de movilidad por el territorio y del modelo económico de las distintas poblaciones, estas utilizaron diferentes mecanismos para diversificar e intensificar su economía manipulando directa o indirectamente los recursos hídricos disponibles. La mayoría de los estudios arqueológicos sobre el funcionamiento de la gestión del agua por estas sociedades se ha centrado en el estudio de las evidencias de ingeniería hidráulica construidas por comunidades sedentarias agrícolas (Hammer, 2018: 63-64). Sin embargo, las actividades de las poblaciones móviles complementan la historia de la gestión del agua en el Próximo Oriente⁴².

Las comunidades con estilos de vida nómada fueron las primeras en gestionar los recursos hídricos para captar y almacenar el agua de la lluvia. Como argumenta Emily Hammer (2018: 64), la movilidad en sí misma es una tecnología efectiva para la gestión del agua. Aunque muchas de las actividades desarrolladas por las poblaciones móviles pueden ser invisibles arqueológicamente, otras estrategias nos han dejado evidencias. Se trata principalmente de las actividades de los pastores trashumantes. Por un lado, estos grupos móviles se desplazaron a puntos de agua disponibles estacionalmente o almacenada naturalmente como las depresiones que retienen la humedad. Por otro lado, estas comunidades modificaron el paisaje construyendo infraestructuras hidráulicas diseñadas para aumentar la cantidad de agua disponible y ampliar el rango y la calidad de los pastos. En el caso de las poblaciones sedentarias, el control y la gestión del agua tuvieron un gran impacto en la sociedad. Los agricultores sedentarios asentados en las llanuras de ríos y ciertos entornos montañosos, aumentaron la cantidad de agua disponible mediante la

⁴¹ Por domesticación del agua se entiende al agua cuyas características como fluido en movimiento han sido restringidas y manipuladas para satisfacer las necesidades humanas. Para un estudio más amplio sobre este aspecto, véase Mithen, 2010.

⁴² El pastoreo móvil a menudo ha sido percibido como una estrategia alterativa por las comunidades en circunstancias externas desfavorables. Desde una perspectiva más alineada con la literatura sociológica y antropológica, el pastoreo móvil sería una estrategia activa para gestionar recursos como el agua (Adams, 1978: 334; Hammer, 2018: 64).

construcción de canales de riego superficiales o subterráneos, así como sistemas de captación del agua de la lluvia y de la escorrentía (Wilkinson, 2003). Estos sistemas se desarrollaron y se mantuvieron gracias a grandes esfuerzos de planificación y supervisión. Tradicionalmente, estas tareas se han atribuido al Estado. El historiador germano-estadounidense Karl A. Wittfogel fue el primero en mencionar que la gestión del agua fue centralizada por parte del Estado. Según su modelo, denominado “despotismo hidráulico”, el Estado sería el garante del control del agua a gran escala y de los sistemas de riego, ya que requieren una cantidad masiva –aunque a menudo no cuantificada– de inversión de capital, trabajo y un nivel de coordinación y cooperación que solamente una autoridad central podría proveer (Wittfogel, 1956, 1957)⁴³. Sin embargo, según Stephanie Rost (2017: 1), la evidencia empírica para medir el nivel de participación del Estado en la gestión del agua en la Antigüedad es muy escasa. Además, como argumenta esta autora, los recientes estudios etnográficos y arqueológicos han demostrado que el control centralizado es una opción más que una necesidad (Rost, 2017: 2).

La tendencia entre los investigadores ha sido el estudio de las fuentes de archivo de los lugares donde el control estatal estaba arraigado. Este es el caso del registro arqueológico y textual de las civilizaciones como Mesopotamia o Egipto (Butzer, 1976; Goyon, 1982; Briant, 2002; Manning, 2002; Wilkinson *et al.*, 2015; Driaux, 2016). En ambos casos, existió una estrecha correlación entre el nivel de participación del Estado en la gestión del agua y en el riego. Incluso en los dos casos se desarrolló el concepto ideológico de gobierno central como protector y proveedor de la profusión agrícola⁴⁴. Sin embargo, aunque se han realizado muchos estudios sobre la gestión del agua en términos de administración del riego, la gestión diaria del agua es poco conocida (Driaux, 2016: 44).

En los últimos años la evidencia disponible nos está indicando que muchas sociedades a lo largo de la historia han desarrollado sofisticadas técnicas de gestión del agua, sin la necesidad de evolucionar hacia Estados. Además, como defienden autores como Øysten

⁴³ Según este autor, gracias a el control y aprovechamiento de los recursos hídricos de los grandes ríos se desarrollaron las denominadas “civilizaciones hidráulicas” del Próximo Oriente y Egipto. Este modelo ha sido muy criticado, aunque todavía forma parte de múltiples estudios. Véase: Harrower, 2009.

⁴⁴ Como señala D. Bonneau (1982: 80), el control del agua es uno de los pilares del sistema político del antiguo Egipto. Dentro de la pirámide social egipcia, la figura del rey fue directamente relacionada con la gestión del riego. Esta figura es la responsable ante los dioses de la regularidad de la inundación. De esta manera, la escena representada en la cabeza de maza del rey Escorpión mostrando al rey sosteniendo una azada y cavando un canal sugiere una fuerte conexión entre el poder y el agua. Esta representación en este objeto simbólico nos indica, por tanto, que el rey se apropió el carácter sagrado del diluvio y del agua (Bonneau, 1982: 69).

LaBianca (2006) el control del agua a nivel local permitió la práctica de pequeñas tradiciones que han sobrevivido hasta nuestros días (LaBianca, 2007a, 2007b; LaBianca y Walker, 2007; LaBianca y Witzel, 2007). A menudo, estas prácticas de gestión del agua a nivel local agregaron proyectos transitorios a nivel estatal (LaBianca, 2006: 139).

Por tanto, como relató el geógrafo Pierre Gentelle⁴⁵ (2003), las prácticas relacionadas con la gestión del agua son tan amplias y heterogéneas en el pasado como pueden llegar a ser en el presente. Las nuevas investigaciones arqueológicas son mucho más complejas que la asociación que Wittfogel, Steward u otros investigadores hacen entre el Estado centralizado y el desarrollo de tecnologías complejas en la gestión del agua. Actualmente, los estudios transculturales muestran que existió una gran variedad de métodos de gestión del agua en distintas escalas de organización social, que pueden ir desde los Estados centralizados hasta la gestión local de los recursos hídricos dentro de sociedades tribales (Scarborough, 2003; Mithen y Black, 2011).

⁴⁵ Este autor en su obra *Traces d'eau. Un géographe chez les archéologues* (2003) relata el estudio de campo que realizó en diferentes yacimientos áridos del sur de Irán (desierto de Lut), Yemen (Shabwa), Jordania (Petra), Asia Central y China sobre el suministro y control del agua en el pasado.

Capítulo 2. Contextualización física, arqueológica e histórica del área meridional de la Transjordania durante el I milenio a.C.

2.1. Contexto físico

La geografía y el medio ambiente de la región del sur de la Transjordania, conocida históricamente como Edom⁴⁶, jugaron un papel muy relevante en la definición del territorio y en las estrategias de subsistencia utilizadas por sus habitantes (MacDonald, 2009; Smith *et al.*, 2014: 249). Su paisaje presenta una gran diversidad orográfica – mesetas, llanuras y un altiplano configurado por cadenas montañosas y una sucesión de valles– que ha generado múltiples ecosistemas –desiertos, estepas y ecosistemas de clima mediterráneo y de montaña–. Estos estimularon a los diferentes grupos humanos a desarrollar complejas estrategias para abastecerse de agua y gestionar los recursos hídricos (Cordova, 2007; Al-Dbiyat y Mouton, 2009; Mithen y Black, 2011: 210).

En esta sección se definirán los límites geográficos y ambientales del sur de la Transjordania y se describirá su clima, régimen de precipitación, flora y fauna, explotación del suelo y los tipos de cultivo en sus diferentes subregiones: tierras bajas, estepa y tierras altas (Smith *et al.*, 2014: 249-250).

2.1.1. Ubicación geográfica y unidades morfológicas

La región geográfica del sur de la Transjordania o Edom cubre una extensión de unos 6900 km². Esta zona se extiende unos 115 km de norte a sur desde el Wadi al-Hasa –al norte– a Ras an-Naqab –al sur– y una distancia de unos 60 km de este a oeste, de la estepa que bordea el desierto oriental jordano hasta la frontera internacional entre Jordania e Israel, respectivamente. El segmento oeste del territorio incluye el área al sur de los Ghors⁴⁷, el noreste del Wadi Arabá hasta Gharandal, incluyendo el Wadi Fidán y la región del Feinán (MacDonald, 2015: 1).

El área meridional de la Transjordania abarca principalmente tres unidades morfológicas (MacDonald, 2000: 21-23, 2015: 1): 1) el Valle del Rift del Mar Muerto; 2) la meseta de la Transjordania, también denominada como las tierras altas orientales y 3) el desierto

⁴⁶ Según Thomas E. Levy (2002, 2004, 2009: 150), el sur de Jordania y el Neguev no pueden tratarse por separado ya que, durante algunas fases de la ocupación del periodo del Hierro, el área de Edom pudo haberse extendido hacia el oeste a través del Wadi Arabá en la región que forma parte del desierto del sur del Neguev. Sin embargo, Israel Finkelstein (1995, 2005) considera que Edom no se consolidó como Estado hasta mucho después, por tanto, rechaza la propuesta de Levy. Se trata de una pugna historiográfica muy extensa que ha generado una amplia literatura científica. Véase: Hart, 1986a; Bienkowski, 1992c; Finkelstein, 1995; Singer-Avitz, 1999; Levy, 2002, 2004; Levy *et al.*, 2004; Finkelstein, 2005; Highman *et al.*, 2005; Levy *et al.*, 2005, 2007; Levy, 2009; Finkelstein y Piasezky, 2011; Levy *et al.*, 2012; Levy *et al.*, 2014; Tebes, 2014, 2016).

⁴⁷ Se trata del área ubicada en el segmento sureste del Mar Muerto (MacDonald, 2015: 1).

oriental jordano. Estas divisiones se pueden extrapolar a todo el conjunto del país jordano. Sin embargo, autores como Friedrich Bender (1974) consideran que el paisaje es aún más complejo y dividen el país, de este a oeste, en cinco unidades morfológicas principales: 1) el desierto nororiental de Jordania, dividido a su vez en la meseta basáltica y la meseta caliza; 2) la depresión de Azraq-Wadi Sirhan; 3) el área central del desierto oriental jordano; 4) las tierras altas en el borde oriental del Wadi Arabá-*Jordan Graben* y 5) el Wadi Arabá y la depresión del Mar Muerto y del río Jordán⁴⁸ (Fig. 2.1).

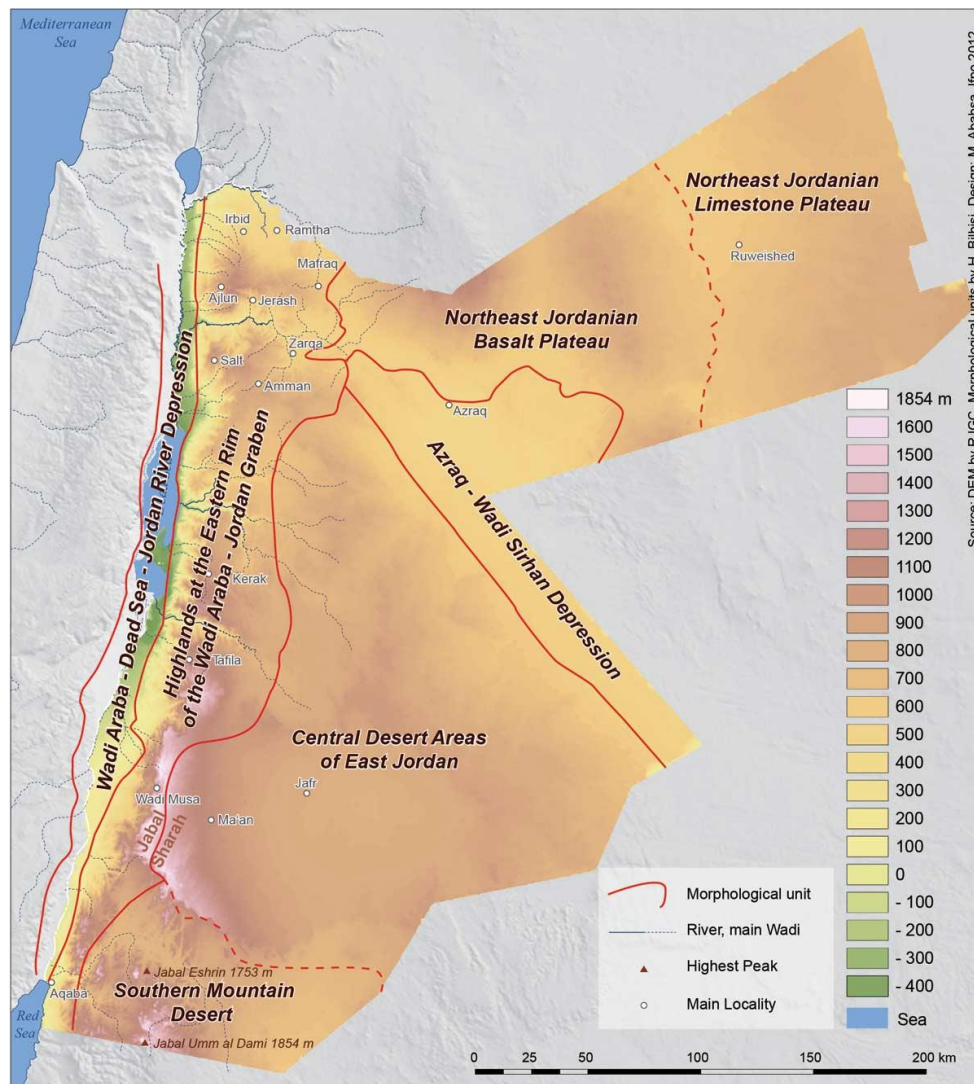


Figura 2.1. Mapa de Jordania con la representación de sus cinco unidades morfológicas.

Fuente: Al-Bilbisi, 2013: 43, fig. 1.2.

En línea: <http://books.openedition.org/ifpo/docannexe/image/4859/img-1.jpg> [Consulta: 06/11/2020].

De las cuatro regiones geomorfológicas o fitogeográficas en las que se divide el país jordano (Valle del Jordán, tierras altas, estepa y desierto), en los límites de la región de

⁴⁸ Para una descripción detallada de las cinco unidades morfológicas, véase Bender, 1974: 6-11 y MacDonald, 2000: 23-29.

del sur de la Transjordania se localizan tres de ellas: 1) tierras bajas de Edom; 2) estepa; 3) tierras altas de Edom (Fig. 2.2).

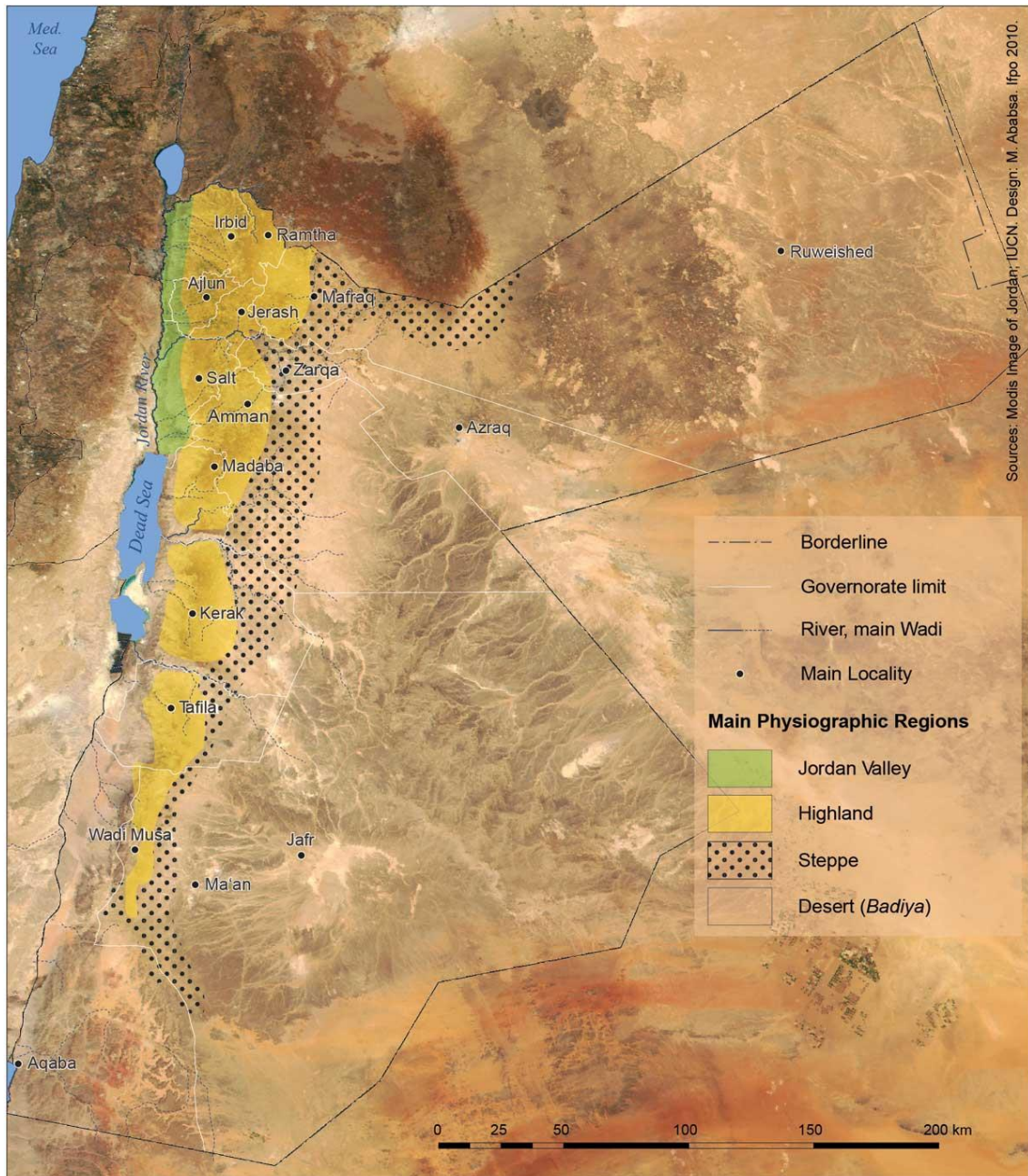


Figura 2.2. Las cuatro regiones fitogeográficas principales de Jordania.

Fuente: Bilbisi, 2013: 44, fig. 1.3.

En línea: <https://books.openedition.org/ifpo/docannexe/image/4859/img-2.jpg> [Consulta: 06/07/2020].

Las regiones se corresponden en gran medida con las zonas morfológicas principales. En estas regiones hay una gran variabilidad de altitudes que repercutieron notoriamente en la ocupación, los patrones de asentamiento y en la adaptación humana a cada uno de estos territorios. En primer lugar, las tierras bajas de Edom, situadas al este del Wadi Arabá y

al sur del Mar Muerto⁴⁹ presentan unas elevaciones que varían de -400 a 300 m s.n.m. (MacDonald, 2000: 27; Al-Bilbisi, 2013: 42-43). De norte a sur, las tierras bajas de Edom se caracterizan por una serie de sistemas de *wadi* que se disponen este-oeste y que fluyen desde las montañas hasta el Wadi Arabá. Estos *wadis* cortan formaciones rocosas volcánicas, graníticas y sedimentarias (Smith *et al.*, 2014: 249).

En segundo lugar, la estepa se corresponde con parte del área del desierto central de Jordania, el cual limita al norte y al este con el área de influencia de la depresión de Azraq-Wadi Sirhan hasta llegar a la escarpa de Ras an-Naqab, al sur. En este extremo más meridional, las elevaciones son de unos 850 m s.n.m. hacia la depresión de al-Jafr, aunque las altitudes más altas se encuentran en algunas áreas de Ras an-Naqab, con altitudes de hasta 1700 m s.n.m. (Bilbisi, 2013: 45). Finalmente, las tierras altas de Edom, también denominadas como la meseta de la Transjordania, se encuentran en el borde oriental del Wadi Arabá-*Jordan Graben*. Esta meseta se inclina suavemente hacia la meseta central por el este y, de manera más pronunciada, hacia la falla del Rift del Mar Muerto por el oeste. Por tanto, se pueden encontrar elevaciones de más de 1700 m s.n.m. en la cordillera de Jabal ash-Sharah (Tholbecq, 2001) y tierras que descienden precipitadamente hasta el nivel del Mar Muerto a 410 m b.n.m. En la parte meridional de la meseta, los *wadis* fluyen hacia el norte y desembocan en el Wadi al-Hasa y hacia el oeste, desembocan en los *Ghors* meridionales y el sistema noreste del Wadi Arabá (Burdon, 1959; MacDonald, 1992, 2000; MacDonald, 2015: 2-3).

2.1.2. Clima y recursos hídricos en la actualidad y en el pasado

El clima de Jordania varía desde las regiones con clima mediterráneo –al oeste– y las regiones con climas áridos y semiáridos –al este y al sur–. En general, el clima actual de Jordania se caracteriza por un verano seco y largo y un invierno con lluvias cortas e intermitentes (Shehadeh, 1985; Shqiarat *et al.*, 2010: 205-206)⁵⁰. No obstante, existe una gran variedad climática entre las diferentes unidades morfológicas que configuran las denominadas zonas climáticas (Spellman, 2000): la mediterránea, irano-turánica y sahara-sindiana (Bender, 1974: 11-15). Estas tres zonas están presentes en el área de estudio (MacDonald, 2015: 1).

⁴⁹ Incluyen parte del Valle del Rift del Mar Muerto.

⁵⁰ De junio a septiembre no hay casi ninguna precipitación y estas se concentran en la temporada de lluvias –generalmente en diciembre, enero y febrero–.

En las tierras bajas de Edom el clima es el característico de la zona saharo-sindiana: un clima propio del desierto árabe (Smith *et al.*, 2014: 249). El promedio de temperaturas anuales se sitúa en torno a los 22-25° y el clima es principalmente caluroso en verano con inviernos fríos (Ababsa, 2013: 65). De norte a sur, estas tierras recogen una serie de sistemas de *wadi* que fluyen de este a oeste desde las montañas hasta el Wadi Arabá (Bender, 1974; Smith *et al.*, 2014: 249). La zona esteparia, entre las tierras bajas y las tierras altas, se caracteriza por un clima semiárido con unas temperaturas con un promedio anual entre los 18-21° (Ababsa, 2013: 65). En esta zona de transición, la temperatura máxima anual es de más de 40°, y el promedio de la temperatura mínima anual es de -1,6°. Las tierras altas de Edom o la meseta de la Transjordania tienen mayormente un clima mediterráneo. Sus temperaturas oscilan entre los 14-18° de promedio anual. Sin embargo, este clima varía desde unas condiciones subhúmedas con un promedio de 3° en enero a 27-33° en agosto, a unas condiciones semiáridas con unas temperaturas promedias de 3-7° en enero a 30-35° en agosto (Bender, 1974: 187). De abril a octubre este clima tiene veranos secos con una temperatura media de 38,8° y de noviembre a marzo un invierno con una temperatura media anual de 0,5° de mínima (MacDonald, 2000: 31). Es la denominada “isla mediterránea” (Smith *et al.*, 2014: 250). Sus límites con el territorio contiguo irano-turaniano no se pueden establecer de forma precisa debido a que la vegetación mediterránea de los márgenes oriental y meridional, que limita con las estepas y los desiertos, ha sido objeto de una gran devastación humana (MacDonald, 2015: 4). En las tierras altas de Edom, los manantiales se encuentran en los *wadis* a lo largo de la línea de los 1200-1100 m de altitud.

Jordania es uno de los diez países más pobres del mundo con respecto a sus recursos hídricos (AbdelKhaleq y Alhaj Ahmed, 2007: 85). El río Jordán es el único recurso de agua de superficie permanente y, por lo tanto, el país tiene una gran dependencia de las lluvias (Al-Muheisen, 2009: 21). En todas estas regiones, los recursos hídricos dependen principalmente del agua de la lluvia. La mayoría del agua se evapora y el resto fluye hacia ríos o cuencas o se infiltra para reponer grandes acuíferos de agua fósil (Ababsa, 2013: 69).

En cuanto al clima en el pasado, la investigación paleoambiental y arqueológica en Jordania, el sur del Levante y el Próximo Oriente, en general, han evidenciado que el clima de esta región ha ido cambiando con el tiempo. Las investigaciones se han basado principalmente en los niveles y fluctuaciones del Mar Muerto (Klein, 1982: 90-91), en las

deposiciones de sal en las cuevas de sal del Mar Muerto (Frumkin, 1997: 244; Migowski *et al.*, 2006) y sobre la base de estudios paleobotánicos de Masada (Issar y Yakir, 1997: 103) y Tel Burna en Israel (Riehl y Shai, 2017)⁵¹.

Según autores como Dafna Langgut *et al.* (2015), la historia climática del sur del Levante durante la Edad del Bronce y del Hierro se puede obtener mediante diferentes diagramas de polen de alta resolución⁵². Según estos autores, el periodo más húmedo se identificó durante el periodo del Bronce Inicial I (*ca.* 3600-3000 a.C.). En los posteriores periodos del Bronce Inicial II-III, la región todavía se caracteriza por condiciones climáticas húmedas⁵³ y ya en el Bronce Medio (*ca.* 2500-1950 a.C.) por condiciones climáticas más moderadas. Desde el 2000 a.C. hasta el 1750 a.C., aproximadamente, el clima fue más seco hasta el inicio del Bronce Medio II-III (*ca.* 1750-1550 a.C.), donde el clima fue algo más húmedo. A final de este periodo e inicios de la Edad del Hierro (*ca.* 1100 a.C.) se documentó un periodo de sequedad severa⁵⁴, que fue seguido por un periodo más húmedo en torno al 1100-750 a.C. Las condiciones climáticas durante el Hierro IIB y IIC (*ca.* 780-586 a.C.) fueron más moderadas. Durante el periodo persa (539-332 a.C.) y el periodo helenístico y nabateo (332-63 a.C.) parece que el clima fue bastante árido. En torno al 190 a.C. aumentó la humedad y el periodo romano coincide con una fase relativamente húmeda (Frumkin, 1997: 244; MacDonald, 2015: 42) (Fig. 2.3).

Las diferentes fluctuaciones climáticas tuvieron un papel destacado en la configuración de la historia del Levante oriental y han dejado varios tipos de evidencia relacionada con los patrones de asentamiento, el uso del suelo y la adaptación al medio humano (Barker *et al.*, 1999, 2000: 44; MacDonald, 2001: 376; Al-Shorman, 2002: 23).

⁵¹ Nuevos estudios paleoclimáticos en Tel Burna (Israel) dirigidos por Simone Riehl y Itzhaq Shai (2017) están aportando nuevas interpretaciones sobre el paleoclima en esta región.

⁵² Su estudio se basa en una comparación del registro de polen fósil proveniente de un transecto que va desde Birkat Ram, en el norte de los Altos del Golán, el Mar de Galilea y Ein Feshkha y Ze'elim Gully, en la orilla occidental del Mar Muerto (Langgut *et al.*, 2015: 220-223).

⁵³ No obstante, se registró una reducción en los porcentajes de polen arbóreo.

⁵⁴ Durante estos periodos se identificó la disminución de robles y de polen arbóreo. También según autores como Stiebing (1989: 186), los anillos de los árboles son más estrechos, lo que indica las malas condiciones de crecimiento durante este periodo.

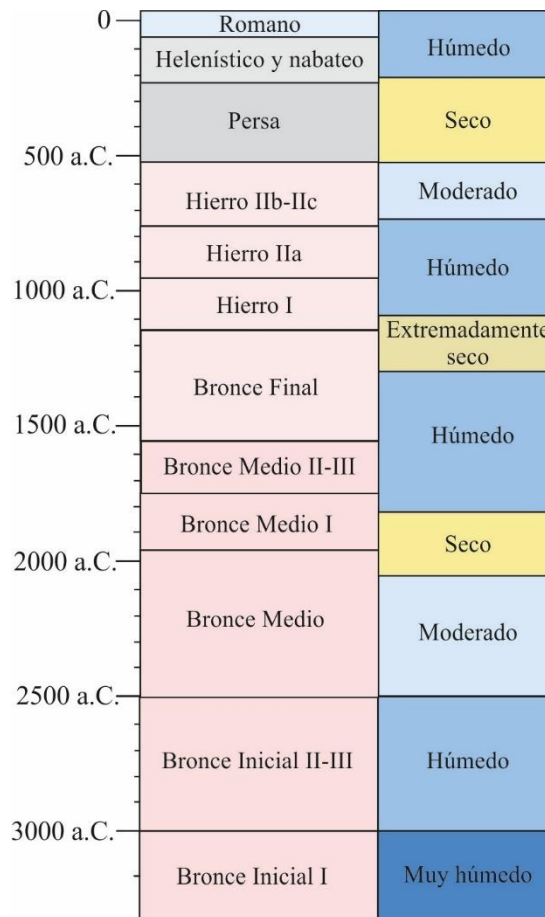


Figura 2.3. Condiciones climáticas en el sur del Levante del Bronce al periodo romano.
Fuente: Elaboración propia a partir de Langgut *et al.*, 2015: 231, fig. 5.

2.1.3. Patrón de precipitaciones, pluviosidad local e impacto en la retención y circulación del agua

En Jordania –en general– y en el área meridional –en particular– la precipitación es muy escasa. Además, el patrón de precipitaciones y la pluviosidad local es muy inestable. Esto puede ser el resultado de una variedad de factores naturales. En primer lugar, el terreno en el área meridional es plano y se ubica lejos del Mediterráneo, lo que provoca fluctuaciones continuas en la precipitación local, así como oscilaciones estacionales y anuales que pueden causar lluvias torrenciales. En segundo lugar, las prominentes montañas de Edom actúan como barrera orográfica para las ocasionales advecciones de masas de aire húmedo que viajan desde el oeste. En tercer lugar, la influencia topográfica es un factor importante en estas variaciones de lluvia. A mayor altura hay una mayor y más frecuente condensación (Migón y Goudie, 2014: 124). La mayor parte de esta precipitación cae entre diciembre y abril, más del 90% en forma de tormentas de corta duración.

En las diferentes regiones que configuran el sur de la Transjordania se puede ver la variabilidad regional de precipitaciones (Hopkins, 1985: 84-90; Shqiarat *et al.*, 2010: 205-206). En las tierras bajas, el promedio anual de precipitaciones es inferior a 100 mm (Smith *et al.*, 2014: 249). Las lluvias recogidas durante los meses de invierno –de diciembre a marzo– tienen un promedio de unos 17 mm, mientras que en los meses de verano –de junio a septiembre– prácticamente no hay precipitaciones (0-0,1 mm) (Barker y Gilbertson, 2000). En la estepa, en cambio, el promedio anual de lluvias ronda en torno a los 100-300 mm. Finalmente, en la región de las tierras altas de Edom la precipitación anual media es de 300 mm. Aunque en el sur de esta región, la lluvia es mucho más escasa (Fig. 2.4).

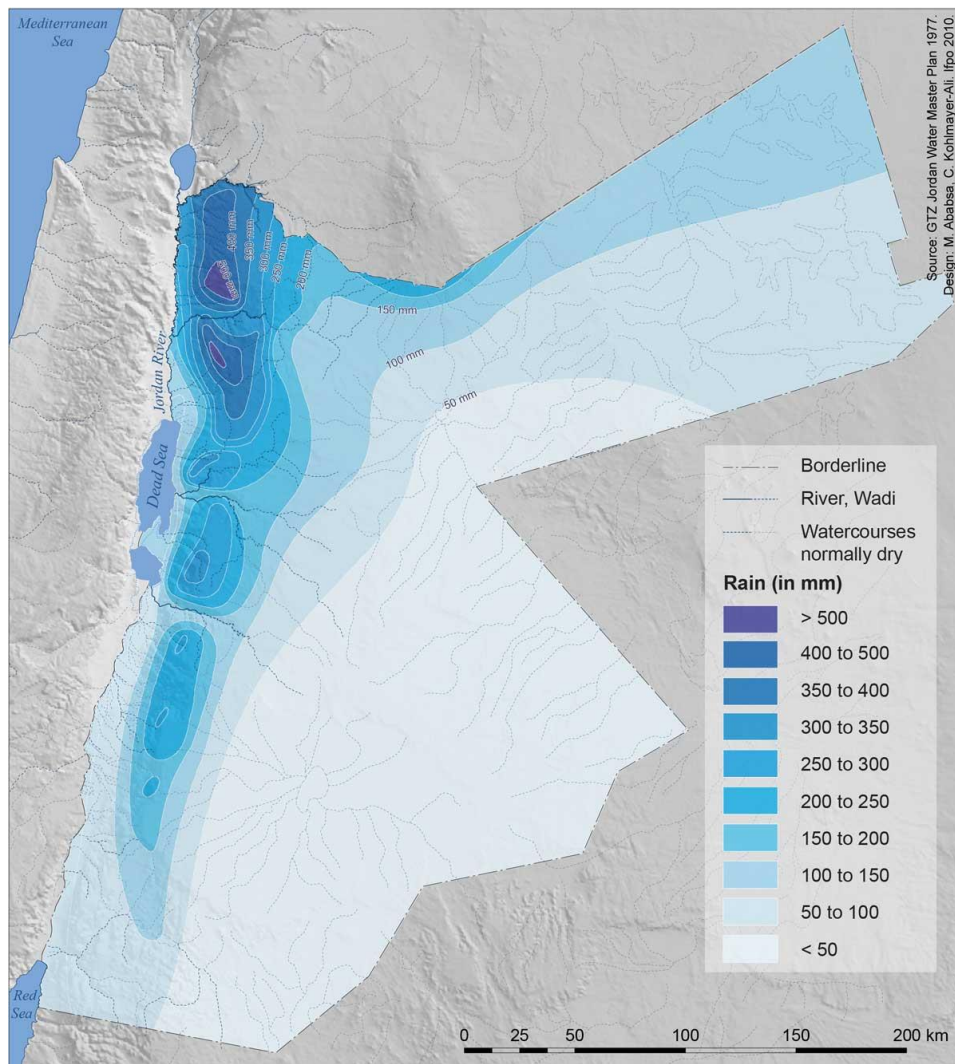


Figura 2.4. Distribución de la precipitación en las diferentes regiones de Jordania.

Fuente: Ababsa, 2013: 65, fig. 1.12.

En línea: <http://books.openedition.org/ifpo/docannexe/image/4865/img-1.jpg> [Consulta: 20/07/2020].

Bajo tales condiciones de precipitación, el agua de la escorrentía provoca que los *wadis* fluyan en periodos cortos de tiempo y que el agua se filtre, empapando las áreas más

cercanas⁵⁵. La escorrentía se produce entre cinco a siete veces al año. Este tipo de escorrentía puede provocar una fuerte erosión y, por esa razón, es significativa la presencia de presas y reservorios de almacenamiento. Otro problema en las regiones áridas o semiáridas es la formación de la costra del suelo, que reduce la infiltración de agua (Abu-Awwad y Shatanawi, 1997: 443-444). Este sellado se produce en superficies con baja materia orgánica y alto contenido de limos (Harlan, 1988). Finalmente, las características y las propiedades del suelo afectan la tasa de infiltración del agua. En general, las areniscas que configuran gran parte de paisaje del suroeste de Jordania pertenecen al *Ram Sandstone Group* (RSG)⁵⁶. Estas areniscas son bastante porosas, lo que ayudaría a la infiltración del agua (Migón y Goudie, 2014: 225).

2.1.4. Explotación del suelo y tipos de cultivo

En cuanto a las condiciones edáficas, la naturaleza y calidades de los suelos y el sustrato geológico del área en estudio es muy variado (Fig. 2.5).

El sur de la Transjordania se caracteriza por la presencia de tres tipos diferentes de suelo⁵⁷. En la región de las tierras altas de Edom los más comunes son los inceptisoles, principalmente la variedad xerochrepts, los cuales cubren extensas áreas de las tierras altas, así como el borde oriental del Wadi Arabá-*Jordan Graben* (Bender 1974: 187). Este tipo de suelos son aptos para el cultivo de vides, olivos y frutales (Bender, 1974: 189). En su parte oriental, el suelo permite la producción de cereales, aplicando el sistema de cultivo de seco y el pastoreo (Bender, 1974: 190). En el área montañosa entre at-Tafila y ash-Shawbak se pueden encontrar bosques de coníferas como los enebros (*Juniperus phoenicea*) y árboles de hoja perenne como el roble (*Quercus calliprinos*), una combinación única en el Levante (Bender, 1974: 11; Harlan, 1988: 43)⁵⁸. Más al este, el área deviene en un ambiente desértico hiperárido (Smith *et al.*, 2014: 250).

⁵⁵ Aunque muchos de estos *wadis* permanecen secos todo el año, algunos tienen manantiales y pequeños arroyos tributarios que tienen agua circulando durante gran parte del año.

⁵⁶ El RSG se divide en cuatro unidades principales: *Salib Arkose*, *Umm 'Ishrin Sandstone*, *Disi Sandstone* y *Umm Sahn Sandstone*.

⁵⁷ No existe un mapa de suelos acordado para Jordania. Además, los nombres que se determinaron en los años noventa están obsoletos y se han remplazado por las clasificaciones del *United States Department of Agriculture* (USDA) del 2010. Para ver las diferencias entre los nombres utilizados, véase la tabla 1.4 de Lucke *et al.*, 2013: 73.

⁵⁸ Actualmente, estos bosques están prácticamente destruidos a excepción de la Reserva de Dana y el sur de ash-Shawbak. Como sugirió Glueck, la mayoría de los bosques de enebros se taló antes de la Primera Guerra Mundial por los turcos para construir el ferrocarril del Hiyaz (Glueck, 1940).

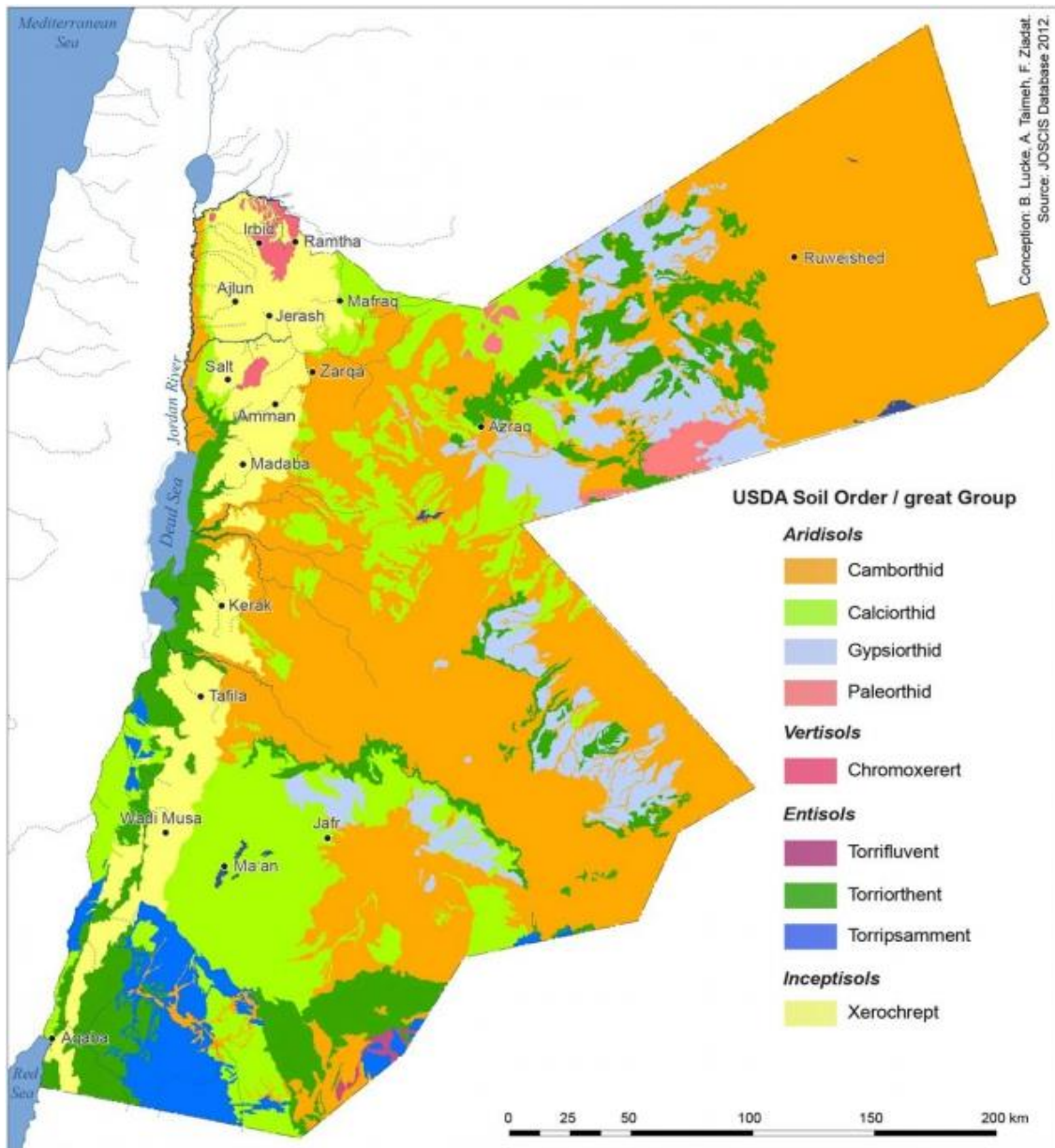


Figura 2.5. Suelos de Jordania.
Fuente: Lucke *et al.*, 2013: 73, fig. 1.7.

En las tierras bajas, los principales suelos son los inceptisoles y los entisoles (Lucke *et al.*, 2013: 72). La vegetación se concentra en las depresiones y en los *wadis*. En estos lugares es donde se construyeron, desde el periodo del Hierro, diferentes sistemas de captación de la escorrentía para el riego (Barker *et al.*, 2007; Smith *et al.*, 2014: 249). Debido a la aridez del paisaje, prácticamente todos los yacimientos se disponen cerca de los manantiales y los *wadis*. Las especies vegetales autóctonas del área son la acacia y el tamarisco (Zohary, 1962).

Finalmente, la región esteparia semiárida y árida está dominada por los suelos inceptisoles, entisoles y aridisoles. Los primeros son suelos limosos de alto contenido de

carbonato y bajo contenido orgánico. Los otros dos dominan en las regiones con rocas areniscas⁵⁹ (Lucke *et al.*, 2013: 73). En la región de la estepa, la vegetación es propia del clima irano-turánico. Estos incluyen el bosque estepario, los bosques espinosos y de escobas y las comunidades de arbustos enanos, con una gran variedad de vida silvestre que también podría ser explotada por sus habitantes (Popking, 2009; Smith *et al.*, 2014: 250). La explotación del suelo es adecuada para el pastoreo y no lo es para la agricultura a menos que hubiera irrigación intensiva (Zohary, 1962; Bender, 1974)⁶⁰.

2.2. Contexto arqueológico: análisis de vestigios y propuestas cronológicas

El I milenio a.C. está dividido en diferentes periodos cronológicos: periodo del Hierro (1200-539 a.C.), periodo persa (539-332 a.C.) y el periodo clásico (332-324 d.C.)⁶¹. Sin embargo, con el objetivo de identificar lugares bíblicos, muchos de los estudios arqueológicos se concentraron en el periodo del Hierro en la meseta del sur la Transjordania.

Este periodo ha sido intensamente investigado, pero los resultados obtenidos son aún insuficientes y distan de ser satisfactorios (Lindner, 1992; Bienkowski, 2002, 2014: 869; Steiner, 2014: 752). Esto se debe principalmente al tipo de trabajo arqueológico realizado en esta área, así como a las publicaciones que han derivado de estas investigaciones. En primer lugar, la mayoría de la evidencia documentada procede de prospecciones llevadas a cabo en los años treinta por Nelson Glueck. Desde entonces, muchos de los yacimientos documentados por Glueck no han tenido ningún tipo de estudio posterior. En segundo lugar, el trabajo se ha basado en prospecciones en superficie y muy pocos asentamientos han sido excavados a excepción de Tawilan (Bennett, 1967-1968, 1971, 1984; Hart, 1990; Bennett y Bienkowski, 1995), Busayra (Bennett, 1973, 1974, 1975, 1977, 1983; Bienkowski, 2002; Bienkowski y Bennett, 2003) y Umm al-Biyara (Bennett y Parr, 1962; Bienkowski, 2011; Schmid, 2011; Schmid y Bienkowski, 2011). En tercer lugar, muchas otras prospecciones llevadas a cabo en Edom no se han publicado en su totalidad, siendo la mayoría de las publicaciones informes preliminares como es el caso de Ghrareh (Hart,

⁵⁹ Según Lucke *et al.* (2013: 72, tabla 1.5), los entisoles son suelos iniciales poco profundos que ocupan pendientes más empinadas (del 10%) y los aridisoles son suelos con un régimen de humedad árido, que a menudo se enriquecen de carbonato de calcio y/o yeso y otras sales.

⁶⁰ Sobre el almacenamiento del agua en la estepa jordana, véase Bernbeck *et al.*, 1995.

⁶¹ El periodo clásico se divide entre el periodo helenístico-nabateo (332-63 a.C.) y el periodo romano-nabateo (63 a.C.-324 d.C.) (MacDonald, 2015: v).

1988) o Tell Kheleifeh (Pratico, 1985)⁶². Finalmente, el interés por documentar lugares bíblicos impidió realizar una investigación equilibrada en toda el área (Bartlett, 1992). Por tanto, es muy difícil establecer una secuencia estratigráfica uniforme para toda la región y establecer un marco cronológico robusto (Bienkowski, 2014: 869).

El inicio de la investigación arqueológica del periodo del Hierro en el sur de la Transjordania tuvo lugar en los años treinta, principalmente bajo las excavaciones de Glueck. Este arqueólogo intentó correlacionar la evidencia arqueológica con las fuentes bíblicas⁶³. Esta interpretación tradicional fue puesta en duda a partir de los resultados de las excavaciones de Crystal-M. Bennett en las tierras altas del sur de la Transjordania entre 1960 y 1982. Estas investigaciones supusieron la base para establecer el marco actual para la arqueología de Edom, caracterizada por la falta de secuencias arqueológicas estratificadas para este periodo (Hart, 1989; Bienkowski, 1995: 41; Lindner, 1997; MacDonald *et al.*, 2001; Neeley *et al.*, 2017), pero fuertemente ligada a los paradigmas tradicionales. No es casualidad que escogiera excavar los yacimientos de Tawilan, Busayra y Umm al-Biyara identificados por Glueck como Teman, Bosra y Sela bíblicos (Bienkowski, 1990: 91)⁶⁴.

La investigación arqueológica tradicional de esta área ha evolucionado desde los años noventa del siglo pasado gracias a la denominada teoría social. Esta teoría se aleja de las interpretaciones arraigadas del análisis de la Biblia hebrea y de las fuentes asirias que interpretan Edom como un “reino”, “monarquía” o “Estado”. La nueva corriente de investigación enfatiza que el tribalismo fue el factor más importante de las sociedades del sur de la Transjordania durante la Edad del Hierro (Tebes, 2016: 113). Bajo este nuevo marco interpretativo, las investigaciones arqueológicas se enfocaron en el estudio de asentamientos como Busayra y aquellos ubicados en la meseta o el altiplano de Edom (Lindner *et al.*, 1982; Hart, 1986b, 1987a, 1992; Bienkowski 1992a, 1992b; Knauf, 1992; Knauf-Belleri, 1995; LaBianca y Younker, 1995; Lindner y Knauf, 1997; LaBianca,

⁶² Véase la publicación sobre los yacimientos de Tawilan, Busayra y Umm al-Biyara (Bienkowski, 2014: 869).

⁶³ Glueck conectó el material del Bronce Final con la época de Abraham, la brecha entre el Bronce Medio y Final con una conquista tardía y las ocupaciones del Hierro I-II con los reinos israelitas, amonita, moabita y edomita (Sauer, 1986). Por tanto, Glueck como otros arqueólogos, desde el inicio del s. XIX hasta mediados de 1979 examinó los textos bíblicos para buscar pruebas de la cultura material y así apoyar los textos como hechos históricos (Glueck, 1940).

⁶⁴ Para un estudio exhaustivo de la investigación del discurso académico sobre la arqueología “edomita”, véase Whiting, 2002.

1999; Bienkowski y van der Steen, 2001; Bienkowski, 2002; Levy *et al.*, 2004; Whiting, 2006; Levy *et al.*, 2007; Whiting, 2007; Levy, 2009). Aunque también en los últimos años el área de investigación se expandió hacia el Valle del Rift del Mar Muerto, al sur de los Ghors, al noreste del Wadi Arabá y alrededor de los Wadis Fidán y Feinán. De este modo, a partir del 1979 se crearon diversos proyectos de investigación en estas áreas como son el *Wadi al-Hasa Archaeological Survey Territory* (WHS) (1979-1983), *Edom Survey Project* (1984-1985), *The Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey Territory* (SGNAS) (1985-1986), *Tafila-Busayra Archaeological Survey* (TBAS) (1999-2001), *Shammakh to Ayl Archaeological Survey Territory* (SAAS) (2010-2012), *Lowlands to Highlands of Edom Project* (L2HE), *The South Jordan Iron Age II Survey and Excavation Project* (SJIAP) y *The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey Territory* (2005-2007), entre los más destacados. Los yacimientos más relevantes de la región que forman parte de este periodo son Busayra, Tall Busayra, SAAS Site 81, SAAS Site 187, Khirbat Ishra, Tawilan, Khirbat al-Kur / Khirbat al-Iraq Junubiya, Khirbat al-Iraq Shamliya, Khirbat al-Malayqtah, Khirbat al-Maghidha / Khirbat al-Megheitah y Ghurayra. También hay que destacar los yacimientos de la región de Petra: Umm al-Biyara, Khirbat al-Mu'allaq / Khirbat al-Muallaq / Khirbat 'Ashaish (Lindner *et al.*, 1996a), Ba'ja III, as-Sadah / Umm al-'Ala y Jabal al-Qseir; los yacimientos hallados en la región del Wadi Fidán y del Wadi Feinán donde se documenta actividad metalúrgica y los yacimientos que se consideran fortalezas de montaña (*mountain strongholds*).

La excesiva dependencia de los textos antiguos, bíblicos y extrabíblicos para la construcción histórica de Edom ha caracterizado la arqueología del sur de Jordania y ha derivado en importantes problemas cronológicos y de interpretación histórica y antropológica⁶⁵ (Levy *et al.*, 2005: 130; Mazar, 2005, 2011). El déficit de información de los textos, así como los problemas de interpretación de las fuentes arqueológicas, han repercutido en la problemática de realizar una secuencia cronológica fiable del periodo del Hierro. Hasta hace muy poco tiempo, la cronología de Edom de la Edad del Hierro se basaba en el descubrimiento de una *bullae* de arcilla hallada en Umm al-Biyara durante las excavaciones de Crystal-M. Bennett en la década de 1960 (Bennett, 1966). De este modo, la adscripción de la Edad del Hierro en Edom a los siglos VII y VI a.C. realizada por

⁶⁵ El sello contiene el nombre de Qos-Gabr, el cual aparece en los anales asirios del siglo VII a.C. de Esarhaddon (Prisma B, ca. 673-672 a. C.) y en la primera campaña de Asurbanipal (Cilindro C, ca. 667 a.C.) (Bienkowski, 1992b).

Bennett se convirtió en el estándar aceptado para la arqueología de la Edad del Hierro en el sur de Jordania. Además, algunas inscripciones en *ostraca* halladas en Busayra, Umm al-Biyara y Tell Kheleifeh fechadas gracias a criterios paleográficos confirmaban esta cronología (Bienkowski, 2014: 869-871). A partir de estos hallazgos, la datación de las secuencias cerámicas de la meseta edomita se vinculó a los ss. VII-VI a.C. (Tebes, 2011). Por tanto, como sostiene Levy, el corpus cerámico de este periodo representa una “cronología flotante” que no se puede fijar a una secuencia arqueológica estratificada o vincular a una serie de fechas de radiocarbono o a una secuencia de artefactos epigráficos fechables (Levy *et al.*, 2004: 867).

El sistema cronológico tradicional para este periodo se basaba en el sistema usado para el periodo del Hierro en Palestina (Sauer, 1986: 10-19; MacDonald, 2015: 24). Entre los años 1960-1980 el marco cronológico aceptado dividía el Hierro I en tres periodos y retrasaba el inicio del Hierro II al 918 a.C. Sin embargo, Bienkowski en los años noventa postuló que el material y la cultura de Transjordania no tenía relación con el hallado en Palestina y, por tanto, Edom debía tener una cronología propia. De este modo, Bienkowski propuso un marco cronológico del Hierro I que se iniciaba *ca.* el 1220 a.C. y del Hierro II que se iniciaba sobre el s. XI a.C. En esta línea, Herr y Najjar (2001, 2008) a inicios del s. XXI propusieron dividir el periodo del Hierro en Jordania en dos periodos del Hierro I (del s. XII al XI a.C.) y tres del Hierro II (del s. X al VI a.C.). Esta última propuesta se basó en los análisis estadísticos bayesianos de las fechas de radiocarbono del yacimiento de Khirbat en-Nahas (KEN) en el área de Feinán. Estos han proporcionado un nuevo marco cronológico para el Hierro en Edom, situándolo 300 años antes de lo que se creía (Levy *et al.*, 2004, 2005; Highman *et al.*, 2005)⁶⁶ (Fig. 2.6).

⁶⁶ Existe un extenso debate en torno a la cronología otorgada al periodo del Hierro del sur de la Transjordania. Este se basa en las cronologías “altas” derivadas de las recientes investigaciones en Khirbat en-Nahas (Highman *et al.*, 2005; Levy *et al.*, 2004) y las cronologías “bajas” propuestas por autores como Israel Finkelstein (2005). Un resumen de este debate se puede consultar en Levy *et al.*, 2005 y Mazar, 2005.

Sistema cronológico	Método o autor/es	Cronología					
		Hierro I			Hierro II		
		Hierro IA	Hierro IB	Hierro IC	Hierro IIA	Hierro IIB	Hierro IIC
Sistema usado para el periodo del Hierro en Palestina	Tradicional	1200-1150 a.C.	1150-1000 a.C.	-	1000-920 a.C.	920-722 a.C.	722-539 a.C.
	1960-1980	1200-1150 a.C.	1150-1000 a.C.	1000-918 a.C.	918-721 a.C.	721-605 a.C.	605-539 a.C.
	Sauer, 1986	ca. 1220-1000 a.C.	ca. 1175-1000 a.C.	ca. 1000-918 a.C.	ca. 918-721 a.C.	ca. 721-605 a.C.	ca. 605-539 a.C.
	MacDonald, 1988: viii	1200-1000 a.C.	-	1000-918 a.C.	918-721	721-605	605-539
Sistema general para Edom	Bienkowski, 1995: 43-44	ca. 1220-1000 a.C.			ca. 1000-539 a.C.		
	Herr y Najjar, 2001, 2008	ss. XII-XI a.C.			s. X a.C.	ss. IX-VIII a.C.	ss. VII-VI a.C.

Figura 2.6. Sistemas y propuestas cronológicas para el periodo del Hierro en Jordania.
Fuente: Elaboración propia a partir de las propuestas cronológicas de los diferentes autores citados.

En cuanto al periodo persa (539-332 a.C.)⁶⁷, la evidencia literaria y epigráfica de la ocupación humana en el sur de la Transjordania se basa principalmente en los textos bíblicos –el libro de Abdías y el libro de Malaquías⁶⁸–, y en la evidencia epigráfica de la tablilla cuneiforme hallada en Tawilan (MacDonald *et al.*, 2015: 42-43)⁶⁹. Respecto a la evidencia arqueológica, distintos proyectos de investigación han identificado evidencias de este periodo, como el *Tafila-Busayra Archaeological Survey*. Durante las prospecciones realizadas por este proyecto se ha identificado diverso material cerámico del periodo persa y helenístico en la zona de Busayra (MacDonald *et al.*, 2004: 58; Bienkowski, 2013: 29-30). También en Tawilan, Bennett y Bienkowski (1995: 103, 105) indican que hay evidencia de ocupación durante el periodo persa, como muy tarde hasta el s. IV a.C. (Bienkowski, 2013). En cambio, otros proyectos arqueológicos que han investigado intensamente la zona del sur de la Transjordania como el *Wadi Al-Hasa*

⁶⁷ Autores como Josette Elayi (2014) prefieren denominarlo como periodo del Hierro III / periodo persa para tener en cuenta el doble punto de vista de la arqueología y la historia.

⁶⁸ Según MacDonald *et al.* (2015: 42), el libro de Abdías se vincula a los eventos del siglo VI a.C., específicamente, a la época posterior del ataque y destrucción de Jerusalén por parte de los babilonios en el 586 a.C. Alternativamente, estos autores sugieren que la situación descrita en el libro puede estar relacionada con el siglo V a.C. en Edom. El libro de Malaquías, en cambio, podría referirse al s. V a.C. en Judá.

⁶⁹ Sobre esta tablilla cuneiforme, véase Bienkowski, 2001: 346.

Archaeological Survey, el *Shammakh to Ayl Archaeological Survey*, el *Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey* y el *Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey* no han documentado ningún resto de este periodo. Como defienden autores como Bienkowski (2001: 352; 2008: 340, 2013), Herr y Najjar (2001: 335), la cultura material del del Hierro IIC podría tener continuidad con el periodo persa, probablemente hasta final del s. V a.C. Por esa razón, gran parte de la cerámica del Hierro IIC se utilizó durante el periodo persa. Aunque exista esta evidencia arqueológica, muchos investigadores (Bienkowski, 2001; Herr y Najjar, 2001; MacDonald *et al.*, 2015), están de acuerdo en que existió una disminución de la ocupación en la región de la meseta de Edom, al sur de los *Ghors* y en el noreste del Wadi Arabá a partir del final del s. VI e inicios del s. V a.C.⁷⁰.

A diferencia del anterior periodo, la evidencia sobre la presencia de los nabateos durante el periodo helenístico es sobradamente conocida gracias a diferentes fuentes de autores clásicos como Zenón, Diodoro de Sicilia, Estrabón, Jerónimo de Cardia y Flavio Josefo. Como destacan MacDonald *et al.* (2015: 45-46), también existen referencias sobre los nabateos en esa zona en el Antiguo Testamento⁷¹. La evidencia arqueológica es bastante notoria en el área objeto de estudio. Uno de los yacimientos con restos del periodo helenístico (nabateo) es Al-Mabra (WHS Site 604), el WHS Site 605 y el WHS Site 680, donde se han hallado abundantes fragmentos cerámicos de este periodo (MacDonald *et al.*, 1988: 191, 192, fig. 51, 193). Los dos primeros podrían haber sido aldeas agrícolas, en cambio, el WHS Site 680 parece corresponder a una torre o tumba circular (MacDonald *et al.*, 2015: 47). En la zona de Busayra, según Bienkowski (2002: 477), también se han hallado fragmentos cerámicos que parecen corresponder a los ss. IV-III a.C. En el yacimiento de Khirbat an-Nawafla (SAAS Site 358), según MacDonald *et al.* (2011), se ha evidenciado este periodo de ocupación. En el área de Petra los restos de este periodo son abundantes y hay que destacar el material cerámico helenístico (nabateo) hallado en yacimientos del proyecto *Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey* en Rujm Umm Jufna, Rujm Umruq y SGNAS Site 154.

⁷⁰ Sobre las causas de este decrecimiento demográfico, véase MacDonald, 2005, 2015: 43.

⁷¹ Estos autores destacan el *Segundo libro de los Macabeos* (5.7-10).

El final del I milenio a.C. está marcado por la expansión del Imperio romano. Como sostienen MacDonald *et al.* (2015: 50), el inicio de la cronología del periodo romano en Jordania es complejo. Algunos autores lo sitúan en el 63 a.C., cuando el área entró por primera vez en contacto con la cultura romana y, otros autores, consideran que el periodo se inicia en el 106 d.C., cuando los reyes nabateos fueron reemplazados por dirigentes romanos.

Uno de los autores más relevantes de este periodo es Estrabón (63 a.C.-19 d.C.), quien a través de sus escritos aporta un amplio conocimiento de la sociedad y de la cultura de los nabateos y de Petra durante el periodo romano. También lo son los archivos de Babatha, sobre las prácticas legales y la agricultura y las cartas de Pablo de Tarso a los cristianos de Galacia y Corintio (MacDonald *et al.*, 2015: 51-54). En cuanto a la evidencia arqueológica de este periodo es muy abundante en todo el territorio. Todos los proyectos que han prospectado el área meridional de la Transjordania han encontrado evidencias de este periodo, especialmente restos cerámicos. Algunos de los yacimientos más relevantes son Khirbat adh-Dharih, Khirbat at-Tannur, Gharandal o Khirbat Ishra. En la región de Petra los yacimientos de as-Sadah o Beidha son los más destacados (Lindner *et al.*, 1990). Uno de los restos más relevantes es la *Via Nova Traiana*, que conectaba Bosra, en el sur de Siria, con Áqaba, en el Mar Rojo (MacDonald *et al.*, 2015: 69-70).

2.3. Contexto histórico e internacional

Como sostienen investigadoras como Margreet L. Steiner y Ann E. Killebrew (2014: 752), el periodo del Hierro II en el Levante, y por extensión, en el sur de la Transjordania, no es el mejor conocido. Sin embargo, muchos investigadores han propuesto diferentes hipótesis para desengranar su historia y proporcionar nuevas evidencias sobre su modelo político y social. El interés académico se ha centrado en comprender las relaciones núcleo y periferia entre Edom y los diferentes imperios o entre Edom y las organizaciones políticas vecinas como Israel o Judá.

2.3.1. El debate en torno al modelo político y social de Edom

A partir de los datos arqueológicos y textuales (Bartlett, 1995; Edelman, 1995), se conoce que Edom se desarrolló a partir de tribus organizadas. Según las fuentes egipcias, al final del II milenio a.C. Edom estuvo habitado por pastores nómadas llamados *shashu* (Bienkowski, 2014: 873-876). Sin embargo, del periodo entre el Bronce Medio y Final

hay muy pocos restos en el área de estudio (Dornemann, 1983; Bienkowski, 1992a). Posteriormente, surgió el denominado “reino de Edom” (Bartlett, 1972, 1988). Según los datos históricos tradicionales, el supuesto “reino de Edom” surgió en el s. VI a.C., en el momento del establecimiento asirio (Dornemann, 1982; Sawyer y Clines, 1983; Bienkowski, 1992c, 1992d, 2001; Herr y Najjar, 2001; Crowell, 2004; Levy *et al.*, 2004: 866)⁷². Sin embargo, la datación imprecisa de la cerámica, así como la escasez de dataciones radiocarbónicas no han sido concluyentes.

Los recientes estudios en las minas de cobre del área del Feinán sugieren que en torno al s. XII-XI a.C. se reactivó la producción del cobre en esta área con la construcción de una fortaleza en Khirbat en-Nahas en el s. X a.C. (Levy *et al.*, 2004). Aunque en un primer momento se relacionó esta evidencia a la formación del Estado de Edom, actualmente los investigadores sostienen que no tuvo que haber una relación directa entre la actividad minera y el advenimiento del Estado (Levy *et al.*, 2005: 129; van der Steen y Bienkowski, 2006)⁷³.

Las variaciones cronológicas han provocado un extenso debate en torno al modelo político y social de Edom. Hasta el final del s. XX, el periodo del Hierro II en Edom se interpretaba bajo la visión de un Estado-nación moderno. Como argumenta Juan Manuel Tebes (2016: 113):

“Edom ha sido visto como un ‘reino’ o ‘monarquía’, con todos aquellos atributos ‘nacionales’ que comúnmente atribuimos a los estados modernos: una capital (Busayra), una línea de fortalezas limítrofes, una deidad (Qos), una escritura y, en particular, una cerámica”.

Esta interpretación tradicional se basó principalmente en los textos del Antiguo Testamento, en las inscripciones asirias y en la arqueología bíblica (Bienkowski y van der Steen, 2001). A esta interpretación se la denomina “paradigma de la arqueología bíblica” o “paradigma tradicional” (Steiner y Killebrew, 2014: 871-873). Siguiendo esta línea interpretativa, Edom y sus vecinos fueron entendidos como naciones-Estados con límites políticos formales, siguiendo el modelo de la Europa del s. XIX. Sin embargo, esta visión académica ha sido matizada, a partir de los años noventa, por la corriente de

⁷² Esta afirmación se basa principalmente en las semejanzas constructivas de la arquitectura palaciega de Busayra y los palacios asirios (Bienkowski y Bennett, 2003).

⁷³ No obstante, Finkelstein (1995, 2005) se opone a esta hipótesis, y considera que la cronología propuesta para la fortaleza de Khirbat en-Nahas (KEN) es muy alta. Sobre esta polémica cronológica existe un extenso debate. Véase: Bienkowski, 1992c; Finkelstein, 1995; Levy *et al.*, 2004; Finkelstein, 2005; Highman *et al.*, 2005; Levy *et al.*, 2005; Mazar, 2005; Finkelstein y Piasezky, 2011; Mazar, 2011).

investigación que enfatiza el tribalismo como el factor más importante de las sociedades del área meridional de la Transjordania durante la Edad del Hierro (Knauf, 1992; LaBianca y Younker, 1995; Younker, 1997; LaBianca, 1999). Estos autores se basan principalmente en el registro arqueológico y es lo que autores como Bienkowski y van der Steen denominan como el modelo del “reino tribal” (Bienkowski y van der Steen, 2001). De acuerdo a este modelo, Edom se identifica como un “reino tribal”, una “sociedad segmentaria” y una “nación” de grupos translocales que comparten unas relaciones de parentesco artificial (Tebes, 2016: 113). Como argumentan autores como John Russell Bartlett (1989: 77) y Steven Grosby (1997: 4-6), el término que designa a Edom como un territorio translocal se puede encontrar en fuentes textuales egipcias y en la Biblia hebrea. Sin embargo, esta designación no determina la naturaleza de una colectividad específica⁷⁴. Para autores como Bienkowski y van der Steen (2001), el reino tribal de Edom se compondría de grupos con relaciones de parentesco dentro de las tribus y confederaciones tribales vinculadas a una monarquía supra-tribal. Para ambos autores, la base de esta monarquía se encontraría en el asentamiento de Busayra y se mantendría a través de vínculos de cooperación y lealtad (Bienkowski y van der Steen, 2001: 29)⁷⁵. Cada tribu controlaría su área y tendría su propia base de poder y, por tanto, las relaciones entre las tribus y Busayra o con otras tribus, serían heterárquicas y no jerárquicas (Bienkowski, 2007).

Otros autores como Benjamin Porter (2004, 2013), han intentado desarrollar una alternativa al modelo de “reino tribal”, centrándose en las diversas formas que los sistemas segmentarios construyen y promueven la capacidad de las “élites” para organizar alianzas tribales dispares⁷⁶. Sin embargo, su premisa básica es que Edom era un Estado centralizado y jerárquico dentro de las fronteras establecidas, que no es más que una variación del paradigma tradicional. También Tebes considera que el término “reino” está

⁷⁴ En el caso de las fuentes egipcias, Bartlett (1989) y Grosby (1997) hacen referencia al papiro Anastasio VI: 54-56, de finales del s. XIII a.C. En este texto, el término Edom contiene el determinante “país montañoso extranjero”, lo que indica que el término se refiere a una ubicación geográfica extranjera. En el caso de la evidencia de la Biblia hebrea, Bartlett también sugiere que el término Edom designó un territorio. Algunos ejemplos se pueden encontrar en I Reyes 22:47 y Jeremías 40:11 (Bartlett, 1989: 77).

⁷⁵ Estos autores se basan en un modelo derivado de la evidencia etnográfica del s. XIX y en datos del periodo romano-bizantino del área. Según ellos, en estos periodos la interacción de los grupos tribales con las ciudades, con el gobierno o con un poder tribal y, su participación en el comercio, tiene muchos paralelismos con la situación que tuvo lugar a finales de la Edad de Hierro (Bienkowski y van der Steen, 2001: 21).

⁷⁶ Porter intenta aplicar el marco establecido en Moab por Routledge (2004). Véase: Bienkowski, 2007.

mal empleado y argumenta que, si el poder era heterárquico y Busayra era un “centro tribal”, entonces Edom no era ni un Estado ni un “reino”. Para este autor los términos “confederación tribal” o “jefatura de Busayra” serían más adecuados (Tebes, 2016: 114-118).

2.3.2. *Edom y las relaciones con los poderes imperiales y otros poderes de la región*

La información que tenemos sobre la relación de Edom con los diferentes imperios es muy limitada. La evidencia que se tiene hasta ahora sugiere que a partir del s. VIII a.C. los sucesivos imperios neasirio, neobabilónico y persa ejercieron diferentes grados de control político y económico sobre Edom. En el caso de los asirios, no existe ninguna evidencia de su presencia en Edom⁷⁷(Millard, 1992). Solamente existen algunas fuentes textuales contemporáneas que informan de que Edom no fue anexionada como una provincia de Asiria, sino que Edom, junto con Moab y Amón se mantuvieron como Estados independientes (Bienkowski, 2000; Joffe, 2002). Estos reinos pagarían tributos cuando se les reclamaba y realizarían visitas oficiales a las cortes imperiales⁷⁸. En el caso concreto de la relación que existía entre el Imperio neobabilónico y Edom, carecemos de información precisa sobre la configuración de ambas entidades políticas y de su forma de organización en Transjordania, lo que dificulta su análisis. Se ha supuesto que Babilonia ocupó los territorios de Asiria tras la caída de Nínive en 612 a.C., y adoptó muchos elementos del Imperio asirio, la administración provincial entre ellos. Sin embargo, debido a la falta de fuentes documentales, se debate la naturaleza exacta de la dominación babilónica sobre la periferia imperial y las regiones circundantes. La única evidencia firme para la presencia babilónica durante la Edad del Hierro en Edom es el relieve hallado en el yacimiento de Sela (Dalley y Goguel, 1997; Da Riva, 2019a, en prensa). El análisis del estilo del relieve lo relaciona con el rey neobabilónico Nabónido (555-539 a.C). Como sugieren numerosos autores, este relieve pudo haber sido tallado para conmemorar el viaje de Nabónido a través de Edom hacia Tayma (Beaulieu, 1989; Gentili y Saporetti, 2001; Lemaire, 2003; Hausleiter, 2010), y puede sugerir que Edom estaba

⁷⁷ Sobre la influencia neasiria en Transjordania, véase Bennett, 1982.

⁷⁸ Se conoce que el rey asirio Adad-nirari III reclamó el pago de un tributo al rey de Edom después de su campaña en Palestina en 796 a.C. pero no especificó de qué rey se trataba. Sabemos que los tres reyes tributarios de Edom fueron Qos-malak, Ayarammu y Qos-gabar, ya que se mencionan en las inscripciones de Tiglath-pileser III y sus sucesores (Steiner, 2014: 878-879).

bajo la administración de Babilonia en ese momento, aunque esto no puede asegurarse (Steiner, 2014: 879; Da Riva, 2016, 2019a, en prensa).

Edom tenía mucho que ofrecer los imperios circundantes como el cobre de las minas de Feinán, los productos agropecuarios locales y una puerta de entrada hacia las rutas comerciales entre Arabia y el Mediterráneo (Potts, 1988). La evidencia disponible sugiere que los imperios, especialmente el de Asiria, estaban dispuestos a consentir la forma de gobierno edomita, siempre y cuando las élites pagaran tributos, cooperaran con los funcionarios imperiales y se abstuvieran de participar en revueltas regionales (Porter, 2004: 378-379).

Finalmente, como sostienen Steiner y Killebrew (2014: 878-879), la evidencia textual sugiere que los gobernadores eran miembros de grupos indígenas locales en lugar de personas asignadas externas. Por tanto, es probable que Edom continuara siendo representado por una autoridad supra-tribal en Busayra bajo los babilonios y persas y, posiblemente, en el periodo helenístico bajo los Ptolomeos.

Capítulo 3. Sistemas e instalaciones de abastecimiento de agua en áreas semiáridas: una aproximación teórica

Las regiones semiáridas, también conocidas como tierras secas, del planeta se definen, según Sharon Nicholson, como:

“[...] áreas donde la pérdida potencial de agua por evaporación equilibra o excede la escasa precipitación anual; una escasez de agua inherentemente afecta a estas regiones”. (Nicholson, 2011: 3)⁷⁹.

Estas regiones se caracterizan por tener altos desequilibrios espaciales y temporales de demanda y suministro del agua. Estos territorios experimentan largos periodos de sequía, acompañados de cortos periodos de precipitación, generalmente erráticos, y con una alta tasa de evaporación (Lichtenberger y Raja, 2019: 1). Estas condiciones climáticas tan particulares obligan a que las comunidades que habitan estos territorios se adapten a la naturaleza de su hidroclima, desarrollando una alta movilidad territorial y/o aplicando diversos sistemas e instalaciones de captación, preservación y suministro del agua.

Los restos arqueológicos hallados muestran una gran variedad de tecnologías antiguas de suministro y gestión del agua (Wilson, 2008; Angelakis *et al.*, 2012)⁸⁰. Estas técnicas permitieron la existencia de asentamientos (semi)permanentes en lugares que actualmente están abandonados (Barker y Gilbertson, 2000: 8). Además, la diversidad de sistemas e instalaciones documentados son un reflejo de la evolución histórica de estas técnicas y la adaptación de las poblaciones a las diferentes condiciones hidrológicas (Beckers *et al.*, 2013: 145).

Las fuentes de agua disponibles en las regiones semiáridas o secas se pueden clasificar desde el punto de vista de su origen en perennes e intermitentes (Roberts, 1977: 134). Las fuentes perennes hacen referencia a las fuentes de agua que se generan en regiones húmedas o que son heredadas de periodos climáticos más húmedos. Estas hacen referencia al agua de ríos notables que tienen su origen en áreas húmedas y recorren las tierras secas⁸¹ y a las aguas subterráneas fósiles (Goudie, 2013: 205, 226).

Las fuentes intermitentes son las generadas localmente como el agua de la lluvia, la escorrentía local, las inundaciones en arroyos intermitentes (*wadis*) y las aguas

⁷⁹ Traducción del original en inglés por la autora. Texto en el idioma original: “[*Drylands, simply defined*], are areas where potential evaporative water loss balances or exceeds the meager annual rainfall; a shortage of water inherently plagues these regions”.

⁸⁰ Una de las obras más completas sobre la gestión del agua y la hidrotecnología desde Mesopotamia hasta el océano Atlántico desde la Prehistoria hasta los ss. VI-VII d.C. es *Handbook of ancient water technology* de Örjan Wikander (2000).

⁸¹ Pueden hacer referencia a ríos como el Nilo o el Éufrates.

subterráneas poco profundas. (Beckers *et al.*, 2013a: 145)⁸². En el caso de las áreas semiáridas, como es la región objeto del estudio, el sur de la Transjordania, las fuentes intermitentes, especialmente el agua de la lluvia, son fundamentales (Ionides y Blake, 1939). La cantidad y disponibilidad estacional de agua son claves para la supervivencia a largo plazo en estas zonas donde el principal factor limitante es la disponibilidad de agua (Shanan, 2000). Por tanto, este trabajo se centra principalmente en los sistemas de aprovechamiento y gestión de este tipo de fuentes. Especialmente, este apartado ofrece una aproximación teórica a los sistemas de captación del agua, incidiendo en sus componentes principales, fuentes y dispositivos de captación de agua.

3.1. Introducción a los sistemas de captación del agua (*water harvesting systems*)

Los sistemas de aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos endógenos dependen de las lluvias limitadas e irregulares, generalmente de alta intensidad y de extrema variabilidad espacial y temporal. Estos sistemas se agrupan comúnmente bajo el término en inglés “*water harvesting systems*” (WHS) (Frasier y Myers, 1984: 1; Beckers *et al.*, 2013: 146)⁸³. Este vocablo está internacionalmente aceptado, pero no existe una definición unificada (Koenig y Sperfeld, 2006). Will Critchey y Klaus Siegert (1991), fueron de los primeros autores en definir este término como: “la captación de la escorrentía para su uso productivo”. Autores como Beckers *et al.* (2013: 146), consideran que la definición de este término puede ampliarse y definirse como:

“La captación de agua se entiende aquí como el proceso de aprovechar el agua para un uso beneficioso con cualquier tipo de dispositivo o técnica que capte, almacene y/o aumente la disponibilidad de escorrentía superficial intermitente y agua subterránea en tierras secas”⁸⁴.

La captación del agua se entiende, por tanto, como un proceso para aprovechar el agua para un uso beneficioso. Los objetivos de la captación del agua son principalmente: 1) suministrar agua potable para el consumo y la actividad humana; 2) aumentar la productividad y rendimiento de la tierra, expuesta a largos periodos de sequía; 3) evitar

⁸² Beckers *et al.*, (2013: 145), describen las fuentes de origen perenne como *allogenic* y las fuentes intermitentes como *autogenic*.

⁸³ Véase Pacey y Cullis (1986) para una definición global de este término.

⁸⁴ Esta definición se puede comparar con la que han utilizado otros autores (Frasier y Myers, 1983; Critchley y Siegert, 1991; Boers, 1994; Prinz, 1996; Oweis *et al.*, 1999; Prinz, 2002; Barker y Gilbertson, 2009; Yazar y Ali, 2017; Charlesworth *et al.*, 2017). Traducido del original en inglés por la autora. Texto en el idioma original: “*Water harvesting is here understood as the process of harnessing water for beneficial use with any kind of device or technique that collects, stores, and/or increases the availability of intermittent surface runoff and groundwater in drylands*”.

la erosión del suelo y 4) suministrar agua potable para el ganado (Oweis *et al.*, 1999, 2012).

Según Beckers *et al.* (2013) y Berking (2018b), los sistemas y técnicas de captación de agua pueden dividirse según: 1) sus componentes principales y 2) el tipo de agua que capta. A continuación, se detallan ambos puntos.

3.2. Componentes principales del sistema de suministro del agua

El agua, antes de su uso o transporte, tiene que ser captada. Las fuentes naturales para la captación de agua pueden ser subterráneas (provenientes de manantiales, pozos, galerías y/o *qanats*) o superficiales (de ríos, arroyos y/o lagos) desde donde el agua se transporta, mediante conductos o canales, a presas, embalses, cisternas y reservorios (Hodge, 2000a: 21). Aunque el agua también se puede captar directamente de la lluvia en la superficie del terreno mediante diferentes técnicas y dispositivos.

Para evaluar y planificar la construcción de los sistemas de captación de agua, existen ciertos índices establecidos que se rigen principalmente en las condiciones ambientales específicas y en las demandas particulares de los usuarios. La gestión de estos grandes volúmenes de agua requiere unas instalaciones complejas y de gran envergadura. Este factor conduce a que los costos de implementación y mantenimiento sean mayores. Asimismo, la distribución del agua tiende a organizarse entre diferentes unidades organizativas (Critchley y Siegert, 1991)⁸⁵.

Según D. Prinz (1996: 1-2), un sistema de suministro de agua se basa principalmente en los siguientes componentes: 1) el área de captación; 2) las instalaciones de transporte y desviación y 3) las instalaciones de almacenamiento. Estos componentes tienen la finalidad de captar, almacenar y aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos. Los usos del agua captada dependen de la cantidad y calidad del agua disponible. Generalmente son para el consumo humano, animal y para el riego (Oweis *et al.*, 2012: 6). A continuación, se detallan los distintos componentes del sistema de suministro de agua.

⁸⁵ En el apartado 6.3 de la obra de Critchley y Siegert (1991) se describen las principales características de la relación entre el diseño de los sistemas de captación de agua y la sociedad.

3.2.1. El área de captación

Como indican Attila Yazar y Akhtar Ali (2017: 55), el área de captación, también denominada área de escorrentía, es la parte del terreno que aporta una parte o su porción completa del agua de la lluvia a un área objetiva. El área puede ser de pocos metros cuadrados o de muchos kilómetros cuadrados. Puede ser la cuenca de un *wadi*, alguna de sus partes, como una ladera, o simplemente una extensión de unos pocos metros cuadrados. Los tejados, patios y azoteas de las casas, así como un terreno agrícola, rocoso o marginal, incluso un camino pavimentado, también pueden considerarse como cuencas de captación de agua (Hodge, 2000a: 21-28; Beckers *et al.*, 2013: 147).

Las cuencas de captación dependen de las características de las superficies, aunque estas pueden ser modificadas artificialmente para inducir el escurrimiento y reducir las tasas de infiltración⁸⁶ o se pueden construir mediante la instalación de barrancos o zanjas.

3.2.2. Instalaciones de transporte y desviación

El transporte de agua puede ser natural, es decir, mayormente gravitacional, por la superficie del terreno o facilitado por una construcción artificial. Los sistemas de conducción, distribución y desviación de agua se pueden dividir entre aquellos que transportan el agua desde una fuente de agua externa al asentamiento (conducción en alta) y aquellos que conducen y distribuyen el agua dentro del mismo (conducción en baja). Estos últimos pasan a menudo desapercibidos en comparación con los acueductos u otras grandes obras de ingeniería hidráulica (Jansen, 2000: 103-104).

Las instalaciones de transporte concentran y canalizan el agua desde las áreas de captación a las instalaciones de almacenamiento. Estas instalaciones consisten en muros o canales que pueden estar asociados a diversos sistemas de distribución o desvío del agua.

Los canales pueden estar excavados directamente en la roca o contruidos mediante bloques de piedra. Los conductos cerrados consisten en tuberías de plomo o de terracota, entre los materiales más destacados.

⁸⁶ En el Neguev, por ejemplo, se han documentado áreas de captación de agua que han sido despejadas de vegetación y piedras (Evenari *et al.*, 1982; Rubin, 1988).

Los sistemas de desviación (o evacuación) del agua están destinados a evitar daños causados por el exceso de aguas de escurrimiento a los sistemas agrícolas o en las infraestructuras instaladas (Prinz, 1996: 8).

3.2.3. Instalaciones de almacenamiento

El almacenamiento del agua tiene como objetivo la preservación del agua hasta su utilización (Yazar y Ali, 2017: 55-56). Como sostienen Beckers *et al.* (2013: 147-148), estas instalaciones funcionan como un amortiguador entre los eventos cortos de precipitación y escorrentía y los largos periodos de sequía.

El almacenamiento puede realizarse en cuerpos de agua naturales o bien en depósitos artificiales de diferentes tipologías. Estos suelen clasificarse en: subterráneos –como las cisternas, los acuíferos o los depósitos llenos de arena– (Brinker, 1990) y superficiales – como los grandes reservorios formados por una presa o muro de contención o los reservorios de pequeño o mediano tamaño– (Prinz, 2002: 8).

Los depósitos superficiales, como los grandes reservorios o embalses formados por una presa o muro de contención en el cauce de un río, son sistemas que permiten almacenar grandes cantidades de agua. Asimismo, estas instalaciones permiten controlar las avenidas de agua y evitar las inundaciones y la pérdida del agua de la escorrentía durante los periodos de intensas lluvias. También, estas instalaciones limitan la erosión del suelo y pueden favorecer la recarga de las aguas subterráneas. Sin embargo, estas tienen la desventaja de que el agua almacenada está más expuesta al sol y, por tanto, sufre pérdidas por evaporación. Su capacidad de almacenamiento disminuye con el tiempo por la acumulación de sedimentos aportados durante las avenidas y, además, el agua almacenada está más expuesta a su contaminación (Prinz, 2002: 8-9).

Los depósitos de almacenamiento subterráneo más comunes son las cisternas. Estas son cuevas artificiales o construcciones subterráneas destinadas a almacenar agua. A menudo las paredes de las cisternas se revisten con morteros para prevenir la pérdida de agua por percolación. Sus principales ventajas son: 1) evitan las pérdidas de agua por evaporación; 2) el agua almacenada es menos susceptible a la contaminación y 3) no se reduce el volumen de almacenamiento debido a la sedimentación.

Finalmente, las presas de agua subterránea obstruyen el flujo subfluvial de agua de arroyos o ríos efímeros. El agua retenida, recarga el acuífero elevando su nivel freático.

Este tipo de presas se pueden dividir entre las presas subterráneas⁸⁷ y las presas de arena. En estas últimas, el agua almacenada se extrae mediante pozos construidos en el relleno sedimentario o mediante dispositivos de drenaje integrados en la presa (Beckers *et al.*, 2013: 154).

3.3. Fuentes y dispositivos de captación del agua

De acuerdo con Beckers *et al.* (2013: 146), las principales técnicas y métodos de captación de agua se distinguen por la fuente de agua que capta. Estas se pueden dividir en tres categorías⁸⁸ que se presentan en distintos subapartados:

- 3.3.1. Captación de aguas de escorrentía o pluviales (*surface runoff catchment o rainwater harvesting*)
- 3.2.2. Captación de aguas subterráneas (*groundwater harvesting*)
- 3.3.3. Captación de aguas de aguas fluviales (*stream flow catchment*)

También se ha investigado la existencia de tecnologías antiguas de captación de agua de la niebla o del rocío, aunque es un tema muy controvertido⁸⁹.

3.3.1. Captación de aguas de escorrentía o aguas pluviales (*runoff harvesting o rainwater harvesting*)

Según Theo M. Boers y Jiftah Ben-Asher (1982), la captación de agua de escorrentía o aguas pluviales consiste en un método para inducir, captar y almacenar el agua de la escorrentía superficial local para el consumo humano, animal y para las actividades agrícolas en regiones áridas y semiáridas. Este sistema consiste en la captación y almacenamiento de la escorrentía local procedente de cuencas modificadas (Beckers *et al.*, 2013: 150). La escorrentía superficial se genera directamente por la lluvia, por la nieve o el hielo derretido⁹⁰ (Boers, 1994: 3). Dependiendo de la tasa de precipitación, su duración, la pendiente del terreno y las propiedades del suelo, se genera una escorrentía superficial. Esta aparece cuando la tasa de precipitación es mayor que la tasa de

⁸⁷ Las presas subterráneas se construyen en el relleno aluvial de los arroyos, mediante la excavación de una zanja hasta llegar a la capa impermeable. Posteriormente, se construye un muro en la zanja que se rellena con material excavado. Véase Kamash (2006) para una visión general de las primeras presas construidas en el Próximo Oriente Antiguo y sus principales características.

⁸⁸ Los principales sistemas y dispositivos de captación de agua que se presentan en este capítulo se han resumido en la fig. 3.1 y se han ilustrado en la fig. 3.2.

⁸⁹ Para más información sobre estas investigaciones, véase Shanan, 2000 y Beysens *et al.*, 2006.

⁹⁰ Como indica Boers (1994: 3), este último es un fenómeno estacional muy importante para cuencas de ríos montañosos.

infiltración. Este tipo de escorrentía es típica de zonas áridas o semiáridas (Horton, 1933: 446-447)⁹¹.

La generación de escorrentía superficial está vinculada a los límites de drenaje que definen una cuenca hidrográfica. Las instalaciones de captación del agua de la escorrentía se pueden clasificar según el tamaño de la cuenca en: 1) azoteas, techos o patios; 2) microcuencas; 3) cuencas de captación de tamaño medio y 4) macrocuencas (Beckers *et al.*, 2013: 150).

1) Azoteas, tejados o patios

El agua captada se conduce a instalaciones como las cisternas o embalses utilizados para el abastecimiento animal, humano o también para el riego a pequeña escala. El agua de la lluvia solamente está disponible por un corto periodo de tiempo y, por tanto, el agua captada tiene que derivarse a un depósito de almacenamiento a través de pequeñas conducciones (Yazar y Ali, 2017: 57).

Las áreas de captación de este tipo de cuenca de captación suelen ser pequeñas. Además, estas instalaciones tienen que estar limpias para garantizar una alta pureza del agua que garantice la idoneidad para su consumo (Mays, 2010).

2) Microcuencas

Se consideran microcuencas aquellas que tienen una extensión entre 1-1000 m² (Beckers *et al.*, 2013: 151). El agua captada suele canalizarse hacia zonas de cultivo próximas (Oweis *et al.*, 1999, 2010). La construcción de terraplenes, muros de mampostería o terrazas para retener el agua generada por la escorrentía son las más usuales (Prinz, 2002: 4-13; Beckers *et al.*, 2013b). También son frecuentemente utilizadas las denominadas microcuencas *Negarim*. Se trata de un sistema de captación de agua tradicional que se basa en terraplenes de pequeñas dimensiones que presentan una forma cuadrada o romboidal. Estas estructuras recogen el agua de escorrentía que se acumula en su área de captación, que fluye hacia el área cultivada donde se estanca, se infiltra y se almacena en el suelo (Critchley y Siegert, 1991)⁹². Esta técnica requiere de suelos profundos de hasta

⁹¹ En la publicación de Robert E. Horton (1933) titulada *The role of infiltration in the hidrologic cycle* se definen los principales términos relacionados con la escorrentía superficial y la infiltración.

⁹² Sobre este sistema de agua tradicional, véase el apartado 4.2.1 de la publicación de Critchley y Siegert (1991) y el capítulo de Yazar y Ali (2017) publicado en la obra editada por Muhammad Farooq y Kadambot Siddique: *Innovations in dryland agriculture*.

2 m de profundidad y se usa principalmente para el cultivo de árboles en áreas secas con precipitaciones estacionales de menos de 150 mm. También son de gran relevancia los terraplenes en forma de semicírculos, trapezoidales o los formados por contornos de piedra (Oweis *et al.*, 2012)⁹³. Finalmente, las terrazas son ampliamente utilizadas. Las terrazas con bancales son las más antiguas. Estas se implementan en áreas donde los cultivos se realizan en pendientes pronunciadas. Estas instalaciones reducen la cantidad y la velocidad del agua que circula por la superficie y, por tanto, se evita la erosión del suelo⁹⁴.

Según Dieter Prinz (1996: 4), las ventajas principales de las microcuencas son: 1) presentan un diseño simple, fácil de implementar y adaptable; 2) tienen una mayor eficiencia de escurrimiento que los sistemas de captación de mediana o gran escala, con menos pérdidas en el transporte; 3) presentan una mayor facilidad para controlar la erosión y 4) se pueden implementar en cualquier tipo de terreno, con pendiente o en llanuras casi niveladas.

3) Cuencas de captación de tamaño mediano

De acuerdo con Prinz (1996: 8), las cuencas de captación de tamaño medio son las que presentan una extensión entre 1000 m² y 200000 m². Se caracterizan por estar ubicadas fuera de las áreas cultivables y porque la pendiente de su área de captación está entre el 5-50% (Pace y Cullis, 1986).

4) Macrocuencas

Las macrocuencas presentan una extensión superior a las 200 ha⁹⁵. Este tipo de cuencas pueden captar el agua de la escurrimiento a través de las laderas con largas pendientes y el agua que fluye a través de un gran *wadi*.

⁹³ En los apartados 4.2.2-4.2.5 de la obra de W. Critchley y K. Siegert (1991) se definen y se presentan ilustraciones de cada una de estas técnicas: *semi-circular bunds*, *trapezoidal bunds* y *contour stone bunds* (Oweis *et al.*, 2012).

⁹⁴ Estos sistemas se describen con detalle en los distintos apartados del capítulo 5 de la obra de W. Critchley y K. Siegert *Water harvesting. A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production* (1991).

⁹⁵ Como señala Prinz (2002: 13), también pueden denominarse sistemas agrícolas de escurrimiento de pendiente larga (*long-slope runoff farming systems*).

Los dispositivos utilizados en este tipo de cuencas requieren de una construcción elaborada y un mantenimiento más costoso respecto a las cuencas de menor tamaño (Prinz, 2002: 4).

Uno de los dispositivos más utilizados a lo largo de la historia son los conductos de ladera (Ortloff, 2005). Estas instalaciones captan el agua de la parte superior y media de la pendiente de una colina, mediante la construcción de zanjas o diques, con la finalidad de evitar la pérdida del agua de escorrentía. Estas estructuras se usan principalmente para abastecer de agua los campos agrícolas. Generalmente, la escorrentía que llega a los *wadis*, se retiene mediante la construcción de diferentes embalses o reservorios abiertos (Bruins *et al.*, 1986: 21)⁹⁶.

3.3.2. Captación de aguas subterráneas (*groundwater harvesting*)

El agua subterránea es la que se infiltra y llena los poros y espacios en el suelo y, al llegar a la base de la roca, se acumula quedando almacenada. Existen diferentes instalaciones para la captación de las aguas subterráneas (Berking, 2018b). Las más usuales y conocidas son los pozos y los *falaj / qanats*.

Los pozos de agua (*wells*) se pueden definir como (IGH, 2012: 385):

(acep. 1666) “Agujero o perforación que se excava o perfora en la tierra para extraer agua”.

Estas instalaciones, juntamente con las cisternas, fueron, probablemente, las primeras estructuras que permitieron el asentamiento más allá de las fuentes de agua perennes (Beckers *et al.*, 2013: 149). Como señala Arie S. Issar (2001: 2), probablemente, los primeros pozos fueron agujeros de poca profundidad cavados en lechos de corrientes efímeras como son los *wadis*. En general, el nivel de agua subterránea del acuífero sufre variaciones estacionales. Para aumentar los recursos en épocas secas se utilizan técnicas de recarga artificial de las aguas subterráneas, canalizando hacia los pozos agua desde los arroyos de montaña o construyendo presas subterráneas (Mays, 2010: 3). Las diferentes técnicas de extracción de agua de los pozos han ido evolucionando en el tiempo, de acuerdo a sus dimensiones y a la tecnología disponible⁹⁷.

⁹⁶ Como indica Leslie Shanán (2000), este tipo de dispositivos son muy frecuentes en el Neguev. Se conocen también los denominados *hafirs*, ampliamente utilizados en el Sudán y en el Oriente Medio. Estos son un tipo de reservorio de agua para el consumo animal y humano (Beckers *et al.*, 2013: 152).

⁹⁷ Hodge (2000b) hace un resumen de los diferentes sistemas de extracción del agua de los pozos en la Antigüedad, desde el sistema tradicional de extracción mediante un cubo con una cuerda hasta los sistemas

Otros de los dispositivos más utilizados para captar el agua subterránea fueron los *qanats*. Este tipo de estructura para la captación del agua subterránea se originó en Irán hacia el I milenio a.C. En Marruecos se denominan *khattara*, en el norte de África *foggara* y en Omán reciben el nombre de *falaj*⁹⁸ (Costa, 1983: 274; Lightfoot, 1996; Hodge, 2000c: 35).

Se trata de túneles o galerías que se perforan en una colina hasta alcanzar aguas arriba el nivel freático de un acuífero, situado a cota superior. De esta manera el agua del acuífero circula por gravedad hasta la salida del túnel o galería. A lo largo de la galería se sitúan diferentes ejes verticales o pozos, que conectan el túnel con la superficie, sirven como puntos de acceso durante su construcción y mantenimiento y regulan la presión de aire en el sistema. Estos túneles o galerías suelen canalizar el agua subterránea hacia balsas o pequeños embalses situados en su salida y que, a su vez, conectan con diferentes sistemas de canalización (Goblot, 1979). Desde el embalse, un sistema de canales distribuye el agua a campos o asentamientos (Hodge, 2000c: 35; Beckers *et al.*, 2013: 150).

3.3.3. Captación de aguas de inundación (*floodwater harvesting*)

Finalmente, la captación de agua de inundación es una técnica que capta y almacena el agua de las corrientes efímeras durante las inundaciones (Bruins, 1986; Beckers *et al.*, 2013: 150). Este sistema suele requerir la construcción de estructuras hidráulicas elaboradas como las presas, represas o diques. Según el volumen de las corrientes se pueden distinguir dos técnicas de captación de las aguas de inundación: 1) captación dentro del lecho del *wadi* y 2) desviación del agua de la inundación (Al-Qudah, 2011; Beckers *et al.*, 2013: 153). A continuación, se describen ambas técnicas.

1) Captación de agua de inundación dentro del lecho del *wadi*

La captación del agua dentro del lecho del arroyo consiste en represar el flujo de agua, provocando la inundación del fondo de la llanura del valle. De este modo, el agua se ve obligada a infiltrarse y el área humedecida puede utilizarse para la agricultura o para mejorar los pastos (Prinz, 1996: 9). Este tipo de recolección de agua permite una inundación parcial o completa de los *wadis* a través de la construcción de estructuras de almacenamiento en sus lechos. Las estructuras que actúan de barrera pueden ser muros

posteriores más desarrollados como la noria, el *tympanum* o el tornillo de Arquímedes, entre los más destacados.

⁹⁸ En España este tipo de dispositivo recibe el nombre de galería (Beckers *et al.*, 2013: 150).

construidos con mampostería o terraplenes de tierra. Estos sistemas son muy comunes para fines agrícolas y se denominan terrazas de *wadi* (Bruins *et al.*, 1986: 21). Estas instalaciones consisten en una serie de pequeñas represas que interceptan partes de un curso del *wadi*. Su objetivo es reducir la velocidad de escorrentía de las inundaciones y, por tanto, su capacidad de transporte. En consecuencia, los sedimentos transportados se acumulan detrás de las presas y gradualmente construyen una terraza. El exceso de agua fluye hacia el subsiguiente componente del sistema donde se desarrolla el mismo proceso⁹⁹ (Beckers *et al.*, 2013: 154). Dependiendo de la frecuencia y el carácter de las inundaciones, cuando el sedimento acumulado es suficiente, las terrazas pueden cultivarse (Evenari y Dov, 1956). Estos sistemas a menudo se complementan con los sistemas de conductos de laderas¹⁰⁰.

Una variante de esta técnica son las presas de aguas subterráneas, que principalmente captan y almacenan agua de inundación para el consumo animal y humano (Beckers *et al.*, 2013: 153-154). Las presas pueden clasificarse en: 1) presas de almacenamiento de arena y 2) presas subterráneas.

En el caso de las presas de almacenamiento de arena, estas estructuras funcionan con el mismo principio que el sistema los sistemas de terrazas en los *wadis* con el objeto de acumular arena. La diferencia principal con estos es que el agua que se almacena entre la arena acumulada en estas instalaciones se extrae mediante pozos construidos en el relleno de arena y sedimentos mediante dispositivos de drenaje integrados en la presa. En el caso de las presas de almacenamiento subterráneas, su construcción se realiza en el relleno aluvial del arroyo mediante una zanja que llega hasta la capa impermeable. Posteriormente, se construye un muro impermeable en la zanja que se rellena con el material excavado (Beckers *et al.*, 2013: 154). De esta manera, aguas arriba del muro se acumula y almacena el agua subfluvial. Ambas tipologías de presas, a diferencia de los sistemas de embalses o reservorios superficiales, reducen las pérdidas por evaporación y el riesgo de contaminación (Prinz, 2002).

2) Sistemas de desviación del agua de la inundación

⁹⁹ Dependiendo de la frecuencia y el carácter de los eventos de inundación, cuando hay suficiente volumen de sedimento acumulado, estas terrazas pueden ser cultivadas (Evenari *et al.*, 1982).

¹⁰⁰ Evenari *et al.* (1986) señalan que se pueden encontrar ejemplos de estos sistemas en el Neguev y en la región de Petra.

La construcción de los sistemas de desviación del agua de la inundación se implementa con la finalidad de desviar el agua de las avenidas de un *wadi* a través de un canal hacia las instalaciones de almacenamiento o campos adyacentes. El desvío se produce a partir de la construcción de presas en distintas partes del *wadi* o en toda su amplitud.

Las instalaciones más frecuentes son las denominadas presas de desvío, utilizadas para irrigar los campos o para el consumo humano y del ganado (Bruins *et al.*, 1986: 25).

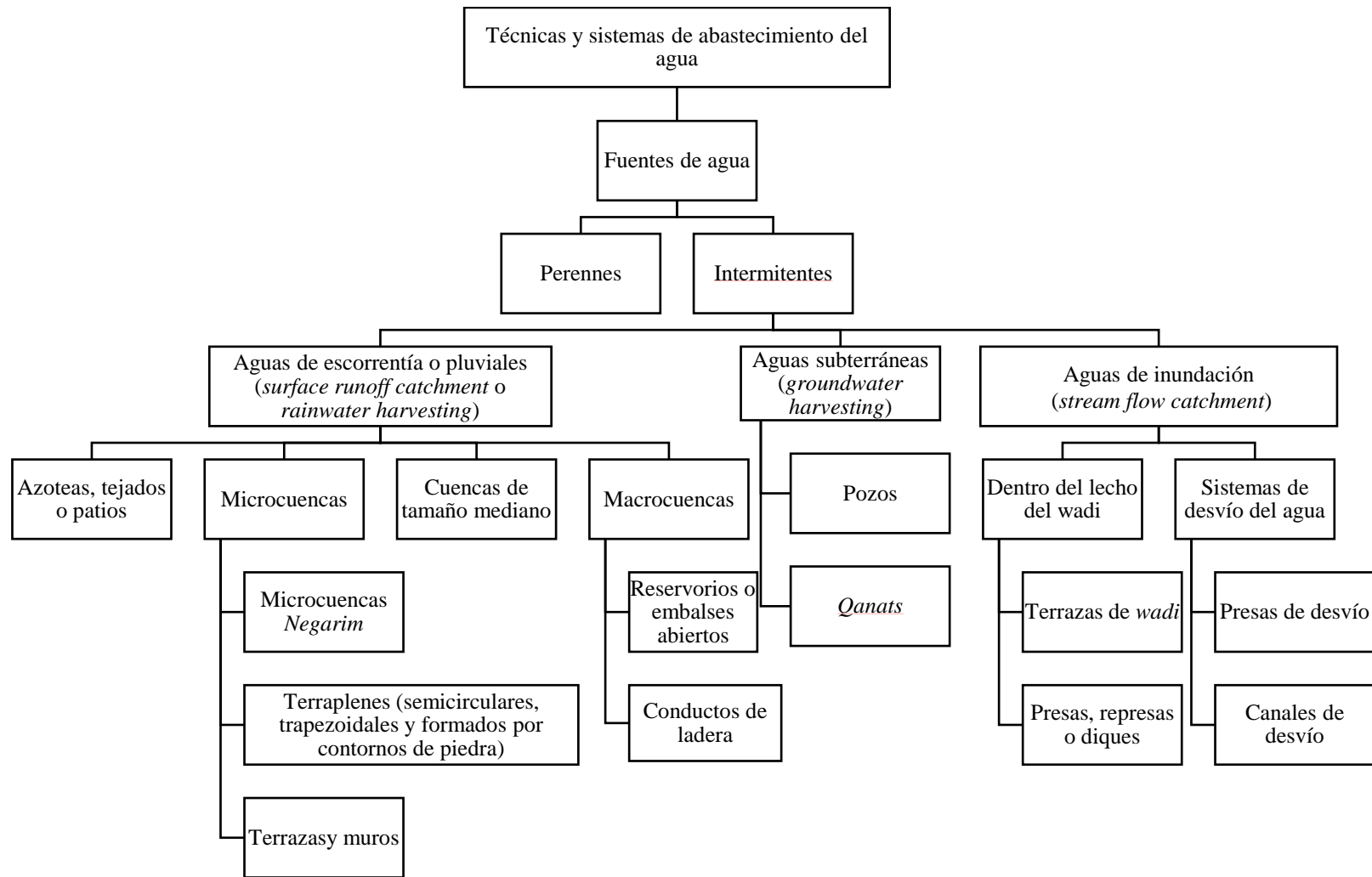


Figura 3.1. Clasificación de los sistemas de captación de agua mencionados.
Fuente: Elaboración propia a partir de Beckers *et al.*, 2013: 147, fig. 1.

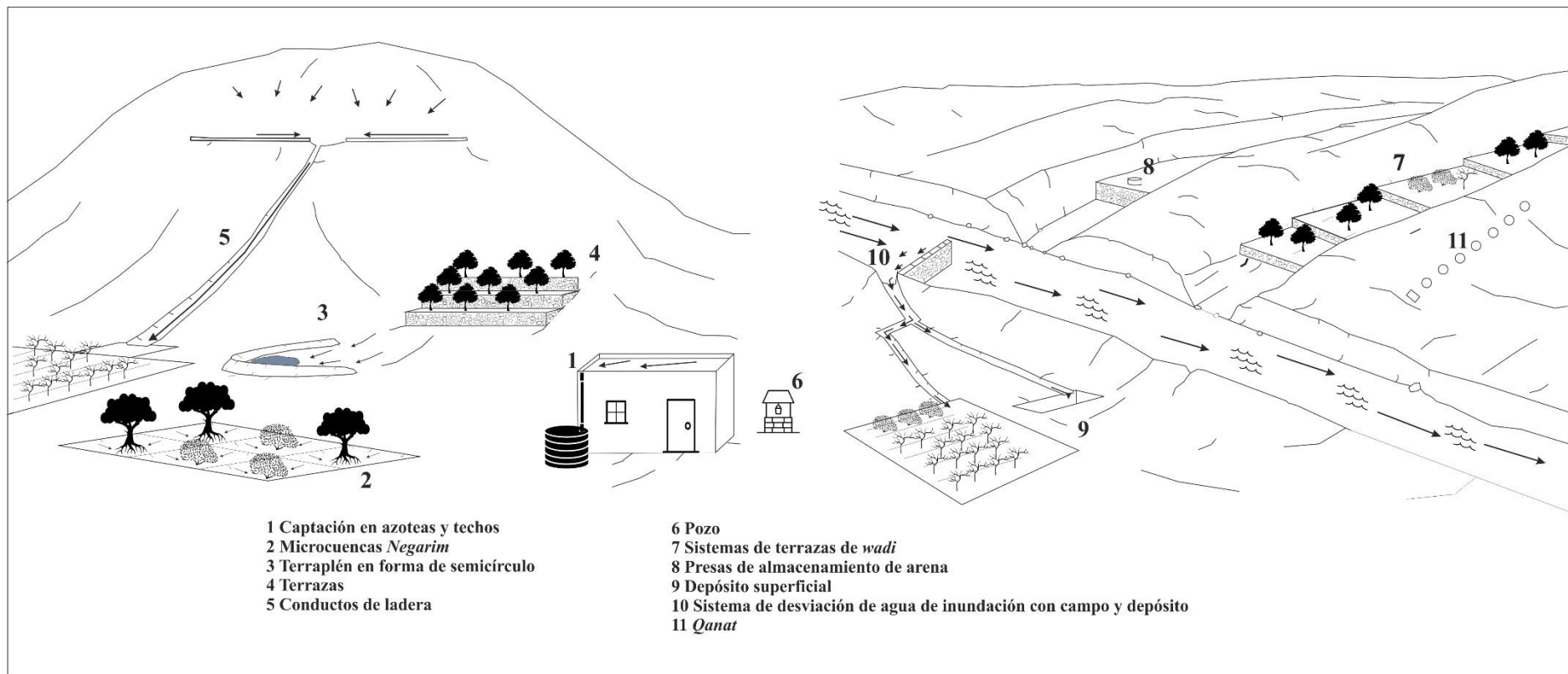


Figura 3.2. Principales dispositivos y técnicas de captación de agua descritas.
 Fuente: Elaboración propia a partir de Berking *et al.*, 2013: 151, fig. 3 y 155, fig. 6.

En resumen, a lo largo de los siglos, las comunidades que se establecieron en las tierras secas o regiones semiáridas han desarrollado métodos para la captación, distribución y almacenamiento del agua que han permitido aumentar la cantidad de agua disponible en estas regiones donde no existen fuentes de agua permanentes.

La alta dependencia del agua de la lluvia ha generado una amplia variedad de técnicas y métodos de captación del agua que ha permitido garantizar el agua para el consumo humano, animal y para las actividades agrícolas. El desarrollo de estas eficientes técnicas se ha producido a través de la interacción directa entre las comunidades, el paisaje y las condiciones hidrológicas, lo que ha proporcionado sistemas de gestión del agua que han demostrado ser sostenibles. En la actualidad, muchas de estas estrategias y técnicas tradicionales están en declive o han sido abandonadas y reemplazadas por técnicas modernas. Este factor, sumado a la escasez de agua en las zonas secas, el rápido crecimiento demográfico y el impacto social generado por el cambio climático global están generando una revisión y estudio de los sistemas de gestión del agua en el pasado. Estos estudios pueden contribuir a la (re)implementación de las técnicas y prácticas tradicionales de captación del agua en estas áreas y servir de alternativa para minimizar algunos de los problemas actuales relacionados con la escasez de los recursos hídricos.

Capítulo 4. Metodología de estudio

Los estudios sobre la gestión de los recursos hídricos en la historia se basan principalmente en la investigación de las estructuras hidráulicas a través de la arqueología y de las fuentes escritas¹⁰¹.

En cuanto a la arqueología, esta disciplina nos permite comprender los diferentes tipos de estructuras hidráulicas a lo largo del tiempo, pero tiene muchas limitaciones. El objeto de estudio es problemático e incompleto. Los resultados del estudio arqueológico, incluidas las reconstrucciones, son interpretaciones basadas en la evidencia disponible, pero no una hoja de ruta que se pueda extrapolar a otras situaciones. Además, los restos físicos sobre la gestión del agua en las sociedades pasadas han sido frecuentemente destruidos por la actividad humana o natural o simplemente no se preservan. Raramente estos restos están completos y a menudo solo forman una pequeña parte del conjunto original. Finalmente, la interpretación individual de estas estructuras no permite un análisis global de todo el conjunto. Por tanto, el rol de los arqueólogos es interpretar estos elementos tangibles de la sociedad a través de evidencias limitadas. Sin embargo, este tipo de estudio no englobaría el concepto de gestión del agua, ya que hay muchos aspectos no tangibles de las sociedades como la organización social, política, económica o los aspectos simbólicos e ideológicos que se escapan del registro arqueológico.

Teniendo en cuenta la limitación de la evidencia empírica y los objetivos de esta investigación, la metodología aplicada se basa en la combinación entre diferentes disciplinas y visiones que pueden proporcionar un análisis holístico de la gestión del agua en el yacimiento en estudio.

La metodología que se ha llevado a cabo en este estudio se basa principalmente en el trabajo arqueológico de campo, el trabajo posterior de gabinete y el trabajo de laboratorio.

4.1. El trabajo de campo

La información que se ha utilizado como base de este estudio es la que se obtuvo durante la campaña de excavación y prospección que se realizó en Sela del 6 al 25 de abril de 2016. También se ha utilizado parte de la información obtenida durante la campaña de prospección general del yacimiento que se desarrolló del 13 al 20 de abril de 2015.

¹⁰¹ La obra de A. Bagg, basada en el estudio de la historia de la tecnología hidráulica en el Próximo Oriente Antiguo a partir de las fuentes escritas, es una referencia clave. Véase como ejemplo, Bagg, 2000.

Principalmente, los datos topográficos de las estructuras de Sela y el mapa base del yacimiento¹⁰². Todos estos datos pertenecen al Proyecto Arqueológico de Sela.

4.1.1. Prospección arqueológica

No existe una forma canónica de realizar una prospección arqueológica en superficie. El método de prospección ha de adaptarse a las características concretas del paisaje, el terreno y los intereses de la investigación (Barker, 1991: 4). En este caso, se realizó una prospección no intrusiva en todas las áreas de la cima del peñasco, así como una prospección menos intensiva en el área del Wadi Hirsh.

Durante los primeros días de prospección, nos desplazamos por las diferentes áreas delimitadas en el mapa base del 2015 con un doble objetivo. Por un lado, documentar las estructuras hidráulicas ya identificadas y, por otro lado, registrar nuevos restos arqueológicos. Todas las estructuras hidráulicas y su contexto se documentaron fotográficamente y cada estructura hidráulica se describió de manera general, utilizando una ficha arqueológica (Fig. 4.1).

Los datos más generales de las estructuras de agua como la fecha de identificación, área, sector, número, elemento¹⁰³ y coordenadas GPS se recogieron durante el trabajo de campo. También se anotaron algunos datos como tipologías generales, métodos de construcción, presencia o ausencia de medios de acceso, componentes arquitectónicos, el estado de conservación y su contexto general. En algunos casos también se tomaron algunas medidas de las estructuras. Sin embargo, los datos más específicos se completaron durante el trabajo de gabinete.

¹⁰² Se trata del mapa base Tafilah 4-3151, a escala 1/25.000 del *Royal Jordanian Geographic Centre* (RJGC) que modificaron los topógrafos Ehab Jariri y Diego Gaspar durante las campañas en Sela del 2015 y 2016.

¹⁰³ Se refiere al tipo de estructura hidráulica identificada.

CAMPAÑA SELA 2016					
Fecha	Área	Sector	Número	Elemento	
Coordenadas	Cotas	Dimensiones	Tipología	Orientación	Relaciones y distancias
GPS: Topográficas:	Inferior: Superior: Otras:	Longitud: Anchura: Boca cisternas: Interior cisternas: Otras:	Piriforme <input type="checkbox"/> Cilíndrica <input type="checkbox"/> Botella <input type="checkbox"/> Indet. <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Observaciones:	 Pendiente	Otras cisternas: Otros canales: Otras estructuras hidráulicas: Otras estructuras:
Patrón	Medios de acceso	Componentes arquitectónicos	Métodos constructivos	Muestras	
Individual <input type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/> Triple <input type="checkbox"/> Otros:	Entrada <input type="checkbox"/> Escalones <input type="checkbox"/> Otros:		Excavado <input type="checkbox"/> Descripción: Revestimiento <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	N.º de registro: Referencia estructura: N.º fotografía: Otros:	
Estado de conservación	Cronología	Uso	Descripción general de la estructura		
Buena <input type="checkbox"/> Descripción: Erosión <input type="checkbox"/> Colmatación <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		Primario <input type="checkbox"/> Secundario <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/>			
Contexto general			Fotografías		
Observaciones					

Figura 4.1. Ficha arqueológica de análisis de las estructuras hidráulicas de Sela.
Fuente: Elaboración propia.

La segunda fase de la prospección se basó en la ubicación de las nuevas estructuras hidráulicas halladas dentro de la topografía general del yacimiento (Fig. 4.2). Para ello, se obtuvieron sus coordenadas X, Y, y Z mediante un levantamiento topográfico realizado

con la estación total (Leica TC 407)¹⁰⁴. Las lecturas resultantes se anotaron en una libreta de campo, reflejando las observaciones necesarias para identificar los puntos levantados.



Figura 4.2. El topógrafo del proyecto realizando las mediciones.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

4.1.2. Excavación arqueológica

Durante la intervención arqueológica llevada a cabo el mismo año en el área F del yacimiento, se halló una estructura, probablemente hidráulica, que se ha considerado en este estudio. Para contextualizarla dentro del sondeo realizado, se obtuvieron sus coordenadas topográficas con la estación total. También se anotó la unidad estratigráfica en la que apareció para establecer su contexto estratigráfico y se realizó la documentación fotográfica de la estructura y de su contexto (Fig. 4.3).

¹⁰⁴ El topógrafo del Departamento de Antigüedades de Jordania, Ehab Jariri, realizó estas mediciones.



Figura 4.3. Documentación de la estructura hidráulica en contexto estratigráfico del área F.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

4.1.3. Muestreo

En la misma campaña del 2016 en Sela se realizó un muestreo de los morteros de cal que revisten algunas de las estructuras hidráulicas. El objetivo de este muestreo era realizar un estudio petrográfico y mineralógico de los mismos. La elección de las muestras se basó en la accesibilidad y representatividad de la estructura hidráulica. En la mayoría de los casos, se extrajo la muestra de las partes menos afectadas de las estructuras y en algunas grietas de los morteros, para preservar al máximo estos revestimientos *in situ*. Para documentar cada muestra primero se fotografió la zona exacta de donde se tomó y, posteriormente, se extrajo la muestra (unos 50 gramos) con una piqueta (Fig. 4.4).



Figura 4.4. Proceso de extracción de las muestras de las cisternas D01 (izq.) y D09 (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Para evitar la contaminación de las muestras por carbono externo, se siguieron las normas de higiene básicas en la manipulación de material científico (Santos Arévalo, 2018).

4.2. Trabajo de gabinete

Tras finalizar las tareas de recogida de datos en campo se procedió al procesamiento y análisis de los mismos.

4.2.1. Bases de datos y literatura científica

El conjunto de datos arqueológicos obtenidos de las estructuras hidráulicas se ha clasificado mediante diferentes bases de datos para su análisis.

La base de datos sobre las estructuras hidráulicas de Sela se creó a partir de la información observada durante el trabajo de campo y la recopilación bibliográfica. Esta se amplió posteriormente tras diferentes observaciones, correcciones y revisiones. En primer lugar, a través del software AutoCAD 2015 se realizaron diferentes observaciones y mediciones de las estructuras. Posteriormente, con el objetivo de homogeneizar los datos topográficos obtenidos de las campañas del 2015 y 2016, se revisaron las coordenadas importadas de la estación total de cada estructura y se corrigieron, en el caso que fuera necesario. Finalmente, se revisó la documentación fotográfica para completar la base de datos.

Con la finalidad de realizar un marco comparativo entre las estructuras hidráulicas de Sela y de algunos asentamientos del área en estudio, se confeccionó otra base de datos diferente. Para ello se seleccionó la información sobre las estructuras hidráulicas de cinco proyectos de prospección. Estos son: a) *The Wadi al-Hasa Archaeological Survey* (WHS); b) *The Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey* (SGNAS); c) *The Tafila-Busayra Archaeological Survey* (TBAS); d) *The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey* (ARNAS) y e) *The Shammakh to Ayl Archaeological Survey* (SAAS). Su elección se determinó en función de: a) el área que cubren los proyectos de prospección, en este caso, el área del sur de la Transjordania y b) la publicación de una monografía final que permitiera acceder a los datos de interés para este trabajo¹⁰⁵. Tras esta selección se realizó una investigación bibliográfica de las monografías publicadas

¹⁰⁵ El proyecto *Edom Survey Project*, el cual se llevó a cabo entre 1984 y 1984 entre Tafila –al norte– y Ras an-Naqab –al sur–, bajo la dirección científica de Stephen Hart no se ha considerado en este trabajo. Aunque el área de prospección cubre los intereses de esta investigación, en las publicaciones de este proyecto (Hart y Falkner, 1985; Hart, 1987b) no hay ninguna descripción de los yacimientos documentados ni de sus estructuras hidráulicas. Solamente se especifica el tipo de yacimiento que podría ser y su supuesta cronología.

con el objetivo de hallar documentación sobre las estructuras hidráulicas identificadas por los diferentes investigadores. Para sistematizar los datos obtenidos, se ha creado una base de datos que incluye la siguiente información: nombre del yacimiento; n.º del proyecto; elevación (en metros), coordenadas, periodo cronológico, referencia bibliográfica, tipo de yacimiento, estructuras hidráulicas identificadas y una breve descripción.

Los nombres de los yacimientos se presentan con los nombres originales proporcionados por los autores¹⁰⁶. Aquellos que no tienen ningún nombre específico, han sido denominados con el n.º propuesto por el proyecto. En el caso de las coordenadas geográficas, los diferentes proyectos presentan distintos sistemas de proyección. En el proyecto WHS, las coordenadas utilizadas se basan en las coordenadas geográficas *Palestine Grid*¹⁰⁷ y presentan los datos sobre mapas a escala 1:25,000. El proyecto SGNAS, en cambio, presenta las coordenadas según los mapas proporcionados por el *Department of Land and Survey* de Jordania, *Series K737* a escala 1:50,000 y 1:10,000¹⁰⁸. Los proyectos TBAS, ARNAS y SAAS presentan las coordenadas según el sistema *UTM, Zone 36, Datum 1950*.

Debido a la cantidad de periodos cronológicos asignados en las diferentes publicaciones, se han sistematizado sus abreviaturas, siguiendo la monografía más reciente¹⁰⁹ (Tabla 4.1).

¹⁰⁶ La convención utilizada en este trabajo para la transcripción de los topónimos se ha basado en el criterio de autoridad. Los topónimos referentes a yacimientos menos conocidos o que solamente han sido prospectados y cuyas transcripciones, al inglés, han sido realizadas y publicadas por los principales autores que trabajan en esa región (MacDonald, 1988; MacDonald *et al.*, 2004, 2012, 2016) se han mantenido inalteradas, o sea, en su forma inglesa. Los topónimos publicados en obras en lengua alemana y, por tanto, transcritos al alemán, han sido sistemáticamente adaptados a la norma inglesa de transcripción, en aras a la coherencia interna. Cuando hay discrepancia en la utilización del artículo *al, el, as, es*, hemos optado por el uso de las formas *al* y *as*, por ser las formas árabes clásicas y estándar. En ello, hemos seguido la *Guía de Aplicación de los sistemas de transcripción* de Fundéu (versión 1.3 del 26.6.2018). En cambio, los nombres que han adquirido carta de naturaleza propia en nuestra lengua a través de la literatura científica publicada en español, como Feinán o Wadi Arabá, entre otros, se han mantenido tal y como aparecen en esta literatura; se trata, de hecho, de adaptaciones al español de las transcripciones inglesas, expuestas en el *Manual del Español Urgente* (1989: 74-76).

¹⁰⁷ Véase MacDonald *et al.*, 1983: 63 y 73-74.

¹⁰⁸ Se usaron las siguientes láminas para el Wadi Arabá: 3152 III (para Karak); 3052 II (para as-Safi), 2051 I (para Fifi) y 3051 II (para Hamrat Fidán) (MacDonald *et al.*, 1992: 9). En la Tabla 2 del Anexo D se indica solamente el mapa de referencia y la localización del yacimiento a escala 1:50,000.

¹⁰⁹ En este trabajo se ha seguido el sistema de abreviaturas utilizados en la obra de MacDonald *et al.*, 2016: xvi. Cuando los autores proponen periodos más concretos, estos se han integrado dentro de los periodos propuestos en la tabla 4.1.

Abreviatura		Periodo cronológico	
PL	LPL	Paleolítico Inferior (ca. 1,5 Ma-250.000 a.C.)	
	MPL	Paleolítico Medio (ca. 250.000-40.000 a.C.)	
	UPL	Paleolítico Superior (ca. 40.000-20.000 a.C.)	
EPL		Epipaleolítico (ca. 20.000-9700 a.C.)	
NL		Neolítico (ca. 9700-4900 a.C.)	
Chal		Calcolítico (ca. 4900-3800/3700 a.C.)	
CPL		Sin fecha determinada	
B	EB	Edad del Bronce (ca. 3800/3700-1200 a.C.)	Bronce Inicial (ca. 3800/3700-2000 a.C.)
	MB		Bronce Medio (ca. 2000-1550 a.C.)
	LB		Bronce Final (ca. 1550-1200 a.C.)
IA	IA I	Edad del Hierro (ca. 1200-539 a.C.)	Hierro I (1200-1000 a.C.)
	IA II		Hierro II (1000-539 a.C.)
Per		Periodo persa (539-332 a.C.)	
Hell		Periodo helenístico (332-63 a.C.)	
Rom / Nab	ERom	Periodo romano y nabateo	Periodo romano Inicial (ca. 63 a.C.-135 d.C.)
	LRom		Periodo romano Final (135-324 d.C.)
Byz		Periodo bizantino (324-640 d.C.)	
Isl	EIsl	Periodo islámico (ca. 630-1918)	Islámico Inicial (ca. 640-1099 d.C.)
	MIsl		Islámico Medio (ca. 1099-1517 d.C.)
	LIsl		Islámico Final (ca. 1517-1917 d.C.)
Mod		Moderno (1917 – presente)	
Ud		Indeterminado	

Tabla 4.1. Abreviaturas de los diferentes periodos históricos propuestas por MacDonald *et al.*, 2016. Fuente: Elaboración propia a partir de MacDonald *et al.*, 2016: xvi.

Finalmente, para complementar la información que proporcionan las monografías se ha utilizado la información de la web *Middle Eastern Geodatabase for Antiquities* (MEGA-Jordan)¹¹⁰. Los datos que se agregaron a la base de datos de este estudio fueron sus coordenadas topográficas, su número de inventario, el tipo de estructura hidráulica y, en el caso de que se indique, su adscripción cronológica. Tanto en la revisión bibliográfica como en la búsqueda de información a través de la web del MEGA-Jordan se han omitido las estructuras hidráulicas modernas.

4.2.2. Documentación gráfica y edición de mapas

La documentación gráfica de las estructuras hidráulicas se ha realizado mediante la utilización del software AutoCAD 2015. Con esta herramienta, los puntos de las coordenadas X, Y y Z recogidos en campo se han exportado a un formato gráfico de CAD.

¹¹⁰ Se trata de una web basada en el sistema de información geográfica (GIS) desarrollado por el *Getty Conservation Institute* (GCI), con el apoyo del *World Monuments Fund* y en colaboración con el Departamento de Antigüedades de Jordania (DoAJ). Su objetivo principal es servir como una herramienta para inventariar y gestionar la gran cantidad de yacimientos arqueológicos de Jordania. Su página web es: <http://megajordan.org> [Consulta: 26/07/2020].

En este plano se han unido los puntos resultantes, creando diferentes dibujos arqueológicos en 2D. El croquis realizado en campo y la documentación fotográfica ha ayudado a comprender ciertas discrepancias a la hora de realizar esta tarea.

Posteriormente, se han incluido las diferentes áreas delimitadas sobre el mapa topográfico de Sela. Una vez ubicadas, se enumeraron las estructuras hidráulicas según la numeración otorgada durante la prospección. Con el objetivo de distinguir los diferentes tipos de estructuras, el número de cada una de ellas va precedido por la letra C, cuando se trata de canales, de la D cuando es un depósito y de la M cuando es un muro. Posteriormente, se han enumerado las estructuras arquitectónicas más relevantes del asentamiento. Su numeración va precedida de la letra W cuando se trata de un muro, T cuando es una torre, E cuando es una estructura indeterminada o P cuando es un agujero. Finalmente, los conjuntos de estructuras más destacadas del yacimiento se han agrupado por sectores (S).

Las fotografías de las estructuras hidráulicas realizadas con fines de documentación gráfica durante la prospección arqueológica también se han utilizado para la elaboración de modelos fotogramétricos. Para la obtención de dichas fotografías se ha utilizado una cámara (Nikon Coolpix P530 Nikkor 42x). De todas las fotografías realizadas, 120 han sido usadas para su procesamiento mediante el software Metashape. Debido a las dificultades asociadas a condiciones lumínicas, colmatación de los depósitos o imposibilidad de acceso, se han podido reproducir, parcial o totalmente, un total de 14 modelos tridimensionales¹¹¹. Mediante este proceso se ha podido obtener con mayor detalle la morfología de estas estructuras, lo que ha permitido realizar posteriormente un modelado tridimensional más preciso (Fig. 4.5).



Figura 4.5. Diferentes perspectivas del modelo tridimensional realizado en el depósito de sedimentación D28, el canal C29 y la cisterna D30.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

¹¹¹ Los modelos tridimensionales de las estructuras hidráulicas presentadas en este trabajo se han realizado con la ayuda del ingeniero de la edificación especializado en el campo de la Arqueología de la Arquitectura, Jesús García Carpallo (Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, IAPH).

A partir de la planimetría donde está recogida la topografía del yacimiento, así como la ubicación y coordenadas de cada una de las estructuras hidráulicas documentadas, se ha procedido a realizar el modelado tridimensional de los mismos, con el objetivo de proponer las posibles conexiones desaparecidas. Para la representación del terreno se han importado las curvas topográficas incluidas en la planimetría, a partir de las cuales se ha obtenido la malla poligonal resultante de unir sucesivamente cada una de ellas. De esta forma se ha obtenido un modelo digital que también ha servido como referencia para ubicar los distintos elementos, correlacionando su superficie con las coordenadas topográficas registradas mediante estación total. Para las estructuras se han utilizado como base los modelos fotogramétricos creados anteriormente, en aquellos casos donde ha sido posible, usando para el resto las fotografías y los datos sobre su morfología incluidos en las bases de datos. Para llevar a cabo este apartado se han utilizado los programas AutoCAD y 3D Studio Max.

Una vez realizada la representación de todos los elementos se ha procedido a analizar cómo se articularían las redes formadas por dichas estructuras en cada una de las áreas. Inicialmente se han localizado aquellas zonas donde se han encontrado restos identificados como canales de conducción para estudiar las posibles conexiones de estos con los depósitos cercanos. Atendiendo a su desarrollo, se han prolongado estos tramos para comprobar la viabilidad de un hipotético contacto con alguna estructura asociada, verificando la existencia de entradas y salidas en los mismos con las que pudiera conectar, siendo coherente a su vez con la dirección de la pendiente del terreno y evitando grandes desniveles que no habrían permitido una conducción eficiente. En los casos donde no se han encontrado indicios que permitieran proponer un trazado desaparecido, se ha optado por representar exclusivamente los tramos encontrados. Posteriormente se ha aplicado un código de colores que permita identificar cada uno de los elementos según la clasificación tipológica. De esta forma se puede diferenciar entre las diferentes tipologías de las estructuras hidráulicas, así como restos del urbanismo en relación con estas estructuras. En el caso de los canales, además de asignar un color identificativo para los tramos que perduran en la actualidad, se han propuesto los trazados hipotéticos atenuando dicho color.

Finalmente se ha realizado una planimetría compuesta por una serie de planos individualizados de cada área. En cada uno de ellos se muestra la ubicación de la misma dentro del yacimiento y una vista de planta donde pueden observarse los distintos

elementos con el mismo código de colores utilizado, a los que se han añadido el número y el tipo correspondiente, permitiendo su identificación en las bases de datos. Además, se han incluido cotas topográficas de cada elemento, y en el caso de los canales, cotas de inicio y final de los mismos. También se han realizado secciones que muestran esquemáticamente los desniveles de la red en cada uno de sus tramos, acompañados por una escala topográfica y su localización. Los trazados hipotéticos se han representado mediante línea discontinua y atenuando el color asignado a los canales. Para este apartado se ha utilizado el programa AutoCAD.

Finalmente, para la documentación gráfica de la ubicación de los diferentes yacimientos analizados en este trabajo se ha utilizado el software ArcGIS 10.4.1 (Desktop, Engine). De este modo, se han creado los distintos mapas de localización de los yacimientos estudiados o descritos con diferentes grados de detalle que se ajustan a los diferentes objetivos de la investigación. Estos se han creado a partir de diferentes mapas bases proporcionados por la web del ArcGIS¹¹².

4.3. El trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio se ha realizado con el objetivo de caracterizar petrográfica y mineralógicamente las diferentes muestras de mortero de cal seleccionadas durante la campaña arqueológica en Sela de 2016. El estudio se ha realizado en colaboración con el Laboratorio de Geoarqueología del *Institut de Paleocologia i Evolució Social* (IPHES) de Tarragona¹¹³. En este laboratorio se han realizado las láminas delgadas petrográficas y su caracterización macroscópica y microscópica¹¹⁴.

Las muestras se examinaron inicialmente a nivel macroscópico. Los parámetros para el análisis macroscópico de los morteros han sido el aspecto externo (grosor) y el aspecto interno (color). El grosor de los morteros se ha medido mediante calibre digital. Para la determinación de las tonalidades del mortero se ha empleado el código de color universal

¹¹² En la siguiente página web se pueden consultar:

<http://www.arcgis.com/home/group.html?focus=maps&sortfield=title&content=all&sortorder=asc&id=702026e41f6641fb85da88efe79dc166&view=list#content> [Consulta: 19/07/2020].

¹¹³ El Dr. Josep Vallverdú i Poch, investigador del IPHES, y la Dra. María Soto Quesada, investigadora asociada al IPHES en el momento de la elaboración del estudio, han dirigido esta investigación. La realización de las láminas delgadas, así como el informe derivado, ha sido elaborado por la Dra. María Soto, encargado por R. Da Riva y financiado por la Fundación PALARQ.

¹¹⁴ En la siguiente página web se pueden consultar los servicios de este laboratorio: <http://www.iphes.cat/petrology-micromorphology-soil-studies> [Consulta: 22/06/2020].

de la Tabla Munsell para rocas geológicas (Geological Society of America, 1991). La información se documentó para su posterior análisis.

El método utilizado para la elaboración de las láminas delgadas realizado por la Dra. Soto es el propuesto por Maurice E. Tucker (1988) y Douglas W. Lewis y David MacConchie (1994). Durante su preparación, se anotó y se fotografió el desarrollo de las diferentes etapas. El método se resume en el informe técnico de M. Soto (2017) y se detalla a continuación.

Para la preparación de las láminas delgadas se procedió, en primer lugar, al lavado y secado de las muestras (Fig. 4.6, izq.). A continuación, se efectuó una limpieza mecánica, mediante el empleo de microtorno y vibroincisor, al objeto de eliminar la capa superficial de las mismas y evitar, en la medida de lo posible, contaminaciones subactuales¹¹⁵. Pasado el tiempo de secado, se prepararon las muestras extraídas del campo para su corte. Las muestras de mayor tamaño se fracturaron mediante martillo geológico y/o sierra en fragmentos más pequeños (Fig. 4.6, dcha.). Los fragmentos resultantes fueron seleccionados según sus dimensiones, para adecuarlos al portamuestras (45 x 60 mm), y en cada uno de ellos se eligió el plano de corte. Mediante la cortadora de disco adiamantado (HITECH DIAMANET 22-319), se realizó el corte de las muestras seleccionadas en prismas aproximadamente rectangulares. Estos se devastaron por una de sus caras utilizando la rectificadora y devastadora (BROT RECTILAME 1.23.01).



Figura 4.6. Proceso de secado de las muestras tras su lavado (izq.). Fracturación de una de las muestras mediante sierra (dcha.).

Fotografías: Autora (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

¹¹⁵ La limpieza mecánica de las muestras la realizó la restauradora del IPHES, Elena Moreno Ribas.

La cara del corte pulida se embadurnó con el adhesivo poliepóxido o resina epoxi (LARBOND LM5002 EP) con la finalidad de adherir la muestra a una lámina de vidrio (portamuestras) (Fig. 4.7, dcha.). Previamente, la superficie del portamuestras se limpió con aire comprimido a pistola y se marcaron, en su parte inferior, las siglas de campo de las muestras con un rotulador indeleble (Fig. 4.7, izq.).



Figura 4.7. Dos muestras de morteros seleccionadas tras el corte de una de sus caras antes de adherirlas al portamuestras (izq.). Aplicación del poliepóxido en una de las muestras (dcha.). Fotografías: Autora (Laboratorio de Gearqueología, IPHES).

Puesto que el adhesivo se endurece al añadir un catalizador, se mezclaron los dos componentes cuidadosamente en una probeta graduada de plástico y fueron introducidos en una campana de vacío DINKO-95, para impedir la formación de burbujas de aire en la resina. El curado de esta se realizó a temperatura ambiente durante unas 24 horas tras su aplicación. Con este objetivo, la muestra adherida al portamuestras se colocó en una prensa calentadora (BROT 1.04.02), cuyos pesos presionaron la muestra y el portamuestras para impedir la formación de burbujas (Fig. 4.8).



Figura 4.8. Preparación de la prensa calentadora BROT 1.04.02 para colocar el prisma adherido al portamuestras de cristal para su secado (izq.). Detalle de dos muestras durante el proceso de curado (dcha.). Fotografías: Autora (Laboratorio de Gearqueología, IPHES).

Los bloques resultantes se cortaron mediante el disco de diamante BROT RECTILAME 1.23.02, para extraer una lámina de 1 mm de grosor. Esta se colocó al portamuestras de la rectificadora de la propia RECTILAME y se volvió para rebajar su grosor a un plano homogéneo de unas 300 μm aproximadamente (Fig. 4.9). Posteriormente, las láminas con este grosor se colocaron en el portamuestras de la desbastadora de diamante BROT POLIUSSE 1 03 17 G y se sometieron a una abrasión hasta alcanzar un plano paralelo. Para eliminar las trazas de aceite mineral del disco de diamante y de la desbastadora, la muestra resultante se colocó en una cámara al vacío con alcohol, donde permaneció durante un minuto.



Figura 4.9. Imagen del disco (izq.) y de la desbastadora de diamante (dcha.) durante el proceso de corte y pulido del prisma.

Fotografías: Autora (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

Nuevamente, se utilizó la resina epoxi para adherir el plano homogéneo pulido del prisma a un portamuestras, previamente pulido y cuya superficie, nuevamente, fue higienizada mediante la pistola de aire comprimido. Para impedir la aparición de burbujas que pudieran obstaculizar el análisis microscópico, el prisma adherido al portamuestras se calentó a unos 30-40° durante unas 24 horas en la prensa calentadora BROT 1.04.02 (Fig. 4.10).



Figura 4.10. Muestra SL'16.H1.UM3.1 (a la izq.) tras la adhesión del portamuestras en la prensa calentadora.

Fotografía: Autora (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

Una vez la resina epoxi se curó, el bloque se cortó mediante el disco de diamante y la lámina se pulió, nuevamente, con la desbastadora de diamante hasta alcanzar las 30 μm (Fig. 4.11). Durante este proceso, se controló el espesor de la lámina, observando mediante el microscopio petrográfico los colores de interferencia de los minerales.

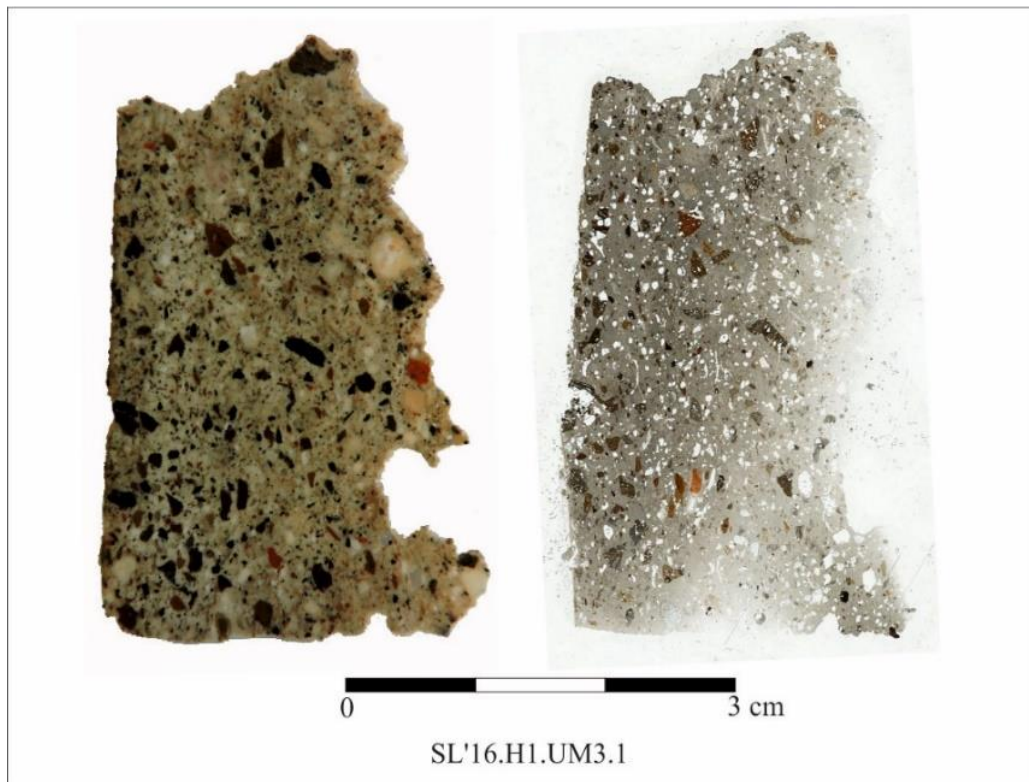


Figura 4.11. Fotografía de la muestra SL'16.H1.UM3.1 antes del pulido final (izq.) y escaneado de la lámina delgada finalizada (dcha.).

Fotografía y escaneado: Modificados de Soto, 2017.

Este grosor permite que la luz atraviese la muestra y que, por tanto, se pueda realizar el análisis petrográfico mediante el microscopio de luz polarizada (Elsen, 2006).

El análisis petrográfico, dirigido y supervisado por J. Vallverdú y M. Soto, se realizó examinando las láminas delgadas resultantes mediante microscopio óptico de luz polarizada Nikon Eclipse E40POL 20-400x en el laboratorio de Geoarqueología del IPHES (Soto, 2017). Para el análisis de su composición mineralógica y textura se utilizaron los manuales de W. S. MacKenzie y C. Guilford (1980), M. Tucker (1988) y G. Stoops *et al.* (2010). Para el cálculo de la ratio aglutinante/agregados se realizó un análisis de imágenes digitales para cuantificar los diferentes componentes en la lámina delgada (Casadio *et al.*, 2005). Las imágenes capturadas mediante MLP se realizaron a partir de la cámara DELTAPIX Invenio 5S. Estas se presentan a escala de 100 μm , indicando el tipo de luz utilizada, la polarizada plana (PPL) o la polarizada cruzada (XPL).

Los resultados obtenidos se compararon principalmente con las investigaciones realizadas por M. M. Al-Naddaf y L. S. El-Khoury (2014) sobre la caracterización mineralógica y textural de los morteros del yacimiento de Barsinia, la caracterización de los morteros hidráulicos de los complejos arqueológicos de Petra de A. Bonazza *et al.* (2013) y el estudio de los morteros nabateos utilizados en construcciones hidráulicas de M. Sha'er (2004).

La caracterización mineralógica se obtuvo mediante el análisis de difracción de rayos X (XRD) (Bruker-AXS D8 Discover)¹¹⁶. Esta técnica analítica se realizó en las instalaciones del *Servei de Recursos Científics i Tècnics* (SRCiT) de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona¹¹⁷. A objeto de identificar y cuantificar los compuestos cristalinos y su tamaño, el análisis de XRD se ha basado en la microdifracción sobre lámina delgada. Los difractogramas resultantes (Soto, 2017) se presentan en el Anexo C (Figs. 1-16).

¹¹⁶ Se trata de una técnica analítica no destructiva para determinar los componentes presentes en materiales cristalinos. Véase la página web del SRCiT, donde se describe esta técnica: <https://www.urv.cat/ca/recerca/suport/recursos-cientifics-tecnics/serveis/drxpols/> [Consulta: 10/11/2020].

¹¹⁷ Los análisis de difracción de rayos x han sido financiados por el proyecto *Comportamiento ecosocial de los homínidos de la Sierra de Atapuerca durante el Cuaternario IV* del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) 2016-2018 (CGL2015-65387-C3-1-P), a cargo del Dr. Vallverdú, y se incluyeron en el informe técnico inédito (Soto, 2017).

**PARTE II. EL YACIMIENTO DE SELA COMO CASO DE
ESTUDIO**

Capítulo 5. Descripción general del yacimiento

5.1. Ubicación geográfica y geológica

El yacimiento de Sela¹¹⁸ está ubicado en la meseta de Edom, al sur del Reino Hachemita de Jordania, en las tierras altas en el borde oriental del Wadi Arabá-Jordan Graben (Negev, 1972b)¹¹⁹. Sela se encuentra a unos 7 km al sur de at-Tafila, la moderna capital del distrito administrativo y muy cerca del actual pueblo homónimo de as-Sila' (Da Riva y Marsal, 2017: 8; Da Riva *et al.*, 2017: 623; Da Riva, 2019a: 163).

Geográficamente, Sela está situada en una encrucijada importante en la Antigüedad: aproximadamente a 4 km de la denominada Vía Real (*King's Highway*), a unos 50 km al norte de Petra (el antiguo asentamiento del periodo del Hierro II, Umm al-Biyara)¹²⁰ y a unos 3 km al noroeste de Bozrah, la ciudad moderna de Busayra y la antigua capital del antiguo reino de Edom (Fig. 5.1). La Vía Real fue la principal ruta norte-sur a través de Transjordania durante la Antigüedad (Lipiński, 2013). Esta ruta conectaba con otras en disposición este-oeste, como las rutas hacia la zona minera del cobre de Feinán¹²¹ y hacia el Mediterráneo, a través de Gaza.

Además, como destacó Alois Musil, Sela domina los pasos del Wadi Umruq y Wadi ad-Dahal así como la fértil cuenca del Wadi Jamal y la depresión de Busayra (Starcky, 1966a: 887).

“Estratégicamente, este punto parece estar idealmente ubicado. Domina no sólo la Vía Real y los pasos Naqab Umruq y Naqab ad-Dahal, sino también la fértil cuenca del (Wadi) Jamal y la depresión de Busayra” (Musil, 1907: 319)¹²².

¹¹⁸ Número 4401 de referencia en MEGA-Jordan y 2002002 en *Jordan Antiquities Database and Information System* (JADIS). En: <http://www.megajordan.org>. [Consulta: 17/11/2020].

¹¹⁹ Esta ubicación se corresponde con una de las cinco unidades morfológicas descritas por Bender (1974: 6-11).

¹²⁰ Umm al-Biyara, la fortaleza natural que domina el centro del área de Petra, fue un asentamiento estratégico para controlar el comercio de caravanas entre Arabia y la costa mediterránea desde el primer milenio a.C. en adelante (Bienkowski, 2011).

¹²¹ En la región del Feinán, a unos 20 km al este del Wadi Arabá, se encuentra la mayor área de minería y fundición de cobre de la región (Barker *et al.*, 1999, 2000; Hauptmann, 2007). Algunos autores se refieren al corredor que conduce desde Aqaba hasta el Mar Muerto como la “Ruta del Cobre”. Esta, según autores como Lorenzo Nigro (2014), se utilizó desde el Bronce Inicial y sirvió también como vía de comunicación estratégica hacia el Levante septentrional a través de otras localidades jordanas como Khirbet al-Batrawy.

¹²² Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Strategisch scheint dieser Punkt trefflich gelegen zu sein. Er beherrscht nicht nur die Sulṭani-Strße und die Pässe naq̄b Umruq̄ und naq̄b ed-Daḥal, sondern auch den fruchtbaren Kessel von el-Gbal und die Senkung von Buṣejra*”.

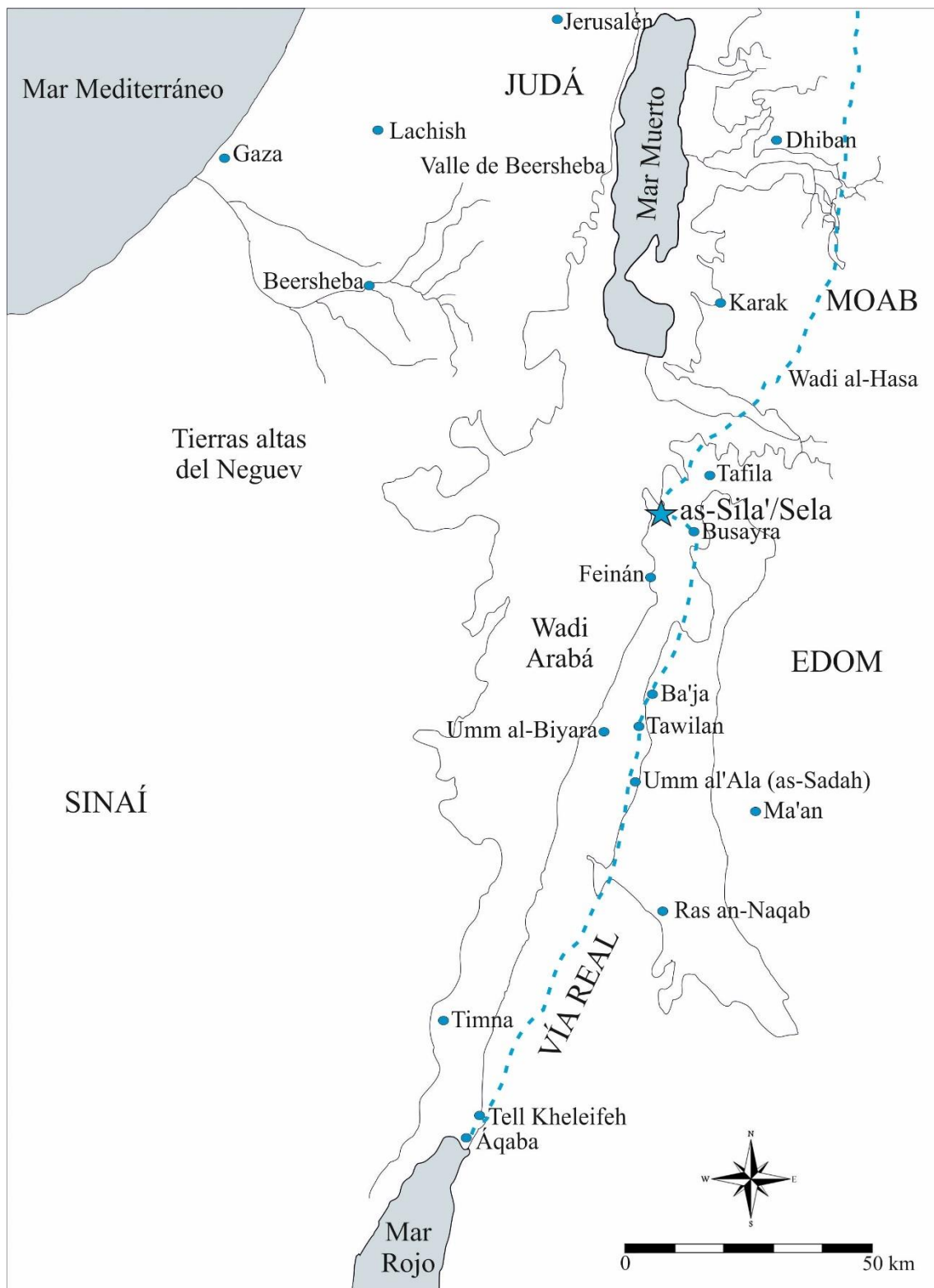


Figura 5.1. Mapa de la ubicación de Sela.
 Fuente: Elaboración propia a partir de Porter, 2004: 375.

Respecto a su contexto geológico, el asentamiento se alza sobre un afloramiento escarpado de arenisca cámbrica (formación *Umm Ishrin*) cubierto por areniscas ordovícicas de la formación *Disi Sandstone* (Lindner, 1989a: 271; Lindner *et al.*, 2001:

243; Raz *et al.*, 2001: 20; Bandel y Salameh, 2013: 39-40; Da Riva, 2015: 17; Da Riva *et al.*, 2017). Estas areniscas presentan un color entre el gris blanquecino y el blanco puro y se caracterizan por presentar en las formaciones formas redondeadas, de campana o de cúpulas (Migón y Goudie, 2014: 122). El promontorio presenta una forma ovalada¹²³ que se extiende del noreste al suroeste y está dominado por las montañas del sur, este y norte.

En el borde sureste de la meseta se encuentra a 1100 m s.n.m. el pueblo moderno de as-Sila,¹²⁴ el cual tiene un manantial llamado Moyet Dleib, que se sitúa sobre una de sus laderas (Glueck, 1939: 26)¹²⁵. El promontorio de Sela se eleva unos 200 m sobre el Wadi Hirsh –en el lado sur– y el Wadi Jamal –en el lado norte del macizo rocoso–. Ambos conectan con el Wadi as Sidrah por su lado oeste, aislando completamente el promontorio de Sela (Glueck, 1939: 26). Este último *wadi* conectaría con el sistema del Wadi Arabá a través del Wadi Khuneizir (Lindner, 1989a: 271; Lindner *et al.*, 2001: 243) (Fig. 5.2).

Las coordenadas geográficas de la parte central del yacimiento son 30°46'50" N, 35°34'30" E. La altitud media del yacimiento es de 867 m s.n.m., aunque el punto más alto del afloramiento está a 877 m s.n.m. La superficie total del yacimiento cubre unas 42 hectáreas (Da Riva *et al.*, 2017: 623).

¹²³ Es lo que Starcky denominó “*mont en forme tronqué*” (Starcky, 1966a: 887).

¹²⁴ Como sostiene Glueck (1939: 26), este pueblo pudo construirse sobre un yacimiento antiguo, pero la cantidad de escombros modernos impiden encontrar cualquier vestigio en superficie para otorgarle una cronología aproximada.

¹²⁵ Según Glueck (1939: 26), estas laderas estaban aterrazadas.

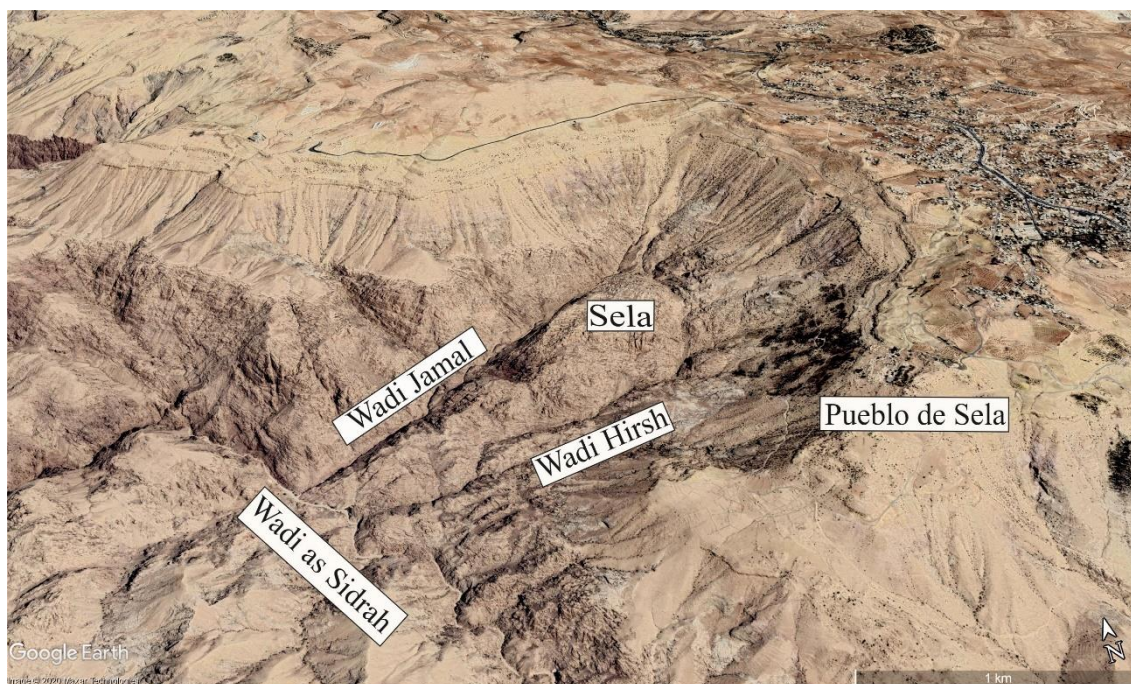


Figura 5.2. Ubicación de Sela en relación con los *wadis* circundantes y el pueblo actual de Sela. Fuente: Google Earth 2020. Imagen © 2020 Maxar Technologies, modificada por la autora.

5.2. Trabajos anteriores y actuales

5.2.1. Referencias, descubrimiento y primeras investigaciones

El yacimiento de Sela fue mencionado por primera vez a principios del s. XIX por el explorador Ulrich Jasper Seetzen. Este autor propuso en 1806 que la Sela bíblica (2 Reyes 14,7) correspondería con el yacimiento de Sela¹²⁶ (Seetzen, 1854: 405, 418). Posteriormente, el orientalista checo, Alois Musil, fue el primero en divisar el asentamiento el 11 de agosto de 1900 (Musil, 1907: 318-319). En la primera parte del segundo volumen de su obra *Arabia Petraea*¹²⁷, Musil describe su viaje de at-Tafila a Busayra y ash-Shawbak, pasando por la cuenca hidrográfica del Wadi Fifa y del Wadi Khuneizir. Musil describió un profundo barranco llamado as-Sila', cuya ladera izquierda formaba una terraza donde se cultivaron olivos a través del riego artificial y, por encima de estos, se ubicaban las ruinas de Sela:

¹²⁶ Seetzen viajó entre enero y abril del 1806 desde el sur de Damasco a Kerak. No llegó a entrar en Edom, pero en su diario del 28 de marzo de 1806 compiló una lista de aldeas habitadas y en ruinas. Un año después, el 17 de marzo, durante su viaje de Hebron al Sinaí, este explorador sugirió que Busayra era la Bozrah bíblica (Jer. 14.13) y que as-Sila' (Sela) corresponde a la Sela que aparece en la Biblia (Bartlett, 1988: 208; Bartlett, 1989: 16).

¹²⁷ Concretamente en el capítulo "1900" en el apartado "Vom sejl el-Ḳerâhi über el-'Ejma und Şenefhe nach Buşejra" (Musil, 1907: 312-321).

“Seguimos un viejo camino en dirección al suroeste, a las 10:25 horas llegamos por la izquierda de la zona de grutas al-Hanane, después de otros 10 minutos giramos en la dirección 170° y entramos en la cuenca del Wadi Fifa y del Wadi Khuneizir. A nuestra derecha, de norte a sur, se abrió un profundo barranco, llamado as-Sila’, cuya ladera izquierda formaba una terraza, que había sido convertida en un jardín por irrigación artificial. Al sur-suroeste de esta parcela cultivada vimos olivos muy antiguos y sobre ellos, en un promontorio de la meseta, las ruinas de Kh. as-Sila’ (Musil, 1907: 318)¹²⁸.

Sin embargo, Musil no accedió al asentamiento. Como explica en sus memorias de campo, las dificultades del terreno para acceder al peñasco, la falta de un guía local y la negativa del soldado y del compañero con los que viajaba impidieron que pudiera acercarse:

“El borde de la meseta cae como una alta pared rocosa hacia el Wadi al-Mataha y as-Sila’, por lo que el acceso desde el noroeste parece muy difícil y desde los otros lados imposible. Desgraciadamente, no había ningún guía familiarizado con la zona y, como esta vez no sólo el soldado acompañante clamaba, como en cada desvío, sino que también *Gerís* no podía moverse en absoluto para seguirme por los peligrosos y desconocidos caminos; hubo que omitir la visita a las ruinas de as-Sila’” (Musil, 1907: 319)¹²⁹.

Pocos años después, Gustaf H. Dalman (1908: 42-43) vuelve a mencionar este asentamiento, pero no hace ningún tipo de descripción del mismo. En su obra intenta investigar sobre el emplazamiento de las ruinas de Sela y en una nota a pie de página difiere de Musil al emplazar las ruinas de Sela:

“Tampoco hay nada que sugiera que *Rekem* se llamase Sela en la Antigüedad, como presume Jerónimo, sobre todo porque la única mención de Sela, de la que se pueden sacar conclusiones sobre su situación, a saber: 2 Reyes 14, 7, no nos incita a ir tan al sur” (Dalman, 1908: 42-43)¹³⁰.

¹²⁸ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Wir folgten einem alten Wege in der Richtung gegen SO., kamen um 10 Uhr 25 Min. links am grottenreichen h. el-Hanâne vorbei, schlugen nach weiteren 10 Min. die Richtung 170° ein und betraten die Wasserscheide des sejl Fêfe und sejl Hanejzir. Rechts von uns öffnete sich von N. nach S. eine tiefe Schlucht, namens es-Sel’, deren linker Abhang eine Terrasse bildete, die durch künstliche Bewässerung in einen Garten verwandelt worden war. Im SSO. von diesem kultivierten Fleckchen Erde sahen wir uralte Olivenbäume und über ihnen auf einem Vorsprunge der Hochebene die Ruinen des kšêr es-Sel’*”.

¹²⁹ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Der Rand der Hochebene fällt als hohe, felsige Mauer zu sejl el-Ma’tan und es-Sel’ ab, so daß der Zugang von NO. sehr beschwerlich, von den übrigen Seiten unmöglich zu sein scheint. Leider war kein ortskundiger Führer zur Stelle und, da diesmal nicht nur der begleitende Soldat, wie bei jedem Abstecher, zeterte, sondern auch Gerís durchaus nicht zu bewegen war, mir auf den gefährlichen, unbekanntem Wegen zu folgen, so mußte ein Besuch der Ruinen es-Sel’ unterbleiben*”.

¹³⁰ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Auch spricht nichts dafür, daß Rekem in alter Zeit Sela geheißen habe, wie Hieronymus voraussetzt, zumal man bei der einzigen Erwähnung von Sela, aus welcher sich Schlüsse auf seine Lage ziehen lassen, nämlich 2. Kön. 14, 7, gerade nicht veranlaßt ist, soweit nach dem Süden zu gehen*”.

Dalman tampoco aceptó la interpretación de Musil de la posición estratégica de este asentamiento. Incluso menciona que es un asentamiento insignificante en la ladera:

“No puedo estar de acuerdo con el juicio del Vol. II 1, p. 319, según el cual Khirbat as-Sila’ (según él, el Sela bíblico) debe controlar la carretera / camino del Sultán y los pasos Naqab ad-Dahal, la cuenca del (Wadi) Jamal y la bajada de Busayra. El insignificante asentamiento en la ladera de la colina estaba situado muy por debajo de la actual carretera principal del país, en un desfiladero profundamente cortado, y está separado del situado más arriba, Busayra, por un valle difícil de cruzar. No tiene nada que ver con el remoto paso de ad-Dahal. En mi opinión, el pueblo no fue capaz de dominar nada sino sus propios jardines y su importancia no es comparable con Busayra, Ruuet, Gharandal” (Dalman 1909: 269)¹³¹.

“Pero Khirbat as-Sila’, cuya ubicación es bien conocida por mí, no tenía ningún paso ni carretera y por lo tanto no podía ser un lugar de gran importancia” (Dalman, 1912: 24)¹³².

Como argumenta Lindner, probablemente Musil describió la actual aldea de as-Sila’ y por ello, Dalman negó cualquier valor estratégico a este asentamiento (Lindner, 1989a: 273).

Durante la exploración del área de la histórica Edom llevada a cabo durante la primavera y el verano del 1934 por una expedición conjunta de la *American School of Oriental Research* (Jerusalén), el *Transjordan Department of Antiquities*, el *Hebrew Union College* y el *American Council of Learned Societies*, el arqueólogo Nelson Glueck dividió el yacimiento de Sela. Sin embargo, como años antes Musil, no llegó a visitarlo:

“At-Tafila es visible al noreste. Un número de muros en ruinas y patios cerrados, rodean el *qaṣr*. Hay una gran cisterna en su lado sur. Tenía vistas al cruce del Wadi as-Sila’ con el Wadi al-Mataha. Al sur-sureste, a través de la depresión del Wadi as-Sila’, era visible Kh. as-Sila’, que, sin embargo, no llegamos a visitar” (Glueck, 1934: 100)¹³³.

¹³¹ Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Urteil kann ich nicht beistimmen Bd. II 1, S. 319, wonach chirbat es-sel (nach ihm das biblische Sela) die Sultanistraße und die Pässe naḳb ed-dachal, den Kessel von el-dscheba’ und die Senkung von bṣejra beherrschen soll. Die unbedeutende Hangsiedelung lag selbst tief unter der jetzigen Hauptstraße des Landes an einer tief eingeschnittenen Schlucht und ist von dem höher gelegenen bṣejra durch ein schwer zu überschreitendes Tal geschieden. Mit dem weit abgelegenen Paß von ed-dachal hat sie gar nichts zu tun. Die Ortschaft vermochte meines Erachtens nichts zu beherrschen außer ihren eigenen Gärten und ist in ihrer Bedeutung mit bṣejra, ruuet, gharandal gar nicht zu vergleichen*”.

¹³² Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Aber die dortige hirbat es-sel, deren Lage mir wohl bekannt ist, beherschte keinen Pass und keine Straße und konnte also kein Platz von weitreichender Bedeutung sein*”.

¹³³ Traducción del original en inglés por la autora. Faro. Texto en el idioma original: “*Eṭ-Tafileh is visible to the northeast. A number of ruined walls, enclosing courtyards, surround the qaṣr. There is a large cistern on its south side. It overlooks the junction of the Wādī es-Sel’a with the Wādī Ma’ṭan. To the south-southeast, across the deep Wādī es-Sel’a, there was visible Kh. es-Sel’a, which, however, we did not get to visit*”. La nota a pie de página 1 de la p. 43 de la obra de 1908 de Dalman cita textualmente la disconformidad con Musil sobre el emplazamiento de Sela: “El Khirbat as-Sila’ de Busayra en el Wadi Jamal propuesto por Musil para Sela es mucho más útil. Pero después de mi examen de la situación, el pequeño asentamiento en la ladera de la montaña en as-Sila’ no puede ser considerado, sino más bien el

En 1937 el coronel Frederick Gerard Peake, más conocido como Peake Pasha, comandante de la Legión Árabe¹³⁴, redescubrió el yacimiento de Sela (Glueck, 1937: 28). Peake Pasha, tras visitar y fotografiar el yacimiento previamente, organizó una expedición para permitir al arqueólogo N. Glueck¹³⁵ examinarlo. Este hizo la primera visita arqueológica a Sela el 18 de noviembre de 1937¹³⁶ y proporcionó una gran cantidad de datos sobre las estructuras arquitectónicas e hidráulicas de Sela (Glueck, 1939: 26). Glueck realizó a primera descripción detallada del yacimiento en el *Annual of the American Schools of Oriental Research* publicado en 1939.

Posteriormente, un gran número arqueólogos y estudiosos bíblicos visitaron el yacimiento de Sela. Algunas de las visitas más destacadas fueron las del arqueólogo e historiador francés Roland de Vaux junto con Peter J. Parr en 1961, y Crystal-M. Bennett en 1962¹³⁷. Los testimonios de estas visitas los recoge, de forma muy breve, el abad Jean Starcky (1966a: 887-889, 1966b)¹³⁸. Este autor solamente alude a las viviendas parcialmente talladas en la arenisca, la escalera que da acceso a la cumbre y a las estructuras de agua, principalmente cisternas. También afirma que Sela constituía un refugio más seguro que Bosrah (Starcky, 1966a: 889). Entre 1969 y 1999 Manfred Lindner y un equipo de especialistas de la *Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg* (NHG) visitaron y prospectaron el yacimiento de Sela. Las campañas arqueológicas en este yacimiento

cercano Khirbat *bernīs* en las alturas de Ayn al-Beida'. Traducción del original en alemán por Josep Maria Faro. Texto en el idioma original: “*Die von Musil für Sela vorgeschlagene ħirbet sil' bei bšēra im gebāl ist bedeutend brauchbarer. Doch kann nach meiner Untersuchung der Lage die kleine Hangsiedelung am sēi sil' selbst nicht in Frage kommen, sondern eher die nahe ħirbet bernīs auf der Höhe bei 'ēn el-bēda*”.

¹³⁴ El *Squadron Leader Trail* fue un cuerpo de las fuerzas armadas de Transjordania bajo el mandato británico que se creó en octubre de 1920. Sobre su historia y desarrollo, véase la obra de John Bagot Glubb: *The story of the Arab Legion* publicada en 1948.

¹³⁵ En la colección 10 “*Nelson Glueck Papers*” del archivo de *The American Schools of Oriental Research* (ASOR) se puede consultar en línea la correspondencia profesional y los diarios de este arqueólogo desde principios de los años treinta hasta el 2008. La *David Berg Foundation* y la *W. Mark Lanier Theological Library* iniciaron la plataforma en línea: <http://www.asor-glueck.org/> [Consulta: 01/09/2020]. Las fotografías se pueden encontrar en la colección 027 “*The Nelson Glueck Photograph Collection*”. Estas fueron compiladas por Eleanor Vogel, su secretaria entre 1961 y 1979. Aunque existe una plataforma en línea (<http://www.asor.org/initiatives-projects/asor-archives/asor-collections/#c027>), las fotografías no se pueden visualizar mediante esta página web.

¹³⁶ Llegó desde Ammán a Kerak en un avión del *Squadron Leader Trail* (el *14th Bombing Squadron*) y de allí se desplazó a Sela en coche y caballo. Glueck realizó su investigación con el apoyo financiero de las *American Schools of Oriental Research*. Véase: Glueck, 1939: xxii, 28.

¹³⁷ Trabajó con Peter J. Parr en Petra (Bennett, 1962).

¹³⁸ Las observaciones de los visitantes de Sela las publicó en su obra *Petra et la Nabatène* publicada en el *Supplement au Dictionnaire de la Bible* en 1966.

tuvieron lugar en 1969, 1973, 1976, 1977 y 1984¹³⁹ (Hart y Falkner, 1985; Hart, 1986c; Lindner, 1989a: 275, 1989b, 1989c: 557-558; Lindner *et al.*, 2001: 250). Las prospecciones fueron dirigidas principalmente por Manfred Lindner, Ulrich Hübner, Fawzi Zayadine, Elisabeth Gunsam y Stephen Hart y no fueron intervenciones intensivas. Los resultados principales se publicaron en las dos primeras ediciones del libro *Petra und das Königreich der Nabatäer. Lebensraum, Geschichte und Kultur eines arabischen Volkes der Antike* (Lindner, 1974, 1989a), en el informe de la campaña de 1973 publicado en la revista *Naturhistorischen Gesellschaft "Natur und Mensch"* (Lindner, 1973) y en el resumen completo publicado en 2001 por Lindner, Hübner y Gunsam.

Entre 1984 y 1985 se llevó a cabo el proyecto *Edom Survey Project* dirigido por el investigador Stephen Hart (1987b). Este autor catalogó Sela con el n.º 114 dentro de este proyecto (Hart y Falkner, 1985: 270) y se basó principalmente en comparar este yacimiento con el de Umm al-Biyara con el objetivo de buscar la Sela que aparece en la Biblia (Hart, 1986c). También durante su visita en 1984 recogió fragmentos de cerámica en superficie que, según este autor, se adscriben al periodo del Hierro (Lindner, 1992: 145-146). Entre 1999 y 2001 un equipo dirigido por Burton MacDonald¹⁴⁰ realizó prospecciones superficiales en este asentamiento, incluidas en el proyecto TBAS¹⁴¹ (MacDonald *et al.*, 2004). A finales del año 2000 e inicios del 2001, un equipo de la Universidad de Mu'tah, dirigido por Hamed K. Qatamin¹⁴², realizó una excavación en Sela, pero no tenemos mucha información sobre su trabajo (Qatamin, 2001; MacDonald y Sawtell, 2002; MacDonald *et al.*, 2004: 7)¹⁴³. También hay que mencionar que, en el año 2013, la *Jagiellonian University* de Cracovia inició un proyecto de investigación en el distrito de Tafila. Este proyecto dirigido por Piotr Kołodziejczyk realizó la primera campaña de prospección en el área de Wadi Mashra, a unos 3 km de Sela, en septiembre

¹³⁹ En 1969 y 1976 lo visitó acompañado por Mohammed Murshed Khadija, en 1973 junto a Fawzi Zayadine, y en 1977 y 1980 con Soliman Salim (residente del pueblo de Sela) (Lindner, 1977, 1989a: 275). La visita a Sela de 1998 se realizó el 28 de septiembre. U. Hübner y Solimán Farajat, junto al inspector de Tafila, Jihad-Darwish, acompañaron a M. Lindner (Lindner, 1998: 95).

¹⁴⁰ El proyecto que dirigía B. MacDonald era el *Archaeological Survey Tafila-Busayra*. Este equipo nombró el yacimiento de Sela dentro del proyecto como el *TBAS Site 134*. Véase: MacDonald, 2015: 29.

¹⁴¹ Es el *TBAS Site 134*.

¹⁴² Este autor realizó su tesis doctoral *A Study in Historical Research Coincident with Archaeological Evidence from Nabataean Sela* en la Universidad de Missouri-Columbia dirigida por Kathleen W. Slane.

¹⁴³ Según MacDonald *et al.* (2004: 276), durante esta intervención se excavaron canales, cisternas y una tumba excavada en la roca.

de 2014. Aunque su estudio no se basa específicamente en el yacimiento de Sela, uno de los objetivos de su proyecto es la determinación del alcance y la naturaleza de la presencia de grupos humanos en la microrregión de Sela (Kołodziejczyk, 2015; Karmowski, 2017; Kołodziejczyk *et al.*, 2018). Desde entonces y hasta la intervención de la Universidad de Barcelona liderada por R. Da Riva en 2015, el yacimiento de Sela no ha sido objeto de ningún estudio, prospección o excavación (Da Riva *et al.*, 2017).

5.2.2. Primeras referencias a las estructuras hidráulicas de Sela

Desde el redescubrimiento de Sela en los años treinta del siglo pasado, son numerosos los autores que han mencionado sus estructuras hidráulicas. Glueck fue el pionero en el año 1937. Este arqueólogo señaló y describió algunas estructuras hidráulicas tanto en la parte alta del promontorio como en su área circundante.

En la cima del peñasco, Glueck identificó diferentes cisternas, depósitos de sedimentación, cuencas de captación y canales excavados en la roca (Glueck, 1939: 27). En primer lugar, Glueck destacó la presencia de un montículo prominente, en forma de cono, que se usó como cisterna¹⁴⁴ (Fig. 5.3).

¹⁴⁴ Este autor también propone que en este montículo podría haberse apoyado un edificio o bien podría haberse utilizado como un depósito, sin especificar su función. No obstante, remarca que hay cisternas parecidas en yacimientos como Sheikh er-Rish (Glueck, 1939: 29).



Figura 5.3. Cono utilizado como cisterna. Foto realizada por Peake Pasha.
Fuente: Glueck, 1939: 30, fig. 15.

Este se ubica en el área que queda justo a la izquierda del “*siq*” que da acceso al promontorio. Según este autor, la parte superior de este cono estaba rodeada por una pared construida de bloques de arenisca, que probablemente sirvió para elevar

el nivel exterior de este cono natural y así ayudar a desviar toda el agua de la lluvia que se precipitaba en la parte superior de la misma al centro de la cisterna. Se trata de la estructura hidráulica clasificada en este trabajo como D10¹⁴⁵. Al sur de este cono, Glueck identificó una cisterna parcialmente excavada en la roca y construida con bloques de arenisca (Glueck, 1939: 29). Por sus dimensiones y estado de conservación actual, muy probablemente se trata de la cisterna identificada en este trabajo como D13.

En la misma área¹⁴⁶, Glueck señaló la presencia de una gran cisterna, un depósito de sedimentación y canales dentro de una estructura que consideró doméstica (Fig. 5.4). Esta “casa” se encuentra parcialmente excavada en la roca y construida con muros de mampostería. Además, en su interior se hallaron restos de estuco de distintos colores, principalmente rojo, azul y verde (Glueck, 1939: 29). Esta estructura es la que hemos denominado H2 en este trabajo y se caracteriza por la presencia de la cisterna D15, el depósito de sedimentación D111 y los canales C14, C131 y C135 (Fig. 5.5).

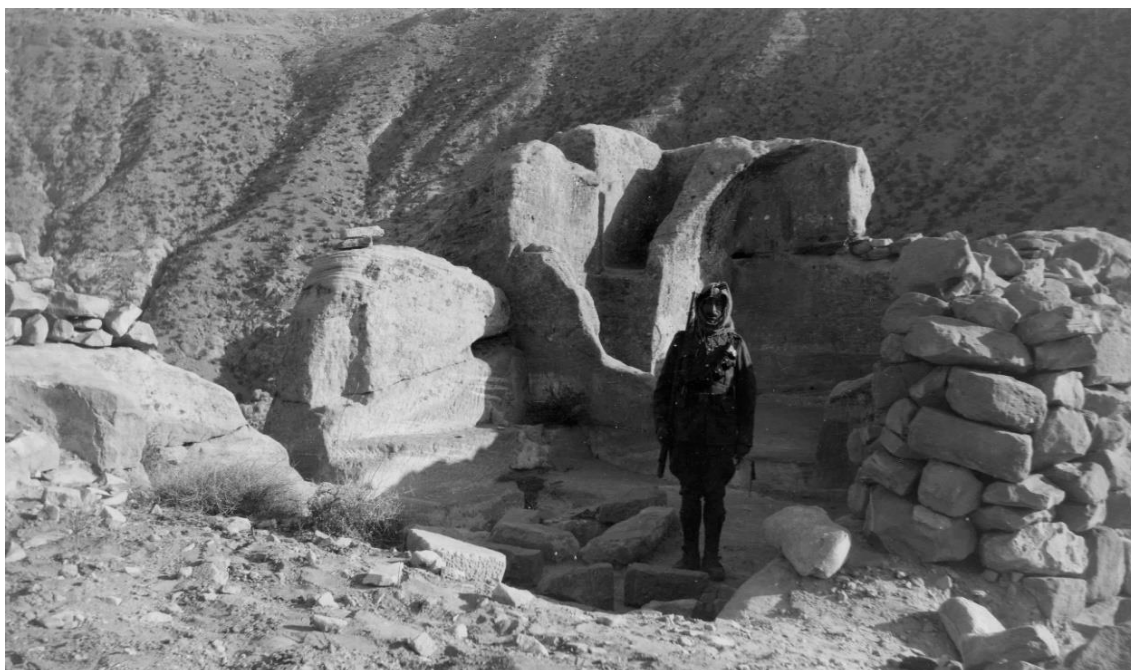


Figura 5.4. Ayudante de Nelson Glueck en la H2.

Fuente: © ASOR archives, colección 027 “*The Nelson Glueck Photograph Collection*”.

¹⁴⁵ Glueck sugiere que ninguna otra población anterior o posterior a los nabateos habría pensado en utilizar este montículo con este propósito (Glueck, 1939: 29).

¹⁴⁶ Glueck describió esta zona como un área plana con numerosas estructuras talladas en la roca, donde en los extremos este y sureste se conservaban los restos de casas privadas (Glueck, 1939: 29).



Figura 5.5. Las instalaciones hidráulicas halladas en la estructura H2 fotografiadas en 2016.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Finalmente, aunque no lo describe, Glueck publicó una foto del denominado “*siq*” de Sela, donde en la parte izquierda de la imagen se puede observar un canal que desciende por esta hendidura estrecha (Fig. 5.6). Este canal se ha denominado C17.

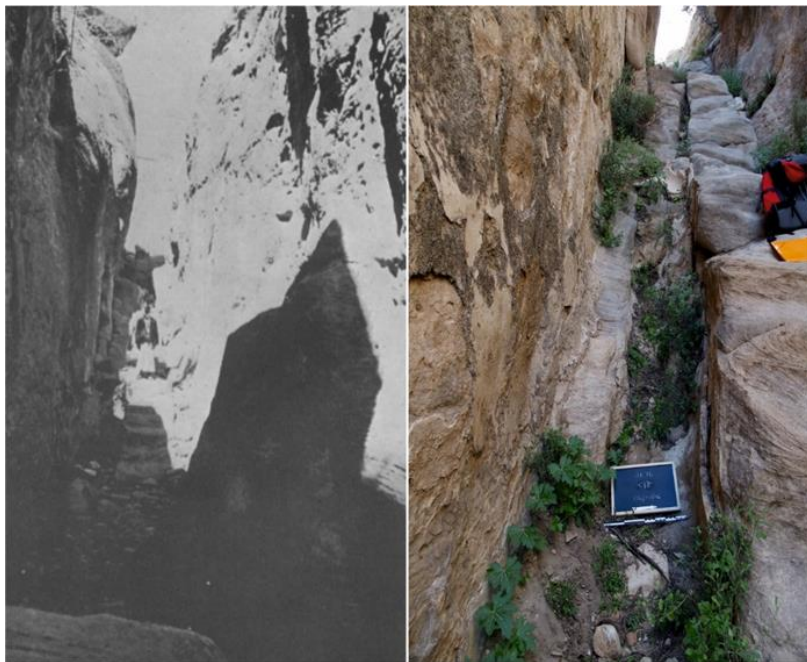


Figura 5.6. “*Siq*” de Sela (izq.). Foto realizada por Peake Pasha. Canal C17 fotografiado en 2016 (dcha.).
Fuente (izq.): Glueck, 1939: 28, fig. 14. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

En el área circundante del promontorio, concretamente en la colina que se inclina hasta el Wadi Hirsh por debajo de la aldea moderna de Sela, destacan dos estructuras hidráulicas. Según este autor, en una hendidura estrecha que baja por esta ladera, se ubica parte de una pared con un grosor de unos 2,15 m, cubierta por un grueso revoco de mortero. Según Glueck, probablemente funcionó como una presa. Esta pared ha sido identificada y fotografiada por nuestro equipo durante la campaña a Sela de 2018 (Fig. 5.7). No se ha podido documentar el canal excavado en la roca que, según Glueck, conducía el agua del manantial a las antiguas terrazas del Wadi Hirsh (Glueck, 1939: 26).



Figura 5.7. Represa de Sela según Glueck (izq.) y represa documentada en 2018 (dcha.).
Fuente (izq.): Glueck, 1939: 28, fig. 13, 1940: 166, fig. 96. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

Lindner también hizo referencia a este muro en el Wadi Hirsh (Lindner *et al.*, 2001: 246, 252) así como a las cisternas D10 (Lindner *et al.*, 2001: 259, fig. 25) y D13, ya descritas anteriormente por Glueck (Lindner *et al.*, 2001: 249, 256). Según Lindner, la cisterna D10 es un depósito en forma piriforme con unos 6 m de profundidad y una abertura rectangular de 0,80 x 0,70 m (Lindner, 1973: 22; Lindner *et al.*, 2001: 256). Este arqueólogo, junto a su equipo, encontró durante

sus prospecciones más de veinticinco cisternas en la parte alta del promontorio de Sela (Fig. 5.8). Según Lindner, algunas de las características más relevantes de estas estructuras son las siguientes (Lindner, 1974: 103, 1989a: 279, 1999: 95; Lindner *et al.*, 2001: 262-263):

- 1) Las cisternas se encuentran excavadas en la arenisca y revestidas con revocos debido a la permeabilidad de la roca.
- 2) Su ubicación se corresponde con las respectivas relaciones de alimentación natural o artificial de agua, mediante canales.
- 3) Las entradas están dispuestas de forma horizontal o vertical.
- 4) Algunas cisternas tienen escaleras.
- 5) El interior siempre tiene forma de pera (piriforme) o campana (campaniforme) y sus bocas suelen ser formas redondas.
- 6) Los canales de alimentación están mal conservados debido a la degradación por la baja dureza de la roca ordovícica.
- 7) Algunas entradas de las cisternas tienen dos agujeros en las esquinas superiores para permitir la instalación de un cabrestante.

Lindner también midió otra cisterna de 6 m de longitud, 4 m de ancho y 3 m de profundidad, pero no podemos saber a cuál de ellas se refiere. También, este autor menciona la presencia de una cisterna con un *Physalis alkekengi*¹⁴⁷ en su interior y que todas las cisternas que inspeccionó no contenían agua en el momento de su visita (Lindner, 1989a: 279). Finalmente, Lindner menciona la presencia de una posible instalación de captación de agua en un área con diferentes plataformas (Lindner, 1989c: 559). Probablemente se refiere a las plataformas identificadas en el área I del yacimiento.

¹⁴⁷ Según Lindner (1989a: 279), se trata de una especie de planta herbácea perteneciente a la familia *Solanaceae*.



Figura 5.8. Estructuras hidráulicas de la H2 tras una de las visitas de Lindner.
Fuente: Lindner, 1974: 102.

Este investigador, junto con Hübner y Gunsam, publicó en 2001 (Lindner *et al.*, 2001) algunas fotografías de las estructuras hidráulicas documentadas en el área circundante al promontorio de Sela (Fig. 5.9) así como las que se sitúan en su cima. Estas últimas, corresponden a las cisternas identificadas en este trabajo como D33, D63, D16 y D55 (Figs. 5.10-5.13).

Stephen Hart simplemente menciona la existencia de cisternas excavadas en la roca en el yacimiento, pero no hace ninguna otra alusión a las estructuras hidráulicas de Sela. Según este autor, estas cisternas serían del periodo edomita, nabateo y medieval (Hart, 1986c: 91). Posteriormente, B. MacDonald mencionó la presencia de cisternas y/o cuevas y canales de agua en Sela, aunque no hizo una descripción detallada de las mismas (MacDonald, 2015: 29). Lo que sí que menciona es que, durante la primavera de 2001, un equipo de la Universidad de Mu'tah excavó canales, cisternas y una tumba del yacimiento de Sela (MacDonald *et al.*, 2004: 276).

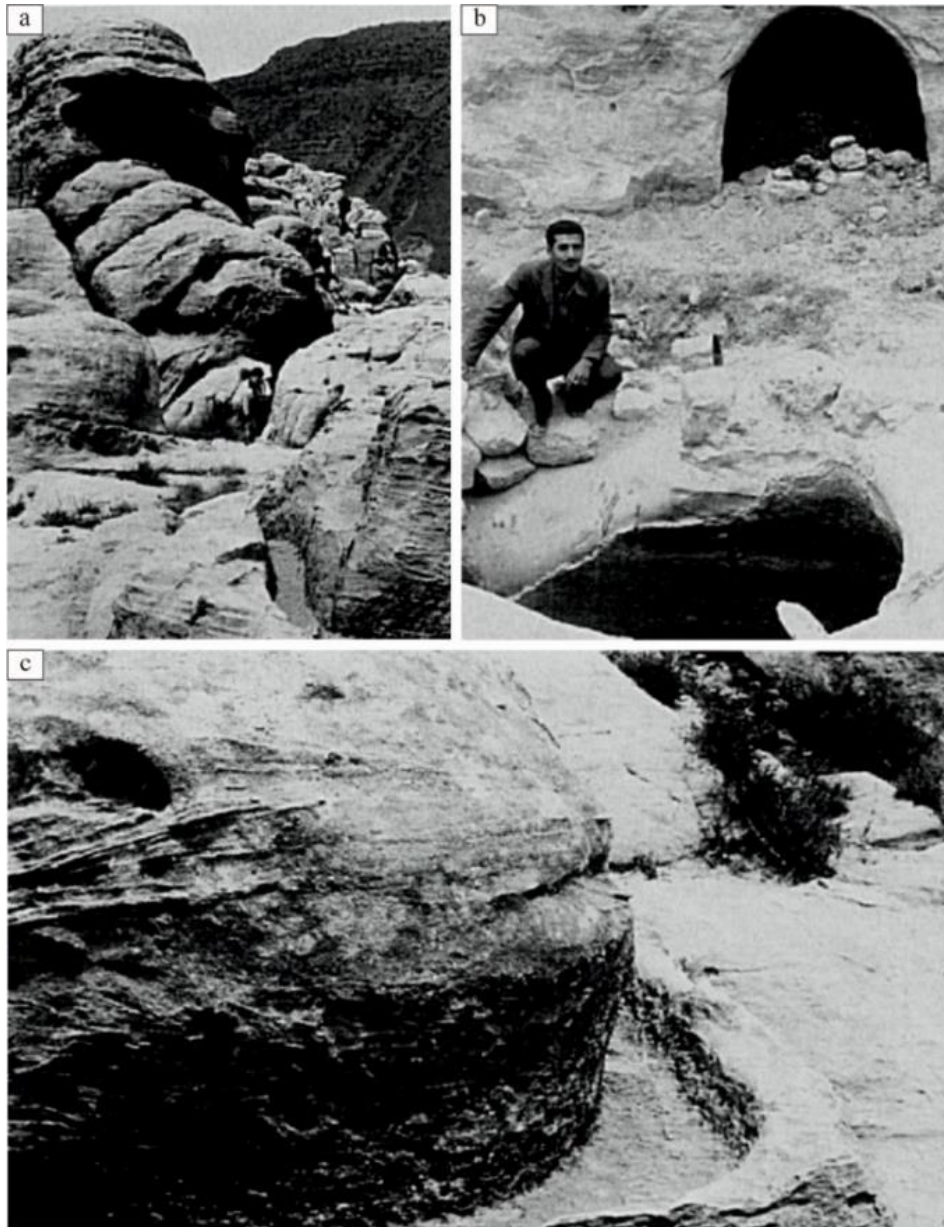


Figura 5.9. a-c) Canales de agua para abastecer las cisternas fotografiados en 1980. b) Cisterna tallada en la roca ubicada antes del ascenso al promontorio fotografiada en 1980.
 Fuente: a-c) Lindner *et al.*, 2001: 251, figs. 10-11. b) Lindner *et al.*, 2001: 250, fig. 9.

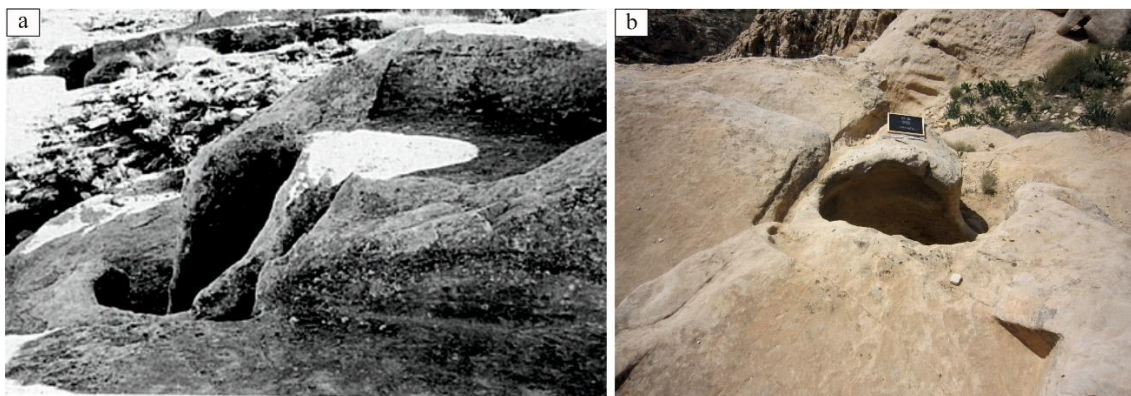


Figura 5.10. a) Cisterna D33 fotografiada en 1980. b) La misma cisterna desde otra perspectiva tomada en 2016.
 Fuente: a) Lindner *et al.*, 2001: 261, fig. 29. b) Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 5.11. a) Cisterna D63. b) La misma cisterna fotografiada en 2016.

Fuente: a) Lindner, 1974: 102; Lindner *et al.*, 2001: 262, fig. 31. b) Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

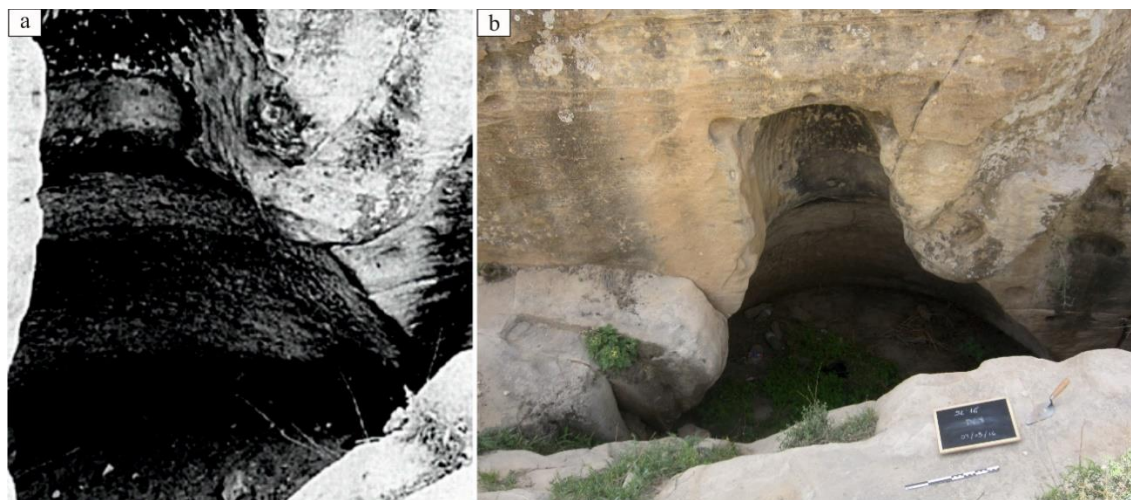


Figura 5.12. a) Cisterna D16 fotografiada en 1980. b) La misma cisterna desde otra perspectiva tomada en 2016.

Fuente: a) Lindner *et al.*, 2001: 262, fig. 33. b) Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

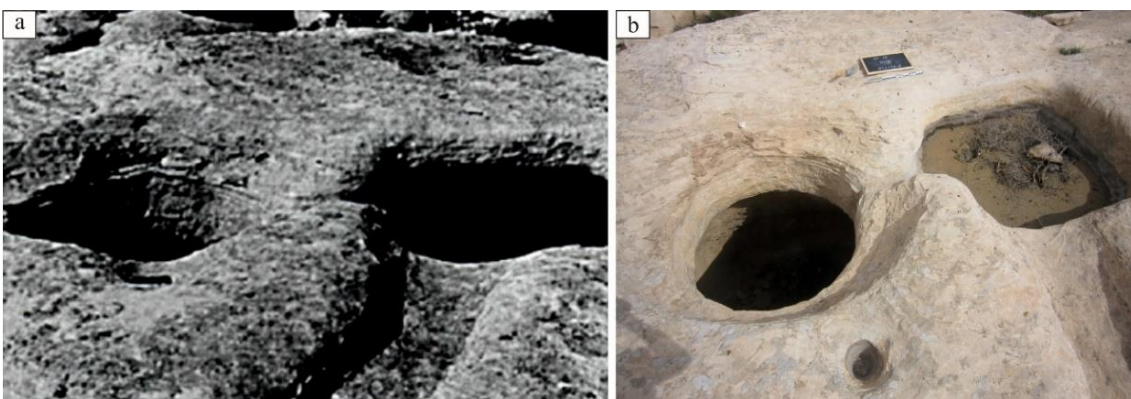


Figura 5.13. a) Cisterna D55 junto al depósito de sedimentación D112 y los canales C56 y C113 fotografiada en 1980. b) Las mismas estructuras de agua fotografiadas desde otra perspectiva en 2016.

Fuente: a) Lindner *et al.*, 2001: 262, fig. 32. b) Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Eli Raz, Tal Raz y Alexander Uchitel en un artículo sobre Sela publicado en 2001 también mencionan la presencia de algunas estructuras hidráulicas. Entre ellas,

hacen referencia a la presa del Wadi Hirsh, a la cisterna D10 y mencionan la presencia de depósitos de agua por todo el yacimiento (Raz *et al.*, 2001: 24). También publicaron una fotografía donde se observan las estructuras identificadas en este trabajo como D107, D06 y C07 (Fig. 5.14).

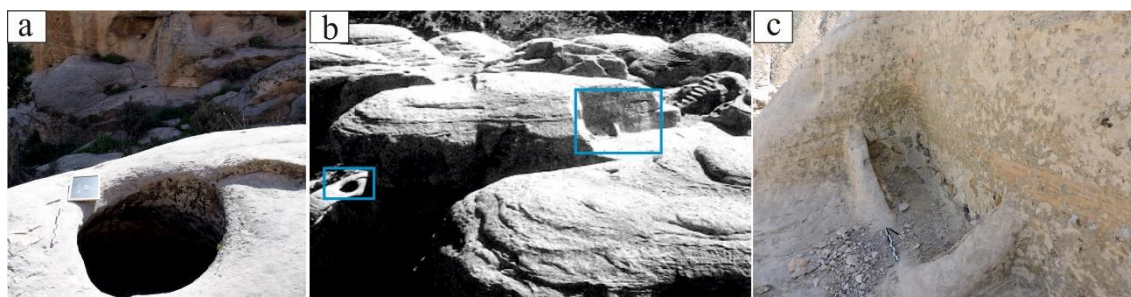


Figura 5.14. a-c) Fotografías de la cisterna D06 y su canal C07 y de la estructura D107, respectivamente, tomadas en 2016. b) Fotografía publicada por Raz *et al.*, donde en los recuadros se observan, a la izquierda, las estructuras de la figura (a) y, a la derecha, las estructuras de la figura (b). Fotografías: a-c) Proyecto Arqueológico de Sela. Fuente: b) Raz *et al.*, 2001: 21.

Unos años después, Ariel Bagg en su artículo sobre las cisternas en la Transjordania, titulado *Zisternern im Ostjordanland* y publicado en el 2006, dedicó unas páginas al yacimiento de Sela (Bagg, 2006). En esta publicación menciona la presencia de 25 cisternas, la mayoría de las cuales son piriformes y presentan restos de revocos. Según este autor, solamente se midió una cisterna de 6 m de longitud, 4 m de anchura y 3 m de profundidad¹⁴⁸. Otros dos depósitos tenían una profundidad de 3,5 a 4 m. También menciona una gran cisterna en el borde de la cumbre del peñasco con una abertura cuadrangular, que hace referencia a la cisterna D10 (Bagg, 2006: 616). Finalmente, el equipo de la *Jagiellonian University* de Cracovia hizo referencia a algunas de las estructuras de agua de Sela en la revista *Wiadomości Konserwatorskie - Journal of Heritage Conservation* (Kołodziejczyk, 2015). En concreto aparecen las estructuras hidráulicas denominadas en este trabajo como D09, D27 y D44, D64 y D65¹⁴⁹. Merece la pena destacar que la cisterna D09 se considera una estructura con un propósito indeterminado, aunque no se especifican los motivos. De la misma manera, este equipo considera como instalaciones de almacenamiento las estructuras D64 y D65, que en este

¹⁴⁸ Se trata de la misma referencia que apuntaba Lindner unos años antes (Lindner, 1989a: 279).

¹⁴⁹ Véase: Kolodziejczyk, 2015: 105, fig. 6 (D09), fig. 9 (D27), fig. 10 (D44), 106, fig. 9 (D05), 108, fig. 14 (D65) y fig. 15 (D64).

trabajo se presentan como una posible cisterna y una piscina, respectivamente (Kołodziejczyk, 2015: 108).

5.2.3. Sela Archaeological Project

En abril de 2015 se inició el Proyecto Arqueológico de Sela por parte de la Universidad de Barcelona (UB) y en colaboración con el Departamento de Antigüedades del Reino Hachemita de Jordania (DoAJ)¹⁵⁰. El estudio se está llevando a cabo por un equipo multidisciplinar con sede en la UB bajo la dirección de R. Da Riva¹⁵¹.

El propósito de la investigación de este proyecto se basa en el desarrollo de un amplio análisis de este asentamiento, a partir de una investigación integradora e interdisciplinar basada en la cooperación de diferentes especialistas. El objetivo principal del proyecto es estudiar los patrones de asentamiento y la actividad económica durante el I milenio a.C. en el altiplano de Edom a través del estudio del yacimiento de Sela (Da Riva y Marsal, 2017: 10). Para este propósito se han iniciado diferentes líneas de estudio, una de las cuales es este estudio de la gestión del agua en este yacimiento. Otra de las líneas de investigación es la contextualización del relieve neobabilónico de Nabónido estudiado por R. Da Riva (Da Riva, 2019a, en prensa).

Hasta la fecha se han realizado tres campañas arqueológicas en Sela. La primera, realizada del 6 al 13 de abril de 2015, tuvo como objetivo la realización del levantamiento topográfico del yacimiento y de parte de su entorno, así como una prospección de superficie, extensiva y no intrusiva (Da Riva y Marsal, 2017: 10; Da Riva *et al.*, 2017). La segunda campaña tuvo lugar del 6 al 25 de abril de 2016 y tuvo un objetivo doble. Por un lado, realizar una prospección en la cima del promontorio de Sela para identificar posibles estructuras hidráulicas, utilizando como base el mapa utilizado durante la prospección del 2015. Por otro lado, la excavación de dos áreas cercanas a la torre: el área

¹⁵⁰ Tras una breve visita al yacimiento en marzo del 2014, la directora del proyecto, Rocío Da Riva, presentó la solicitud al Departamento de Antigüedades de Jordania (DoAJ) para emprender investigaciones arqueológicas en Sela. Véase: Da Riva, 2019a: 163, nota a pie 6.

¹⁵¹ El proyecto está financiado por el Ministerio de Educación y Cultura (Ayudas en Régimen de Concurrencia Competitiva para Proyectos Arqueológicos en el Exterior correspondiente a 2015), por el premio de la *Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats* (ICREA) concedido a la Dra. Da Riva y por la Fundación PALARQ. El proyecto cuenta con el apoyo del Instituto de Investigación del Agua de la Universidad de Barcelona (IdRA-UB) y de la Embajada Española en Ammán. Durante la prospección y excavación se ha contado con la colaboración de personal de la sede central de Ammán del Departamento de Antigüedades, así como con la colaboración de personal de la sede regional de Tafila del DoAJ (Da Riva, en prensa; Da Riva y Marsal, 2017: 7).

G y el área F (Da Riva, 2019a, 2019b; Da Riva *et al.*, en prensa). Finalmente, la tercera campaña tuvo lugar del 22 al 29 de septiembre 2018 y se basó en el estudio detallado de la inscripción cuneiforme del rey neobabilónico Nabónido (Da Riva, 2019, en prensa)¹⁵².

5.3. Áreas definidas

El yacimiento de Sela se compone de unas 42 hectáreas¹⁵³, incluyendo los campos adyacentes, el acceso al yacimiento y las escaleras monumentales que dan acceso a la cumbre del promontorio. Las áreas identificadas se han denominado con las letras A-L¹⁵⁴ (Fig. 5.15).

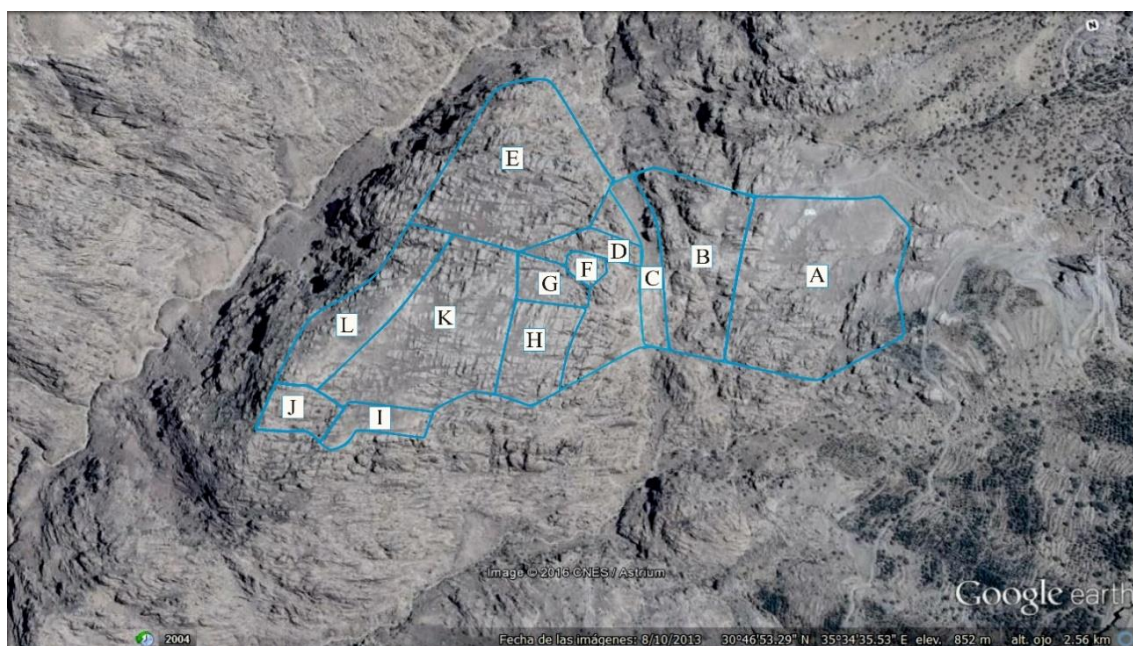


Figura 5.15. Croquis de las diferentes áreas del yacimiento.

Fuente: Google Earth 2016. Imagen © 2016 CNES / Astrium, modificada por la autora.

Estas áreas y sus principales características se publicaron en el número 58 del *Annual of the Department of Antiquities of Jordan (ADAJ)* de 2017¹⁵⁵ (Da Riva *et al.*, 2017: 626-627). Estas son las siguientes:

¹⁵² Algunos de los resultados preliminares de esta campaña se publicaron en el artículo del *Jordan Times* del 2 de enero de 2019 por Saeb Rawashdeh. El artículo se puede consultar en el siguiente enlace: <http://www.jordantimes.com/news/local/archaeologists-explore-history-mysterious-mountain-stronghold-%E2%80%98sela%E2%80%99-southwest-jordan> [Consulta: 07/09/2020].

¹⁵³ En concreto 42.0089 ha (Da Riva *et al.*, 2017: 626).

¹⁵⁴ Este trabajo se realizó durante la campaña del 2015, cuando se realizó el levantamiento topográfico del yacimiento.

¹⁵⁵ Un resumen de estas áreas se presentó en el artículo publicado en la revista *Akros* (Da Riva y Marsal, 2017).

- **Área A:** Se trata de una extensión con campos de cultivo situada al este de la plaza de aparcamiento. Se han hallado en superficie restos cerámicos de la Edad de Hierro, romanos y medievales y materiales líticos, algunas escorias de hierro y diversos objetos de metal.
- **Área B:** Situada al oeste de la zona A, en esta área se ha identificado la presencia de estructuras excavadas en la roca (“casas” y depósitos) así como canales. Esta área pudo funcionar como una especie de entrada situada inmediatamente antes de la escalera (D), la cual conduce a la zona alta del peñasco y de la zona del *wadi* (C). Se han hallado cerámicas del periodo del Hierro II y romano en superficie.
- **Área C:** Es el área del *wadi*, el cual se encuentra al este del comienzo de la gran escalera (D). Al norte de esta zona, se han encontrado los restos de un pavimento enlucido bastante grueso. El área podría haber funcionado como una especie de depósito de agua o de cuenca, ya que también se ha detectado en esta área un canal excavado en la roca que se extiende desde la zona B a la parte sur de esta área.
- **Área D:** Se trata de una escalera que se compone de unos 160 escalones, la cual comienza en la zona C y finaliza en el área F, situada en la entrada de la parte alta del promontorio. La escalera está construida con sillares de piedra y, parcialmente, excavada en la roca. En el tramo inferior de las escaleras, se han añadido algunos escalones de hormigón para facilitar el acceso (Lindner *et al.*, 2001: 252). Glueck denominó esta escalera con el nombre de *Khandaq* (Glueck, 1939: 26).
- **Área E:** Situada al norte del peñasco, es una de las áreas más grandes identificadas en el yacimiento. Al norte del área no se conserva prácticamente ninguna estructura. Sin embargo, a partir de la mitad sur se han detectado diferentes estructuras talladas en la roca, algunas de las cuales presentan mechinales o escaleras asociadas, y estructuras hidráulicas. Se han hallado restos cerámicos del periodo romano y material lítico en superficie.
- **Área F:** Se ubica en la parte noreste del promontorio de Sela y se considera el área de entrada a la cumbre del peñasco. En esta área se halló una puerta monumental excavada en la roca, con un refuerzo de sillares de piedra. También una torre que parece haber funcionado como un depósito de agua y estructuras talladas en la roca (Fig. 5.16). Entre ellas, se han detectado dos que podrían tratarse de unidades domésticas (H1 y H2). En la H2 se han hallado fragmentos de estuco pintados.

También se ha observado un sepulcro excavado en la roca ubicado en el extremo norte del acantilado.



Figura 5.16. Vista del área F desde un montículo ubicado al norte del área G.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

- **Área G:** Se sitúa al suroeste del área F. En el extremo este y sureste de esta área se encuentra el borde del acantilado. Al este se ha descubierto un conjunto de siete tumbas que se excavaron durante la campaña del 2016. También se han documentado estructuras talladas en la roca y estructuras hidráulicas.
- **Área H:** Esta área presenta diferentes estructuras excavadas en la roca. Una de ellas podría haber funcionado como un santuario, ya que se ha encontrado un altar y una especie de pila de sacrificio o *baytilus*.
- **Área I:** Situada en el extremo suroeste del peñasco, es una de las áreas con más estructuras identificadas. En ella, se halla una especie de “avenida” dividida en dos partes con estructuras talladas en la roca. En la parte norte se han documentado unas escaleras que conducen a una plataforma con diferentes estructuras hidráulicas. En la parte sur, diferentes escaleras conducen a otra plataforma con más estructuras de agua. En esta área se han localizado fragmentos cerámicos de la Edad del Hierro II y romanos, restos líticos y algunas escorias de hierro.

- **Área J:** Esta área se encuentra en el extremo suroeste del yacimiento. No parece estar tan densamente construida como las otras áreas documentadas. El área presenta un *wadi* en su parte sur, diferentes escaleras y estructuras excavadas en la roca y una torre en el extremo suroeste.
- **Área K:** Se ubica en la zona central del yacimiento y es la más grande del mismo. Se han registrado numerosas estructuras hidráulicas y estructuras excavadas en la roca. Los hallazgos en superficie más relevantes son restos cerámicos, industria lítica y objetos metálicos.
- **Área L:** Situada al oeste del peñasco, presenta una torre, algunas estructuras excavadas en la roca y estructuras hidráulicas. También se puede situar en esta área un afloramiento de caliza, que probablemente fue la cantera utilizada para obtener la cal para enlucir las paredes y suelos de las estructuras arquitectónicas e hidráulicas. Cerca del afloramiento de caliza, se han encontrado escorias de hierro y algunos fragmentos de objetos de basalto.

5.4. Principales estructuras identificadas

En las diferentes campañas arqueológicas en Sela se han identificado numerosas estructuras con diferentes funciones (Da Riva *et al.*, 2017: 628-631). Por un lado, se han documentado estructuras arquitectónicas con usos indeterminados. Estas son las más abundantes del yacimiento y se encuentran principalmente talladas en la roca arenisca, aunque también se hallan construidas mediante mampostería o con una combinación de ambas técnicas. Algunas de estas estructuras arquitectónicas también presentan restos de revocos de mortero de cal. Acompañando, la mayoría de los casos, a este tipo de estructuras, se han registrado estructuras negativas, como mechinales en las paredes, y zanjales longitudinales o hendiduras talladas en el suelo, como cimentaciones superficiales de las paredes. Estas evidencian la presencia de estructuras realizadas con materiales perecederos. Otras estructuras identificadas podrían ser domésticas y cultuales. En el caso de las estructuras domésticas, la más clara es la estructura denominada como House 1 (H1), en la cual se pueden ver rastros de pintura en sus paredes interiores. En el caso de las estructuras de culto, estas son dos estructuras talladas en la roca ubicadas en el área H. Al menos una de ellas podría haber funcionado como un lugar de culto, ya que presenta un altar tallado en la roca dentro de la estructura y los restos de agujeros y nichos en la pared. También están presentes en Sela diversas estructuras funerarias. Estas se basan en

un conjunto de siete cistas ubicadas en el área G, así como una cista abierta en el lado norte del área F, justo al borde del acantilado (Da Riva *et al.*, en prensa). Asimismo, se han localizado estructuras de carácter defensivo como las torres documentadas en las áreas F y J y la puerta de entrada que conecta el área D y F. Estas estructuras defensivas también presentan restos de mortero de cal. Otro elemento de gran relevancia en este yacimiento es la inscripción del rey neobabilónico Nabónido (Da Riva, 2019, en prensa). Esta inscripción fue descubierta en 1994 por el Dr. Hamed Qatamin de la Universidad de Mu'tah (Qatamin, 2001)¹⁵⁶. El relieve se encuentra en la cara este del acantilado del promontorio de Sela, a mitad de camino de la parte más empinada, en un lugar de difícil acceso (Da Riva, 2019a)¹⁵⁷. Finalmente, una de las características de este yacimiento es la presencia de una gran variedad de estructuras hidráulicas, que son el objeto de estudio del presente trabajo.

5.5. Marco temporal del asentamiento

Desde el descubrimiento de Sela a inicios del s. XX hasta la intervención arqueológica de nuestro equipo de la Universidad de Barcelona en 2016 (Da Riva *et al.*, 2017), ningún investigador ha determinado una cronología absoluta para el yacimiento. Las aproximaciones cronológicas que se han establecido para Sela se han basado principalmente en el estudio del material cerámico recuperado en superficie (Lindner, 1989a: 282-283). También otros autores han acotado el marco temporal del yacimiento a partir de la comparación de algunos elementos arquitectónicos con otros yacimientos de la región.

A continuación, se describirán las diferentes aproximaciones cronológicas relativas propuestas por los diferentes autores que han trabajado en Sela, así como las dataciones absolutas realizadas por parte del Proyecto Arqueológico de Sela, dirigido por R. Da Riva.

¹⁵⁶ Los primeros resultados de su investigación se presentaron en el *6th Conference of the Archaeology of Jordan* que tuvo lugar en Turín del 5 al 10 de mayo de 1995.

¹⁵⁷ Sobre esta inscripción se han realizado diferentes publicaciones (Dalley y Goguel, 1997; Zayadine, 1999; Raz *et al.*, 2001; Schaudig, 2001: 544; Wartke, 2004; Crowell, 2007; Saporetti, 2008; Ben-Eliyahu, 2015). Los últimos resultados del estudio de esta inscripción, así como de su contextualización se pueden consultar en el artículo de R. Da Riva (2019a): *The king of the rock revisited: the site of as-Sila (Tafila, Jordan) and the inscription of Nabonidus of Babylon*. La publicación de la edición del texto y el estudio de los trabajos realizados se encuentra en prensa en la revista *Zeitschrift für Assyriologie und Vorderasiatische Archäologie* (Da Riva, en prensa).

5.5.1. Cronología relativa

Glueck, fue el primero en fechar el yacimiento de Sela. En un primer momento, este autor identificó el yacimiento de Sela como nabateo estableciendo una clara comparativa con Petra. Incluso llegó a decir que Sela era “una Petra en miniatura” (Glueck, 1937: 28, 1939: 27). Sin embargo, también mencionó la presencia de fragmentos cerámicos de la Edad del Hierro I-II y afirmó que el asentamiento fue originalmente del periodo del Hierro I-II y que los nabateos lo reocuparon. Años después, el equipo de la NHG propuso una cronología más extensa a partir del estudio del material cerámico en superficie recuperado en sus campañas. Fawzi Zayadine, del Departamento de Antigüedades de Jordania, realizó el estudio (Lindner, 1989a: 282-283)¹⁵⁸. Según este especialista, la cerámica hallada en Sela representa una secuencia completa del asentamiento desde el Bronce Inicial (*ca.* III milenio a.C.) hasta el periodo mameluco (ss. XIV-XV) (Lindner, 1989a: 282). Autores como S. Hart, delimitaron un poco más el periodo de ocupación de Sela e incluso observaron diferencias entre el tipo de asentamiento en los diferentes periodos. Para este autor, Sela fue un asentamiento del Hierro IA, Hierro IIC, s. II-I a.C. y una fortaleza durante el periodo omeya (ayyubí)-mameluco¹⁵⁹ (Hart y Falkner, 1985: 270) (Tabla 5.1).

Nombre autor/es	Marco cronológico	Fósil director	Referencia
N. Glueck	Hierro I-II y nabateo	Comparativa con Petra / fragmentos cerámicos en superficie	Glueck, 1937: 28, 1939: 27
F. Zayadine	Bronce Inicial (<i>ca.</i> III milenio a.C.; 3200-2100 a.C.) hasta el periodo mameluco (ss. XIV-XV)	Fragmentos cerámicos en superficie	Lindner, 1973: 23, 1989a: 282-283, 2000: 69
S. Hart	Hierro IA, Hierro IIC, ss. II-I a.C. y periodo omeya (ayyubí) - mameluco	Fragmentos cerámicos en superficie	Hart y Falkner, 1985: 270 Hart, 1986c: 93 Lindner <i>et al.</i> , 2001: 243
B. MacDonald	Hierro, Hierro II, nabateo y romano	Fragmentos cerámicos en superficie	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 13, 276

Tabla 5.1. Propuestas cronológicas para Sela según diferentes investigadores.
Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias mencionadas en la tabla.

¹⁵⁸ Los resultados de este estudio se publicaron en la obra de Lindner, 1989a.

¹⁵⁹ Para un resumen de la arqueología en Jordania de estos periodos, véase Walmsley, 2001. Un resumen más específico sobre el agua en época omeya en Jordania puede encontrarse en Vibert-Guigue, 2002.

Este marco temporal se ha mantenido a través del tiempo como se puede advertir en las aproximaciones cronológicas propuestas por los diferentes investigadores que han estudiado indirectamente el yacimiento de Sela (Al-Muheisen, 2009: 83; Bagg, 2006: 616-617; Kolodziejczyk, 2015). Sin embargo, parece que todos los autores están de acuerdo en afirmar que Sela tuvo una mayor ocupación durante el periodo del Hierro, concretamente del Hierro II, a partir del material cerámico hallado en superficie (Lindner, 1999: 95, 2002: 69; MacDonald *et al.*, 2004; MacDonald, 2015: 29). En un artículo publicado en el *Jordan Times*, el investigador jordano Mohammad Najjar, integrante del equipo de Sela durante la tercera campaña de investigación, argumentó que la evidencia apunta a una ocupación en Sela durante la Edad del Hierro II. Najjar destaca la presencia de cerámicas pintadas de este periodo, en concreto del Hierro IIC, y la ausencia de material del periodo de la Edad del Bronce o del Hierro I¹⁶⁰. Por tanto, a partir del estudio preliminar del material en superficie, se puede afirmar que Sela estuvo ocupada durante la Edad de Hierro II, durante los periodos nabateo y romano y los periodos mameluco y otomano (ss. XII-XVI d.C.) (Da Riva, 2019a).

5.5.2. Cronología absoluta

Durante la campaña arqueológica realizada en 2016 por la Universidad de Barcelona se intentó establecer una secuencia cronológica para el asentamiento a partir del resultado de dataciones absolutas. Para ello, se seleccionaron muestras de maderas de una posible estructura doméstica (estructura H1 del área F) (Da Riva *et al.*, en prensa)¹⁶¹. Las muestras son tres fragmentos de maderas de diferentes unidades estratigráficas: CNA-4194.1.1. de la UE 5; 4195.1.1. de la UE 6 y 4196.1.1. de la UE 10 (Da Riva *et al.*, en prensa). Las dataciones absolutas obtenidas (Tabla 5.2) permiten fechar la estructura H1 en una horquilla temporal entre *ca.* 1450-1680 d.C.

¹⁶⁰ El estudio de las cerámicas lo realizó Mohammad Najjar junto con el arqueólogo Michael Herles, tanto en la parte superior del promontorio como en el Wadi Hirsh, donde se recuperaron 78 fragmentos de cerámica. Entre estos, 42 se atribuyeron al periodo de la Edad del Hierro IIC, 23 al periodo nabateo, 15 al periodo romano-bizantino y 14 al periodo ayyubí-mameluco y, probablemente, otomano. Véase: <http://www.jordantimes.com/news/local/archaeologists-explore-history-mysterious-mountain-stronghold-%E2%80%98sela%E2%80%99-southwest-jordan> [Consulta: 01/11/2020]. Este estudio se encuentra en prensa en la revista ADAJ.

¹⁶¹ Las dataciones se realizaron en los laboratorios del Centro Nacional de Aceleradores (CNA) de la Universidad de Sevilla (Da Riva *et al.*, en prensa). Su página web es: <http://cna.us.es>. [Consulta: 10/11/2020].

Número de laboratorio de la muestra	UE	Cronología absoluta
CNA-4194.1.1.	5	1643-1682 cal. d.C.
CNA-4195.1.1.	6	1486-1604 cal. d.C.
CNA-4196.1.1	10	1451-1529 cal. d.C.

Tabla 5.2. Dataciones absolutas mediante ^{14}C de tres fragmentos de madera recuperados en Sela.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en Da Riva *et al.*, en prensa.

Capítulo 6. Las estructuras hidráulicas de Sela

El número total de estructuras hidráulicas documentadas hasta la fecha en Sela es de 136. Entre ellas, las más numerosas son los depósitos y canales con 85 y 51 estructuras respectivamente. También se ha considerado en este trabajo un muro a modo de represa que fue identificado por Glueck (1939: 26) en los años treinta. Entre los depósitos, 66 se han considerado como cisternas, diez como depósitos de sedimentación, cuatro como piscinas, tres como estructuras indeterminadas y una como un reservorio (Fig. 6.1).

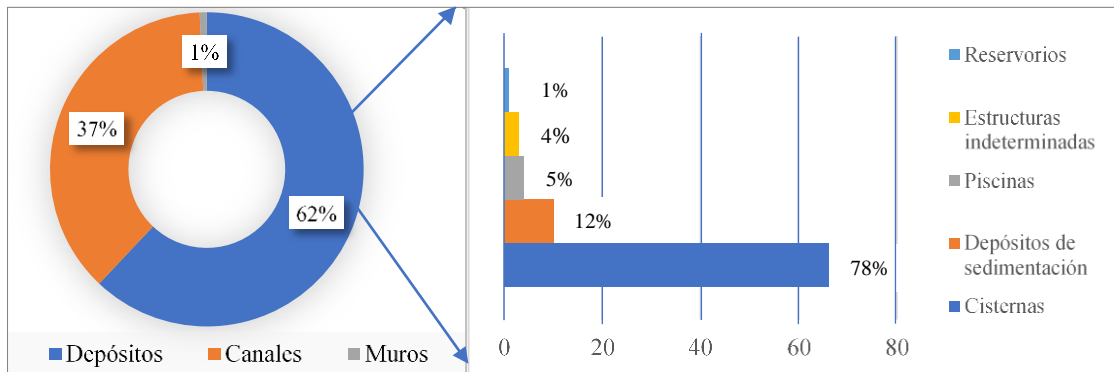


Figura 6.1. Representación gráfica del porcentaje del número total de estructuras hidráulicas documentadas y del tipo de depósitos.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan en diferentes subapartados las diferentes estructuras hidráulicas identificadas en el siguiente orden: cisternas; canales; depósitos de sedimentación; piscinas; represas y estructuras indeterminadas.

6.1. Cisternas

6.1.1. Identificación y estado de conservación

Los autores que visitaron anteriormente el yacimiento de Sela citaron, describieron brevemente y fotografiaron algunas de las cisternas del asentamiento, aunque ninguno de ellos realizó un estudio sistemático de estas estructuras. En algunos casos estos autores se limitaron a mencionar la existencia de una veintena de instalaciones hidráulicas. Dado que el total de cisternas documentadas es de 66, este dato demuestra que la mayoría de estas estructuras ha sido estudiada por primera vez en este trabajo, de las cuales 34 se identificaron en la campaña de 2015 y 32 en la campaña de 2016 (Anexo A Tabla 1)¹⁶².

A pesar de que las estructuras hidráulicas están excavadas en la arenisca, estas presentan diferentes modificaciones, principalmente alteraciones de tipo físico como la degradación

¹⁶² Las cisternas D10, D44, D46, D53 y D90 no fueron documentadas topográficamente, aunque sí que se han tenido en cuenta para este estudio.

o la erosión. Las superficies se han erosionado debido a la acción del agua y del viento, modificando su forma y llegando a fracturar en algunos casos las estructuras. Como ejemplo, en la cisterna D30, que se ubica en el extremo de un precipicio, falta parte de la pared sureste como se indica mediante un recuadro en la fig. 6.2. Presumiblemente, esta pared desapareció por la acción de la fuerza del agua.



Figura 6.2. Cisterna D30 donde en el recuadro se indica la pared que ha desaparecido.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

Además, estas estructuras presentan altos índices de colmatación que impiden documentar al completo las instalaciones. La erosión de los suelos y los flujos de diversos materiales arrastrados por el agua y el viento son las principales fuentes de sedimento, aunque también se han identificado otros rellenos. Estos son: a) agua; b) acumulación de rocas; c) vegetación y d) basura contemporánea (Fig. 6.3).

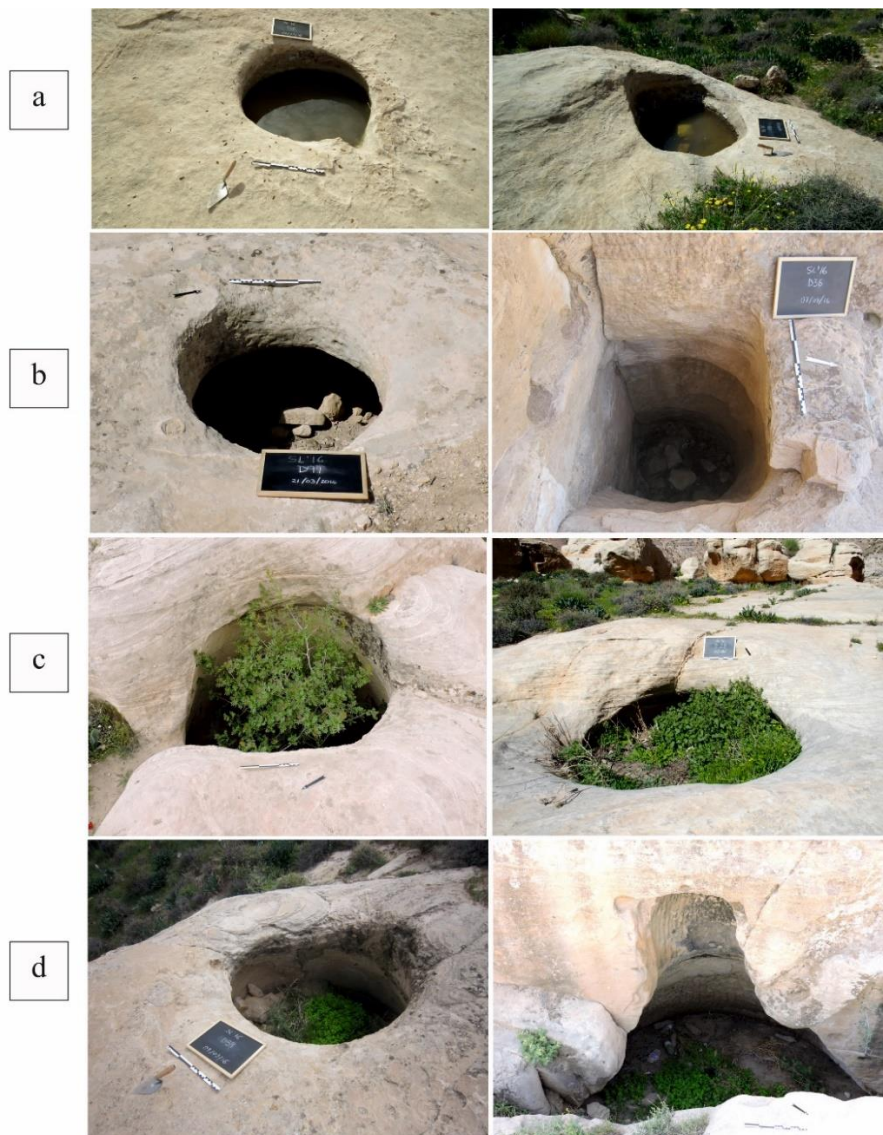


Figura 6.3. Tipos de rellenos identificados que colmatan las cisternas. De izq. a dcha.: a) agua en las cisternas D51 y D78; b) acumulación de rocas en las cisternas D99 y D36; c) vegetación en las cisternas D91 y D24 y d) basura contemporánea en las cisternas D59 y D16. Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Prácticamente todas las cisternas están colmatadas por sedimentos de distintas procedencias, así como por rocas y presentan un alto índice de vegetación en su interior (Tabla 6.1). Asimismo, como se puede observar en la figura 6.3, muchas de estas instalaciones presentan una combinación de varios tipos de relleno.

Relleno identificado	Referencia de la estructura
a) Agua	D51, D67, D76, D78, D33
b) Acumulación de rocas	D78, D79, D86, D100, D09, D10, D15, D47, D95, D99, D103, D33, D20, D23, D36, D38, D83, D02, D03, D05, D07, D13, D22, D25, D26, D27, D34, D35, D37, D44, D45, D46, D53, D57, D58, D59, D75, D85, D87, D16, D18, D52, D55

c) Vegetación	D01, D24, D30, D40, D63, D64, D68, D73, D80, D88, D90, D91, D96, D43, D49, D81, D82, D97, D02, D03, D05, D07, D13, D22, D25, D26, D27, D34, D35, D37, D44, D45, D46, D53, D57, D58, D59, D75, D85, D87, D16, D18, D52, D55
d) Basura	D20, D23, D36, D38, D83, D16, D18, D52, D55

Tabla 6.1. Referencia de las cisternas colmatadas por diferentes rellenos.

Fuente: Elaboración propia.

También se han detectado alteraciones por factores antropogénicos. Este tipo de alteración se puede observar en las paredes de estos depósitos donde en algunas ocasiones se conserva una capa ennegrecida que evidencia actividades de combustión dentro de estas estructuras. Véase recuadro en la fig. 6.4.



Figura 6.4. Cisterna D16, donde en un recuadro se indica el área con una capa ennegrecida por un episodio de combustión.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En muchas de ellas se pueden observar desechos de plástico en su interior que evidencian las distintas actividades de los visitantes del yacimiento (Fig. 6.5).



Figura 6.5. Cisterna D52 con presencia de rocas, vegetación y desechos de plástico.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Finalmente, en el caso concreto de la estructura D09, se puede distinguir frente a ella una acumulación de sedimento, posiblemente debido a algún intento de vaciar la cisterna durante una excavación clandestina (Fig. 6.6).



Figura 6.6. Vista de la acumulación de sedimento frente a la cisterna D09.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

También se han detectado modificaciones antrópicas de las estructuras hidráulicas de Sela en el transcurso del tiempo. Un ejemplo es el estado de conservación de la cisterna D15¹⁶³ durante la visita de Glueck en los años treinta en comparación con el estado de la misma durante nuestra prospección en el 2016. Las diferencias sobre su estado de conservación en los distintos años se pueden observar en la figura 6.7.

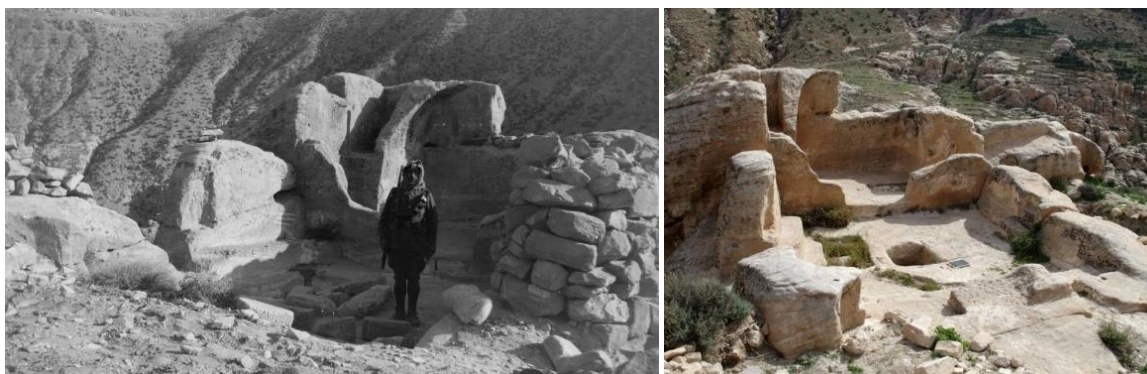


Figura 6.7. Cisterna D15 cubierta por piedras durante la prospección de N. Glueck (izq.). Cisterna D15 durante nuestra prospección en 2016 (dcha.).

Fuente (izq.): © ASOR archives, colección 027 “*The Nelson Glueck Photograph Collection*”. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

La diferencia principal es la ausencia del muro construido con bloques de piedra que se ubica en el lado izquierdo del individuo que aparece en la fotografía, así como la ausencia de los bloques alrededor de la boca de la cisterna. También se han identificado destrozos posteriores al 2016 que se han documentado en la campaña arqueológica de Sela de 2018 (Da Riva *et al.*, en prensa).

El estado de conservación de estos depósitos es uno de los principales problemas de este estudio. Su uso como instalaciones de almacenamiento de agua, se ha determinado a partir de una serie de factores que se describen a continuación. Sin embargo, estas instalaciones podrían haber funcionado con otros fines, como el almacenamiento de alimentos. Tampoco se puede descartar que funcionaran como una estructura hidráulica en un momento determinado y que posteriormente se reutilizaran para otros fines.

En el caso de aberturas excavadas en la roca que presentan un gran índice de relleno se han establecido los siguientes criterios para considerarlas cisternas: 1) las cisternas presentan aberturas excavadas en la roca y rebajes que recuerdan las formas y métodos constructivos de otras cisternas mejor conservadas; 2) la boca de la cisterna se intuye a pesar de estar colmatada; 3) tienen asociadas otra/s estructura/s hidráulica/s; 4) presentan

¹⁶³ También tienen la misma afectación las estructuras hidráulicas D111 (depósito de sedimentación) y C14 (canal) que se encuentran dentro de la misma estructura arquitectónica que la cisterna D15.

restos de morteros de cal. Para considerar estas estructuras como cisternas, como mínimo tienen que tener uno de estos criterios. Un ejemplo de cada uno de ellos se ilustra en la fig. 6.8.

Del total de cisternas que se presentan en este trabajo, 20 muestran algunas de estas características que han permitido clasificarlas como cisternas a pesar de su estado de conservación (Tabla 6.2).

Referencia de la estructura	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Estructuras hidráulicas asociadas
D05	x				
D24		x			
D30*	x	x		x	C29
D34*	x	x		x	C32
D40*	x	x		x	C94
D41	x				
D43		x			
D49*		x		x	C129
D59			x		
D64	x				
D67*		x		x	C122
D68	x	x			
D80	x				
D81	x				
D85	x				
D86	x	x			
D88	x				
D96	x	x			
D97		x			
D103	x	x			

Tabla 6.2. Características identificadas en las estructuras hidráulicas que se han seleccionado para otorgarles la categoría de cisterna. Con asterisco (*) se indican las cisternas asociadas a otra estructura hidráulica.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6.8. Ejemplos de cada característica descrita: a) cisternas D05 y D68; b) cisterna D43; c) cisterna D59 y d) cisterna D40.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.1.2. Componentes principales

De acuerdo con Patrick Keilholz (2007: 201), una cisterna tiene de dos a cuatro elementos principales, dependiendo de cada caso como se ilustra en la fig. 6.9. Estos son:

1. Boca de entrada
2. Cuello
3. Cámara de almacenamiento
4. Acceso a la cisterna

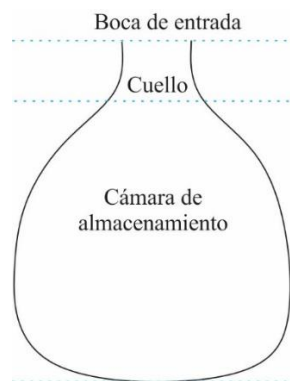


Figura 6.9. Ilustración de las partes principales de una cisterna excavada en la roca.
Fuente: Elaboración propia a partir de Keilholz, 2007: 201, fig. 5.

Todas las cisternas poseen de una boca de entrada y de una cámara de almacenamiento. Sin embargo, el acceso a la cisterna y el cuello, son partes que pueden estar o no presentes en estas instalaciones, en función de la tipología que se le asigne.

La boca de entrada se considera la parte superficial de la cisterna, la cual permite la entrada del agua de la lluvia en la cámara de almacenamiento (Ali *et al.*, 2009: 8). El cuello es la parte que se ubica entre la boca de entrada y la cámara de almacenamiento. Este suele detectarse cuando el diámetro de la boca es mucho más estrecho que el diámetro de la cámara de almacenamiento. Esta última es la parte donde se almacena el agua. Finalmente, el acceso a la cisterna es la construcción que da acceso a la boca y a la cámara de almacenamiento (Ali *et al.*, 2009: 8). En la fig. 6.10 se pueden observar algunos ejemplos de las cisternas con acceso identificadas en Sela.



Figura 6.10. Ejemplos de cisternas con acceso: cisterna D09 (izq.) y cisterna D23 (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

6.1.3. Tipologías

La variedad de tipologías observadas en el transcurso de la campaña de identificación y documentación de las cisternas ha permitido realizar una clasificación tipológica. Esta se ha realizado a partir de dos criterios principales: a) la ubicación de la cisterna respecto a la topografía del yacimiento y b) su forma. A continuación, se presentan y describen detalladamente las tipologías establecidas a partir de estos dos criterios.

a) Tipología según la ubicación de la cisterna

Se han establecido cuatro tipologías distintas que se describen a continuación.

- **Tipo 1.** Cisternas excavadas en un área plana¹⁶⁴.
- **Tipo 2.** Cisternas excavadas dentro de una cavidad vertical.
- **Tipo 3.** Cisternas parcialmente excavadas en un área plana y en el interior de una cavidad vertical.
- **Tipo 4.** Cisternas excavadas en pequeños montículos naturales.

Tipo 1. Cisternas excavadas en un área plana

Este tipo de cisternas se construyeron aprovechando al máximo la superficie del asentamiento. En primer lugar, sus constructores realizaron una excavación bastante amplia que fue la boca de la cisterna y, posteriormente, rebajaron los laterales, ampliando de este modo la cámara de almacenamiento de la cisterna. Dentro de este conjunto se han determinado seis subcategorías en función de si las bocas de las cisternas presentan cuello o no (tipo 1a y 1b), si el diámetro de la boca es regular o se amplía cuando se excava la cámara de almacenamiento (tipo 1c) y el modo en el que las cisternas están excavadas, ya que algunas aprovechan las paredes verticales para apoyarse o se amplían por debajo de estas (tipo 1d-e).

Las seis subcategorías son las que se presentan a continuación.

- **Tipo 1a.** Cisternas excavadas en un área plana que presentan cuello. Este puede estar más o menos marcado en los laterales de la boca de la cisterna.
- **Tipo 1b.** Cisternas excavadas en un área plana que no presentan cuello.
- **Tipo 1c.** Cisternas excavadas en un área plana sin cuello, en las cuales el diámetro de la boca de la cisterna es igual al de la cámara de almacenamiento.
- **Tipo 1d.** Cisternas excavadas en un área plana que pueden presentar cuello o no y que apoyan uno de sus lados en una pared vertical.
- **Tipo 1e.** Cisternas excavadas en un área plana que presentan cuello, cuya cámara de almacenamiento se excava dentro de la pared, aunque su boca no se apoye directamente en uno de los lados de una pared vertical.
- **Tipo 1 indeterminado.** Cisternas que, por su estado de conservación, no se le puede asignar ninguna de las subtipologías descritas.

¹⁶⁴ Se considera que las áreas planas son terrenos horizontales, pero con muy poca pendiente.

Del número total de cisternas documentadas en Sela, 36 pertenecen a la tipología 1. De todas ellas, diez son de tipo 1a, nueve de 1b, una de tipo 1c, tres de tipo 1d, tres de tipo 1e y diez son indeterminadas (Tabla 6.3).

Subtipología	Referencia de la estructura
a	D03, D07, D15, D38, D45, D57, D58, D73, D79, D99
b	D44, D46, D75, D53, D91, D18, D24, D25, D26
c	D33
d	D34, D36, D86
e	D35, D87, D90
Indeterminada	D13, D43, D59, D51, D67, D78, D82, D97, D100, D103

Tabla 6.3. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 1.
Fuente: Elaboración propia.

El cuello de las cisternas que lo presentan (tipo 1a) puede aparecer de manera uniforme alrededor de la boca de la cisterna (D15, D38, D45, D57, D58, D73, D79 y D99) o bien presentarse con un grosor más prominente en uno de sus lados (D03 y D07). Estas diferencias pueden apreciarse en la fig. 6.11.

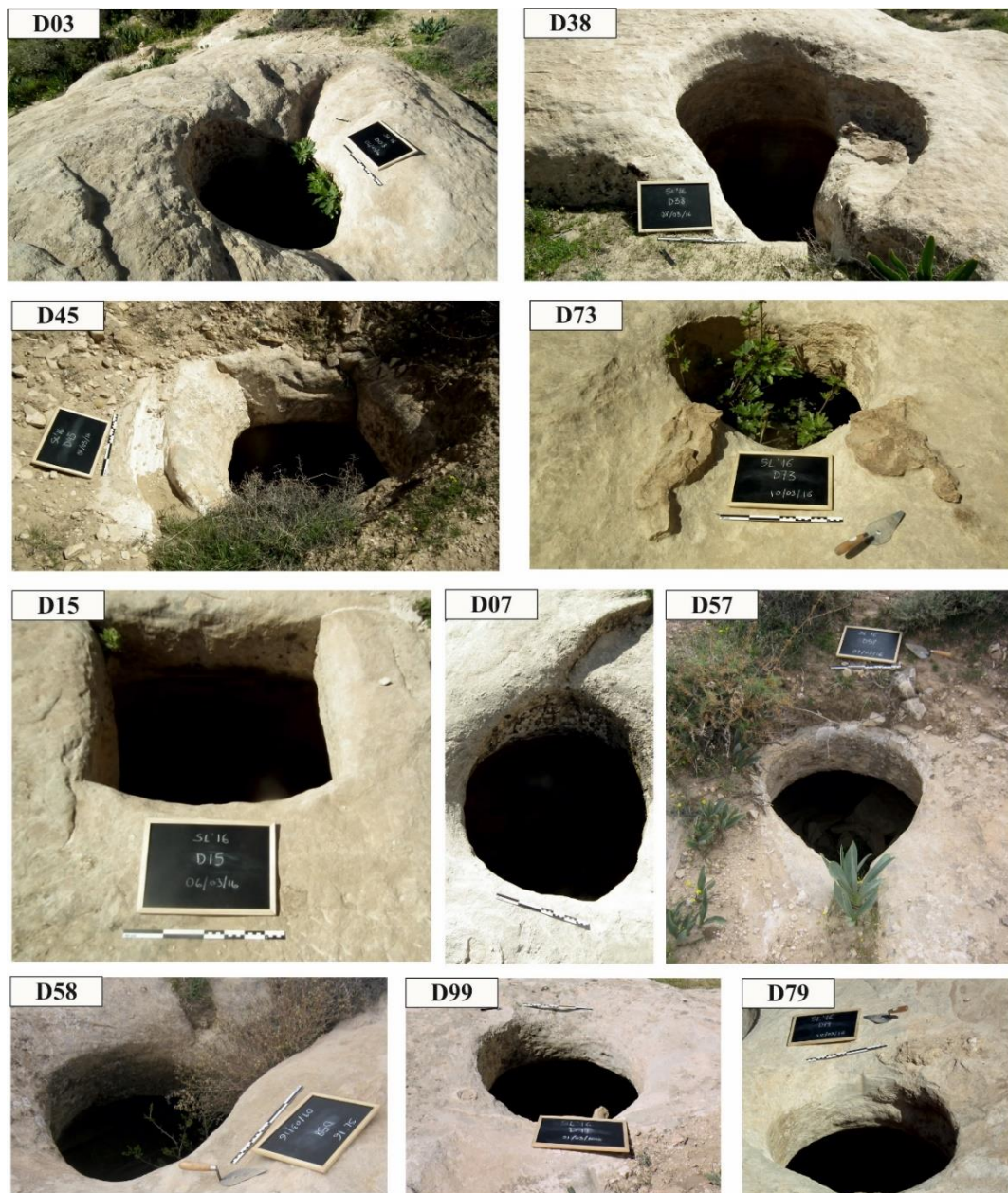


Figura 6.11. Cisternas tipo 1a.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

En todas las cisternas tipo 1b se ha podido detectar el ensanchamiento de las paredes que formarían la cámara de almacenamiento. Sus bocas presentan mayoritariamente formas ovaladas exceptuando las cisternas D44, D46, D75 y D91 que son circulares (Fig. 6.12).

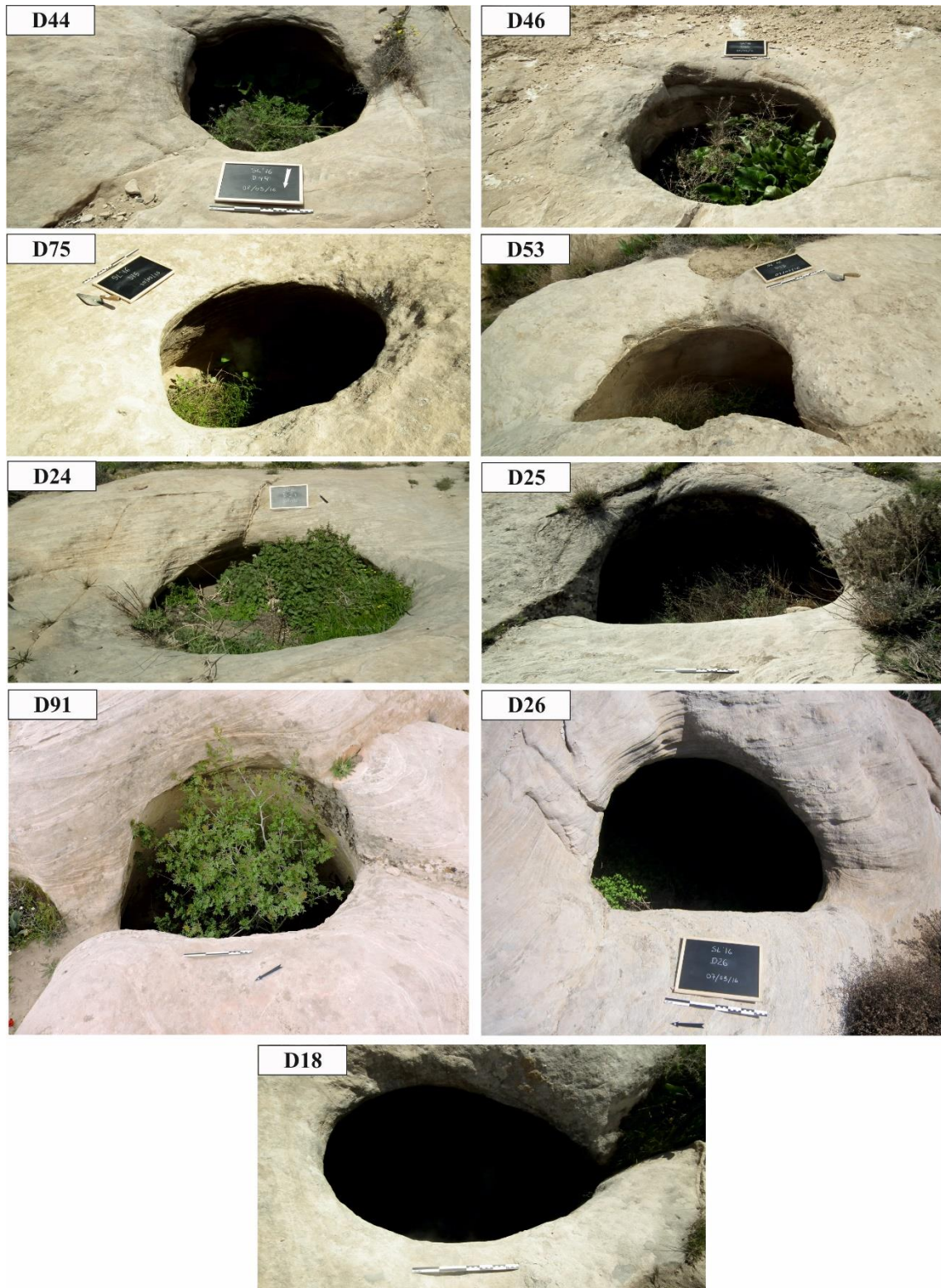


Figura 6.12. Cisternas tipo 1b.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

El tipo 1c solamente está representado por una cisterna, la D33 (Fig. 6.13). Esta cisterna es la única excavada en un área plana que, según la morfología observada, el diámetro de su boca es igual al de su cámara de almacenamiento, como se aprecia en la fig. 6.13.



Figura 6.13. Cisterna tipo 1c (D33).
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

En el caso de las cisternas tipo 1d, solamente podemos determinar con certeza que la cisterna D36 no presenta cuello. Las cisternas D34 y D86 se encuentran muy colmatadas y no se puede determinar si la parte documentada corresponde al cuello o bien a una parte de la cámara de almacenamiento. En la fig. 6.14 se pueden observar las diferencias descritas en las tres cisternas.



Figura 6.14. Cisternas tipo 1d.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

La tipología 1e solamente está representada por tres cisternas (D35, D87 y D90). Todas ellas presentan cuello. En los tres casos, el nivel de colmatación no es tan elevado y se puede observar en su interior como los constructores ampliaron la cámara de almacenamiento de la cisterna, excavando parte de la pared. A diferencia de la anterior tipología, la boca de la cisterna no se apoya directamente en uno de los lados de la pared vertical (Fig. 6.15).

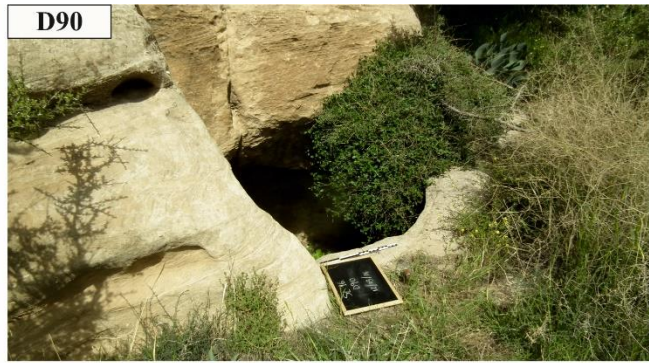


Figura 6.15. Cisternas tipo 1e.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Finalmente, las cisternas de tipo 1 indeterminado son todas aquellas que, debido su estado de conservación, no se han podido asignar a ninguna de las tipologías definidas. Estas cisternas se pueden observar en la figura 6.16. En muchos casos, las cisternas se encuentran: 1) colmatadas y llenas de agua como la cisterna D51, D67 y D78; 2) están parcial o totalmente ocultas por una cobertura vegetal frondosa como es el caso de las cisternas D43, D82, D97 y D100 o, 3) llenas de grandes bloques como la cisterna D59.

En el caso de la cisterna D13 no se puede determinar la presencia de cuello. En uno de sus lados parece tenerlo, pero en el resto no. Quizás, el cuello estaba formado por bloques de arenisca como se puede observar en uno de sus lados en la fig. 6.17, pero no se ha conservado la totalidad de la estructura.



Figura 6.16. Cisternas tipo 1 indeterminado.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 6.17. Cisterna D13.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Tipo 2. Cisternas excavadas dentro de una cavidad vertical

En este tipo, se han determinado dos subtipologías:

- **Tipo 2a.** Cisternas excavadas dentro de una cavidad vertical, las cuales a través de uno o dos escalones dan acceso a la boca de las cisternas.
- **Tipo 2b.** Cisternas excavadas dentro de una cavidad vertical, con un pasillo que da acceso a la boca de la cisterna, donde se puede acceder a través de escalones.

Este tipo de cisternas está representado por tres estructuras, dos tipo 2a y una tipo 2b (Tabla 6.4).

Subtipología	Referencia de la estructura
a	D09, D23, D83
b	D95

Tabla 6.4. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 2.
Fuente: Elaboración propia

Todas ellas presentan un acceso dentro de la cavidad a la boca de la cisterna. El acceso se realiza mediante una abertura en la parte vertical de la roca que sirve como acceso.

Este puede ser más rectangular (D09 y D95) o más ovalado (D23) como se puede apreciar en las imágenes de la izquierda de la fig. 6.18. La fachada de esta estructura presenta negativos de estructuras posiblemente realizadas con materiales perecederos como en el caso de las cisternas D09 y D83. El número de escalones varía entre uno y tres. Las cisternas D09 y D83 solamente presentan uno, la D23 dos y la cisterna D95 tres, como se observa en las imágenes de la derecha de la fig. 6.18.



Figura 6.18. Entradas (izq.) y bocas (dcha.) de las cisternas tipo 2a.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

La única cisterna adscrita al tipo 2b se ha excavado recortando parte de la roca a modo de “pasillo” que da acceso a la cámara de almacenamiento, mediante un desnivel que ofrecen los tres escalones que se conservan (Fig. 6.19).

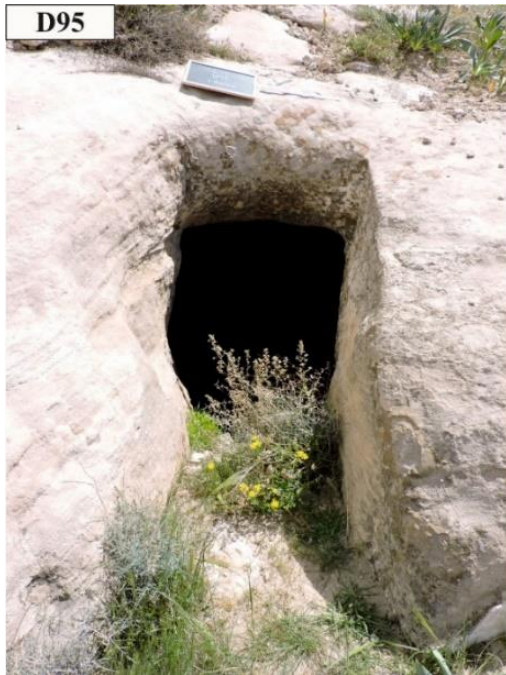


Figura 6.19. Entrada con pasillo de la cisterna tipo 2b (izq.). En el recuadro se indican los tres escalones que dan acceso a la cámara de almacenamiento (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela (dcha.: modificada por la autora).

La morfología de estas estructuras también podría sugerir un uso alterativo al almacenamiento de agua. Podrían tratarse de silos. Sin embargo, como indican Mansour Abed al zeez Shqiarat, Fawzi Qasim Abudanh y Saad Ahmed Twaissi (2010: 211), este tipo de instalaciones excavadas verticalmente en la roca que presentan escalones mediante los cuales se accede a su núcleo se asocian frecuentemente a cisternas y son muy comunes en el área objeto de estudio¹⁶⁵. En el presente trabajo se han presentado como instalaciones hidráulicas por la comparativa con otras estructuras parecidas a las identificadas en el yacimiento de Sela, así como por su ubicación espacial, en áreas aptas para la captación del agua de la lluvia. Sin embargo, como ya se ha indicado, no se puede descartar un uso alterativo o incluso, diferentes usos dependiendo del periodo cronológico o bien de las necesidades de las comunidades.

Tipo 3. Cisternas excavadas parcialmente en una superficie plana y en una pared vertical de la roca

En este tipo, se han determinado cuatro subtipologías:

- **Tipo 3a.** Cisternas excavadas rebajando la pared vertical de la roca como abertura de

¹⁶⁵ Shqairat *et al.* (2010), se centran en el estudio de las cisternas documentadas en la región de Udhruh, en el sur de Jordania.

la cisterna. Posteriormente, la cámara de almacenamiento se excava en una superficie plana. De este modo, la cisterna queda parcialmente cubierta.

- **Tipo 3b.** Cisternas excavadas aprovechando la intersección entre una superficie plana y la pared vertical de la roca. La abertura de la roca sirve de boca de entrada a la cisterna y la cámara de almacenamiento se excava en una superficie plana que queda totalmente cubierta en el interior de la roca.
- **Tipo 3c.** Cisternas excavadas rebajando la pared vertical de la roca y que presentan el mismo diámetro de la abertura que de la cámara de almacenamiento.
- **Tipo 3 indeterminado.** Cisternas excavadas rebajando parte de la pared vertical de la roca como abertura, pero que, debido a su índice de colmatación, no se puede asignar a ninguna de las anteriores subtipologías.

El tipo 3a está representado por cinco cisternas (Fig. 6.20), el tipo 3b por seis (Fig. 6.21) y el tipo 3c por cuatro (Fig. 6.22). El tipo 3 indeterminado es el que presenta un mayor número de cisternas con un total de ocho. La referencia a las estructuras adscritas a cada subtipología se presenta en la tabla 6.5 y una fotografía de cada una de ellas se muestra en las figuras 6.20 a 6.22.

Subtipología	Referencia de la estructura
a	D01, D16, D27, D47, D76
b	D02, D05, D20, D22, D63, D98
c	D30, D49, D64, D88
Indeterminada	D37, D41, D80, D81, D96, D40, D68, D85

Tabla 6.5. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 3.
Fuente: Elaboración propia.

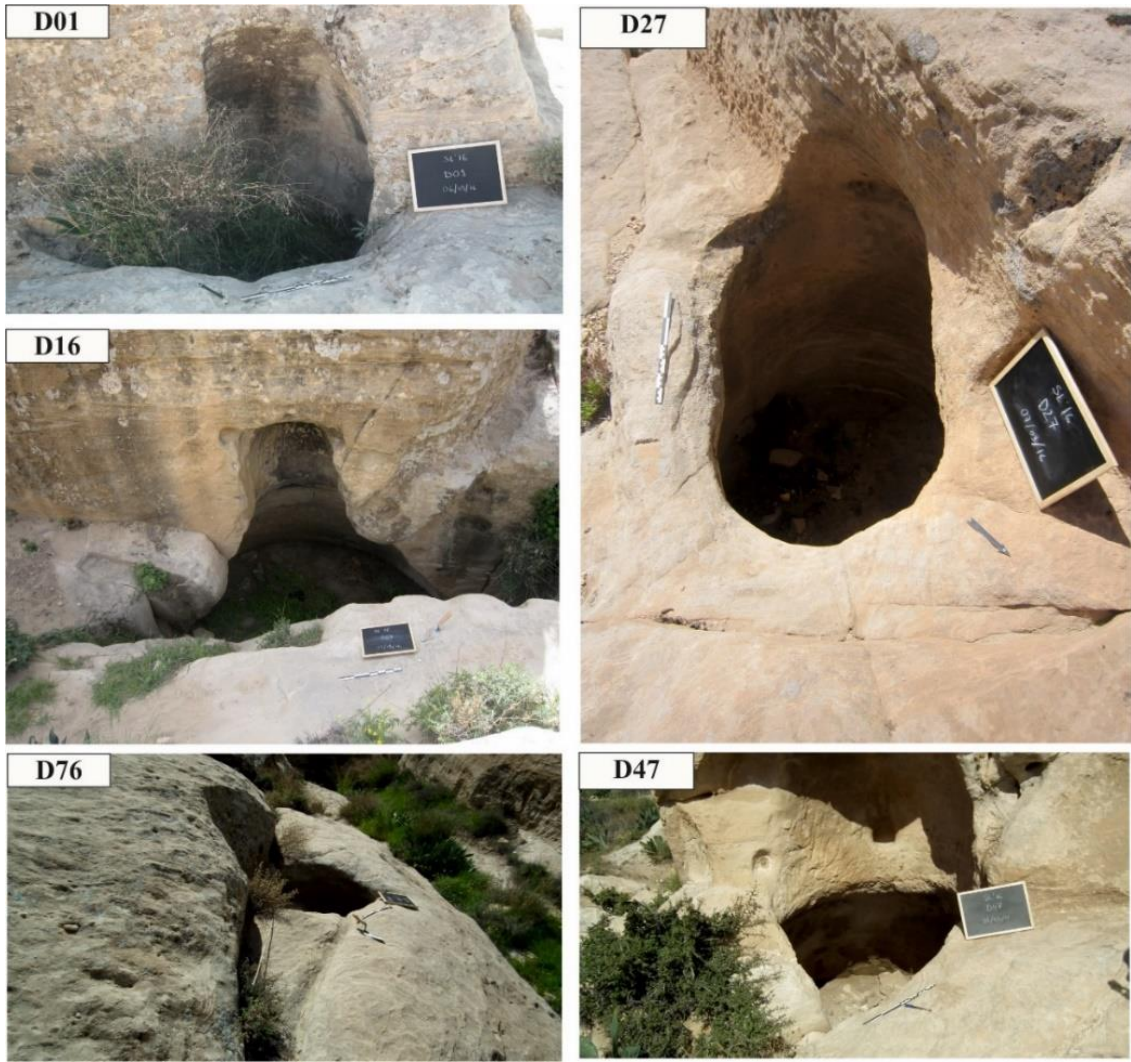


Figura 6.20. Cisternas tipo 3a.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 6.21. Cisternas tipo 3b.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 6.22. Cisternas tipo 3c.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 6.23. Cisternas tipo 3 indeterminadas.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Tipo 4. Cisternas excavadas aprovechando los montículos naturales (Tabla 6.6).

En este tipo, se han determinado dos subtipologías:

- **Tipo 4a.** Cisternas excavadas aprovechando un montículo natural con una única abertura.
- **Tipo 4b.** Cisternas excavadas aprovechando un montículo natural con dos aberturas.

Subtipología	Referencia de la estructura
a	D10, D52
b	D55

Tabla 6.6. Clasificación de las cisternas según las diferentes subtipologías del tipo 4.
Fuente: Elaboración propia.

Las dos cisternas tipo 4a son la D10 y la D52. La primera, está excavada en un montículo natural a modo de torre. La segunda, se inserta dentro de otro montículo natural. Una fotografía de la boca de entrada y de su posición respecto el montículo natural se presenta en la fig. 6.24.

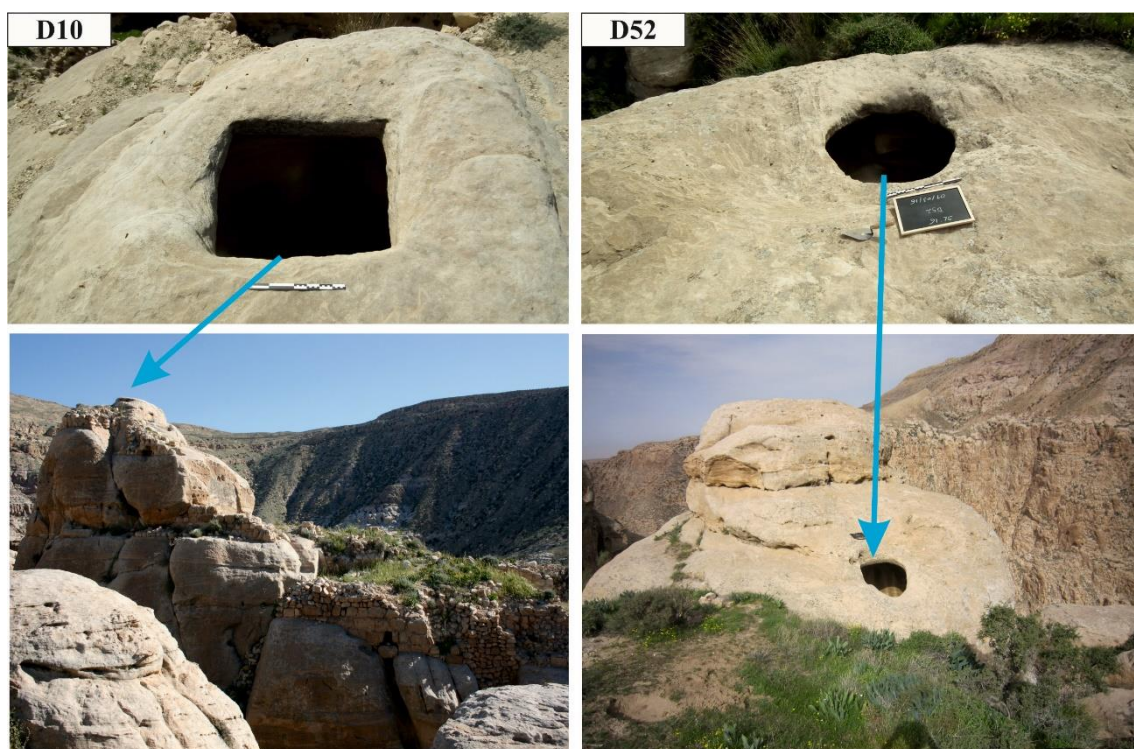


Figura 6.24. Cisternas tipo 4a.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

La cisterna D55, en cambio, presenta dos aberturas. Una es la boca de la cisterna y la otra es un acceso lateral ubicado al oeste del conjunto que conforma esta estructura hidráulica. En la fig. 6.25 se indican los dos accesos en relación con el conjunto general de esta instalación.

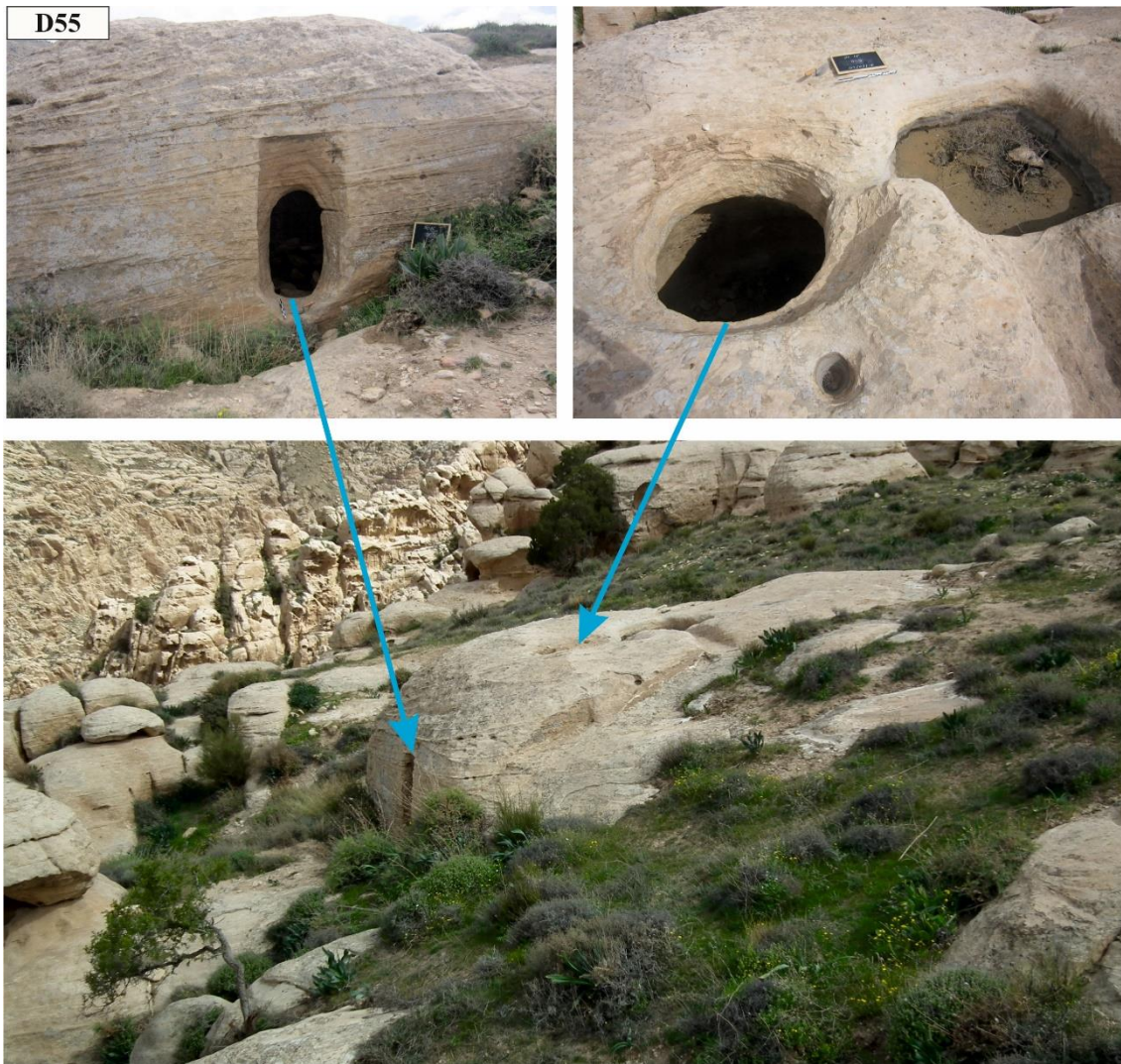


Figura 6.25. Cisternas tipo 4b.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

b) Tipologías según la forma de la cisterna

Como indica Keilholz (2007, 2014), la clasificación tradicional de las cisternas se realiza en función de la forma de sus bocas de entrada, la presencia o ausencia de cuello y la forma de las cámaras de almacenamiento.

Respecto a la forma de las bocas de entrada, el estado de conservación de las de Sela ha permitido distinguir entre formas circulares, ovaladas, cuadradas o rectangulares. Las formas ovaladas son las que tienen una mayor representación (47%), seguidas por las que presentan formas circulares (21%) y semiovaladas (8%). Solamente cinco cisternas presentan una boca rectangular, cinco una forma semicircular y una presenta una forma

apuntada (D05). Otras cisternas como D01, D41 o D64 presentan formas totalmente irregulares y, por tanto, se han clasificado como indeterminadas (Fig. 6.26)¹⁶⁶.

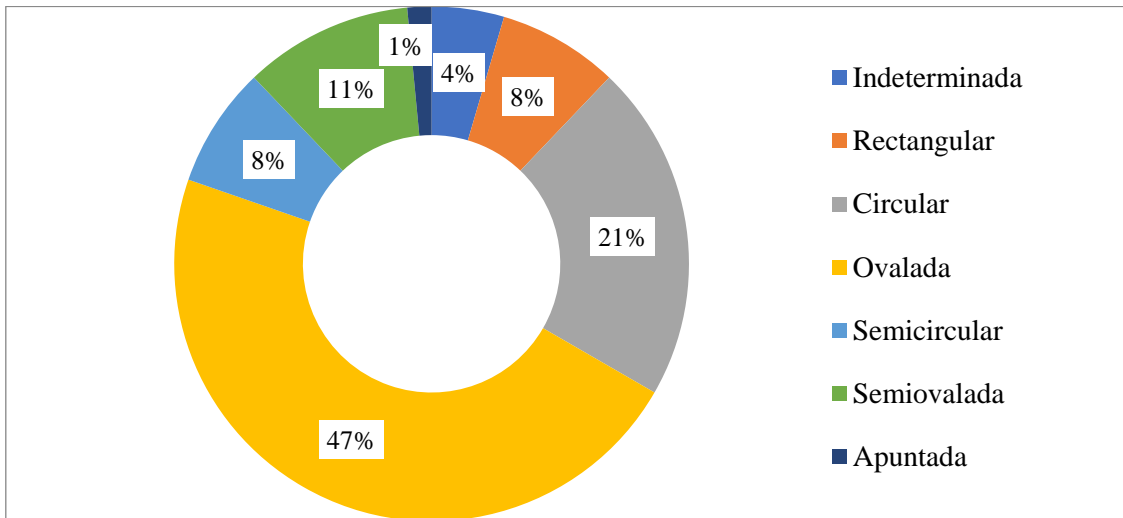


Figura 6.26. Representación gráfica del porcentaje de las formas de las bocas de las cisternas de Sela. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al diseño de las cisternas, las morfologías generales propuestas por los especialistas son las formas de botella, rectangulares, circulares e irregulares (Oleson, 2001: 606; Shqiarat, 2010: 222; Ore *et al.*, 2020: 2-4)¹⁶⁷. Autores como Patrick Keilholz (2007: 207, 2014: 31), proponen que los perfiles típicos de las cisternas excavadas en la roca presentan formas piriformes, de embudo, botella y cubo (Fig. 6.27).

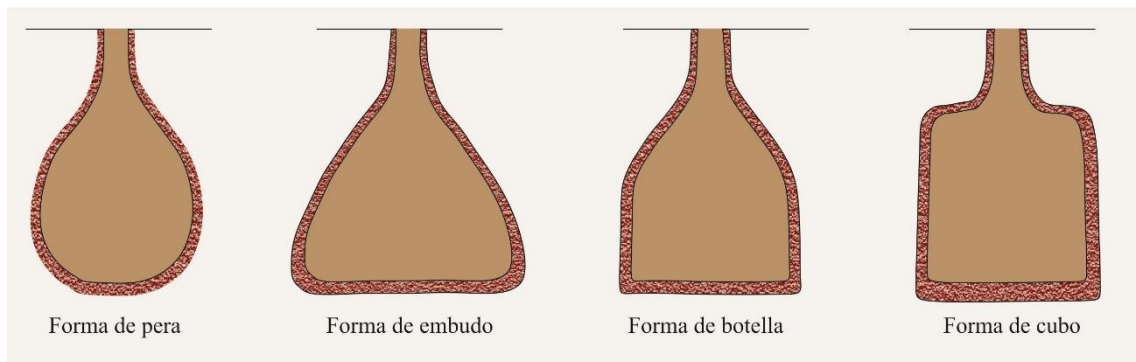


Figura 6.27. Perfiles típicos de las cisternas excavadas en la roca según Keilholz. Fuente: Elaboración propia a partir de Keilholz, 2007: 207, fig. 12, 2009: 31, fig. 4.

¹⁶⁶ Véase el Anexo A Tabla 1.

¹⁶⁷ Ore *et al.* (2020: 2-4) proponen tres tipos de cisternas: 1) cisternas abiertas, excavadas y construidas sobre margas arcillosas; 2) cisternas labradas en la caliza y 3) cisternas talladas en la roca y techadas. El tipo 2 se subdivide entre las cisternas en forma de campana (tipo 2.1) y las cisternas en forma de cuenco (2.2).

En Sela, los depósitos se encuentran en su mayoría colmatados. Por ello, la clasificación de las formas de las cámaras de almacenamiento realizada en este trabajo se ha elaborado mediante la extrapolación de las evidencias documentadas de las formas más comunes definidas por los especialistas¹⁶⁸. Como hace notar Eser D. Oğuz-Kirca (2007, 2016) en su estudio sobre el sistema hidráulico en la ciudad alta de Hasankeyf, en Turquía, para conocer con exactitud la forma de la cámara de almacenamiento de las cisternas, sería necesario su completo vaciado.

Los criterios utilizados en este trabajo para agrupar las cisternas según sus diferentes formas se han realizado a partir de los siguientes elementos sobre la composición de estas estructuras: 1) la presencia o ausencia de cuello y 2) la inclinación de las paredes internas de la cámara de almacenamiento desde la boca hasta su punto de colmatación. De este modo, cuando la cisterna no presenta cuello y las dimensiones de la cámara de almacenamiento se ensanchan respecto a la boca de la cisterna, estas se proponen en este estudio como piriformes (Fig. 6.28, ejemplo 1). En cambio, cuando las cisternas presentan un cuello bien remarcado y las paredes de la cámara de almacenamiento se ensanchan respecto a este cuello, se han considerado como forma de botella (Fig. 6.28 ejemplo 2). No obstante, según Keilholz (2014: 30), estas podrían ser también formas de embudo o cúbicas¹⁶⁹. Finalmente, cuando la cisterna no presenta cuello y el diámetro de la boca se mantiene constante en la cámara de almacenamiento, se han considerado como cilíndricas (Fig. 6.28 ejemplo 3).

¹⁶⁸ La literatura científica publicada utilizada para esta clasificación se basa principalmente en los trabajos sobre las tipologías generales de las cisternas de Lars Wåhlin (1995), el estudio de James H. Pace centrado en las cisternas de la meseta de al-Karak (1996), el análisis de las cisternas del yacimiento de Auara de John P. Oleson (1991), el estudio de Mansour Abed al Zeez Shqiarat *et al.* (2010) sobre las cisternas excavadas en la roca de la región de Udruh, el estudio de las cisternas de Amos Kloner (2002), los distintos estudios de las cisternas de Gadara / Umm Qais de Patrick Keilholz (2007, 2014), el análisis general de las cisternas a lo largo del tiempo de Lars Mays *et al.* (2010) y de Lucia Botarelli (2015), así como el reciente trabajo de Gabriel Ore *et al.* (2020) sobre las tipologías de las cisternas y su correlación con los yacimientos de la Edad del Bronce y del Hierro en el altiplano del Neguev.

¹⁶⁹ Esta diferenciación de forma (embudo o cónica) no se puede realizar en este trabajo debido al alto grado de colmatación de estas estructuras.

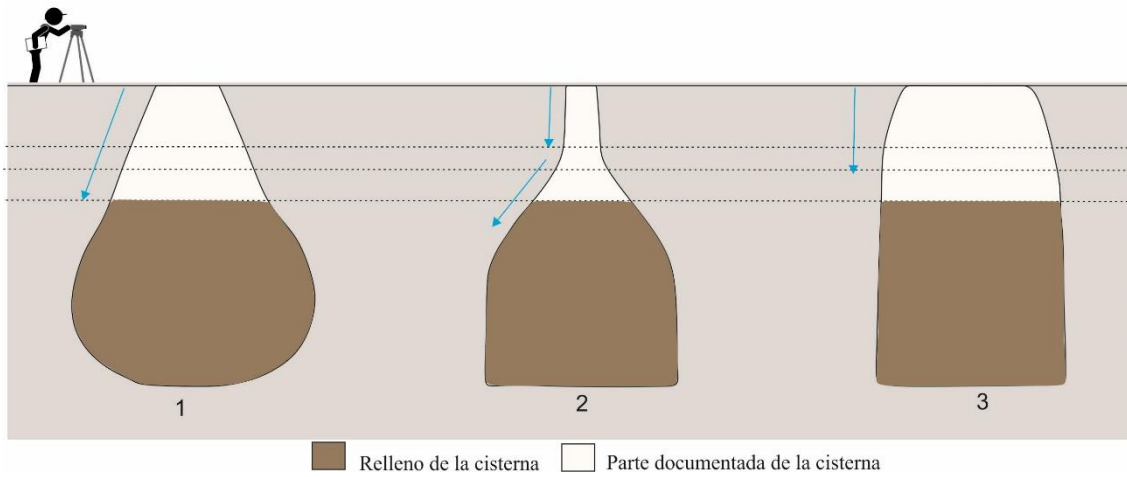


Figura 6.28. Propuesta de las formas de las cisternas según la presencia o no de cuello y las dimensiones de la cámara de almacenamiento respecto la boca de la cisterna.
Fuente: Elaboración propia.

A estas tres categorías tipológicas, hay que añadir una cuarta, combinación de la forma de botella y de la forma cilíndrica. Es la que se ha propuesto en este trabajo como forma de botella cilíndrica. Se trata de las cisternas que presentan cuello pero que después de ensancharse un poco respecto a la boca, mantienen el diámetro de la cámara de almacenamiento bastante homogéneo (Fig. 6.29).

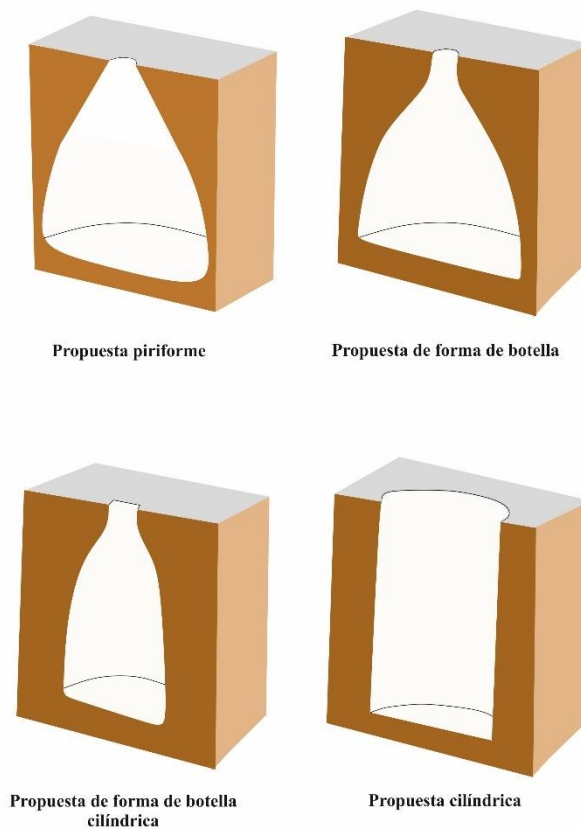


Figura 6.29. Propuesta de las formas de las cisternas de Sela.
Fuente: Elaboración propia.

Debido a que en muchos de estos depósitos no se ha podido determinar la presencia o ausencia de cuello ni de la inclinación de las paredes internas de la cámara de almacenamiento desde la boca hasta su punto de colmatación, 36 cisternas se han clasificado como indeterminadas. No obstante, once cisternas se han propuesto como piriformes, once con forma de botella, cuatro cilíndricas y dos con forma de botella cilíndrica. Como excepción, una de ellas se ha propuesto como semicilíndrica, ya que uno de sus lados es recto, y una como posible forma de botella o piriforme, ya que no se puede determinar la presencia de cuello, pero sí el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento (Fig. 6.30)¹⁷⁰. La explicación detallada de las observaciones realizadas en cada cisterna se presenta en el Anexo B Tabla 1. Para su realización se ha tomado como base el trabajo de E. D. Oğuz-Kirca (2007, 2016)¹⁷¹. En esta tabla se presenta la descripción de la forma de la boca y de la entrada de las cisternas, se especifica la presencia o ausencia de cuello, la forma de la cámara de almacenamiento y la propuesta de su forma general, así como las observaciones pertinentes para cada instalación hidráulica.

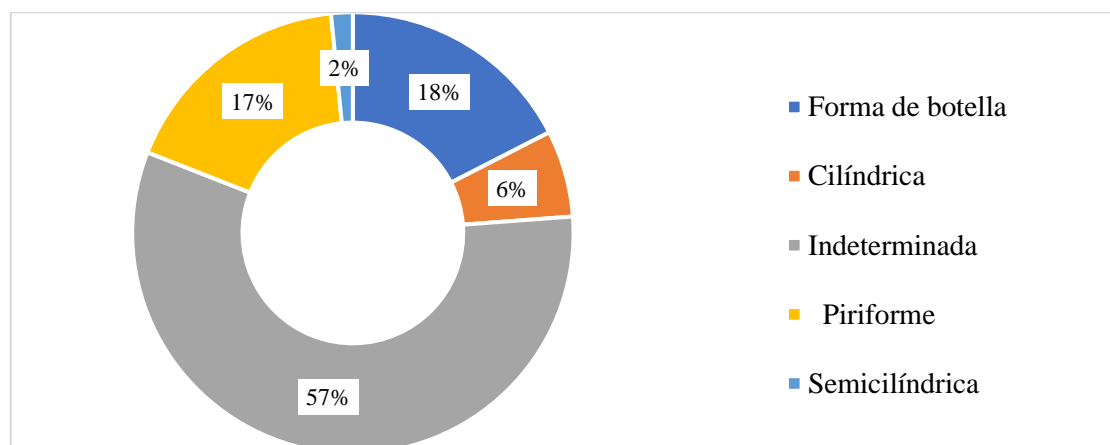


Figura 6.30. Representación porcentual de las formas propuestas de las cisternas de Sela.

Fuente: Elaboración propia.

¹⁷⁰ Véase el Anexo A Tabla 1.

¹⁷¹ Este autor plantea en su trabajo de 2007 distintas tipologías de las cisternas, considerando el estado de conservación de las instalaciones hidráulicas. Para ello, propone la tipología y las dimensiones estimadas de 43 cisternas y realiza una tabla general donde especifica las condiciones de conservación individuales de cada estructura.

6.1.4 Medidas y estimación de las capacidades

Muchas de las estructuras hidráulicas se encuentran colmatadas y, por ello, en diversas ocasiones no se han podido tomar todas sus medidas. Debido a estas dificultades de campo se han realizado las siguientes mediciones:

- 1) acceso a las cisternas;
- 2) bocas de las cisternas;
- 3) profundidad hasta la colmatación desde la boca de la cisterna.

1) La medición del acceso a las cisternas se ha realizado en función de la tipología de cada estructura. Se ha medido la anchura máxima de la abertura de la entrada (E.a), la distancia entre el inicio de la entrada y de la boca de la cisterna (E.c) y la longitud (A) y anchura (B) de la estructura en su conjunto (Fig. 6.31). En el caso de las cisternas con entrada que presentan escalones, en algunos casos también se ha medido su longitud (e.l) y su anchura (e.a).

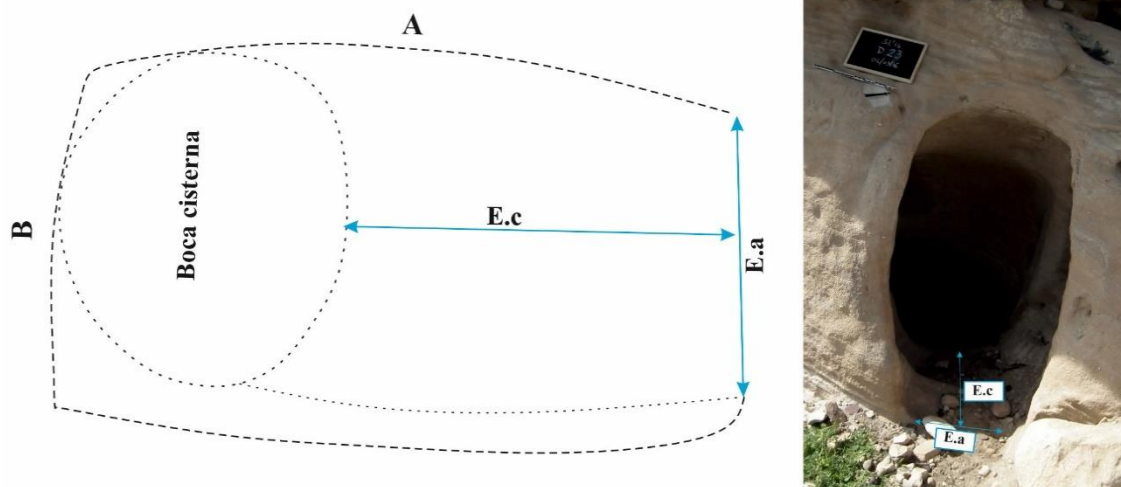


Figura 6.31. Croquis en planta del acceso a una cisterna tipo 2 (izq.). Fotografía de la cisterna D23 indicando las mediciones tomadas (dcha.).

Fuente (izq.): Elaboración propia. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

2) No existe ninguna cisterna con una boca completamente circular. Por tanto, las dimensiones de las bocas de las cisternas que presentan formas circulares irregulares, ovaladas, elípticas o semicirculares se han calculado con respecto a su eje mayor (a) y al

eje transversal al eje mayor (b). En las cisternas cuyas bocas presentan formas cuadrangulares o rectangulares se han medido sus cuatro lados¹⁷² (Fig. 6.32).

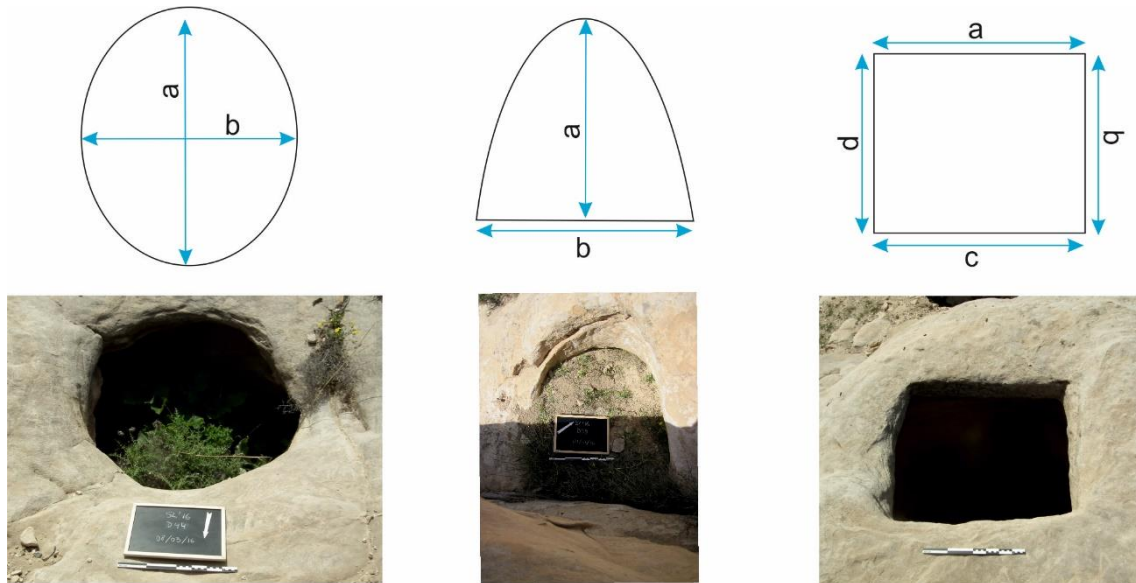


Figura 6.32. Dibujos de las medidas tomadas dependiendo de la forma de la boca de las cisternas (arriba). Cisternas D44, D34 y D10 (abajo de izq. a la dcha.).

Fuente (arriba): Elaboración propia. Fotografías (abajo): Proyecto Arqueológico de Sela.

Finalmente, se ha medido la anchura de la abertura de la cisterna desde el punto inferior de la abertura (E.a.) y la distancia hasta el final de la boca de la cisterna en la pared opuesta (a), en las cisternas que están parcialmente excavadas en una superficie plana y en el interior de una pared vertical. Cuando se ha documentado alguno de los lados del montículo donde se ha excavado la cisterna, se ha realizado una estimación de su longitud transversal (b) (Fig. 6.33).

¹⁷² Cada lado se ha marcado con las letras *a*, *b*, *c* y *d*. El lado *a* se corresponde con la cara orientada hacia el norte geográfico del yacimiento y el resto se nombra en el sentido de las agujas del reloj.

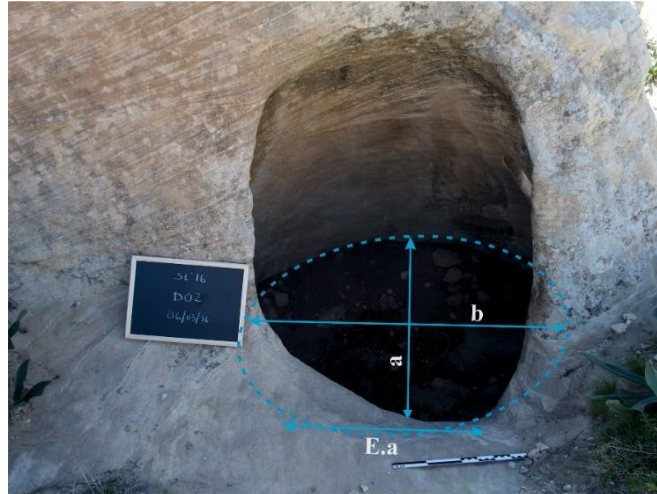


Figura 6.33. Ejemplo de las medidas tomadas en las cisternas que están parcialmente excavadas en una superficie plana y en el interior de una pared vertical.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

3) No ha sido posible determinar la profundidad completa de las cisternas debido al alto índice de colmatación. Sin embargo, sí ha sido posible medir la profundidad a la que se encuentra la colmatación (z) respecto a la boca de la cisterna, como se indica en la fig. 6.34. Para ello, se ha calculado la diferencia entre la cota más alta del diámetro de la boca de la cisterna (a) y la cota de colmatación (b).

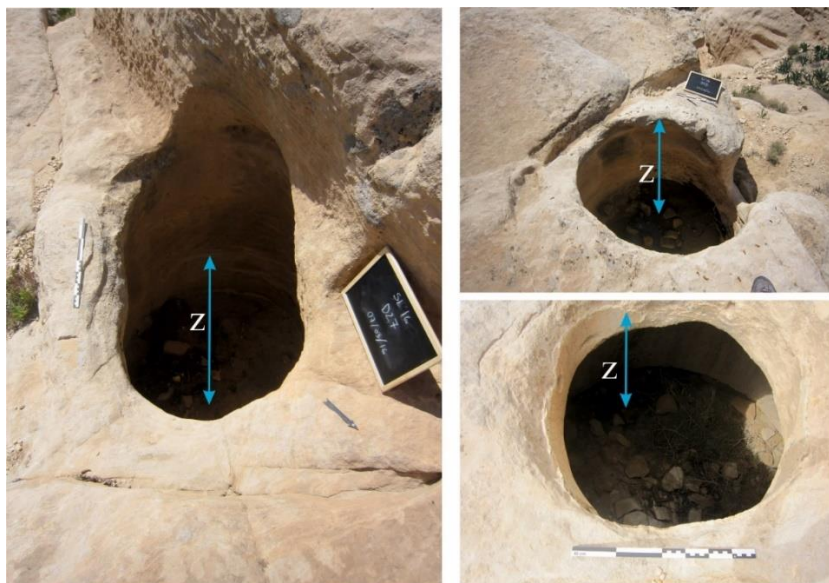


Figura 6.34. Ejemplo de las medidas tomadas para calcular la profundidad hasta la colmatación de las cisternas.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Las bocas de las cisternas de Sela presentan diferentes medidas según la tipología propuesta en este trabajo (Anexo B Tabla 2). Las cisternas tipo 1 con bocas cuadrangulares como D15 o D36, tienen sus cuatro lados ligeramente diferentes. Su eje más largo no excede de 0,82 m y el más corto, de 0,59 m. El resto de las cisternas presenta

un eje longitudinal que se concentra en un rango de 1-1,5 m, exceptuando algunos casos como las cisternas D13, D24, D25, y D67 que superan los 2 m de longitud. Las cisternas D44, D46, D53, D90 y D97 no se dimensionaron, ya que no fueron documentadas topográficamente. En las cisternas tipo 2, el eje mayor de sus bocas se sitúa entre los 0,5-1 m, en cambio las cisternas tipo 3, las longitudes máximas de sus bocas se concentran entre los 0,5-1,7 m, exceptuando las cisternas D16 y D54 que su longitud máxima se sitúa entre los 2 y 2,5 m. Finalmente, el eje mayor de las bocas de las cisternas tipo 4 documentadas se sitúan entre 1-1,5 m. La representación gráfica de los ejes mayores y menores de las bocas de las cisternas según la tipología aproximada propuesta en este trabajo se presenta en la fig. 6.35.

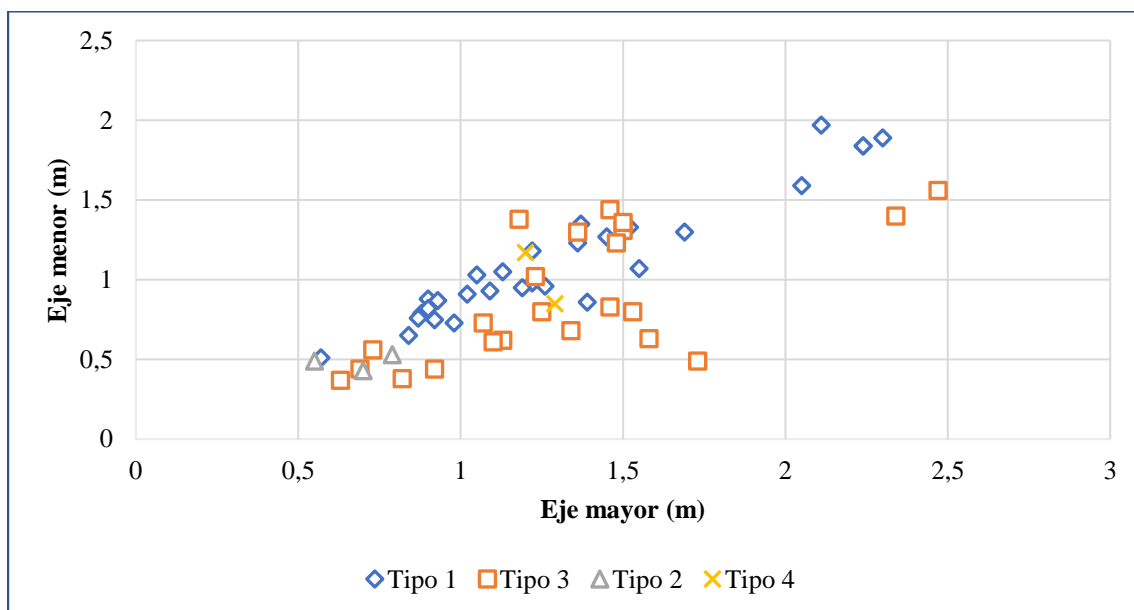


Figura 6.35. Representación gráfica de los ejes mayores y menores de las bocas de las cisternas según la tipología propuesta en este trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las cisternas que presentan un acceso o entrada (D09, D23, D83 y D95) sus dimensiones varían. Las dimensiones de la estructura donde se sitúa la boca de la cisterna oscilan entre 1,28 x 0,83 m –la más grande– y 0,75 x 0,7 m –la más pequeña¹⁷³–. Las aberturas de las entradas en la roca (E.a) presentan unas dimensiones entre 0,79 x 0,47 m. Finalmente, la distancia entre la abertura de la entrada y la cisterna (E.c.) es de 0,83 m en el caso de D83, la más larga, y de 0,25 m en el caso de D09, la más corta. El escalón de la cisterna D23 también se ha medido y presenta unas dimensiones de 0,57 de longitud y 0,13 m de anchura. Por último, las aberturas de las cisternas que están parcialmente

¹⁷³ En el caso de la cisterna D95 ambas medidas (largo y ancho) no se tomaron.

excavadas en la roca y en una superficie plana (tipo 3), concretamente las que representan el tipo 3b, miden entre 1,40 m –las más grandes– y 0,37 m –las más pequeñas–.

De las 66 cisternas, en 37 se ha determinado su altura hasta el punto de colmatación (Fig. 6.36). El resto, debido a su alto índice de colmatación no se ha considerado. El promedio de esta medición es de 1,27 m de profundidad.

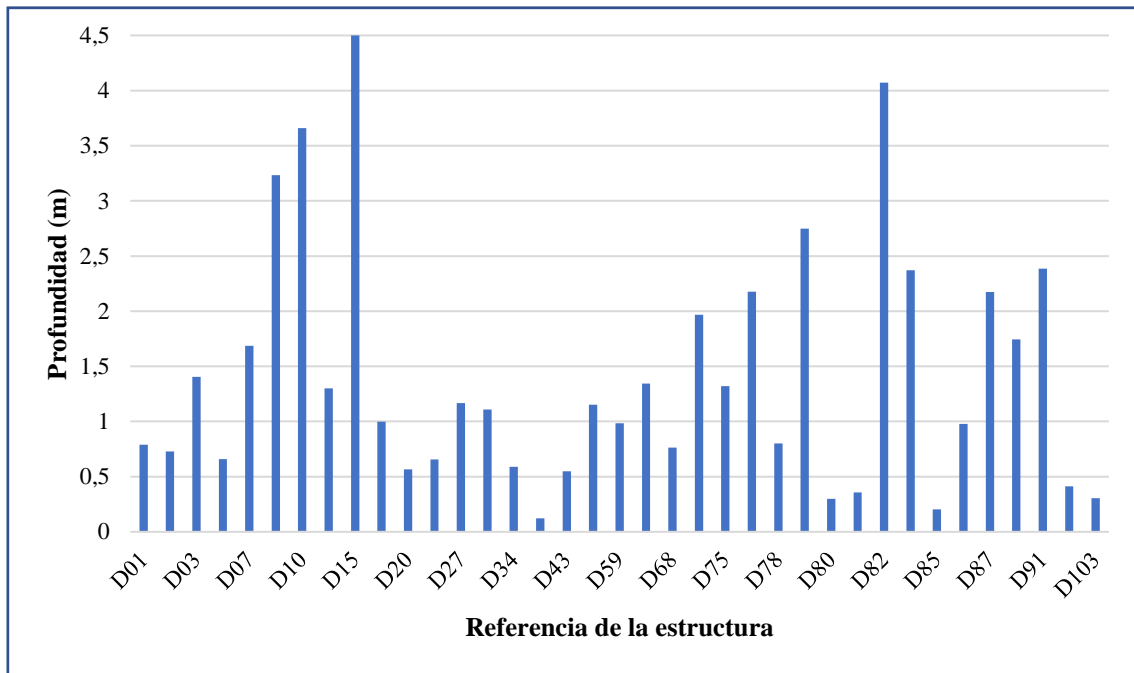


Figura 6.36. Representación gráfica de la profundidad (en m) hasta la cota de colmatación de las cisternas de Sela.

Fuente: Elaboración propia.

D15 es la cisterna más profunda, seguida por la D82. La cisterna D10 mide 3,66 m hasta la cota de colmatación, aunque Lindner y otros investigadores creen que podría llegar a los 6 m de profundidad (Lindner *et al.*, 2001: 254).

Dado que se ha tomado la medida de la profundidad desde la boca de la cisterna hasta el nivel de colmatación (valor z), se ha considerado oportuno realizar una estimación del volumen de las cisternas.

Los resultados que se presentan a continuación son una estimación debido a que solamente disponemos del valor z (cota hasta la colmatación de la estructura). Por tanto, el volumen mínimo que podrían contener estas estructuras. Para su realización se ha tomado como ejemplo el trabajo de E. D. Oğuz-Kirca (2007)¹⁷⁴.

¹⁷⁴ Este autor plantea las dimensiones y capacidades estimadas de 43 cisternas según las condiciones de conservación individuales de cada estructura. Véase Oğuz-Kirca, 2007: 147, apéndice A.

Para el cálculo del volumen aproximado de las cisternas, se ha seguido la propuesta de Brad Lancaster (2006)¹⁷⁵ utilizada para calcular la capacidad de almacenamiento de un cilindro que, según este autor, puede aplicarse a una cisterna cilíndrica. Siguiendo este modelo, el cálculo aproximado del volumen de las cisternas de Sela se basa principalmente en las formas geométricas que pueden corresponder a las principales formas de las cisternas publicadas en la literatura científica. Estas son: forma cilíndrica, forma de botella o botella cilíndrica y forma de pera o troncocónica (Keilholz, 2007, 2014).

A continuación, se detalla el cálculo que se ha realizado en cada una de estas formas. Solamente se han considerado las instalaciones donde el valor z tomado en campo es igual o superior a 1 m. Dado que la base de las cisternas es desconocida debido a la colmatación, se ha considerado un valor estándar de 1 m de diámetro como valor mínimo. Este valor se ha estimado en función del espacio mínimo necesario para que un operario pudiera realizar una excavación manual¹⁷⁶.

Forma cilíndrica:

Aunque la boca de la cisterna sea circular irregular (ovalada) la sección de la zona excavada se ha considerado circular. Por tanto, el volumen sería el de un cilindro. La fórmula para calcular su volumen es $\pi \frac{d^2}{4} \cdot z$, siendo “d” el diámetro interior de la cisterna y “z” la profundidad documentada hasta la cota de colmatación de la estructura (Fig. 6.37).

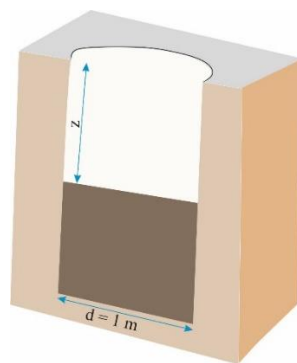


Figura 6.37. Medidas tomadas para calcular el volumen de una cisterna con una forma propuesta cilíndrica. Fuente: Elaboración propia.

¹⁷⁵ La fórmula propuesta se encuentra en el apéndice 3, p. 133, ecuación 9b.

¹⁷⁶ Como indican S. B. Watt y W. E. Wood (1979: 22), el diámetro interno práctico más pequeño de una excavación en la superficie se rige por el espacio necesario para que uno o dos operarios trabajen en su interior. Según estos autores, 1 m es el mínimo para un operario y 1,3 m para dos.

Siguiendo esta fórmula, se ha calculado el volumen de dos cisternas, cuya forma se ha propuesto como cilíndrica (Tabla 6.7).

Referencia de la estructura	Litros (L)
D27	917
D30	870

Tabla 6.7. Volumen en litros (L) de las cisternas propuestas con forma cilíndrica.
Fuente: Elaboración propia.

Forma de botella y botella cilíndrica:

Para establecer el volumen de este tipo de cisternas se han calculado dos cuerpos geométricos: un cilindro (la parte inferior) y una semiesfera (la parte superior). El volumen, por tanto, sería la suma de ambos. La fórmula para calcular el volumen de la semiesfera es: $(\frac{4}{3}\pi \frac{d^3}{8})/2$ y la del volumen del cilindro: $\pi \frac{d^2}{4} \cdot (z - \frac{d}{2})$, siendo “z” la distancia entre la boca y el punto de colmatación de la cisterna y “d” el diámetro interior de la cisterna (Fig. 6.38).

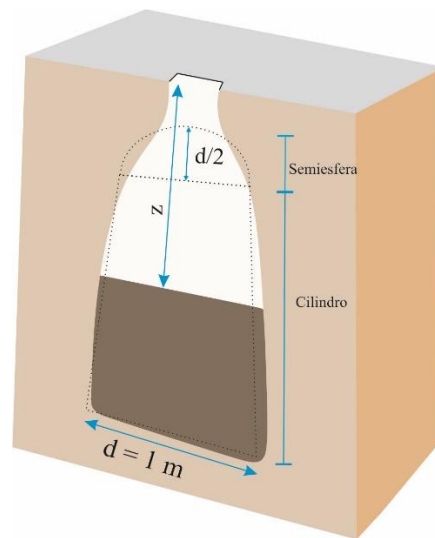


Figura 6.38. Medidas tomadas para calcular el volumen de una cisterna propuesta en este trabajo con una forma de botella o de botella cilíndrica.
Fuente: Elaboración propia.

De este modo, se ha podido obtener el volumen de ocho cisternas de este tipo (Tabla 6.8).

Referencia de la estructura	Litros (L)
D03	973
D07	1193
D10	2744
D15	3403
D57	775
D73	1414

D79	2029
D87	1575

Tabla 6.8. Volumen en litros (L) de las cisternas propuestas con forma de botella o de botella cilíndrica.
Fuente: Elaboración propia.

Forma de pera o troncocónica

Finalmente, para calcular el volumen de este tipo de cisternas, se ha utilizado el cálculo para cuerpos geométricos troncocónicos. A fin de ensanchar la perforación manteniendo la estabilidad de las paredes se considera una posible forma, la troncocónica, con una pendiente de las paredes de unos 60°. De este modo, el cálculo para obtener el volumen de este cuerpo geométrico sería: $\frac{1}{3}\pi \cdot z \left\{ \left(\frac{d_b}{2}\right)^2 + \left(\frac{d_m}{2}\right)^2 + \frac{d_b \cdot d_m}{4} \right\}$, siendo el d_m (el diámetro medio) de la boca y considerando que el d_b (el diámetro de la base) es el $d_m + 2\frac{z}{\text{tg}60^\circ}$ (Fig. 6.39).

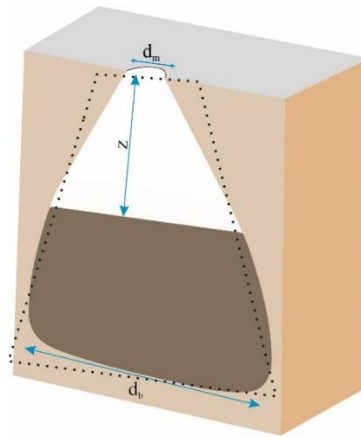


Figura 6.39. Medidas tomadas para calcular el volumen de una cisterna propuesta como piriforme.
Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo esta fórmula, se ha calculado el volumen de seis cisternas (Tabla 6.9).

Referencia de la estructura	Litros (L)
D13	5509
D16	7381
D18	3642
D52	2826
D75	2167
D91	4125

Tabla 6.9. Volumen en litros (L) de las cisternas propuestas como piriformes.
Fuente: Elaboración propia.

En total, se han calculado los valores (en L) de la capacidad libre actual de 16 cisternas. Debido a que solo se dispone de la profundidad (z) de las cisternas hasta la cota de

colmatación, los resultados obtenidos son valores por defecto de la capacidad de almacenamiento real.

Considerando estos aspectos, los resultados obtenidos indican que las cisternas que presentan un mayor volumen son las cisternas propuestas como piriformes, seguidas de las formas de botella o de botella cilíndrica. Entre las cisternas cuya forma se ha propuesto piriforme, la cisterna D16 es la que tiene un volumen más grande, con más de 7300 L. En cambio, la que presenta un volumen menor es la D75 con más de 2100 L. Entre las cisternas con formas propuestas de botella o botella cilíndrica, la cisterna D10 es la que tiene un volumen mayor con más de 2700 L. Finalmente, las cisternas cuya forma se ha propuesto como cilíndrica son las que presentan un volumen menor, entre los 900-800 L (Fig. 6.40).

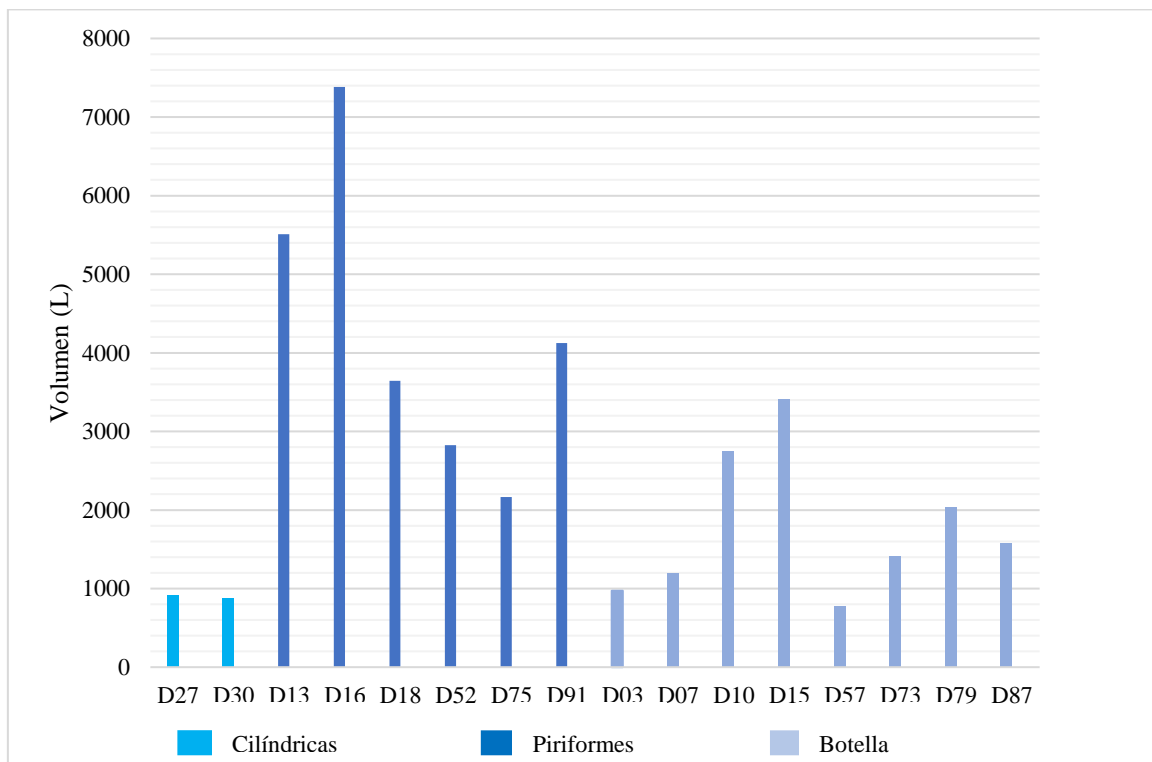


Figura 6.40. Volumen estimado de los tres tipos de cisternas en litros (L).
Fuente: Elaboración propia.

6.1.5. Patrón y orientaciones

El patrón se refiere a la conexión directa de una cisterna con las cisternas circundantes (Oğuz-Kirca, 2016: 61). Muchas de las cisternas se encuentran aisladas entre sí. Sin embargo, existen algunos casos en los que dos cisternas se encuentran una junto a la otra.

Este es el caso, por ejemplo, de D05 y D68. Ambas están totalmente colmatadas y no se puede determinar si existía alguna conexión interna entre ambas (Fig. 6.41).



Figura 6.41. Cisterna D05 (izq.) y cisterna D68 (dcha.).
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Las estructuras identificadas como cisternas D86 y D103 también podrían tener algún tipo de conexión interna, aunque debido a su estado de colmatación, es imposible determinar esta conexión (Fig. 6.42).



Figura 6.42. Posibles cisternas D86 y D103.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Finalmente, la cisterna D37 presenta una posible abertura en su parte NW. Justamente esta cisterna se encuentra a escasos 2 m de la cisterna D38, que también presenta una

abertura en su parte SE. Ambas, por tanto, podrían estar conectadas entre sí. En la fig. 6.43 se muestran ambas instalaciones hidráulicas, destacando en un círculo sus aberturas.



Figura 6.43. Cisterna D40 (arriba) y cisterna D38 (abajo).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

La orientación de las cisternas se ha establecido teniendo en cuenta el eje mayor de las bocas de estas estructuras (Tabla 6.10 y Anexo B Tabla 3).

Orientación	Referencia de la estructura
NE-SW	D01, D05, D07, D09, D13, D18, D20, D22, D27, D30, D35, D36, D37, D53, D57, D59, D64, D73, D76, D80, D82, D83, D85, D87, D97, D103
NW-SE	D02, D10, D15, D16, D34, D38, D40, D43, D45, D49, D51, D52, D67, D78, D81, D86, D88, D91, D95, D96, D98, D100
N-S	D03, D25, D26, D33, D41, D47, D55, D63, D68, D75
E-W	D23, D24, D44, D46, D58, D79, D90, D99

Tabla 6.10. Orientaciones de las cisternas.

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados son de gran relevancia para establecer las distintas conexiones directas e indirectas entre las diferentes instalaciones hidráulicas como se presentarán en el capítulo 7.

6.1.6. Técnicas constructivas

Todas las cisternas se encuentran excavadas en la roca arenisca y algunas de ellas se insertan dentro de otras estructuras también excavadas en la misma roca. En algunas estructuras excavadas se han detectado: 1) rebajes, ranuras u oquedades relacionados con las instalaciones de agua y 2) revestimientos de mortero de cal para impermeabilizarlas. A continuación, se desarrollan ambos puntos en distintos apartados.

1) Estructuras excavadas en la roca

En algunas estructuras excavadas en la roca de Sela se han detectado ciertas ranuras, rebajes y oquedades que configuran la composición global de estas cisternas. Estos pueden encontrarse: a) excavados en la pared donde se construye la cisterna; b) excavados en alguno de los laterales de las cisternas o c) excavados muy cerca de las bocas de las cisternas.

Algunos de estos elementos son los que se describen a continuación:

- Oquedades o ranuras dispuestas horizontalmente en la pared donde se construye la cisterna.
- Oquedades a ambos lados de la abertura de la boca o de la entrada que da acceso a la boca de la cisterna.
- Rebajes en la pared vertical donde se construye la cisterna.
- Oquedades dispuestas horizontalmente en la parte superior de la boca de la cisterna.
- Hendiduras muy cerca de las bocas de las cisternas.
- Aberturas laterales en las cisternas.

En el caso de las oquedades o ranuras dispuestas horizontalmente, estas se pueden determinar claramente en la cisterna D16 y, en menor medida, en la cisterna D09 (Fig. 6.44).

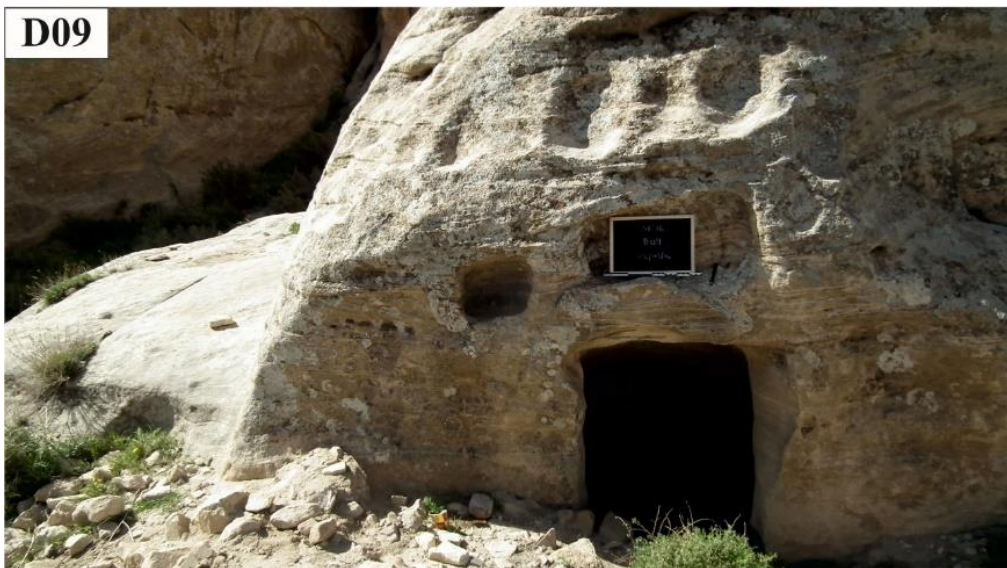


Figura 6.44. Cisterna D16 (arriba) y cisterna D09 (abajo).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

La cisterna D16 presenta once oquedades, algunas de las cuales están bastante erosionadas. Estas presentan una forma circular u ovalada en disposición este-oeste y podría tratarse de un mechinal para apoyar vigas de madera. En el caso de la cisterna D09, la disposición de las cinco hendiduras que configuran la fachada de esta cisterna también es horizontal pero su forma es ovalada y más alargada que la anterior. Sus oquedades también son más grandes y se disponen de norte a sur. Estas oquedades parecen corresponder a soportes para una construcción perecedera. Podría tratarse de un pequeño cobertizo, un entramado de ramas para proporcionar sombra y, por tanto, retardar la evaporación, proporcionar frescor y prevenir que se corrompiese el agua almacenada por la aparición de algas u otros organismos. En la fig. 6.45 se muestra en un recuadro la ubicación y el número de las oquedades mencionadas de las cisternas D16 y D09.



Figura 6.45. Cisterna D16 (arriba) y cisterna D09 (abajo), donde mediante un recuadro se indica la ubicación y el número de oquedades mencionadas.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Esta cisterna también presenta un rebaje bastante profundo en forma de “cúpula”, que presenta dos aberturas en sus dos lados, así como un tercero en la mitad superior del mismo (Fig. 6.46). La oquedad de la parte izquierda presenta una forma más o menos circular y la que se ubica a su derecha es más rectangular. Su disposición podría responder a que en ellos encajaría una estructura de material perecedero como la madera a modo de cerramiento.

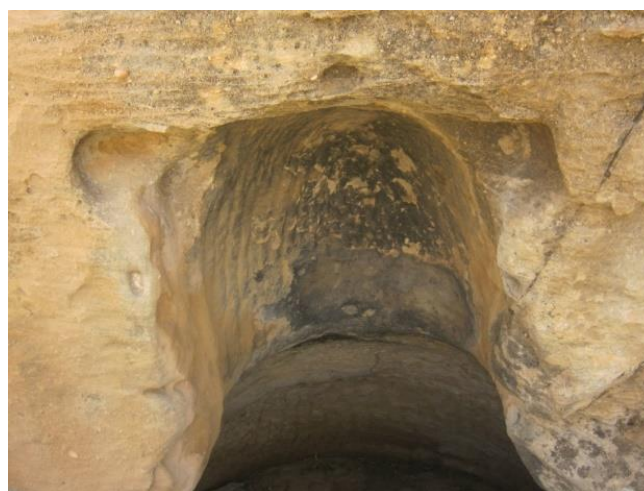


Figura 6.46. Detalle de la “cúpula” de la cisterna D16 con los dos agujeros situados a ambos lados de esta estructura.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Estas oquedades también se han detectado en la cisterna D22 (1) (Fig. 6.47), D09 (4) (Fig. 6.49) y, posiblemente, en la cisterna D63 (Fig. 6.48).



Figura 6.47. Cisterna D22, donde se indican los agujeros a ambos lados de la abertura (1) y otro rebaje indeterminado en su lado oeste (2).
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En este último caso, la erosión no permite observar las oquedades con tanta claridad como en los otros casos, pero por la forma de la abertura de la boca de la cisterna, es probable que sí estuvieran (Fig. 6.48).



Figura 6.48. Cisterna D63.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

La pared donde se construyó la cisterna D09 también presenta dos rebajes: uno con forma rectangular dispuesto de este a oeste justo en la parte superior de la abertura de la entrada a la cisterna (2) y el otro con una forma más cuadrangular y de dimensiones más pequeñas en su lado este (3) (Fig. 6.49).

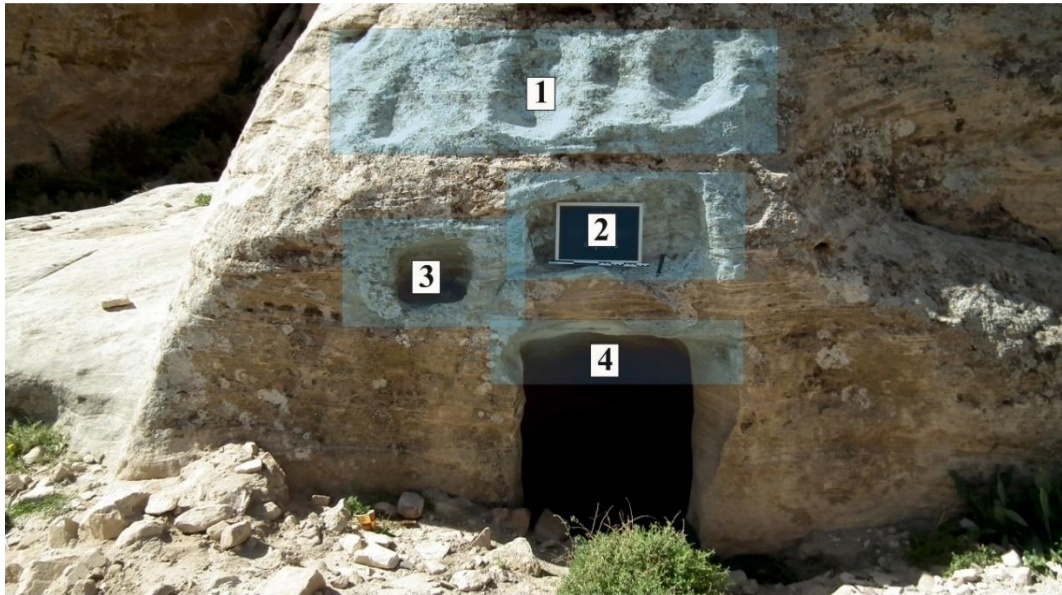


Figura 6.49. Cisterna D09 con los cuatro elementos marcados (1-4).
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

Otro tipo de rebajes se pueden observar en la cisterna D01. Esta presenta un rebaje con forma rectangular en su parte superior, desde donde se empieza a excavar la cisterna. En el medio de este, hay un agujero con forma rectangular irregular como se puede ver en el detalle que se presenta en la fig. 6.50.

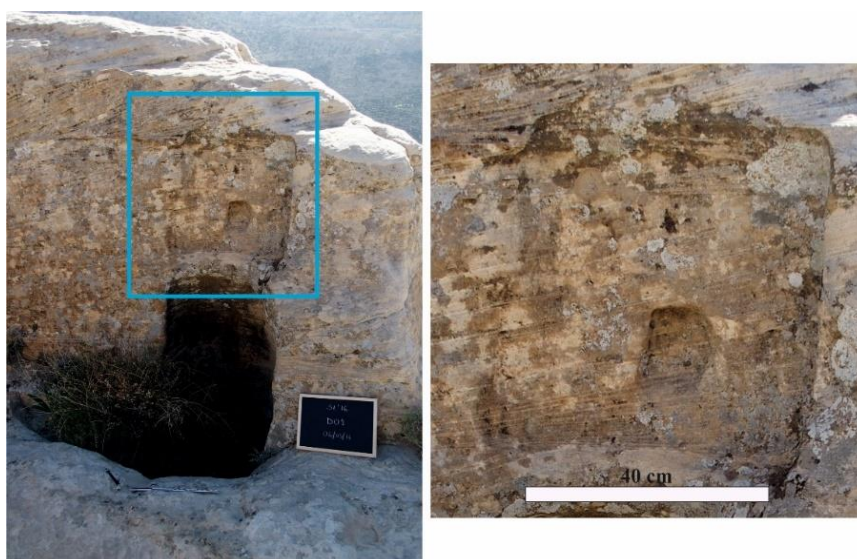


Figura 6.50. Recuadro que muestra el rebaje situado sobre la cisterna D02 (izq.) y detalle del mismo (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

También se han observado entre dos y tres agujeros dispuestos horizontalmente justo en la parte superior de la pared rebajada que da acceso a la boca de las cisternas. La cisterna D36, presenta dos agujeros en la pared vertical, por encima de la abertura de la boca de la cisterna como se indica en la fig. 6.51 y esta misma disposición se encuentra en la cisterna D47, la cual presenta tres agujeros (Fig. 6.52).



Figura 6.51. Recuadro que muestra los dos agujeros de la cisterna D36.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

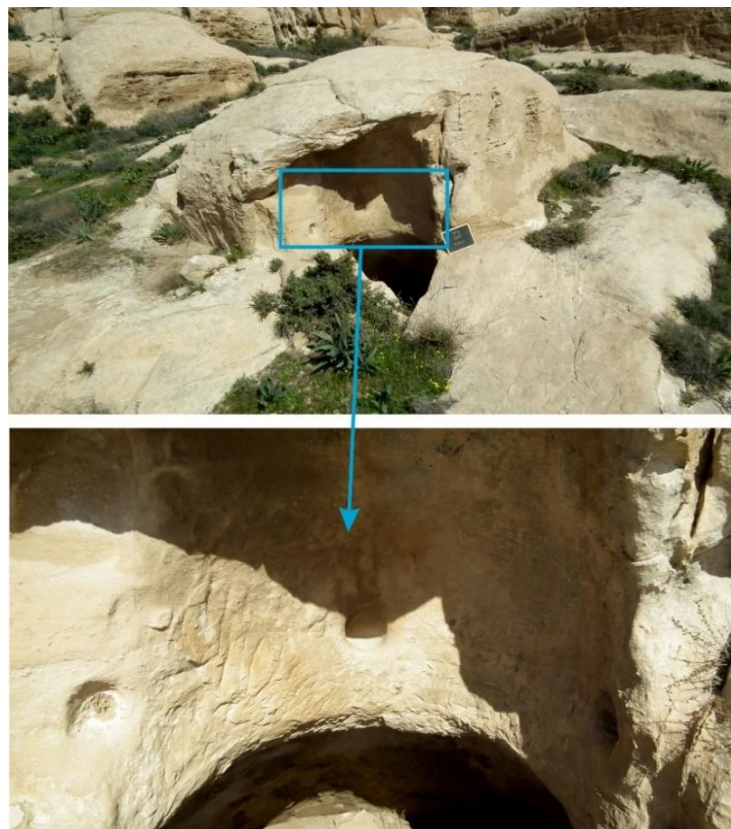


Figura 6.52. Recuadro que muestra los tres agujeros de la cisterna D37 (arriba) y detalle de los mismos (abajo).

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

En el caso de la cisterna D52, se encuentran también dos agujeros, pero estos están excavados en una pequeña elevación del terreno como se indica en el recuadro de la fig. 6.53.



Figura 6.53. Recuadro que muestra los dos agujeros de la cisterna D52.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Otros agujeros, u hoyos, se pueden observar excavados al lado de las bocas de las cisternas excavadas en superficies planas, como en el caso de las cisternas D18, D43, D55, D58 y D79. Estos son de distintos tamaños como se observa en los círculos de la fig. 6.54. Su función no se ha podido establecer.



Figura 6.54. Cisternas documentadas con agujeros u hoyos excavados cerca de las bocas de las cisternas. Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Finalmente, solamente en la cisterna D02 se ha encontrado una abertura lateral en su parte sur. En este caso, como se indica en la fotografía de la derecha de la fig. 6.55, se puede observar un canal (C116) que podría conducir el agua o evacuarla de la cisterna.



Figura 6.55. Recuadro que indica la abertura lateral de la cisterna D02 (izq.) y detalle de la abertura (dcha.). Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

La presencia de oquedades, rebajes y ranuras excavadas en la roca podrían corresponder a soportes para la construcción de estructuras realizadas con materiales perecederos, posiblemente para cubrir estas instalaciones.

2) Los morteros de cal

Del conjunto total de cisternas de Sela, 27 cisternas presentan evidencias de morteros de cal. Entre ellas, 16 no estaban cubiertas con morteros y en 23 no se ha podido determinar por la colmatación de estas estructuras hidráulicas (Fig. 6.56).

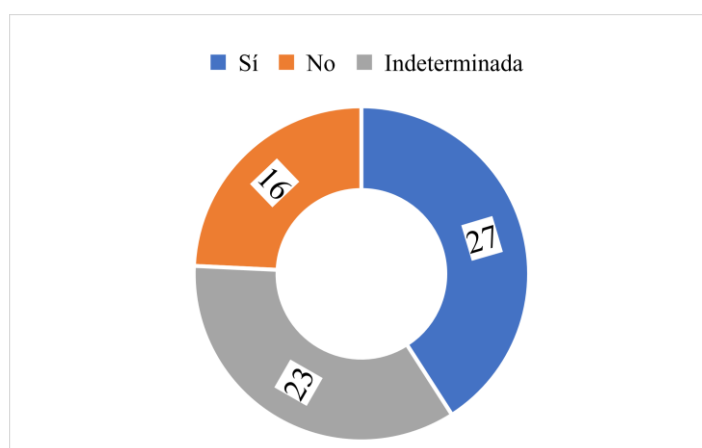


Figura 6.56. Representación gráfica de cisternas con presencia y ausencia de morteros de cal.
Fuente: Elaboración propia.

La presencia de este material aglomerante en estas instalaciones se relaciona con la impermeabilización de las paredes de las cisternas, para evitar pérdidas por filtración de agua dada la porosidad de la roca arenisca.

Los morteros se conservan principalmente en las cámaras de almacenamiento, aunque también pueden encontrarse revistiendo toda la estructura. Solamente en las cisternas D73 y D87 se han hallado morteros de cal en los cuellos de las cisternas (Fig. 6.57).



Figura 6.57. Cisternas D73 (izq.) y D78 (dcha.), las cuales presentan evidencias de mortero de cal en el cuello.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.2. Reservorios

La única estructura hidráulica identificada como un reservorio (D21) se documentó durante la campaña de 2015 (Fig. 6.58 y Anexo A Tabla 2).



Figura 6.58. Reservorio D21.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.2.1. Identificación y estado de conservación

No hay ninguna referencia en la literatura científica publicada sobre Sela sobre esta estructura. En el momento en que la documentamos, su base se encontraba parcialmente cubierta de vegetación, rocas y desechos de plástico. En sus paredes se documentaron restos de lo que pudieron ser morteros de cal que revestían sus lados y una gran grieta en la pared sur (Fig. 6.59).



Figura 6.59. Estado de conservación del reservorio D21.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.2.2. Orientación, medidas y capacidades estimadas

La estructura D21 se encuentra ligeramente orientada NW-SE. Debido al estado de conservación de la estructura, solamente se han podido documentar las paredes E y S. La pared este tiene una longitud de 4,23 m y la sur de 5,16 m. La estructura hidráulica tiene 3 m de profundidad hasta la cota de colmatación por lo que el volumen¹⁷⁷ de la estructura sería de unos 71 m³ hasta la colmatación. Entendiendo que la estructura podría ser aún más profunda se le ha atribuido la categoría de reservorio¹⁷⁸.

6.2.3. Técnicas constructivas

La forma de esta estructura es rectangular y presenta negativos dispuestos en una o dos hiladas en la pared este. La hilada superior se compondría de unos cinco agujeros con formas irregulares y, debajo de esta, podría haber una segunda formada por tres agujeros con forma circular, como se indica en los recuadros de la fig. 6.60. Como sucede con las cisternas, estas oquedades podrían corresponder a soportes para una construcción perecedera, aunque la evidencia disponible no permite conocer su finalidad.

¹⁷⁷ La estimación de la capacidad de esta estructura se ha realizado mediante la fórmula 10b propuesta por B. Lancaster (2006) para calcular la capacidad de un depósito cuadrado o rectangular. Véase el anexo 3 de Lancaster, 2006: 134.

¹⁷⁸ Los requisitos para definir una estructura hidráulica como reservorio es que tiene que tener una capacidad de más de 100 m³ y tratarse de un depósito superficial (Bagg, 2017: 333).



Figura 6.60. En el recuadro, negativos de la pared este del reservorio D21.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

6.3. Depósitos de sedimentación

Se han hallado un total de diez depósitos de sedimentación, cinco durante la campaña del 2015 y cinco en la del 2016 (Anexo A Tabla 3). No obstante, las estructuras D72, D124 y D126 presentan una serie de características que no permiten afirmar con precisión que sean depósitos de sedimentación como se muestra a continuación.

6.3.1. Identificación y estado de conservación

El arqueólogo N. Glueck identificó algunos depósitos de sedimentación durante su visita a Sela. En el caso de la estructura D111, la fotografió y la describió del siguiente modo:

“El agua de lluvia del techo de la bóveda de la habitación este corría hacia un pequeño depósito excavado en la roca detrás de él hacia el sur, de donde fue llevado a través de un

canal excavado en la roca hasta la cisterna en la cámara oeste, a través de un depósito de sedimentación” (Glueck, 1939: 29)¹⁷⁹.

El equipo de Lindner publicó algunas fotografías de estos depósitos en las obras de 1989 y 2001. Sin embargo, aunque hay referencias a su existencia nunca se estudiaron. A continuación se presentan algunas de estas fotografías con imágenes actuales de las instalaciones hidráulicas, al objeto de realizar una comparativa de su estado de conservación (Figs. 6.61-6.63).



Figura 6.61. Depósito de sedimentación D111 identificado y fotografiado por el equipo de Lindner (izq.) y el mismo depósito fotografiado en 2016 (dcha.).

Fuente (izq.): Lindner, 1989a: 274, fig. 4. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

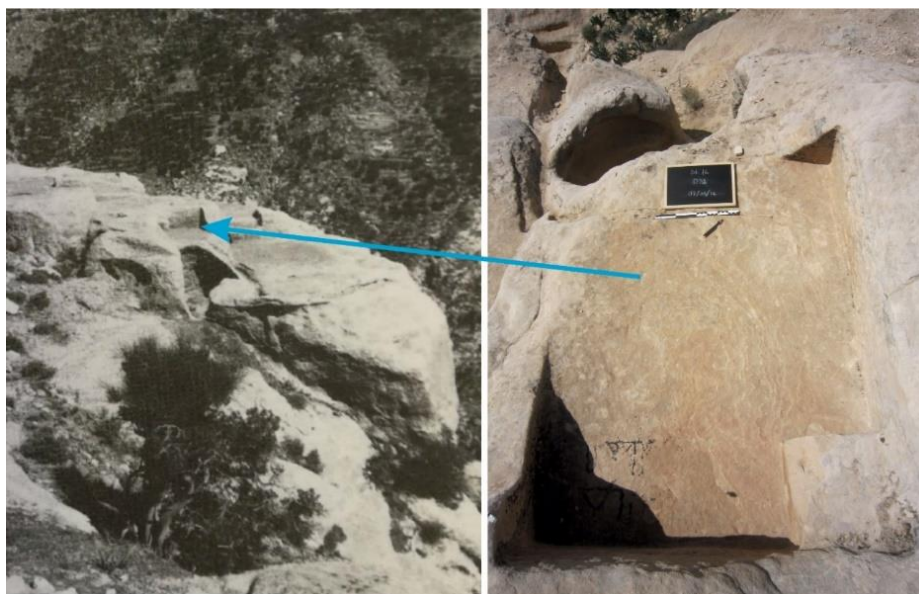


Figura 6.62. Depósito de sedimentación D31 identificado y fotografiado por el equipo de Lindner (izq.) y el mismo depósito fotografiado en 2016 (dcha.).

Fuente (izq.): Lindner, 1989a: 281, fig. 15. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

¹⁷⁹ Traducción del original en inglés por la autora. Texto en el idioma original: “*The rain water from off the roof of the vaulted e. room ran into a small rock-hewn reservoir behind it to the south, whence it was led through a rock-cut channel into the cistern in the w. chamber, via a settling basin*”.

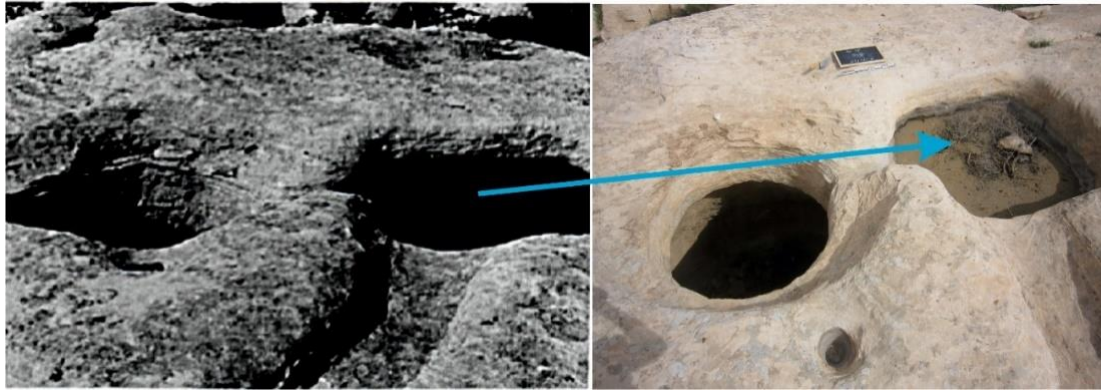


Figura 6.63. Depósito de sedimentación D112 identificado y fotografiado por el equipo de Lindner (izq.) y el mismo depósito fotografiado en 2016 (dcha.).

Fuente (izq.): Lindner, 2000: 262, fig. 32. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

La identificación de estas estructuras plantea una serie de dificultades. En algunos casos se han encontrado las estructuras con altos índices de colmatación, erosión y con presencia de vegetación. Estos factores han impedido determinar algunos elementos como la presencia o ausencia de agujeros o aberturas que se comunican con las cisternas; los canales de entrada y/o de salida de agua y las elevaciones u otros elementos que pueden proporcionar más información sobre estas instalaciones hidráulicas.

En los casos particulares de las estructuras D72, D124 y D126, aunque el cuerpo del dispositivo hidráulico no está completo, se han considerado como depósitos de sedimentación por las siguientes razones:

- a) los canales asociados a estas estructuras tienen una orientación clara hacia las cisternas;
- b) las formas podrían corresponder a este tipo de estructuras hidráulicas;
- c) disponen de un agujero o abertura de entrada o de salida del agua.

Si fuera, por ejemplo, una piscina, que almacena el agua sin ningún tipo de salida, no presentaría estos canales con estas orientaciones.

Prácticamente la totalidad de depósitos de sedimentación se conserva en buenas condiciones, pero se pueden observar algunas modificaciones, alteraciones y derrumbamientos. En la fig. 6.64 se presentan los principales problemas de conservación de los depósitos de sedimentación:

- a) erosión y alteraciones de la arenisca;
- b) sedimentación;

c) colmatación y presencia de cobertura vegetal;

d) colmatación, presencia de cobertura vegetal y evidencia de destrucción.

En Sela, los depósitos de sedimentación observados presentan colmataciones por sedimentos y rocas y, algunos de ellos, se encuentran ocultos por una cobertura vegetal que impide ver la totalidad de la estructura como sucede en los depósitos D70, D72, D111, D124, D126 y D128. En el caso de los depósitos D70 y D72, la cobertura vegetal es tan frondosa que tapa toda la estructura. También en los casos de D112 y D128 se pueden observar sedimentos finos (limos) depositados en estas estructuras y en los casos de D28 y D31, una evidente erosión de sus superficies, probablemente por la acción del agua, del viento y la exposición continuada al sol.



Figura 6.64. Diferentes estados de conservación de los depósitos de sedimentación: a) D28; b) D112; c) D70 y d) D136.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Finalmente, se ha podido detectar la destrucción de parte de la estructura del depósito D136 y del depósito D28. En este último caso, cabe la posibilidad de que existiera un pequeño muro en el lado longitudinal este del depósito, ya que es lo habitual en este tipo de estructuras. De este modo, el agua quedaría retenida dentro de la estructura hidráulica. Sin embargo, solamente se ha observado un rebaje excavado en la arenisca donde podría insertarse este muro. Las alteraciones indicadas se pueden visualizar en los recuadros de las dos fotografías de la fig. 6.65. Este depósito se ubica en el borde del acantilado sur del peñasco, por lo que probablemente el arrastre de materiales hacia el acantilado ha podido destruir parte de su estructura.



Figura 6.65. Vista norte del del depósito de sedimentación D28, donde se indica el rebaje en la arenisca en su lateral derecho (izq.). Vista oeste del mismo (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

6.3.2. Componentes principales

Como indican Chatzakis *et al.* (2006: 757), los depósitos de sedimentación se componen principalmente de una cuenca individual con un canal de entrada y uno de salida. La cuenca de sedimentación puede ser rectangular o circular, aunque existen algunos cuadrados y otros apilados. El canal de salida del agua del depósito de sedimentación es un elemento indispensable. Este suele ser de corto recorrido y con una fuerte pendiente para que el agua entre rápidamente en el depósito de almacenamiento, en este caso, en las cisternas. Sin embargo, el canal de entrada puede estar presente o no, como se detallará en el apartado de las tipologías documentadas en Sela. Los principales componentes de los depósitos de sedimentación indicados se ilustran en la fig. 6.66.



Figura 6.66. Dibujo en sección de un depósito de sedimentación.
Fuente: Elaboración propia.

6.3.3. Tipologías

No existe una tipología acordada entre los diferentes especialistas sobre los depósitos de sedimentación, pero suelen dividirse por su forma en rectangulares o circulares. En el caso de estudio, todos los depósitos de sedimentación presentan una forma rectangular más o menos regular. Por lo tanto, la división tipológica (tipo 1, 2 y 3) así como las subcategorías (a, b y c) presentadas en este apartado, se han realizado según diferentes elementos observados en estas instalaciones que se detallan a continuación.

Las tipologías principales se han basado según la manera en que el agua entra y sale de la instalación hidráulica. La diferencia entre ambos tipos es la presencia de canales de entrada y salida o si sólo hay de salida o, sólo de entrada. Las subcategorías se han determinado a partir de la presencia o ausencia de una elevación en forma cuadrangular en alguno de los lados o esquinas del cuerpo de agua y según el modo en que el agua decantada del depósito se transfiere al canal que desemboca finalmente en una cisterna. De este modo, se han determinado las siguientes tipologías:

Tipo 1. Depósitos de sedimentación con canal de entrada y salida.

- **Tipo 1a.** Presentan una pequeña abertura u agujero para transferir el agua decantada al canal que finaliza en una cisterna.
- **Tipo 1b.** No presentan ninguna abertura ni agujero y el agua filtrada se transfiere directamente al canal que finaliza en una cisterna.

Tipo 2. Depósitos de sedimentación con canal de salida, pero no de entrada.

- **Tipo 2a.** Presentan una elevación en forma cuadrangular en alguno de sus lados o esquinas y el agua se transfiere al canal que conecta con la cisterna a través de una pequeña abertura o agujero.
- **Tipo 2b.** Presentan una elevación en forma cuadrangular en alguno de sus lados o esquinas y el agua se transfiere directamente al canal que conecta con la cisterna.

Indeterminado

- **Indeterminado a.** El canal de salida es claro pero el de entrada podría estar, aunque no se puede determinar por el estado de conservación de la estructura.
- **Indeterminado b.** No podemos determinar si presenta o no canal de entrada y/o de salida.

Tras el estudio de los depósitos de sedimentación de Sela, dos pertenecen al tipo 1, tres al tipo 2 y cuatro al indeterminado (Tabla 6.11).

Tipología	Subtipología	Referencia de la estructura
1	1a	D111
	1b	D112
		D70
2	2a	D28
	2b	D31
		D128
Indet.	a	D124
		D126
	b	D72
		D136

Tabla 6.11. Depósitos de sedimentación de Sela según su tipología.
Fuente: Elaboración propia.

El tipo 1a está representado exclusivamente por el depósito de sedimentación D111. El canal de entrada de agua es el C14 y el de salida el C135, como se señala mediante flechas en la fig. 6.67. Este depósito también presenta una pequeña abertura o agujero para transferir el agua decantada al canal C135 que finaliza en la cisterna D15. Esta abertura podría tener unos 20 cm de ancho en la parte que conecta con el depósito de sedimentación y unos 10 cm en la parte que conecta con la cisterna D15. En el recuadro de la fig. 6.68 se indica esta abertura o agujero.



Figura 6.67. Depósito de sedimentación D111 con sus respectivos canales de entrada y de salida del agua. Vista oeste.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.



Figura 6.68. Vista norte del depósito D111, donde se indica dentro del recuadro la abertura o agujero. Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

El tipo 1b está representado por los depósitos de sedimentación D112 y D70. En el caso del depósito D112, el canal de entrada es el C56. A diferencia del anterior, este depósito no presenta ninguna abertura ni agujero, sino que el agua decantada se transfiere directamente al canal de salida C113 para que entre a la cisterna D55, como se indica mediante flechas en la fig. 6.69.



Figura 6.69. Canales de entrada y de salida del depósito de sedimentación D112. Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En el depósito D70 el canal de entrada no está bien definido, pero la cobertura vegetal indica su trazado. Este canal de entrada de agua al depósito de sedimentación es el C134 y el de salida el C69. Este último conduciría el agua filtrada hacia la cisterna D16. El funcionamiento de esta estructura se presenta mediante flechas en la fig. 6.70.



Figura 6.70. Canales de entrada y de salida del depósito de sedimentación D70.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

El tipo 2a se encuentra representado únicamente por el depósito D28. La representación de su planta, conjuntamente con una fotografía del depósito, se presenta en la fig. 6.71. En este caso, el depósito podría recibir el agua de la escorrentía por su lado oeste y, una vez decantada, pasar a través de una pequeña abertura hacia el canal C29, que conecta con la cisterna D30. Esta abertura se indica con un círculo en la fotografía de la izquierda y se presenta en detalle en la fotografía derecha de la fig. 6.72.

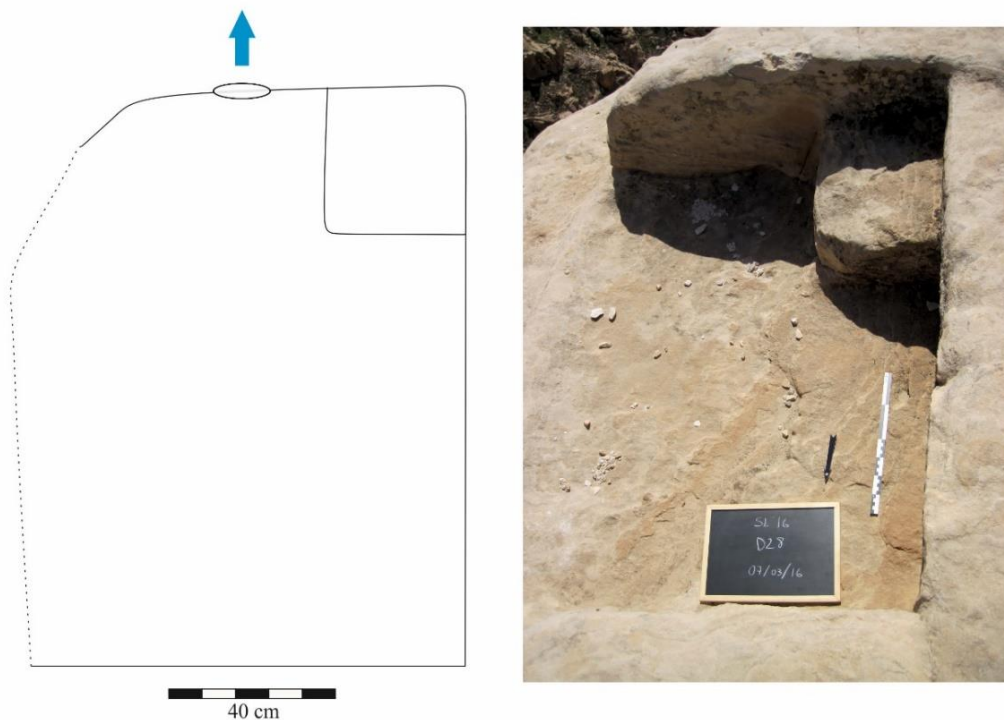


Figura 6.71. Representación de la planta del depósito de sedimentación D28, tipo 2a (izq.) y fotografía del depósito (dcha.).

Fuente (izq.): Elaboración propia. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 6.72. Indicación de la ubicación de la abertura del depósito de sedimentación D28 (izq.) y detalle de la abertura (dcha.).

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela (izq.: modificada por la autora).

Los depósitos D31 y D128 representan el tipo 2b, el cual se diferencia del anterior porque el agua se transfiere directamente al canal que conecta con la cisterna. En el caso de D31, el canal de salida de agua es el C32, que conecta con la cisterna D34. En el dibujo de la planta que se presenta en la parte izquierda de la figura 6.73 se indica con una flecha la parte del depósito donde se inicia este canal. En la parte derecha de la misma figura se muestra el depósito D31 y la cisterna D34.



Figura 6.73. Representación de la planta del depósito de sedimentación D31, tipo 2b (izq.) y fotografía del depósito (dcha.).

Fuente (izq.): Elaboración propia. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

En cambio, en el caso del depósito D128, su canal de salida es el C129 que conecta con la cisterna D49. El agua podría proceder de la plataforma que se extiende justo en su lado NW, como se indica en la fig. 6.74.



Figura 6.74. Canal de salida y posible área de captación del agua del depósito de sedimentación D128.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En los depósitos D28 y D30 destaca la presencia de una elevación en forma cuadrangular y/o rectangular en la esquina SW, en D28, y en la esquina NE, en D31. La elevación identificada en el depósito D28 mide unos 0,39 m de longitud y 0,34 m de anchura (NE-SW) y una profundidad de entre 0,12-0,18 m (Fig. 6.75). La elevación del depósito D31, en cambio, presenta una forma más rectangular y sus medidas son 0,47 x 0,27 m (NE-SW) y unos 0,25 m de profundidad. Se desconoce qué función tendría este elemento, pero

la presencia tan parecida en ambos casos podría indicar un mismo uso. Quizás se trate de una especie de escalón para acceder al depósito para su mantenimiento u otra finalidad que desconocemos.



Figura 6.75. Elevación del depósito de sedimentación D28.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En el caso de D128, también se puede apreciar esta elevación, pero su disposición es distinta a las anteriores. Una posibilidad es que se utilizase para disminuir la velocidad del agua¹⁸⁰.

Finalmente, el subtipo indeterminado *a* está representado por los depósitos de sedimentación D124 y D126 (Fig. 6.76) y el subtipo indeterminado *b* por los depósitos D72 y D136 (Fig. 6.77). En los dos primeros casos, el canal de salida del agua hacia la cisterna es muy claro: C123 para D124 y C93 para D126. Sin embargo, no se ha podido documentar el canal ni el área de captación del agua que entra en ambos depósitos de sedimentación. En el caso de D72 y D136 se ha detectado un pequeño agujero por dónde el agua podría entrar o salir del depósito. Todos los elementos indicados se indican mediante flechas y recuadros en las figs. 6.76 y 6.77.

¹⁸⁰ Véase la fig. 6.70.



Figura 6.76. Depósitos de sedimentación D124 y D126.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

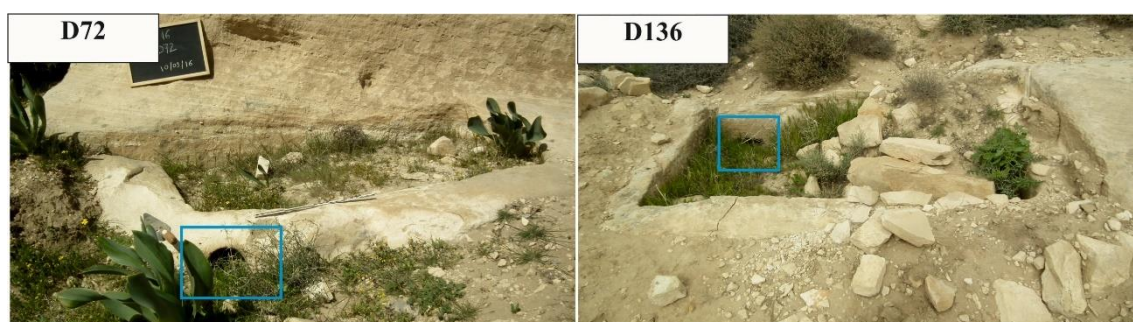


Figura 6.77. Depósitos de sedimentación D72 y D136.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

6.3.4. Medidas y capacidades

Todos los depósitos de sedimentación presentan una forma rectangular, más o menos regular. Por esa razón, las medidas se han realizado siguiendo los ejes longitudinales y horizontales de cada lateral de estas estructuras, orientando siempre las estructuras hacia el norte. En la figura 6.78 se presentan las distintas mediciones realizadas con su correspondiente letra, tomando como ejemplo el depósito D28.

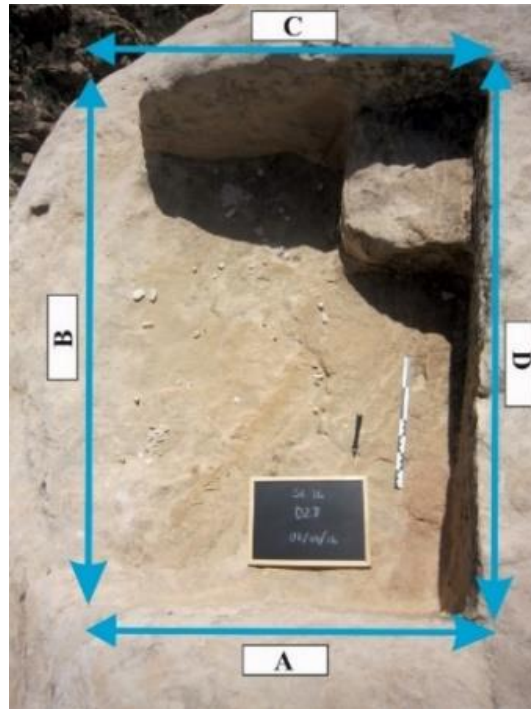


Figura 6.78. Ejemplo de las mediciones tomadas en el depósito de sedimentación D28.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

Los depósitos de sedimentación se han dimensionado en su totalidad exceptuando tres casos (Tabla 6.12). Del depósito D126 disponemos de las medidas aproximadas de tres de sus lados y del depósito D111 su profundidad es orientativa, ya que se documentó llena de sedimentos. La única estructura de la que no se dispone ninguna medida es la D124.

Referencia de la estructura	Eje horizontal (m)		Eje longitudinal (m)		Profundidad (m)	Capacidad (L)
	A	C	B	D		
D28	0,65	0,93	1,54	1,38	0,59	591
D31	1,05	1,05	1,5	1,21	0,51	803
D70	0,43	0,78	0,97	0,74	0,38	159
D72	0,64	0,42	1,18	1,34	0,21	159
D111	0,67	0,74	1,30	1,32	> 0,20	174
D112	1,05	1	1,36	1,27	0,48	685
D124	Indet.					
D126	0,70	1,14	1,25	Indet.	Indet.	Indet.
D128	0,80	0,67	1,27	1,33	0,16	163
D136	1,19	0,95	1,84	1,79	0,36	788

Tabla 6.12. Dimensiones de los depósitos de sedimentación según sus ejes horizontales (A-C) y longitudinales (B-D).
Fuente: Elaboración propia.

Las medidas obtenidas permiten estimar que este tipo de instalaciones hidráulicas tienen unas medidas que oscilan entre 1,84 m de longitud y 1,19 m de anchura –las que presentan unas dimensiones mayores– y de 0,97 m de longitud y 0,43 m de anchura –las que presentan unas dimensiones menores– (Fig. 6.79).

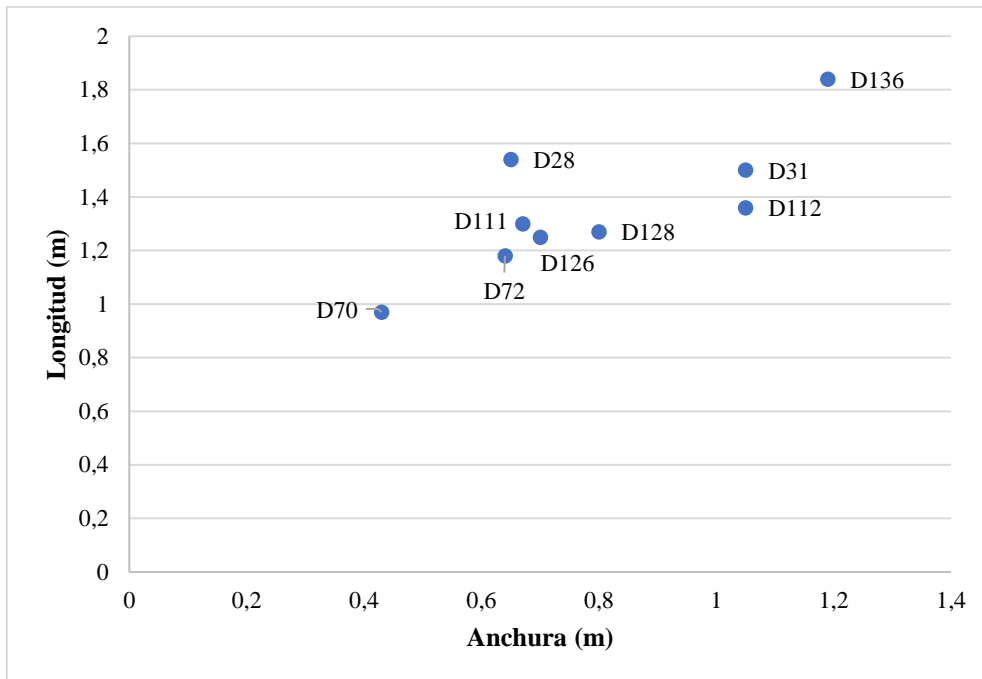


Figura 6.79. Representación gráfica de los depósitos de sedimentación según sus longitudes y anchuras. Fuente: Elaboración propia.

La capacidad de estos depósitos se ha realizado a partir de la fórmula de cálculo del volumen de un cuerpo rectangular $[(\text{longitud}) \times (\text{anchura}) \times (\text{altura}) = x]^{181}$. Los resultados obtenidos permiten estimar que estas estructuras tenían una capacidad máxima de agua de unos 800 L (D31) y mínima de 159 L (D70 y D72). Estos resultados pueden observarse de manera gráfica en la fig. 6.80. La capacidad del depósito D124 y D126 no se ha podido determinar, ya que no disponemos de las medidas necesarias para realizar su cálculo.

¹⁸¹ Para la longitud se han tomado los datos de la columna B y para la anchura los de la columna A de la tabla 6.12. La altura corresponde a la profundidad documentada. La estimación de la capacidad de esta estructura se ha realizado mediante la fórmula 10b propuesta por B. Lancaster (2006) para calcular la capacidad de un depósito cuadrado o rectangular. Véase el anexo 3 de Lancaster, 2006: 134.

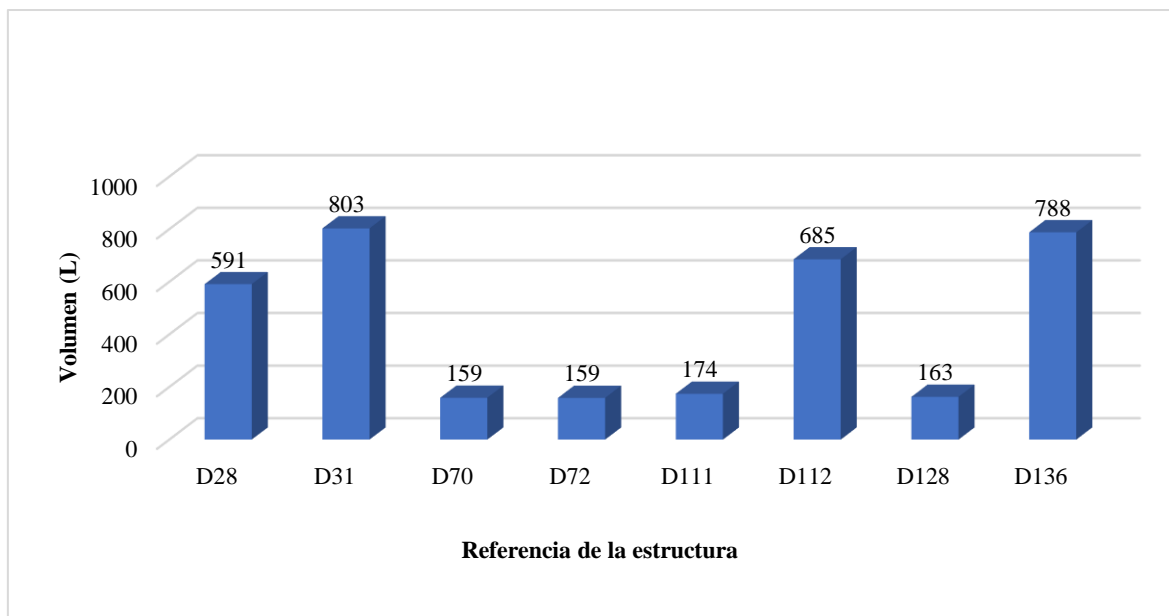


Figura 6.80. Capacidad estimada de los depósitos de sedimentación.
Fuente: Elaboración propia.

6.3.5. Orientaciones y pendientes

Las orientaciones y pendientes de los depósitos de sedimentación se han establecido a partir del mapa topográfico de Sela 2016 (Tabla 6.13). La estructura D124 no fue documentada topográficamente y los datos del depósito D126 presentados corresponden a una estimación, ya que quizás en el tramo no documentado, la orientación de la estructura puede variar la orientación final de la misma. En el caso del depósito D124, a través de la documentación fotográfica y en relación con las estructuras hidráulicas con las que conecta, muy probablemente podría tener una orientación E-W o N-S y una pendiente hacia el W.

Referencia de la estructura	Orientación	Pendiente
D28	Ligeramente NE-SW	SW
D31	Ligeramente NW-SE	SW
D70	Ligeramente NE-SW	NE
D72	Ligeramente NE-SW	SW
D111	NE-SW	SW
D112	Ligeramente NW-SE	W
D124	Indet. (prob. E-W o N-S)	Indet. (prob. W)
D126	NE-SW	SW
D128	NW-SE	SE
D136	NW-SE	N

Tabla 6.13. Orientaciones y pendientes de los depósitos de sedimentación.
Fuente: Elaboración propia.

6.3.6. Relación con otras estructuras hidráulicas

La mayoría de los depósitos de sedimentación tiene un canal de entrada de agua y un canal de salida. El canal de salida siempre está presente, exceptuando el de las estructuras D72 y D136. Los canales de salida se asocian siempre a una cisterna, como se puede observar en el caso de las estructuras hidráulicas D28, D31, D70, D111, D112 y D124. Todas estas relaciones se presentan en las figs. 6.81-6.87. Respecto a los canales que permiten la entrada de agua a los depósitos de sedimentación, muchos de ellos no se han podido documentar como sucede en las estructuras D72, D124, D126 y D136. En estos casos es probable que el agua se recogiera en un área de captación situada al lado de estas estructuras y pasara a través de esta directamente al depósito como en el caso de D30, D33 y D128. En la tabla 6.14 que se presenta a continuación, se indica la referencia del depósito, así como las relaciones entre las distintas instalaciones hidráulicas identificadas (cisterna, canal de entrada y de salida) con sus correspondientes observaciones.

Referencia de la estructura	Cisterna	Canal de entrada	Canal de salida	Observaciones
D28	D30	-	C29	Probablemente, el agua procede del área de captación situada en el extremo W de la estructura.
D31	D33 y D34	-	C32	Probablemente, el agua procede del área de captación situada en el extremo E de la estructura.
D70	D68	C134	C69	El canal de entrada está cubierto por una abundante vegetación y solamente se ha podido documentar un tramo muy corto del mismo.
D72	?	?	?	No se ha podido establecer ninguna conexión. Cerca se sitúa el canal C71, que se orienta hacia esta estructura, pero no se puede asegurar dicha conexión.
D111	D15	C14	C135	El tramo documentado del canal C131 es tan corto que no podemos establecer si aportaba agua o actuaba como canal de rebosadero de este depósito.
D112	D55	C56	C113	La procedencia del canal C56, que aporta agua a este depósito, es desconocida.
D124	D53	?	C123	El canal de entrada del agua a este depósito no se ha hallado, pero si existe, probablemente se encontraría en la parte E del mismo.
D126	D91	?	C93	El canal de entrada del agua a este depósito no se ha documentado, pero si existe, probablemente se encontraría en la parte NW del mismo.
D128	D49	-	C129	Probablemente, el agua procede del área de captación situada en el lado NW de la estructura.
D136	?	?	?	El canal C137, ubicado en la parte NW de este depósito, no sabemos si funcionaría como canal de entrada o de salida, ya que es subterráneo.

Tabla 6.14. Relación de los depósitos de sedimentación con las cisternas y los canales de entrada y de salida.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6.81. Depósito de sedimentación D31 que conecta con las cisternas D33 y D34 a través del canal C32.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

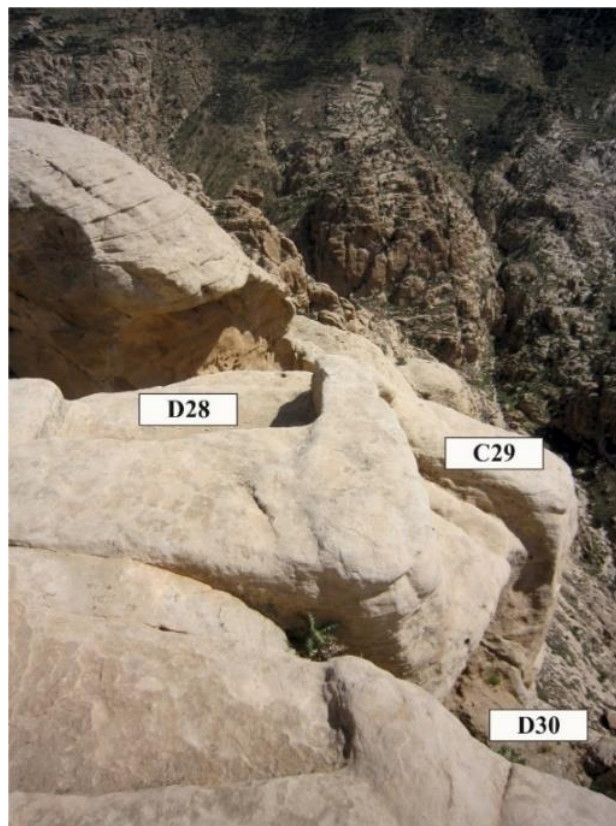


Figura 6.82. Depósito de sedimentación D28 que conecta con la cisterna D30 a través del canal C29.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

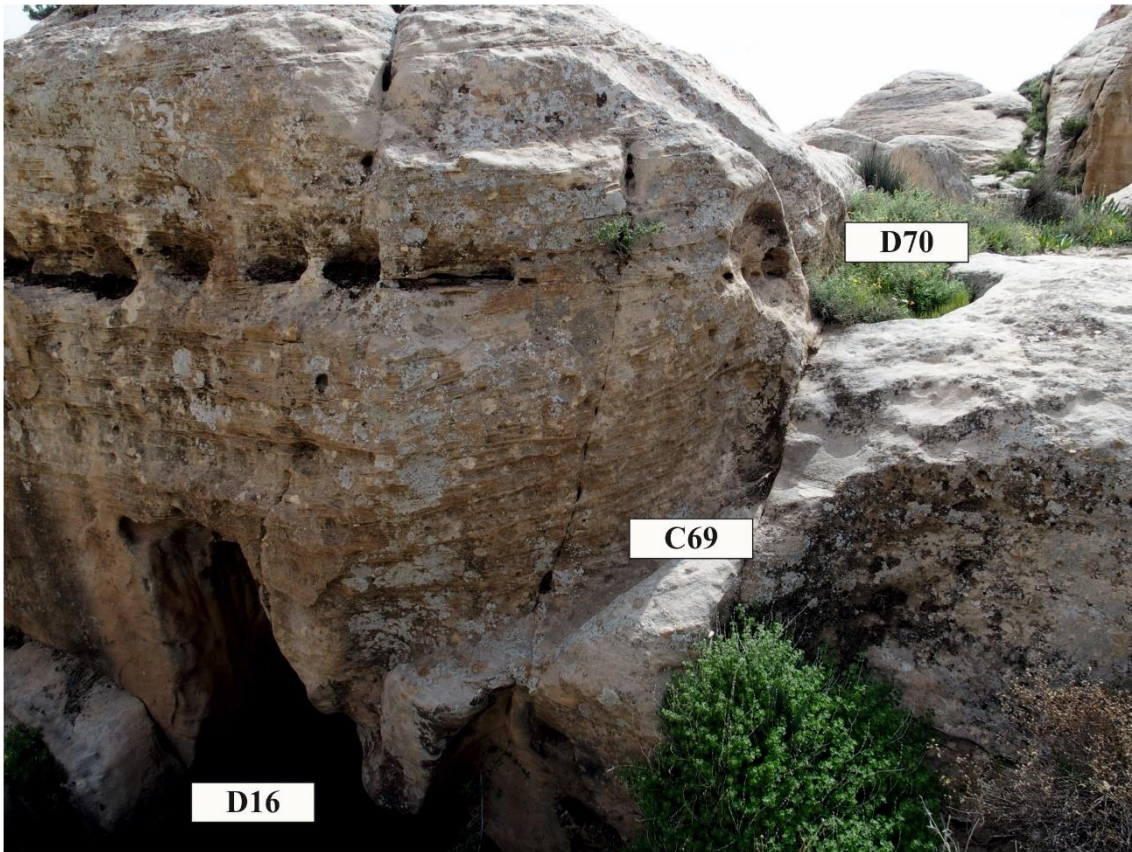


Figura 6.83. En la parte superior derecha, depósito de sedimentación D70 que conecta con la cisterna D16 a través del canal C69.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

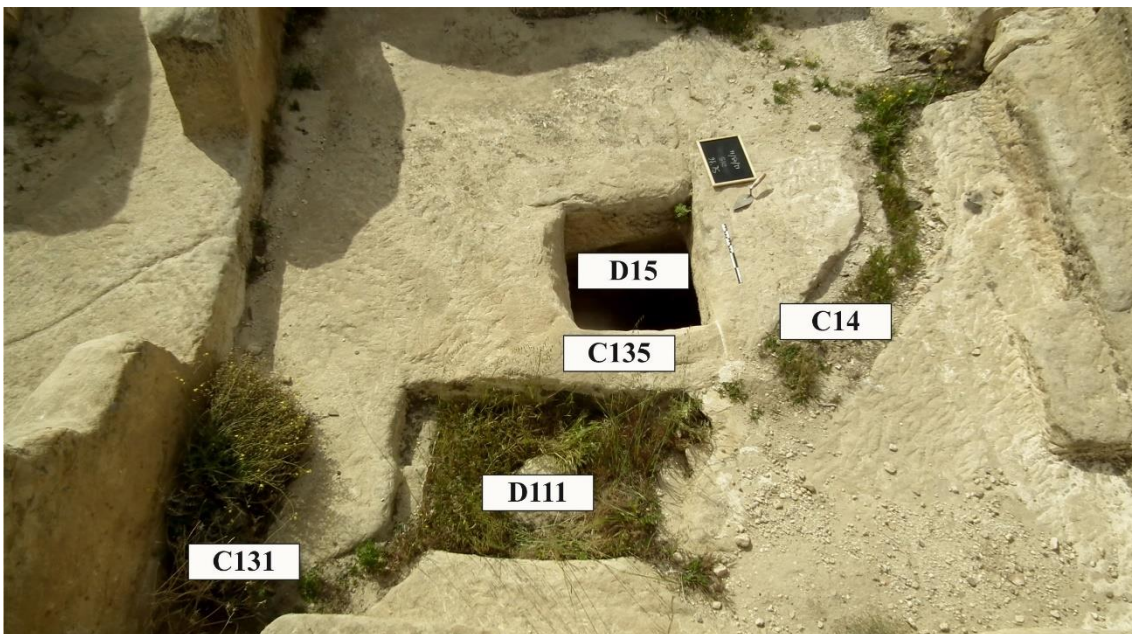


Figura 6.84. Depósito de sedimentación D111 que conecta con la cisterna D15 a través del canal C135. El depósito se alimenta de agua por el canal C14 y conecta con el canal C131.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

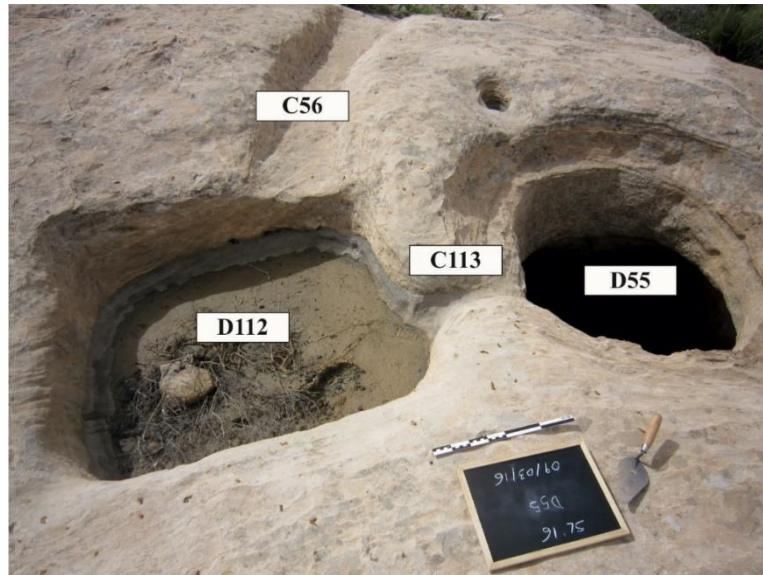


Figura 6.85. Depósito de sedimentación D112 que conecta con la cisterna D55 a través del canal C113. El canal C56 conduce el agua a este depósito.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

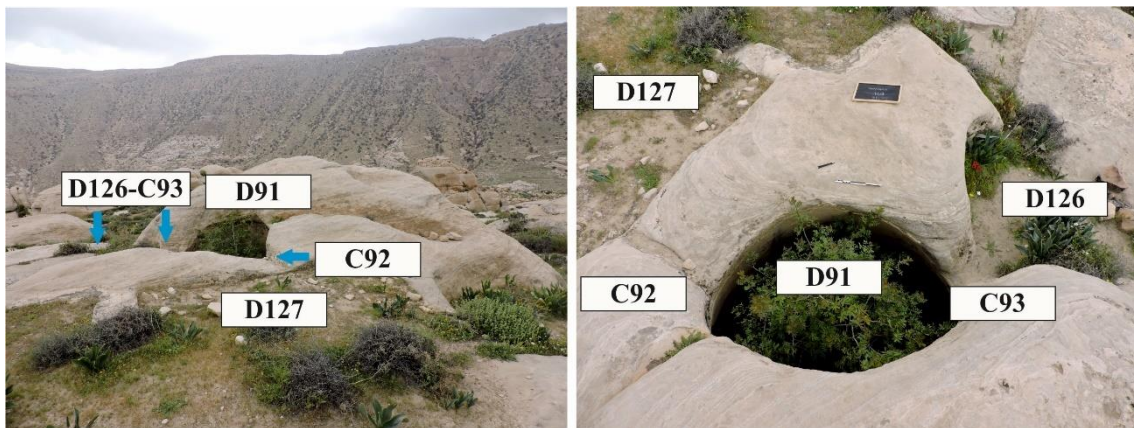


Figura 6.86. Posible depósito de sedimentación D126 con todas sus conexiones.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

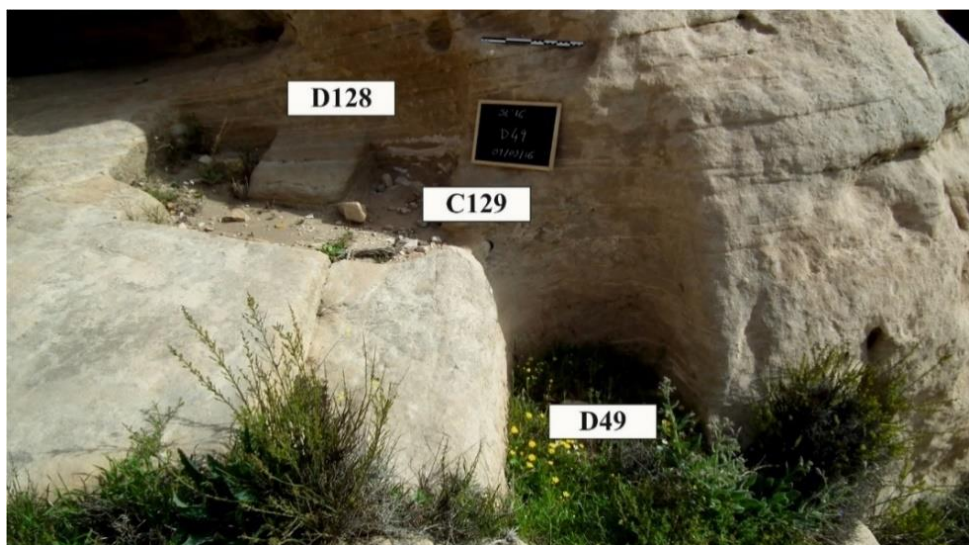


Figura 6.87. Depósito de sedimentación D128 que conecta con la cisterna D49 a través del canal C129.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En función del tipo de cisterna y del depósito de sedimentación con que se relaciona, existe una gran variabilidad en la relación de las tipologías. Por un lado, los tres depósitos de sedimentación que presentan una elevación de la roca a modo de cuadrado en uno de sus laterales o esquinas (D28, D31 y D128), se asocian a las cisternas tipo 1d y 3c. Estas son las cisternas excavadas en una superficie plana que pueden presentar cuello o no y que apoyan uno de sus lados en una pared vertical (tipo 1d) y las que se encuentran excavadas rebajando la pared vertical que presentan el mismo diámetro de la abertura que de la cámara de almacenamiento (tipo 3c). Los depósitos D126 y D128 se relacionan con cisternas tipo 1b, es decir, aquellas cisternas que no presentan cuello. En cambio, el resto de los depósitos se asocia a diferentes tipos de cisternas (Tabla 6.15).

Referencia del depósito de sedimentación	Tipología del depósito de sedimentación	Referencia de la cisterna	Tipología de la cisterna asociada
D28	2a	D30	3c
D31	2b	D34	1d
D70	1b	D16	3a
D111	1a	D15	1a
D112	1b	D55	4b
D124	Indet. a	D53	1b
D126	Indet. b	D91	1b
D128	2b	D49	3c

Tabla 6.15. Comparación de las tipologías de depósitos de sedimentación y las tipologías de cisternas con las que conectan.

Fuente: Elaboración propia.

6.4. Piscinas

En el yacimiento de Sela se ha observado un total de cuatro piscinas. Tres se documentaron durante la campaña arqueológica a Sela en 2015 y una en la campaña del 2016 (Anexo A Tabla 4).

6.4.1. Identificación y estado de conservación

Aunque no se realizó una documentación específica de las piscinas, el equipo de Lindner (1989a: 280 y 281, fig. 15) identificó las diferentes plataformas asociadas a estas estructuras. Algunas de las fotografías que realizaron se presentan en la fig. 6.88. Según estos autores, así como posteriormente por el equipo polaco dirigido por Piotr Kołodziejczyk (2015: 107), se trata de los llamados “*high places*”, es decir, los lugares altos a modo de altares excavados en la roca que datarían de la Edad del Hierro y del periodo helenístico. Precisamente, en las figuras que proporcionan Lindner y

Kołodziejczyk (2015: 107) sobre estas estructuras, se puede apreciar una pequeña abertura rectangular en la esquina este de la segunda plataforma excavada en la roca (Fig. 6.89). Este elemento sugiere que podrían tratarse de instalaciones hidráulicas a modo de áreas de captación de agua de la lluvia que podrían alimentar las piscinas.

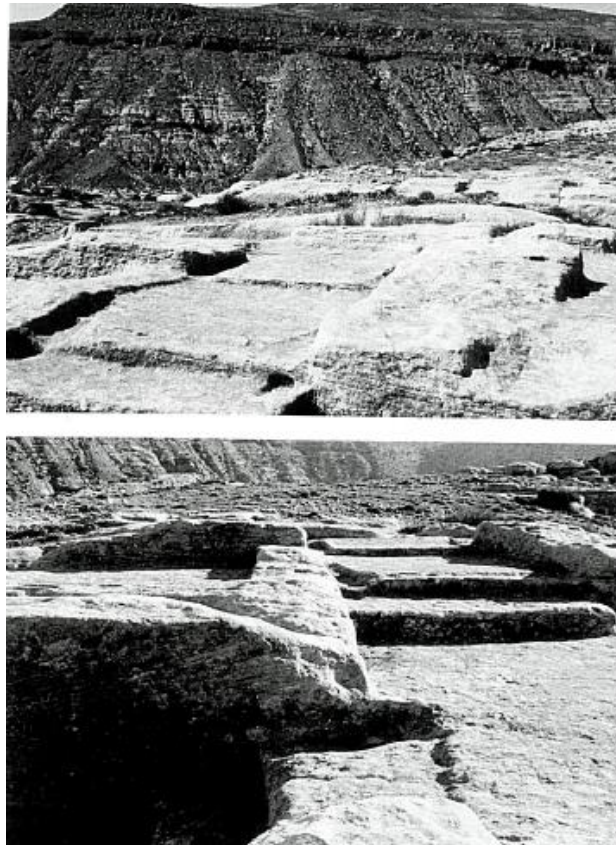


Figura 6.88. Diferentes plataformas documentadas por Lindner.
Fuente: Lindner *et al.*, 2001: 267, figs. 42-43.



Figura 6.89. Diferentes plataformas documentadas por el equipo de Kołodziejczyk.
Fuente: Kołodziejczyk, 2015: 107, fig. 13.

Estas estructuras presentan un buen estado de conservación, aunque muchas de ellas están colmatadas. Estas instalaciones se han visto afectadas principalmente por sedimentos, rocas y vegetación, aunque también, en el caso de D62, se observó agua y basura contemporánea en su interior durante el proceso de documentación. En la fig. 6.90 se pueden observar distintas afectaciones de estas instalaciones.



Figura 6.90. Colmatación de las diferentes piscinas documentadas.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Su identificación no ha presentado tantas dificultades como en otras estructuras hidráulicas. Aunque presentan altos índices de colmatación, sus formas y dimensiones se han podido evidenciar. No podemos descartar que se trate de depósitos de sedimentación, ya que por debajo de los niveles de colmatación podrían hallarse las aberturas o agujeros de los canales de entrada o salida de estas estructuras. Sin embargo, su disposición y la ausencia de conexiones con otro tipo de estructuras hidráulicas, como las cisternas, han permitido clasificar estas estructuras dentro de esta sección. No obstante, la determinación de su función es compleja. En el caso de la estructura D65, Kołodziejczyk (2015: 108) considera que se trata de una instalación de almacenamiento, pero no indica si la función está asociada con el almacenamiento de agua.

6.4.2. Descripción de las estructuras

Las cuatro estructuras identificadas se caracterizan por presentar formas rectangulares que se asocian a posibles áreas de captación de agua. El caso de la piscina D61 es la más clara, ya que se encuentra asociada a tres plataformas con diferentes elevaciones. Cada

una de ellas se nombra con las abreviaturas p1, p2 y p3 en la fig. 6.91. La plataforma más elevada (p1) se encuentra justo al SE. Unos pocos centímetros por debajo se encuentra la segunda plataforma (p2), justo en la extensión hacia el SE de la estructura. Finalmente, en su lado SW se encuentra la tercera plataforma (p3).



Figura 6.91. Diferentes plataformas asociadas a la piscina D61.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En el caso de la estructura D60, el agua podría captarse justo en la parte superior situada al este de esta estructura (Fig. 6.92). En el caso de la piscina D65, el área de captación podría ubicarse en el área plana que se sitúa en toda el área circundante a esta estructura, como se puede observar en la fig. 6.93.



Figura 6.92. Piscina D60.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 6.93. Piscina D65.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Una excavación en la roca a modo de plataforma se sitúa también en el lado oeste de la piscina D62 (Fig. 6.94). Esta excavación podría indicar un área de captación del agua.



Figura 6.94. Piscina D62.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.4.3. Medidas y capacidades

Este tipo de estructura hidráulica presenta unas dimensiones que no alcanzan los 1,5 m de longitud ni superan los 1,20 m de anchura. De nuevo, la capacidad¹⁸² de estos depósitos se ha realizado a partir de la fórmula de cálculo del volumen de un cuerpo rectangular. De este modo, la estimación de la capacidad de estos depósitos se sitúa entre 680 y 1100 litros. Las medidas tomadas en campo y la correspondiente capacidad estimada en litros se presentan en la tabla 6.16.

Referencia de la estructura	Anchura (m)		Longitud (m)		Profundidad (z)	Capacidad (L)
	A	C	B	D		
D60	1,14	1,20	1,21	1,31	0,49	770
D61	0,97	0,98	1,44	1,44	0,58	818
D62	0,96	1,43	0,85	1,40	0,55	1101
D65	0,80	0,87	1,33	1,45	0,54	681

Tabla 6.16. Medidas ancho (A-C), largo (B-D), profundidad (z) y capacidad en litros (L) de las piscinas de Sela.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.4. Orientaciones

Las orientaciones de estas estructuras no presentan un patrón fijo, sino que varían en función de la orografía propia del lugar donde se construyeron (Tabla 6.17).

Referencia de la estructura	Orientación
D60	NE-SW
D61	NW-SE
D62	NE-SW
D65	E-W

Tabla 6.17. Orientación y pendiente de las piscinas documentadas en Sela.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.5. Técnicas constructivas

Todas las estructuras hidráulicas consideradas en este trabajo como piscinas se encuentran excavadas en la roca arenisca. Como característica propia de estas estructuras,

¹⁸² Se ha tomado los datos de la columna D de longitud y B de anchura de la tabla 6.16. La estimación de la capacidad de esta estructura se ha realizado mediante la fórmula 10b propuesta por B. Lancaster (2006) para calcular la capacidad de un depósito cuadrado o rectangular. Véase el anexo 3 de Lancaster, 2006: 134.

prácticamente todas sus esquinas están redondeadas y no se ha evidenciado la presencia de revocos en las paredes de estas instalaciones. Un ejemplo de la presencia de esquinas redondeadas se puede observar en la estructura D65 que se presenta en la fig. 6.95.



Figura 6.95. Piscina D65 donde puede apreciar su esquina NE redondeada.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.5. Canales

Se ha identificado un total de 51 canales, 18 durante la campaña arqueológica de 2015 y 33 durante la del 2016 (Anexo A Tabla 5).

6.5.1. Identificación y estado de conservación

La identificación de los canales en Sela presenta ciertas dificultades: los canales presentan diferentes grados de conservación y, a menudo, no se puede distinguir si un canal es artificial o bien un cauce o curso natural de agua.

Los criterios que se han seguido para identificar los canales son los siguientes¹⁸³:

- a) determinar marcas artificiales de repiqueteados para excavar estas estructuras;
- b) identificar los canales en relación con otras estructuras hidráulicas, principalmente cisternas;
- c) seguir las líneas de cobertura vegetal que permiten dibujar el trazado parcial o completo de los canales.

¹⁸³ Los criterios a y b-c se pueden observar gráficamente en la fig. 6.80.

Estos tres criterios se ejemplifican en la fig. 6.96 mediante las fotografías del canal C11 (a la izquierda) y del canal C06 (a la derecha).



Figura 6.96. Ejemplos del canal C11 (izq.) y del canal C06 (dcha.), donde se pueden observar las diferentes características para identificar los canales.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Su identificación también depende del estado de conservación de estas estructuras hidráulicas, las cuales presentan mayoritariamente altos índices de colmatación y erosión (Fig. 6.97). Sin embargo, también hay algunos canales muy bien conservados y otros en los que no se ha podido determinar su estado de conservación, debido a que son subterráneos.

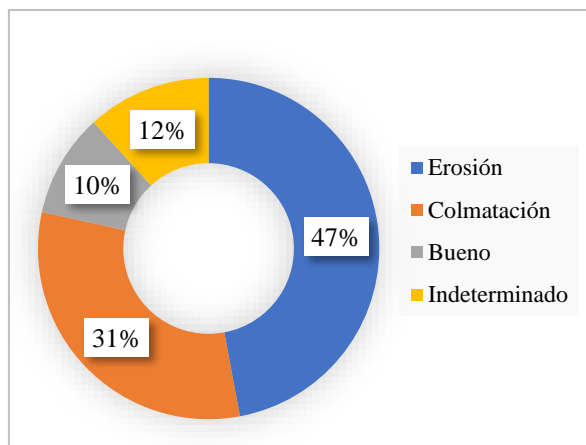


Figura 6.97. Representación gráfica del porcentaje de canales de Sela según su estado de conservación.
Fuente: Elaboración propia.

Por ello, en este apartado se describen los diferentes grados de colmatación y erosión de estas estructuras con la finalidad de exponer las diferentes variables en el estado de conservación de los canales.

Principalmente, se han podido distinguir canales colmatados por sedimentos, rocas y vegetación. La mayoría de los canales (un 48%) presenta una combinación de estos tres aportes como se representa gráficamente en la fig. 6.98.

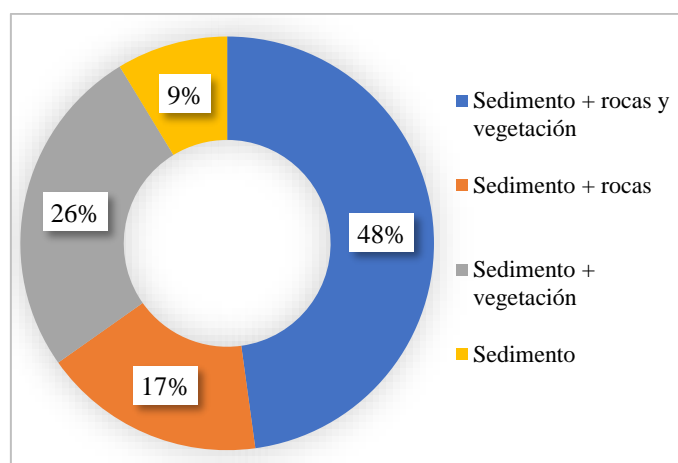


Figura 6.98. Representación gráfica del porcentaje de canales de Sela según el tipo de colmatación.
Fuente: Elaboración propia.

Todos los canales colmatados también presentan erosión de diferentes tipos. En el Anexo B Tabla 4 se indican las características de la colmatación y erosión de estos dispositivos¹⁸⁴. La mayoría de ellos únicamente conserva una parte de la extensión total de su curso y es muy complejo determinar su inicio y fin.

¹⁸⁴ Los canales C118, C119, C120, C121, C135 y C137 no se han considerado en este apartado, ya que son subterráneos.

En el caso de la erosión se pueden observar:

- 1) canales que solamente conservan el tramo que conecta con otra estructura hidráulica, principalmente con las cisternas;
- 2) canales que conservan otro tramo que no conecta con ninguna otra instalación hidráulica;
- 3) canales que presentan el tramo que conecta con otra estructura hidráulica y otro tramo.

El tramo que se conserva puede presentar:

- a) toda la sección bien conservada;
- b) solamente una sección o ambas, pero muy erosionadas.

Como ejemplo, en la fig. 6.99 se indica el trazado identificado del canal C56, en color azul más oscuro y una línea continua y, en líneas discontinuas, su trazado no conservado. En las dos fotografías de la derecha se pueden observar detalles de los trazados conservados. En la fotografía de arriba, se conserva toda la sección, en cambio, en la fotografía de abajo, solamente una de ellas.



Figura 6.99. Tramos del canal C56 identificados.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

En la fig. 6.100 se han tomado como ejemplo los canales C04 y C08. El primero presenta ambas secciones en la conexión con la cisterna, aunque están muy erosionadas. El segundo, en cambio, presenta solamente una sección del canal que se encuentra muy erosionado y que podría confundirse con un curso natural de agua.



Figura 6.100. Canal C04 (arriba), el cual presenta ambas secciones en la conexión con la cisterna muy erosionadas y, canal C08 (abajo), el cual presenta solamente una sección.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Un 67% de los canales presenta el tramo que conecta con otras estructuras hidráulicas, principalmente cisternas y depósitos de sedimentación. De estos, un 40% conserva las dos secciones. Sin embargo, solamente un 30% de los canales conserva un tramo que no tiene ningún tipo de conexión con otra estructura hidráulica. Entre estos canales, un 25% está representado por aquellos que conservan ambas secciones. Finalmente, solamente se ha documentado un canal (C56), del cual se observan sus dos secciones en la conexión con otra estructura hidráulica y en otro tramo sin ninguna conexión establecida (Figura 6.101).

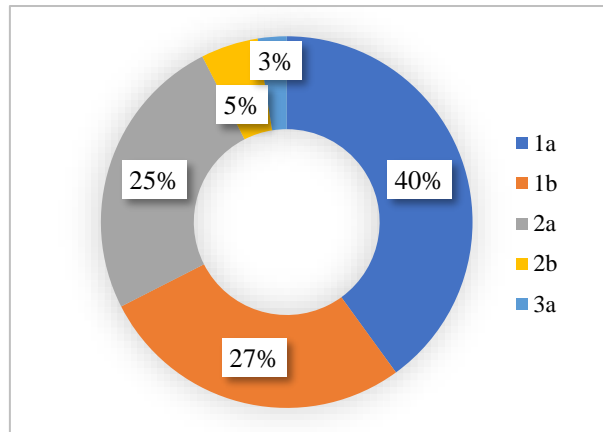


Figura 6.101. Representación gráfica del porcentaje de los canales de Sela según los diferentes tipos de erosión identificados.

Fuente: Elaboración propia.

En general, los canales que se han conservado mejor son los que conectan los depósitos de sedimentación con las cisternas. Ejemplos de este tipo de canales son los siguientes:

- C29: conecta el depósito de sedimentación D28 con la cisterna D30.
- C32: conecta el depósito de sedimentación D31 con la cisterna D33 y D34.
- C93: conecta el posible depósito de sedimentación D126 con la cisterna D91.
- C113: conecta el depósito de sedimentación D112 con la cisterna D55.
- C123: conecta el posible depósito de sedimentación D124 con la cisterna D53.
- C129: conecta el depósito de sedimentación D148 con la cisterna D49.
- C135: conecta el depósito de sedimentación D111 con la cisterna D15.
- C137: conecta con el posible depósito de sedimentación D136.

También el canal C92 responde a estas características, pero conecta una cisterna (D91) con una estructura indeterminada con forma rectangular (D127). Finalmente, no se ha podido determinar el estado de conservación de los canales C14, C118, C119, C120 y C121, ya que son subterráneos.

6.5.2. Medidas y capacidades

Se han realizado diferentes mediciones de los canales, aunque no se han podido efectuar sistemáticamente en todos ellos debido a los problemas de colmatación y erosión. Las mediciones que se han realizado son las siguientes:

- 1) medición de la longitud (**I**) del recorrido del canal desde el inicio hasta el final del tramo del canal identificado. En el caso de los canales que presentan un recorrido

que va cambiando su orientación, se han medido todos los tramos y su longitud es la suma de todos ellos;

- 2) medición de la anchura (**a**) del canal. Se proporcionará un rango para aquellos que presentan unas dimensiones irregulares en sus diferentes tramos.
- 3) medición de la profundidad (**z**) aproximada del canal;
- 4) medición de la anchura del canal en la conexión con otras estructuras hidráulicas (**a.c.**), principalmente cisternas y depósitos de sedimentación.

En la fig. 6.102 se ilustran las mediciones realizadas en los canales, mediante el ejemplo de distintos canales asociados a instalaciones hidráulicas.



Figura 6.102. Mediciones realizadas en el canal C84 (arriba) y en los canales C56 y C113 (abajo). Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

De los 51 canales hallados en Sela, solamente 9 conservan sus dimensiones completas¹⁸⁵. Todos ellos, excepto el canal C92, son canales que conectan un depósito de sedimentación con una cisterna. En el caso de C92, este canal conecta la cisterna D91 con una estructura indeterminada (D127).

Las dimensiones de estos canales raramente superan 1 m de longitud (entre 0,26 y 0,60 m) y presentan entre 0,08 y 0,26 m de anchura (Figs. 6.103 y 6.104). Sin embargo, hay tres de ellos (C29, C69 y C32), que superan los 1,40 m de longitud y su anchura oscila entre 0,11 y 0,31 m. El resto de canales presenta unas dimensiones que oscilan desde aquellos con menos de 1 m de longitud a los que pueden medir más de 50 m. Sin embargo, los más frecuentes son aquellos con menos de 1 m de longitud y, en menor proporción, los que presentan una longitud entre 1 y 4 m. Solamente el canal C50 presenta unas dimensiones iguales o mayores a los 50 m de longitud (Anexo B Tabla 5).

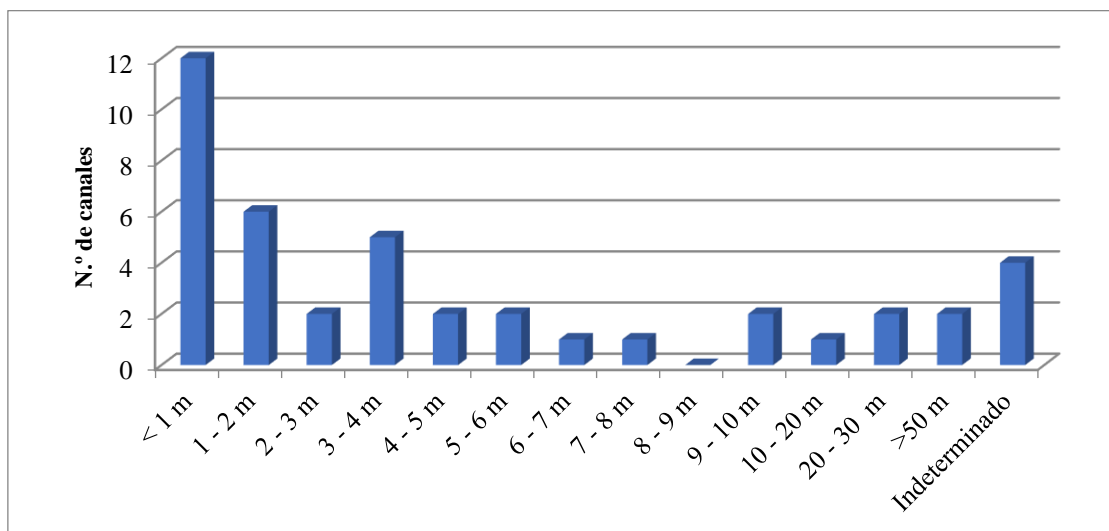


Figura 6.103. Representación gráfica de la longitud mínima de los canales.
Fuente: Elaboración propia.

La anchura de los canales, en cambio, es bastante irregular. Los canales que son más o menos regulares presentan mayoritariamente una anchura de entre 0,10 y 0,20 m, aunque también destacan aquellos con una anchura entre los 0,20 y los 0,30 m. Los canales más irregulares presentan anchuras que pueden oscilar entre 0,20 hasta 0,80 m (Fig. 6.104).

¹⁸⁵ Se trata de los canales que presentan un * en la tabla 5 del Anexo B.

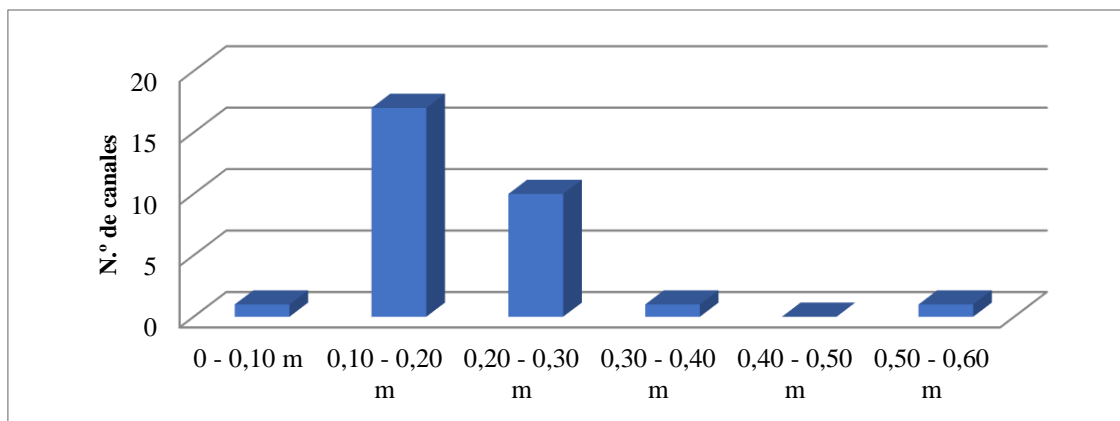


Figura 6.104. Representación gráfica de la anchura de los canales según rangos de 10 cm.
Fuente: Elaboración propia.

6.5.3. Técnicas constructivas

La variabilidad de técnicas constructivas de los canales de Sela permite determinar características como: a) el tipo de excavación en la roca para trazar su recorrido; b) la sección y c) la presencia o ausencia de revestimientos de mortero de cal. Todas ellas se presentan de forma individualizada para cada canal en el Anexo B Tabla 6 y a continuación se presentan en distintas secciones.

a) Tipo de excavación en la roca

Todos los canales de Sela están excavados en la roca. Su excavación puede ser: 1) a través de las fisuras de la roca o 2) directamente en la roca. Ambos ejemplos se ilustran en la fig. 6.105.



Figura 6.105. Canal C39 excavado a través de las fisuras de la roca (izq.) y canal C56 excavado directamente en la roca (dcha.).

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

Los canales C39, C48, C69, C74 y C94 son los únicos excavados a través de las fisuras de la roca. El resto de canales están excavados directamente en la roca. Destaca el canal C50, cuyos tramos presentan ambos tipos de excavación.

Los canales pueden estar abiertos o cubiertos. Muchos de los canales de Sela son abiertos, exceptuando los canales C14, C118, C119, C120 y C121. En el caso de los últimos cuatro,

todos ellos conectan con la cisterna D13 y presentan losas que los cubren (Fig. 6.106). Estas losas miden entre 24-17 cm de anchura y unos 7 cm de altura. Su medida longitudinal no se ha podido documentar ya que se encuentran bajo tierra y solamente se observa el tramo final que conecta con la cisterna D13. En la fig. 6.106 se indican los cuatro canales relacionados con la cisterna D13 y en la fig. 107 (izq.), se muestra el canal C119, mediante un recuadro, y a la derecha de esta fotografía, un detalle del mismo, que permite distinguir la losa de piedra que lo cubre.

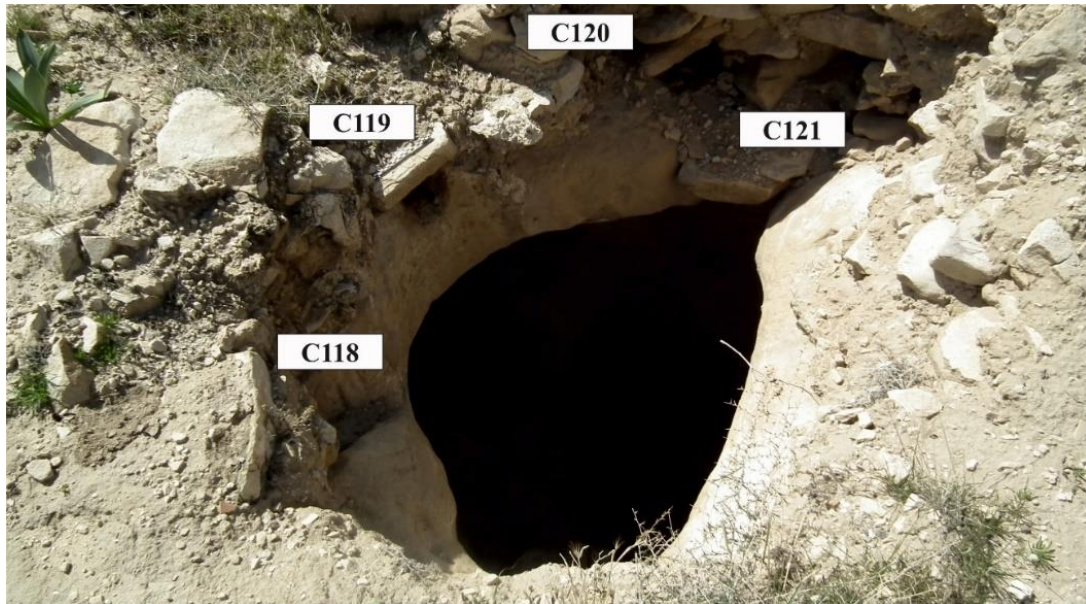


Figura 6.106. Cisterna D13 con sus cuatro canales.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.



Figura 6.107. Cisterna D13 y el canal C119 (a la izq.) y detalle del canal C119 (a la dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela (izq.: modificada por la autora).

En el caso del canal C14, la mayoría de su trazado está cubierto por sedimento (Fig. 6.108).



Figura 6.108. Canal C14.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

También hay algunos canales que, aunque no conservan directamente la losa de piedra, conservan las marcas de los rebajes donde se insertaban para cubrirlos. Por tanto, podrían estar tapados. El caso más evidente es el canal C11 (Fig. 6.109), aunque en el canal C32 también hay un tramo que podría tener estas mismas marcas.



Figura 6.109. Extensión del canal C11 documentado (izq.); detalle de las marcas para insertar las losas que lo cubrían (arriba a la dcha.) y detalle de la sección del canal (abajo a la izq.).

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

En este último caso, las marcas solamente se conservan en la sección izquierda como se observa en el recuadro de la fig. 6.110.



Figura 6.110. Canal C32.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, (dcha. modificada por la autora).

b) Secciones

Las formas de las secciones de los canales son muy variadas. No obstante, en muchos casos, no se conserva parte de una sección, por lo que no se ha podido determinar su forma. Podemos observar diferentes tipos de secciones según el tipo de excavación en la roca o de si están abiertos o cubiertos. En el primer caso, la sección de los canales excavados a través de las particiones de la roca presenta una forma en ángulo de unos 100-110° (Fig. 6.111).



Figura 6.111. Fotografía del canal C48, donde se indican los grados de la forma del ángulo de su sección.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

Los canales C39, C48, C69, C74 y C94, así como algunos tramos del canal C50 y C71 presentan este tipo de sección. Un ejemplo se presenta en la fig. 6.112, donde se pueden ver en detalle las secciones de los canales C39 y C94.

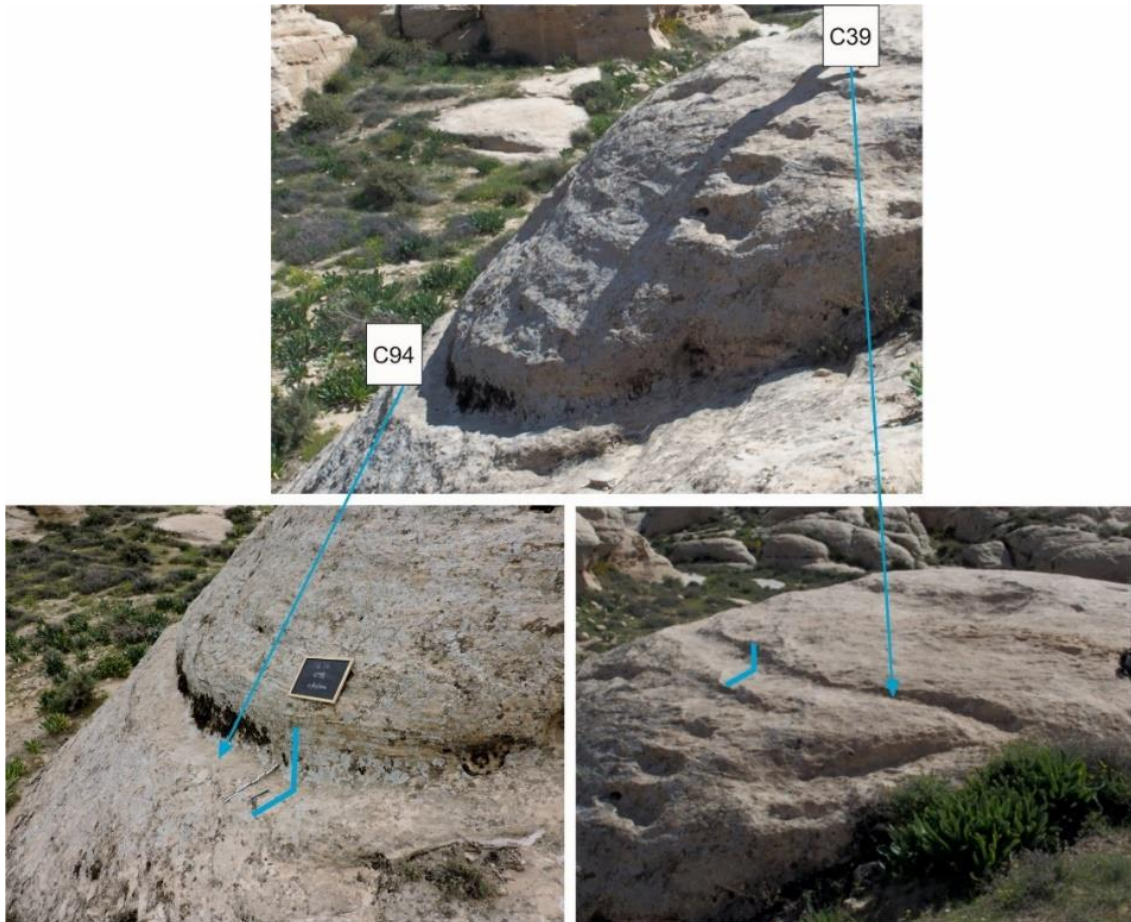


Figura 6.112. Ejemplos de secciones en forma de ángulo de 100-110° de los canales C39 (arriba y abajo a la dcha.) y C94 (arriba y abajo a la izq.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Los canales excavados directamente en la roca tienen unas secciones muy diversas: trapezoidales, rectangulares, cuadrangulares, triangulares y semicirculares. Todas estas secciones se ilustran en la fig. 6.113, mediante el ejemplo de un canal. Estas formas se dan cuando los canales están abiertos. En el caso de los canales con secciones trapezoidales solamente se han registrado el canal C42 y un tramo de C71 y de C105. Los canales con secciones rectangulares son C17, C84, C109 y un tramo de C50, C56 y de C102. La sección triangular solamente está representada por el canal C19 y los que presentan una sección semicircular son bastante numerosos: C04, C54, C77, C89, C93, C108, C110, C113, C116, C118, C119, C120, C121, C129, C29 en su conexión con D28,

C32 en su conexión con D34, C135 en su conexión con D15 y en uno de los tramos de C102.

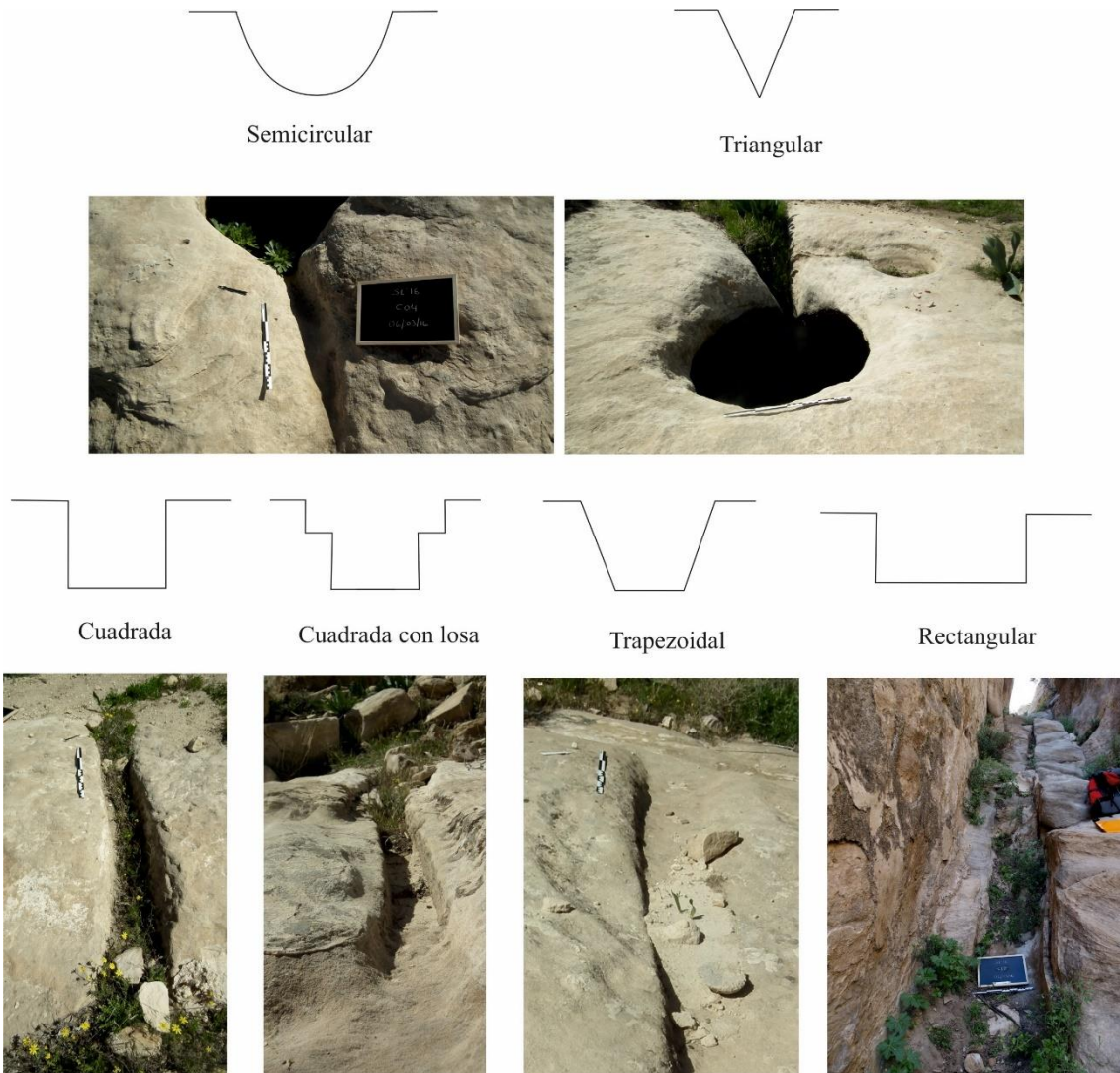


Figura 6.113. Secciones de los canales de Sela.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela. Dibujos: Elaboración propia.

También hay algunas secciones que no se han podido determinar y otras que son irregulares, es decir, que en los diferentes tramos del canal presentan diferentes secciones. Ejemplos de estos últimos son los canales C50, C71, C101 y C105. En el caso del canal C50, este presenta secciones rectangulares y angulares en sus diferentes tramos documentados (Fig. 6.114). En el Anexo B Tabla 6 se indican las secciones asignadas a cada canal.



Figura 6.114. Canal C50, el cual presenta secciones rectangulares y angulares en sus diferentes tramos documentados.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

En cambio, las secciones de los canales que estaban cubiertos solamente presentan formas semicirculares (C118-C121), cuadradas (C12 y C66) y cuadradas con losas (C11 y un tramo de C32). El canal C14 tiene una sección cuadrada. Quizás pudo haber estado cubierto en algún tramo por losas y, por tanto, tener una sección cuadrada con losa. El canal C29 también presenta una sección cuadrada en su conexión con la estructura D30 y los canales C50, C56, C102 y C105 presentan un tramo con sección cuadrada. Finalmente, el canal C135 es el único que presenta una sección circular en su conexión con D15. El motivo para cubrir los canales está relacionado con la preservación de la calidad del agua, evitando su contaminación y minimizando su evaporación durante su transporte hasta un depósito de almacenamiento.

c) Morteros

Al igual que en las cisternas y en otras construcciones hidráulicas, los morteros de cal se utilizaban para impermeabilizar los canales. De este modo, se intentaba evitar la pérdida del agua, que las corrientes de agua pudieran deteriorarlos o destruirlos y conseguir que el agua a su paso tuviera una menor fricción sobre las paredes del canal. En Sela, solamente se conservan restos de morteros de cal en los canales C17, C54 y C119. El canal C17 es el que presenta un mortero más grueso, entre 5-7 cm de grosor, como se muestra en la fig. 6.115.



Figura 6.115. Mortero de cal del canal C17.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

En el caso del canal C54 solamente se conserva el mortero del canal en su conexión con la cisterna D53. En el recuadro de la fotografía de la izquierda de la fig. 6.116 se indica la ubicación de este canal respecto a la cisterna y, a la derecha, un detalle del mismo.



Figura 6.116. Restos de mortero de cal conservados en el extremo que conecta el canal C54 con la cisterna D52.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela (izq.: modificada por la autora).

Finalmente, el canal C119 presenta una pequeña capa de mortero, aunque se desconoce cómo se disponía a través del canal, ya que está totalmente cerrado y bajo tierra (Fig. 6.117). Es muy probable que los canales C118, C120 y C121, los cuales alimentan la misma cisterna, también tuvieran mortero en sus lados, pero no se ha podido documentar.



Figura 6.117. Canal C119 en su conexión con la cisterna D13.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.5.4. Orientaciones y pendientes

Se ha determinado la orientación y pendiente de los canales en sus diferentes tramos y también se ha calculado el porcentaje de la pendiente. Los resultados obtenidos se presentan en el Anexo B Tabla 7. Este último cálculo se ha realizado restando la cota de los dos extremos opuestos del canal documentado y, el resultado de este, multiplicado por la longitud documentada del canal. Al no disponer de la extensión total del canal, la pendiente se ha estimado.

La mayoría de canales tiene una orientación NE-SW o E-W, aunque también hay algunos que se orientan NW-SE. Solamente el canal C84 se dispone N-S y la orientación del canal C137 no se ha podido determinar. En el caso de las pendientes, en muchas ocasiones no se ha podido determinar (Tabla 6.18). No obstante, las pendientes son muy variadas e incluso en los casos de los canales C39, C74, C77, C84 y C94, los canales tienen más de una pendiente, dependiendo del tramo documentado. Un resumen de las orientaciones y pendientes de los canales se presenta en la tabla 6.18.

Orientación	Referencia de la estructura
NE-SW	C04, C06, C11, C12, C14, C19, C29, C48, C50, C56, C66, C69, C77, C89, C92, C94, C108, C121, C134, C135
E-W	C08, C32, C39, C54, C74, C84, C105, C109, C113, C114, C122, C123, C132, C133
NW-SE	C17, C42, C71, C93, C101, C102, C104, C110, C125, C129
N-S	C84
Indeterminada	C137
Pendiente	Referencia de la estructura
NE	C06, C11, C14, C19, C56, C108, C134
NW	C125
SE	C17, C42, C69, C71, C93, C101, C102, C104, C129
SW	C04, C12, C29, C48, C50, C66, C89, C92, C135
E	C122
W	C32, C54, C109, C113, C132
Indeterminada	C08, C105, C110, C114, C116, C117, C118, C119, C120, C121, C123, C131, C133

Tabla 6.18. Orientaciones y pendientes más representativas de los canales de Sela.

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el valor medio orientativo por defecto de la pendiente (P) de los canales de Sela se ha considerado la diferencia de cota entre los dos extremos opuestos del canal y su longitud¹⁸⁶. Todos los resultados se han expresado en su forma porcentual.

¹⁸⁶ El cálculo para obtener este valor es: $P = \frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{\text{Longitud}} \times 100$.

La pendiente se ha calculado en todos los canales exceptuando los canales C08, C105, C110, C114, C116, C117, C118, C119, C120, C121, C123, C125, C131, C133, C134, C135, C137¹⁸⁷. Las pendientes oscilan entre aquellas inferiores a 1% (C77) y aquellas entre el 55-60% (C69). Sin embargo, la mayoría presenta una pendiente de entre el 5-10% (C08, C105, C110, C114, C116, C117, C118, C119, C120, C121, C123, C125, C131, C133, C134, C135 y C13) o el 10-15% (C04, C74, C84, C104 y C122). También hay una presencia notoria de canales con pendientes entre el 1-5% (C12, C54, C108 y C132) y del 45-50% (C29, C102 y C113) (Fig. 6.118).

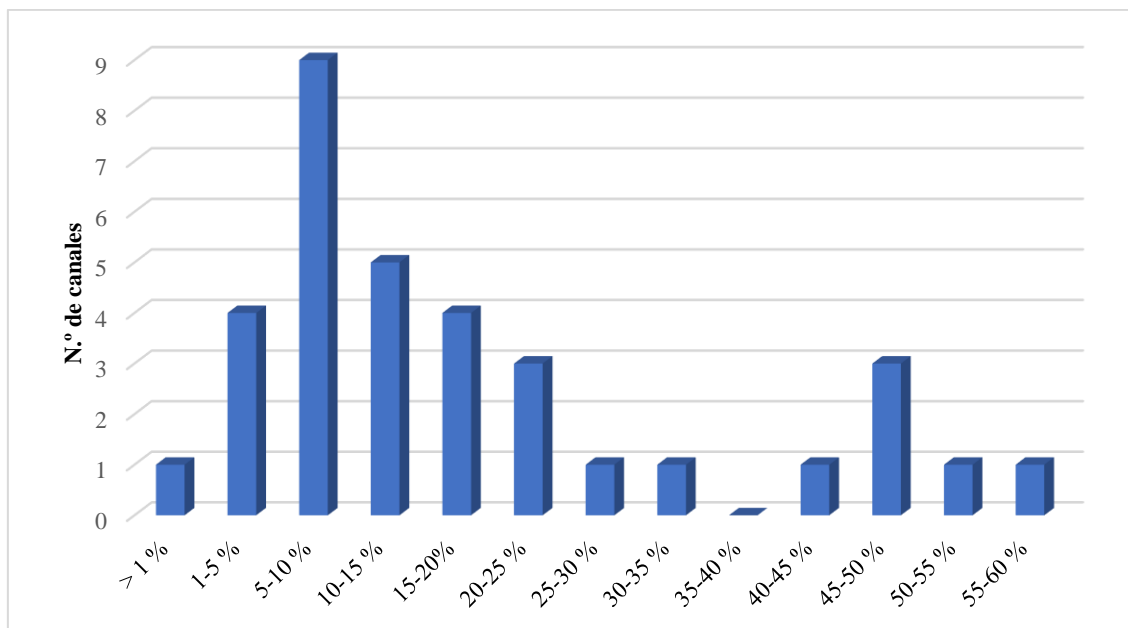


Figura 6.118. Representación gráfica porcentual del gradiente de la pendiente de los canales.
Fuente: Elaboración propia.

6.5.5. Conexiones con otras estructuras hidráulicas

Aunque en el capítulo 7 se analizará con más detalle las conexiones directas e indirectas de todas las estructuras hidráulicas de Sela en función de su orientación, pendiente y ubicación espacial, a continuación, se describen las conexiones de los canales con otras estructuras hidráulicas. En el Anexo B Tabla 8 se indica la instalación con la que conecta cada canal y se especifica el lado o esquina con el que conecta.

Prácticamente todos los tramos de canal excavados en la roca documentados conectan directamente con una cisterna. También se han encontrado un número representativo de canales que conectan un depósito de sedimentación con una cisterna o canales que

¹⁸⁷ Esto se debe principalmente a la falta de algún dato para poder realizar los cálculos.

conectan con un depósito de sedimentación. Solamente se han encontrado dos casos de canales que conectan una cisterna con una estructura indeterminada, un caso de un canal que conecta con dos cisternas y otro caso de un canal que conecta con una posible represa (Tabla 6.19).

Estructura con la que conecta	Referencia de la estructura
Una cisterna	C04, C06, C19, C39, C48, C54, C77, C94., C108, C109, C110, C114, C116, C117, C118, C119, C120, C121, C125, C132, C133
Dos cisternas	C08
Depósito de sedimentación	C14, C56, C131, C134
Depósito de sedimentación con una cisterna	C29, C32, C69, C93, C113, C129, C135
Una cisterna con una estructura indeterminada	C92, C122
Indeterminada	C11, C12, C42, C50, C66, C71, C84, C89, C101, C102, C104, C105, C137

Tabla 6.19. Conexión de los canales con otras estructuras hidráulicas.
Fuente: Elaboración propia.

6.5.6. Tipologías según la función de los canales

Gracias a las técnicas constructivas, orientaciones, pendientes y conexiones observadas en los canales de Sela, se han podido establecer cuatro tipologías distintas de canales según su función: canales de captación (tipo 1); canales de conducción (tipo 2); canales de rebosadero (tipo 3) y canales de conexión entre dos estructuras hidráulicas (tipo 4). En Sela, los más representativos son los canales tipo 2 (61%), seguidos por el tipo 4 (17%). Los canales asignados a cada tipología se presentan en la tabla 6.20 y su porcentaje se representa gráficamente en la fig. 6.119¹⁸⁸.

Tipología	Referencia de la estructura
Tipo 1	C06, C17, C39, C48, C50, C94, C101
Tipo 2	C06, C11, C12, C14, C17, C19, C39, C42, C48, C50, C56, C66, C71, C74, C84, C89, C94, C101, C102, C104, C105, C108, C109, C110, C114, C116, C118, C119, C120, C121, C125, C131, C133, C134
Tipo 3	C04, C54, C77, C92, C122, C132
Tipo 4	C08, C29, C32, C69, C93, C113, C123, C129, C135, C137

Tabla 6.20. Canales según su tipología.
Fuente: Elaboración propia

¹⁸⁸ Véase la Tabla 10 del Anexo B para ver con más detalle las características de cada tipo y subtipo de canal.

Los distintos tipos y subtipos asignados a cada uno de los canales identificados se indican en el Anexo B Tabla 9 y sus características (dimensiones, pendiente y sección) en relación con los tipos y subtipos se presentan en el Anexo B Tabla 10.

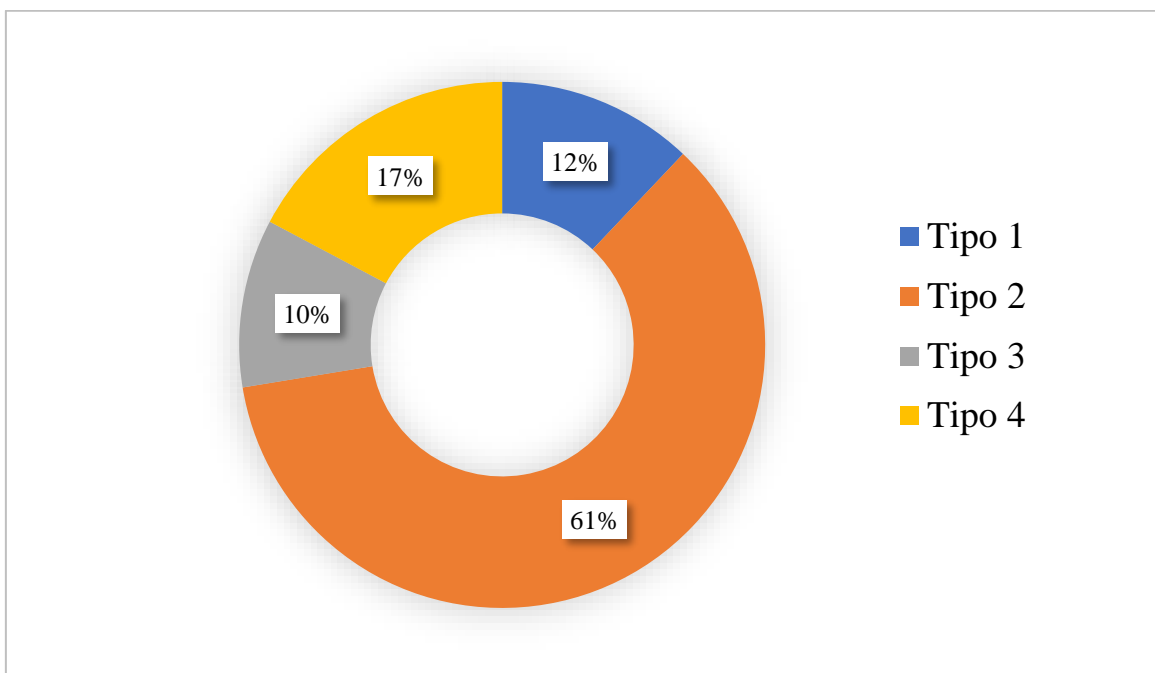


Figura 6.119. Representación gráfica del porcentaje de canales de Sela según su tipología.
Fuente: Elaboración propia.

Tipo 1. Canales de captación

Los canales de captación de agua permiten captar el agua de escorrentía o el agua de inundación que se forma en las grandes superficies rocosas. En Sela, hemos podido identificar siete de este tipo. Estos son: C06, C17, C39, C48, C74, C94 y C101. Todos los canales de captación de agua también tienen la función de conducción, ya que el agua que se capta en las superficies planas se conduce hacia otras estructuras hidráulicas. Exceptuando los canales C101 y C17, cuya conexión con otra estructura no se puede determinar, el resto de canales conduce el agua hacia las cisternas (C06 a D07, C39 a D38, C48 a D47 y C94 a D40). En el caso del canal C17, este se encuentra excavado en uno de los lados de una fisura en forma de cuña que se abre en el extremo noroeste del área G y que baja con una pendiente noreste hasta enlazar con las escaleras excavadas en la roca que dan acceso al promontorio de Sela. No podemos descartar que, al fondo de esta brecha, pudiera haber un muro a modo de represa que se haya perdido con el paso del tiempo.

El origen de los canales no se ha podido documentar, pero existen ciertos elementos similares entre estas estructuras. En el caso del canal C06, este se encuentra excavado

justo en una especie de “calle” o “avenida”, donde a cada lado se pueden ver marcas en negativo de construcciones arquitectónicas. El agua podría captarse en el área que hay justo en el SW y circular hacia la cisterna D07 a través de esta rambla con una pendiente de un 18%. Precisamente, el canal C48 se encuentra muy cerca de una estructura rectangular excavada en el suelo, que podría ser el área de captación de este canal. Los canales C39 y C94 se encuentran excavados en la misma formación rocosa. Ambos recorren la forma natural de esta roca hasta depositar el agua en las diferentes cisternas asociadas. Precisamente, en lo alto de estas formaciones rocosas, hay una plataforma plana que podría ser el área de captación de ambos canales. El canal C101 también podría formarse en una especie de plataforma plana que podría ser su área de captación. El único canal que no sabemos de dónde recogía el agua es el C17. Sin embargo, dada su ubicación en el “*siq*”, el agua podría venir del área más plana que se extiende antes del inicio de esta brecha natural.

A excepción del canal C17, todos los demás presentan unas características comunes teniendo en cuenta las siguientes variables: dimensiones, tipo de excavación, sección, pendiente y ausencia de morteros de cal y de dispositivos a modo de cobertura.

En cuanto a sus dimensiones, hay canales que presentan una longitud superior a los 10 m (C39, C48 y C94), aunque sus medidas son estimadas, ya que no disponemos de todo su trazado y, por tanto, podrían ser mucho mayores. En el caso de los canales C06 y C101 solamente se ha podido documentar de 1,5 a 3 m de su recorrido, pero por su ubicación seguramente fue mucho mayor. La anchura de estos canales oscila entre 0,11 y 0,58 m. Aunque el más ancho es el canal C17, el cual podría tener una anchura de hasta 1,28 m. Todos ellos presentan una sección abierta, con una pendiente gradual que sigue la propia orografía del yacimiento y destaca su sección en ángulo de unos 100 o 110°. También destaca que, menos el canal C17, los demás no presentan evidencias de morteros ni signos de que estuvieran cubiertos.

Tipo 2. Canales de conducción o distribución

El tipo 2 son canales que conducen o distribuyen el agua en el yacimiento. Según el tipo de suministro de agua en relación con otras estructuras se han dividido en las siguientes categorías:

- a) los canales que suministran agua de una estructura hidráulica a otra;
- b) los canales que conectan una zona de captación de agua a una zona de almacenaje o de retención de agua;

- c) los canales que finalmente alimentan de agua una estructura hidráulica pero que no podemos determinar su procedencia;
- d) los canales que solamente tenemos documentado un tramo que no conecta con ninguna otra estructura.

Estos canales son los más numerosos en Sela. Se han identificado 45. Entre ellos, once pertenecen a la categoría a, dos a la b, 17 a la c y 13 a la d. Todos ellos están directamente excavados en la roca y presentan, en su mayoría, secciones y dimensiones muy variadas. Los canales más largos podían llegar a tener más de 50 m de longitud como es el caso de C50. Cuando hay superficies rocosas anchas, los canales se cubrían con losas y morteros de cal que impedían la infiltración de agua y la erosión como sucede en los canales C11 y C14. La pendiente de estos canales varía mucho (Anexo B Tabla 10).

Tipo 3. Canales de rebosadero

Finalmente, los canales de rebosadero (tipo 3) son aquellos que transportaban el agua sobrante de los depósitos hacia otras estructuras hidráulicas. Estos canales se han podido identificar gracias al estudio de pendientes y cotas de las instalaciones de agua.

En Sela hay un total de seis canales con esta función. Estos son: C04, C54, C77, C92, C122 y C132. El canal más largo de este tipo es el C54 con más de 6 m de longitud. C77 tiene algo más de 3,5 m y C04 algo más de 2,5 m. Sin embargo, los otros canales presentan longitudes inferiores a 1 m. De los seis canales, tres presentan secciones semicirculares y tres indeterminadas.

Tipo 4. Canales de conexión entre dos estructuras hidráulicas

Los canales que suministran agua de una estructura hidráulica a otra, se pueden dividir según el tipo de estructura hidráulica en:

- a) canales de conexión entre un depósito de sedimentación y una cisterna;
- b) canales de conexión entre dos cisternas;
- c) canales de conexión entre un depósito de sedimentación y una estructura indeterminada.

Una decena de estos canales también se han hallado en Sela. Ocho de ellos representan al subtipo a (C29, C32, C69, C93, C113, C123, C129 y C135), uno representa al subtipo b (C08) y uno al subtipo c (C137).

Un 78% de los canales de Sela pertenece al tipo 2, es decir, que son canales de conducción o distribución de agua. Entre ellos, los canales que alimentan una estructura hidráulica, cuya procedencia no se puede determinar (tipo 2c) son los más numerosos. También destacan los canales de los cuales solamente tenemos un tramo que no conecta con ninguna estructura (tipo 2d) y los canales que conectan dos estructuras hidráulicas (tipo 4a). Finalmente, hay tres canales documentados de captación del agua que también funcionaron para conducirla desde el área de captación hasta una estructura de almacenamiento o de retención de agua. Las demás categorías solamente están representadas por un canal. En la fig. 6.120 se representa gráficamente el número de canales según el tipo y subtipo asignado en este trabajo.

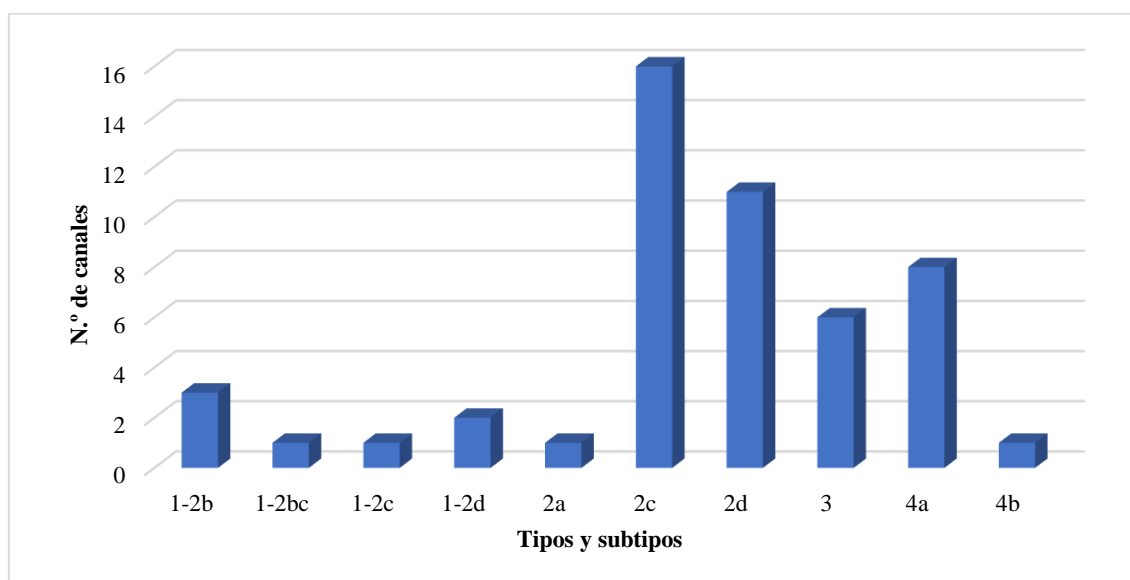


Figura 6.120. Representación gráfica del número de canales según su tipo y subtipo.
Fuente: Elaboración propia.

6.6. Represas

6.6.1. Identificación y estado de conservación

Al fondo de la ladera de la colina que se inclina hasta el Wadi Hirsh desde la aldea moderna de Sela, Glueck identificó parte de una pared construida con bloques de piedra (Glueck, 1939: 26-27). Lindner y su equipo, unos años después, también documentaron esta estructura (Lindner *et al.*, 2001: 246, 252). Este muro sigue intacto y se documentó como M130. La ubicación general de esta instalación, así como el detalle de la misma se muestra en la fig. 6.121.



Figura 6.121. Muro de la represa ubicada en el Wadi Hirsh (izq.) y detalle del mismo (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela (izq.: modificada por la autora).

6.6.2. Medidas, capacidades y técnicas constructivas

Según Glueck, el muro tiene un grosor de unos 2,15 m y está cubierto por gruesas capas de mortero de cal por su cara externa y, especialmente, en la superficie interior (Glueck, 1939: 26). El muro está construido por grandes bloques de arenisca dispuestos en cinco hiladas como mínimo. La altura de este muro no se ha podido estimar así que tampoco se puede calcular ninguna capacidad para esta estructura (Fig. 6.122).



Figura 6.122. Detalle del muro de la represa M130.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

6.7. Posibles estructuras hidráulicas indeterminadas

Del conjunto de estructuras identificadas, tres de ellas se han considerado como indeterminadas. Estas son la D107, D127 y D115. Las dos primeras se documentaron en la campaña arqueológica de 2015 y la D115 en la del 2016 (Anexo A Tabla 6).

6.7.1. Identificación y estado de conservación

Las posibles instalaciones hidráulicas D107 y D127 no aparecen en ninguna publicación anterior sobre Sela. La estructura D115, en cambio, se halló durante la excavación arqueológica que se realizó en 2016 bajo el proyecto de la Universidad de Barcelona.

Desconocemos la función de estas estructuras. Sin embargo, se han incluido en este apartado por su morfología y su ubicación respecto a otras instalaciones hidráulicas.

En el caso del depósito D127, este se encuentra completamente colmatado. No obstante, su forma podría asociarse con una piscina o incluso con un depósito de sedimentación si estuviera relacionado con otra estructura. En la parte noreste de esta estructura finaliza el canal C92, que pudo comenzar a llenar la estructura D127 en el momento en que la cisterna D91 estuviera llena. En la fig. 6.123 se indica mediante una flecha la orientación y pendiente del canal C92 que podría conectar con esta instalación.



Figura 6.123. Estructura D127, donde se indica la pendiente del canal C92.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

A diferencia de esta, la estructura D107, presenta un alto índice de erosión, aunque se puede observar la base de la misma. La erosión afecta principalmente la capa de revestimiento de mortero que cubría la estructura. Además, en su lado oeste, parte de la

estructura podría haberse perdido, dejando la estructura abierta (Fig. 6.124). Su función no puede determinarse, pero su morfología rectangular y la presencia del revestimiento de mortero que cubre esta instalación podrían indicar un uso relacionado con el almacenamiento del agua. Finalmente, la estructura D115 se encontró en bastante buen estado de conservación. Todos sus lados, excepto el sur, conservan una gruesa capa de mortero de cal. Este mortero en algunas zonas está parcialmente agrietado o incluso se ha perdido, como se puede observar en el detalle de la fotografía de la derecha de la fig. 6.125. Esta estructura no conectaría con otra instalación hidráulica. Sin embargo, nuevamente, la presencia del revestimiento con mortero de cal y su forma rectangular podrían corresponder a una especie de cubeta o piscina, aunque su función es desconocida.



Figura 6.124. Estado de conservación de la estructura D107.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 6.125. Estado de conservación de la estructura D115.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela (izq.: modificada por la autora).

6.7.2. Medidas, capacidades y orientaciones

Las tres estructuras consideradas como instalaciones hidráulicas indeterminadas se han medido por sus cuatro lados, exceptuando uno de los lados de la estructura D127. La estructura más grande es la D127 con casi 2,5 m de longitud y 1,27 m de anchura. En cambio, D115 es la instalación más pequeña con un poco más de 1 m de longitud y algo más de medio metro de ancho. La estimación de la capacidad de esta estructura se ha realizado mediante la fórmula 10b propuesta por B. Lancaster (2006) para calcular la capacidad de un depósito cuadrado o rectangular¹⁸⁹. La capacidad del depósito D107 sería de unos 490 litros y el de D115 de 280 litros como se presenta en la tabla 6.21. Las orientaciones también varían ligeramente.

Referencia de la estructura	Anchura (m)		Longitud (m)		Profundidad	Capacidad (L)	Orientación
	A	C	B	D			
D107	0,49	0,72	1,51	1,49	0,45	490	NE-SW
D115	0,45	0,54	1,04	1,02	0,48	270	NW-SE
D127	0,55	1,27	2,44	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	NW-SE

Tabla 6.21. Anchura (A-C), longitud (B-D), profundidad (z) y capacidad en litros (L) de las posibles estructuras hidráulicas indeterminadas.

Fuente: Elaboración propia.

¹⁸⁹ Se ha tomado los datos de la columna B de longitud y C de anchura de la tabla 6.21. Véase el anexo 3 de Lancaster, 2006: 134.

6.7.3. *Técnicas constructivas*

Una característica que define las tres estructuras es que todas presentan una forma rectangular. En el caso de D107 y D115, presentan también un revestimiento de mortero de cal en todos los lados de la estructura. Por tanto, la forma y la aplicación de este revestimiento para evitar infiltraciones, sugieren su uso como instalaciones hidráulicas.

6.8. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este capítulo ponen de relieve la existencia de una amplia y sofisticada red hidráulica en la cima del promontorio de Sela. Esta red, según la evidencia disponible, está formada por distintos sistemas hidráulicos basados principalmente en instalaciones de captación, conducción y almacenamiento del agua de la lluvia. Con este objetivo, se construyeron un elevado número de depósitos para el almacenamiento del agua. Entre los depósitos, las cisternas son las instalaciones hidráulicas más representativas del yacimiento, seguidos por los canales abiertos excavados en la roca arenisca.

El análisis exhaustivo de cada instalación hidráulica ha proporcionado un amplio conocimiento sobre los componentes principales de los sistemas hidráulicos utilizados por las comunidades que habitaron Sela. Asimismo, ha permitido conocer las principales técnicas constructivas utilizadas, establecer sus orientaciones y pendientes, en algunos casos, su patrón e identificar la relación entre las distintas instalaciones. En este último caso, la relación de los canales con las cisternas y con algunos depósitos de sedimentación es una evidencia clara sobre el funcionamiento de los sistemas de captación y almacenamiento del agua de la lluvia. Además, es una prueba más de la sofisticación de estos sistemas, que implementaban instalaciones como los depósitos de sedimentación para garantizar la calidad del agua o de canales que presentan distintas morfologías y técnicas constructivas para usos diferenciados: captación, conducción y evacuación del agua. También, los rebajes y oquedades excavados en la roca relacionados con las distintas instalaciones hidráulicas podrían ser el resultado de la construcción de estructuras percederas. Estas, probablemente, tuvieron como función proporcionar sombra y frescor, con el fin de proteger el agua de la radiación solar y así retardar la evaporación y evitar la proliferación de microorganismos que pudieran corromperla. Todas estas estructuras fueron construidas para garantizar la obtención y preservación de un recurso tan escaso y preciado como el agua.

La presencia de una represa (M130) en la parte inferior del yacimiento, y de un canal de conducción (C105) en el Wadi Hirsh sugiere que además del agua de la lluvia, las comunidades que habitaron Sela podrían gestionar otras fuentes de agua. En este caso, el agua captada dentro del lecho del *wadi* a través de la construcción de estructuras de almacenamiento como la represa M130. Igualmente, el canal identificado en el tramo superior del “*siq*” de Sela indica una conexión entre la parte superior e inferior del asentamiento.

Este estudio se ha visto limitado por el estado de conservación de estas instalaciones. La observación de estructuras hidráulicas con superficies erosionadas, algunas de ellas fracturadas, colmatadas por sedimentos de distintas procedencias u ocultas bajo una frondosa vegetación, ha dificultado o hecho imposible su análisis. Principalmente, no ha sido posible documentar con exactitud ciertas instalaciones como las estructuras hidráulicas indeterminadas o el reservorio D21. Asimismo, las condiciones de preservación de las instalaciones han dificultado la toma de ciertas medidas y han impedido identificar completamente algunas características de las mismas. Estas limitaciones del estudio han afectado principalmente al establecimiento de la clasificación tipológica y a la determinación del volumen de almacenamiento de los depósitos.

En el caso de las cisternas, estas son las instalaciones que han presentado más dificultades de estudio debido a su alto índice de colmatación. Los resultados sobre sus capacidades y morfologías se obtuvieron sobre la base de los datos de campo. El cálculo de los volúmenes se realizó siguiendo la metodología propuesta por Lancaster (2006). La descripción de la morfología de las cisternas se realizó siguiendo los criterios desarrollados por otros especialistas en la materia (Oleson, 2001; Keilholz, 2007; Shqiarat, 2010; Ore *et al.*, 2020) que se han encontrado con las mismas dificultades. Los resultados presentados en ambos casos son una aproximación y las interpretaciones que puedan derivarse en el capítulo de la discusión parten de esta premisa, por lo que deben ser tomadas con precaución.

Otro tanto ocurre con la interpretación sobre estas instalaciones. Esta tiene que realizarse con cautela, puesto que el uso de estas estructuras no tiene por qué haber sido únicamente con una finalidad relacionada con el agua. Estas instalaciones, principalmente los depósitos, podrían haber funcionado para almacenar alimentos o para cercar el ganado.

También podrían haberse implementado como una estructura hidráulica pero posteriormente haber sido reutilizada para otros fines.

Capítulo 7. Análisis espacial de las estructuras hidráulicas de Sela

Los resultados obtenidos tras el análisis de las diferentes instalaciones hidráulicas de Sela se analizan en este capítulo según su distribución espacial en el yacimiento. La presentación de los datos obtenidos se muestra en tres subapartados.

En el primero, se analiza la distribución de las estructuras hidráulicas según las distintas áreas identificadas en el yacimiento¹⁹⁰. En el segundo, el análisis se centra en la relación de las instalaciones de agua con las estructuras arquitectónicas presentes en el yacimiento. Según su ubicación espacial, se han agrupado en distintos sectores dentro de las áreas anteriormente consideradas para este estudio. En el tercero, se han analizado las estructuras hidráulicas según su categoría y las diferentes tipologías que han sido propuestas en el sexto capítulo. Finalmente, a partir de la evidencia arqueológica disponible en la actualidad, se propone una reconstrucción hipotética de algunas de las partes que pudieron conformar la red hidráulica de Sela. Estas relaciones se han realizado a través de la identificación de conexiones directas entre las estructuras y, en algunos casos, se han propuesto conexiones indirectas. Estas se han basado en la ubicación espacial de las instalaciones hidráulicas entre sí y respecto a otras estructuras, teniendo en cuenta sus orientaciones y pendientes. Sin embargo, debemos tener en cuenta que las instalaciones que hemos documentado no tuvieron por qué funcionar al mismo tiempo. Debemos considerar que podrían corresponder a un palimpsesto acumulativo, es decir, un conjunto de redes hidráulicas de diferentes momentos cronológicos en el cual no podemos determinar con seguridad a qué momento pertenece cada una, debido a la imposibilidad de fechar las estructuras hidráulicas mediante técnicas absolutas.

Como se ha indicado en el sexto capítulo, la presentación de estos datos parte de una premisa principal: las limitaciones del estudio debido al estado de conservación de las instalaciones hidráulicas. Por tanto, nuevamente, las propuestas que puedan derivarse en el capítulo de la discusión, de acuerdo con los datos presentados en este capítulo, deben considerarse con las reservas oportunas.

7.1. Distribución de estructuras hidráulicas por áreas

Las áreas que se han considerado en este trabajo son la C, D, E, F, G, H, I, K y L. Las áreas A y B, ubicadas en la parte inferior del yacimiento, no se han considerado puesto

¹⁹⁰ Las áreas utilizadas son las definidas en Da Riva *et al.*, 2017: 626-627.

que no han sido ampliamente prospectadas. El área J, en cambio, no se ha considerado en este estudio puesto que no se ha hallado ninguna estructura hidráulica.

En general, las áreas que presentan un número más elevado de estructuras hidráulicas son la L (27), E (21), G (20), I (20), F (18) y K (17). En cambio, las áreas H, C y D, presentan un número inferior, con diez, tres y una instalación hidráulica, respectivamente (Fig. 7.1).

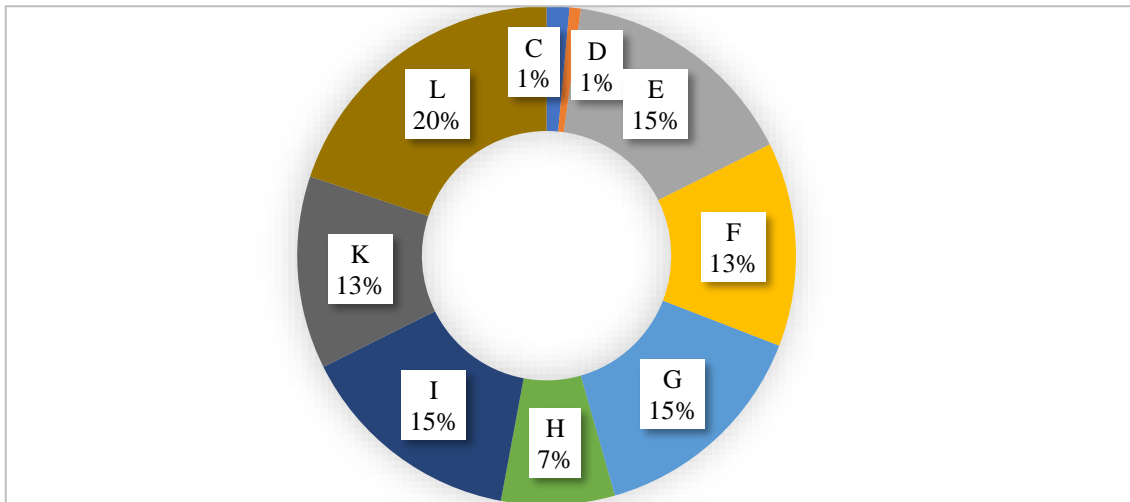


Figura 7.1. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas por áreas.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla qué tipo de estructura se ha documentado en cada área, indicando su referencia. Al final de este apartado se presenta una tabla a modo de resumen (Tabla 7.1).

Área C

En esta área solamente se ha identificado una estructura hidráulica. Se trata del canal C105, del cual se conserva parte de su recorrido. Concretamente, el trazado que cruza el Wadi Hirsh de oeste a este. La presencia de este canal en esta parte del yacimiento probablemente indica una conexión entre la parte superior e inferior del mismo. También en esta área destaca la presencia de un muro de grandes dimensiones construido a modo de represa con bloques de arenisca que citó Glueck (1939: 26-27) en los años treinta. Se trata de la estructura documentada en este trabajo como M130.

Área D

En el área D solamente se ha identificado el canal C17.

Área E

En el área E se han documentado 21 estructuras hidráulicas, de las cuales once son cisternas (D18, D20, D73, D75, D76, D78, D79, D80, D81, D82 y D83), ocho son canales, (C19, C71, C74, C77, C84, C108, C125 y C133), una es un reservorio (D21) y la última corresponde a un depósito de sedimentación (D72).

Área F

En esta área hemos observado un total de 18 estructuras hidráulicas. Seis son cisternas (D10, D13, D15, D85, D86 y D103), diez son canales (C11, C12, C14, C104, C118, C119, C120, C121, C131 y C135), una corresponde a un depósito de sedimentación (D111) y otra a una posible estructura hidráulica indeterminada (D115).

Área G

Las instalaciones hidráulicas documentadas en esta área son una veintena. Entre ellas, nueve corresponden a cisternas (D01, D02, D03, D05, D09, D16, D63, D68 y D91), ocho a canales (C04, C08, C69, C92, C93, C116, C117 y C134), dos a depósitos de sedimentación (D70 y D126) y una corresponde a una posible estructura hidráulica indeterminada (D127).

Área H

De las diez estructuras hidráulicas documentadas, seis son cisternas (D07, D22, D23, D24, D26 y D49), dos son canales (C06 y C129), una es un depósito de sedimentación (D128) y una corresponde a una posible estructura hidráulica indeterminada (D107).

Área I

Se han documentado una veintena de estructuras hidráulicas en esta área: ocho cisternas (D27, D30, D33, D34, D35, D36, D45 y D64), cinco canales (D29, D32, D66, D109 y D137), tres depósitos de sedimentación (D28, D31 y D136) y cuatro piscinas (D60, D61, D62 y D65).

Área K

En esta área hemos identificado 17 instalaciones hidráulicas, de las cuales diez son cisternas (D25, D37, D38, D40, D41, D43, D44, D46, D47 y D67) y siete son canales (C39, C42, C48, C50, C94, C122 y C132).

Área L

En el área L hemos registrado 27 estructuras hidráulicas: 16 cisternas (D51, D52, D53, D55, D57, D58, D59, D87, D88, D90, D95, D96, D97, D98, D99 y D100), nueve canales (C54, C56, C89, C101, C102, C110, C113, C114 y C123) y dos depósitos de sedimentación (D112 y D124).

C	Ca	DS	Indet.	P	R	Re
C	-	C105	-	-	-	M130
D	-	C17	-	-	-	-
E	D18, D20, D73, D75, D76, D78, D79, D80, D81, D82, D83	C19, C71, C74, C77, C84, C108, C125, C133	D72	-	-	D21
F	D10, D13, D15, D85, D86, D103	C11, C12, C14, C104, C118, C119, C120, C121, C131, C135	D111	D115	-	-
G	D01, D02, D03, D05, D09, D16, D63, D68, D91	C04, C08, C69, C92, C93, C116, C117, C134	D70, D126	D127	-	-
H	D07, D22, D23, D24, D26, D49	C06, C129	D128	D107	-	-
I	D27, D30, D33, D34, D35, D36, D45, D64	D29, D32, D66, D109, D137	D28, D31, D136	-	D60, D61, D62, D65	-
K	D25, D37, D38, D40, D41, D43, D44, D46, D47, D67	C39, C42, C48, C50, C94, C122, C132	-	-	-	-
L	D51, D52, D53, D55, D57, D58, D59, D87, D88, D90, D95, D96, D97, D98, D99, D100	C54, C56, C89, C101, C102, C110, C113, C114, C123	D112, D124	-	-	-

Tabla 7.1. Tabla a modo de resumen de la distribución de las estructuras hidráulicas por áreas. C = Cisternas; Ca = Canales; DP = Depósitos de sedimentación; Indet. = Estructuras hidráulicas indeterminadas; P = Piscinas; R = Reservorio; Re = Represa.

7.2. Distribución de las estructuras hidráulicas por sectores: relación con otras estructuras hidráulicas y arquitectónicas

A continuación, se analiza la distribución espacial de las instalaciones hidráulicas por sectores. Debido a las grandes dimensiones de las áreas descritas, las estructuras hidráulicas se han agrupado en función de la proximidad respecto a otras instalaciones de agua y/o de las estructuras arquitectónicas más relevantes. Estas agrupaciones no indican, en ningún caso, que las estructuras mencionadas funcionaran contemporáneamente.

Seguidamente, se presentan los distintos sectores según las áreas definidas en el yacimiento de Sela. En las figs. 7.2 a la 7.9 se presentan los mapas de distribución de las instalaciones hidráulicas correspondientes a cada área y sector

En el **área C** se ha identificado un sector¹⁹¹:

- **S41.** Situado en medio del paso entre el área B y el inicio de la escalera que da inicio al área D, destaca la presencia del canal C105.

El **área D** se ha dividido en un solo sector denominado “*siq*”. Este es el nombre que dio Glueck al desfiladero estrecho que se ubica en una ramificación de la escalera general que conduce hasta la cima del peñasco (Glueck, 1939: 26, 28, fig. 14; Lindner *et al.*, 2001: 254). En este sector se ubica el canal C17 (Fig. 7.2).

En el **área E** se han diferenciado cuatro sectores (Fig. 7.3):

- **S1.** Este sector se ubica en la parte sureste de esta área. Dentro de la estructura indeterminada E1, la cual mide alrededor de 17,5 m de largo y unos 5 m de ancho, se ubica el posible depósito de sedimentación D72 y el canal C71. Ambos están separados por unos 8 m de distancia. A escasos 18 m al sureste de la estructura E1, se encuentra otra estructura indeterminada tallada en la roca de grandes dimensiones (E2), que alberga el reservorio D21 en su extremo noroeste. A unos 11 m al NW de este reservorio, se ha hallado la cisterna D18 con el canal C19 y, a 11,5 m al NE de este, se ha documentado la cisterna D20.
- **S2.** Dentro de este sector se encuentran las cisternas D79, D78 con su canal C133, D76 con sus canales C77 y C108, el canal C84 y una estructura con mechinales (E3). Las cisternas D76 y D78 se encuentran a unos 18 m de distancia, D78 y D79 a 15 m y D79 de D76 a 16 m. El canal C84 está a escasos 13,5 m de la cisterna D79.
- **S3.** Este sector está situado a unos 30 m al noroeste del sector S2 y lo forman una cisterna (D73) con su canal (C125) y un canal (C74) que podría conectar con esta cisterna, situado a escasos 3 m de distancia de la cisterna D73. Sin embargo, ninguna de estas instalaciones hidráulicas se ha podido relacionar con alguna estructura arquitectónica.
- **S4.** Situado en la zona centro-occidental del área E, allí se disponen diferentes estructuras hidráulicas y otras estructuras arquitectónicas dispersas. La estructura de agua D75 es la que está situada más al oeste. Esta se encuentra a unos 65 m de distancia al oeste de la cisterna D82, a 57 m al noroeste de D80 y a menos de 20 m al

¹⁹¹ S = a sector.

noroeste de la estructura E4. En la zona central de este sector se encuentran las cisternas D82, D90, D81 y D83. La cisterna D82 se ubica a unos 23 m al noreste de la cisterna D80 y a unos 17 m de la estructura arquitectónica con escaleras E7. A unos 10,5 m al sureste de la cisterna D80 se encuentra la cisterna D81 y a unos 18 m al sureste de esta se encuentra la cisterna D83. Las estructuras arquitectónicas documentadas como indeterminadas E5 y E6 se encuentran a pocos metros de estas cisternas. En concreto, E5 está a unos 12 m al suroeste de la cisterna D81 y, E6, a menos de 3 m al sureste de la cisterna D83. Finalmente, las escaleras talladas en la roca documentadas como E8 se encuentran aisladas de todo este conjunto. En este sector no se han observado canales.

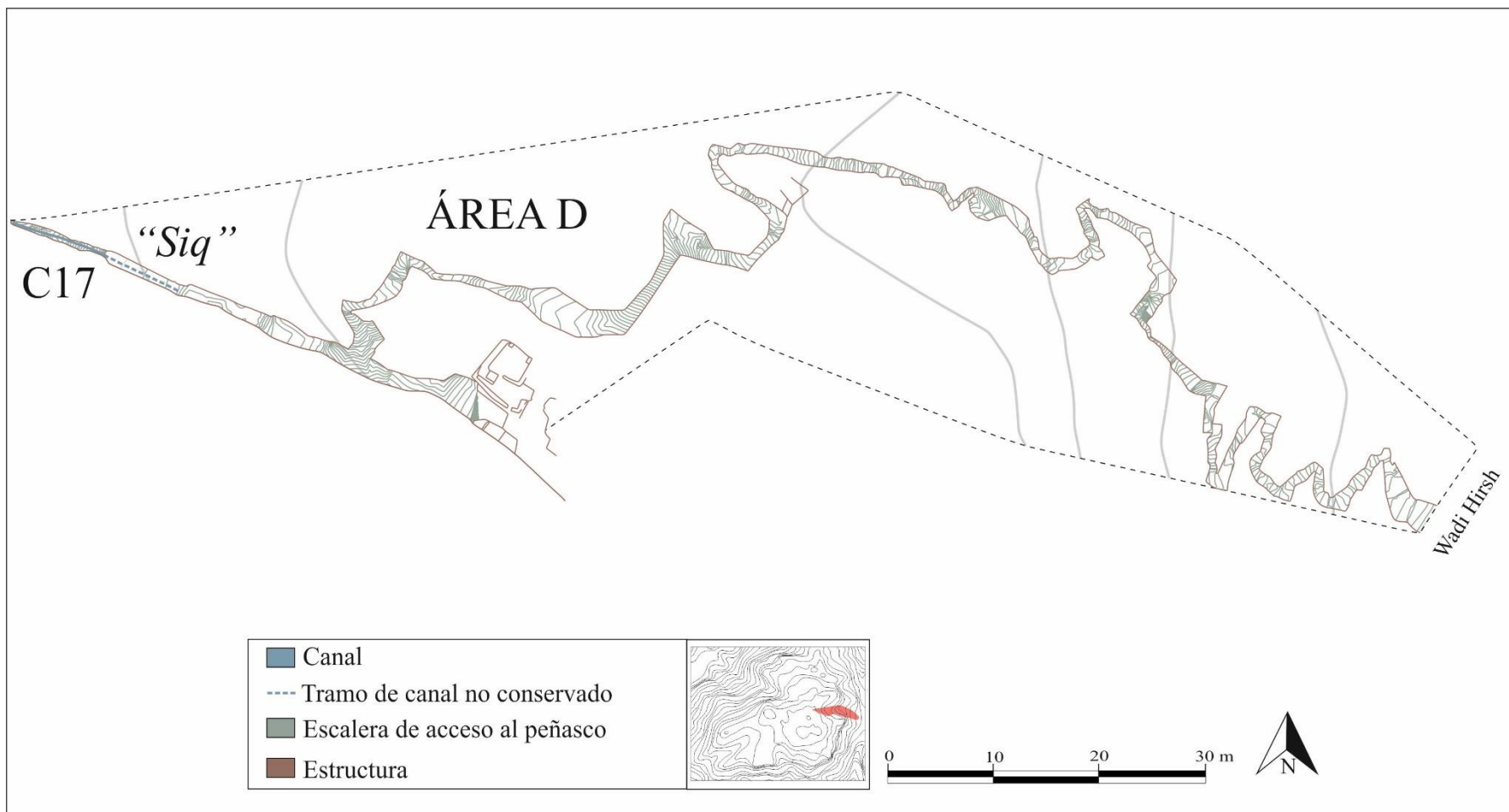


Figura 7.2. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área D.
 Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

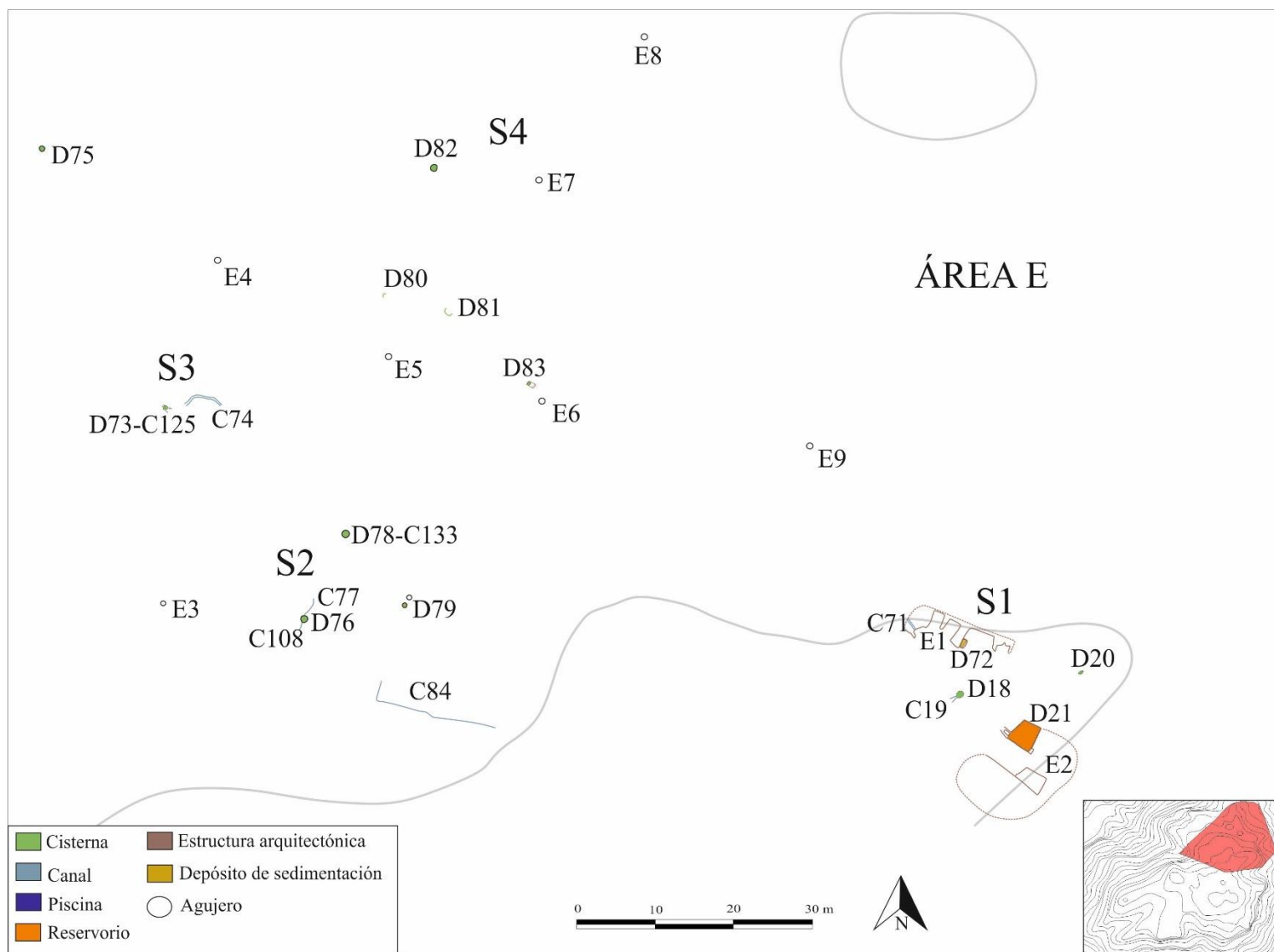


Figura 7.3. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área E.
 Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

En el **área F**, situada en la parte noreste del promontorio de Sela, se han propuesto cuatro sectores (Fig. 7.4):

- **S5.** Situado en la esquina noreste de esta área, se caracteriza principalmente por la presencia de cinco estructuras hidráulicas (D15, D111, C135, C131 y C14). Estas instalaciones se encuentran dentro de lo que podría ser una estructura doméstica (H2). Dentro de la estructura H2, de 8 x 5,5 m, se hallaron restos de estuco pintados en colores verdes, morados, rojos y azules (Da Riva *et al.*, 2017: 625). Justo al sureste de esta, se encuentra una estructura elevada a modo de plataforma (E10) con dos escaleras para su acceso (una al noroeste y la otra al sureste).
- **S6.** Este sector se ubica en la esquina sureste del área F y alberga dos estructuras indeterminadas (E11 y E12) y dos estructuras que podrían ser cisternas (D103 y D86). La estructura excavada en la roca E11 mide unos 3,5 x 3,25 m y tiene dos escaleras asociadas. Una se sitúa al noroeste de esta estructura y presenta siete escalones y la otra se ubica al suroeste y presenta cuatro.
- **S7.** Situado en la zona central del área F, se ha documentado el canal C12, la cisterna D13 y los canales C118, C119, C120 y C121.
- **S8.** Ubicado en la esquina noroeste de esta área, en él se encuentra principalmente la estructura que se excavó en 2016 denominada H1. En su interior se conserva la estructura hidráulica indeterminada D115, a 1 m de distancia se encuentra la esquina noroeste del canal C104 y, a apenas 2 m, la esquina noreste del canal C11. La torre (T1), con el depósito D10 excavado en su interior, corona este sector.

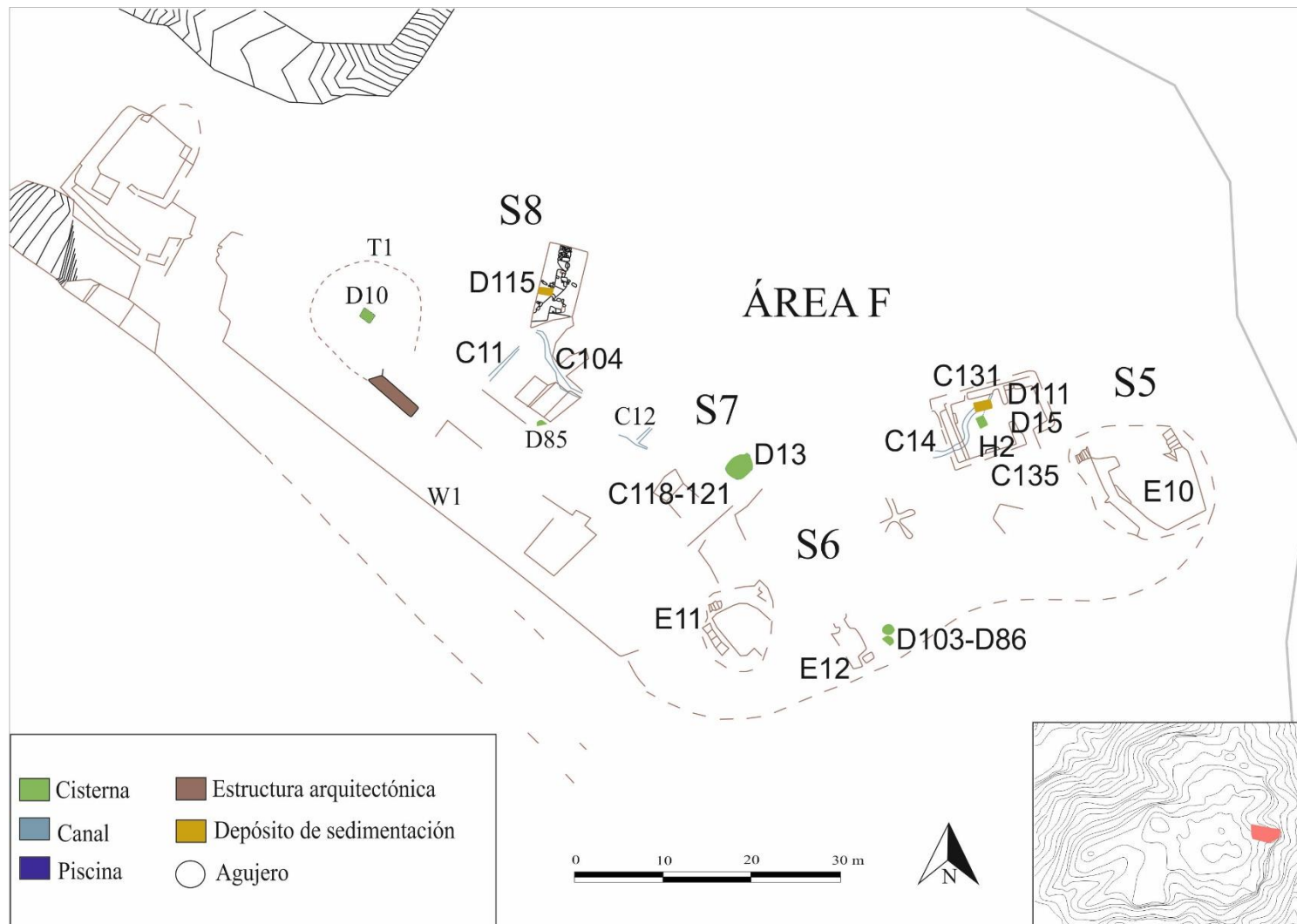


Figura 7.4. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área F.
Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

El **área G**, que se sitúa al suroeste del área H, se ha dividido en cuatro sectores (Fig. 7.5):

- **S9.** Este sector se encuentra en la parte más meridional de esta área. Se trata de un conjunto de siete cistas que se excavaron durante la campaña del 2016.
- **S10.** Situado en el centro de esta área, este sector alberga la cisterna D16 con el canal (C69) y el depósito de sedimentación (D70) y el canal C134, con el que conecta.
- **S11.** Este sector se encuentra en la zona noroeste del área F, cerca de las escaleras que dan acceso a la cumbre del peñasco y a unos 22-23 m al noroeste del sector S10. Se caracteriza por la presencia de diferentes cisternas como la D02, con su canal C116, y las cisternas D01 y D63. También se encontraron dos hoyos (P3 y P4) con función indeterminada. Las cisternas se encuentran a escasos metros de distancia entre ellas: 10 m entre D01 y D02 y unos escasos 3 m entre D01 y D63.
- **S12.** Se encuentra en la esquina suroeste del área G. Se compone de una cisterna (D91) con dos canales (C92 y C93), uno de los cuales conecta con un posible depósito de sedimentación (D126) y con una estructura indeterminada (D127). También se ubica otra cisterna (D03) con dos canales (C04 y C117). Finalmente, se ha identificado un agujero en el suelo (P5) de dimensiones bastante considerables (0,95 x 0,95 m) al este de la cisterna D91.
- **S13.** Al sureste del sector S12 se ubica este sector que alberga un conjunto de dos cisternas con un canal (D05-D68 y C08). También se ha considerado en este sector la cisterna D09, aunque queda un poco alejada de estas estructuras hidráulicas (unos 19 m al sureste de la cisterna D05).

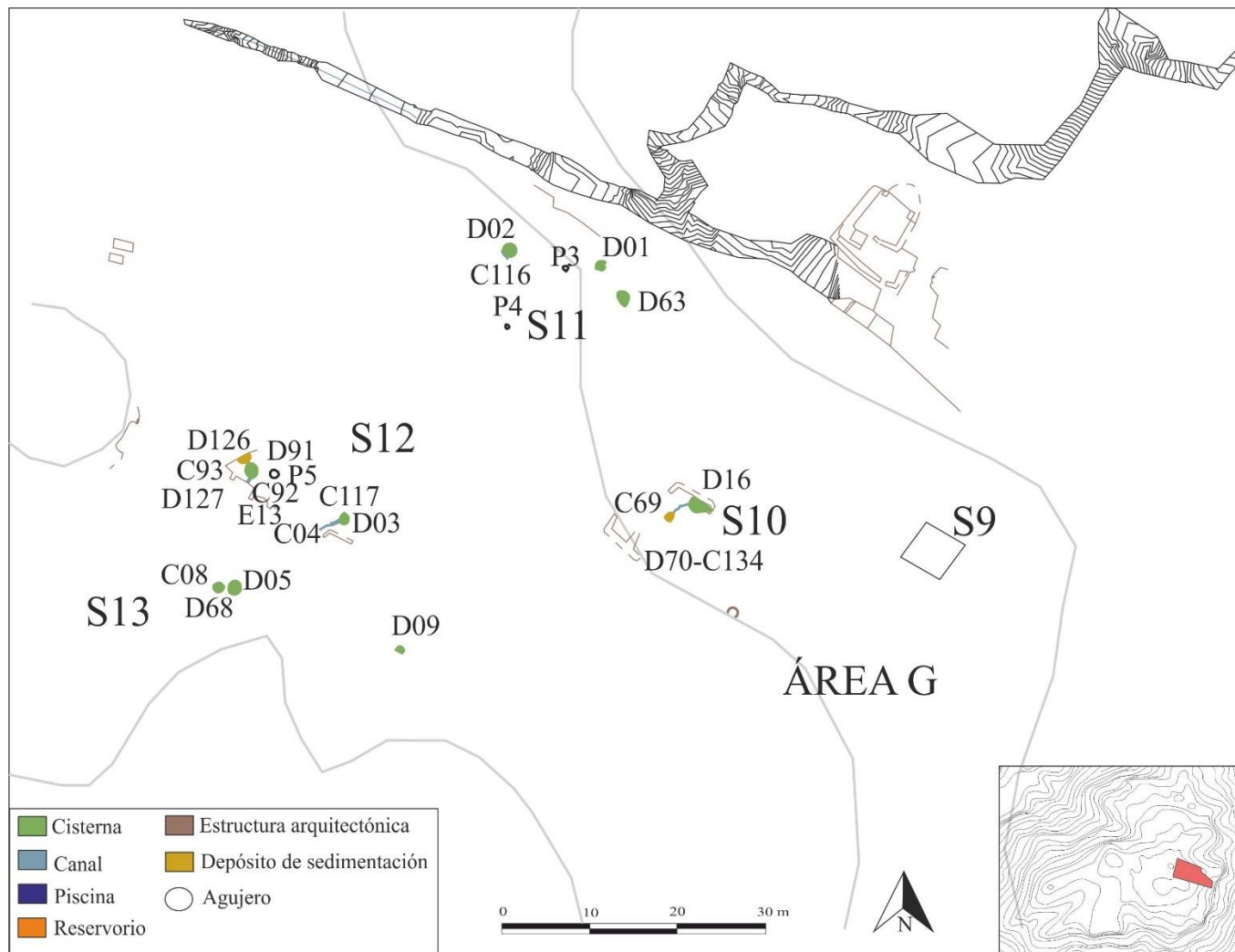


Figura 7.5. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área G.
 Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

En el **área H**, situada en la parte sureste del yacimiento de Sela, se han considerado seis sectores (Fig. 7.6):

- **S14.** Situado en la esquina noroeste de esta área, alberga una estructura indeterminada (E14), a la cual se accede a través de una escalera de unos ocho peldaños. Estos escalones se ubican en la parte este de la estructura y conducen hasta una plataforma elevada excavada en la roca. Desde esta plataforma, al noroeste de las escaleras se encuentra la posible estructura hidráulica indeterminada D107. Finalmente, en la esquina sureste de la estructura E14 se ha documentado la cisterna D23.
- **S15.** Se encuentra justo al este del sector S14 y se compone principalmente de una cisterna (D07) con su canal de entrada de agua (C06). El canal y la cisterna se ubican al final de una especie de “calle” o de “avenida”. Al final de esta se encuentra la estructura E15, que corresponde a una escalera que mide unos 5,2 x 1,2 m y que presenta entre diez y once peldaños que no conducen a ningún lugar.
- **S16.** Este sector se ubica al sureste del sector S14 y está representado por una especie de “avenida” que conecta con la zona G. Justo después de esta especie de avenida, en el lado oeste, se emplaza la cisterna D22. Finalmente, a menos de 3,5 m al oeste de esta cisterna, se sitúa la cisterna D49 con su depósito de sedimentación (D128) y el canal que conecta el depósito con la cisterna (C129).
- **S17.** Este sector se sitúa al suroeste del sector S16 y al sureste del sector S14 y presenta una única cisterna, la D24.
- **S18.** Este sector se ha considerado puesto que se sitúa en él la estructura E15. Según la literatura científica se trataría de una especie de recinto cultural¹⁹² (Da Riva *et al.*, 2017: 627).
- **S19.** Se ubica al sureste de esta área y lo conforma una única cisterna, la D26.

¹⁹² Dentro de esta estructura se ubica un altar y una pila de sacrificio o tal vez un *baetylus* (Da Riva *et al.*, 2017: 627).

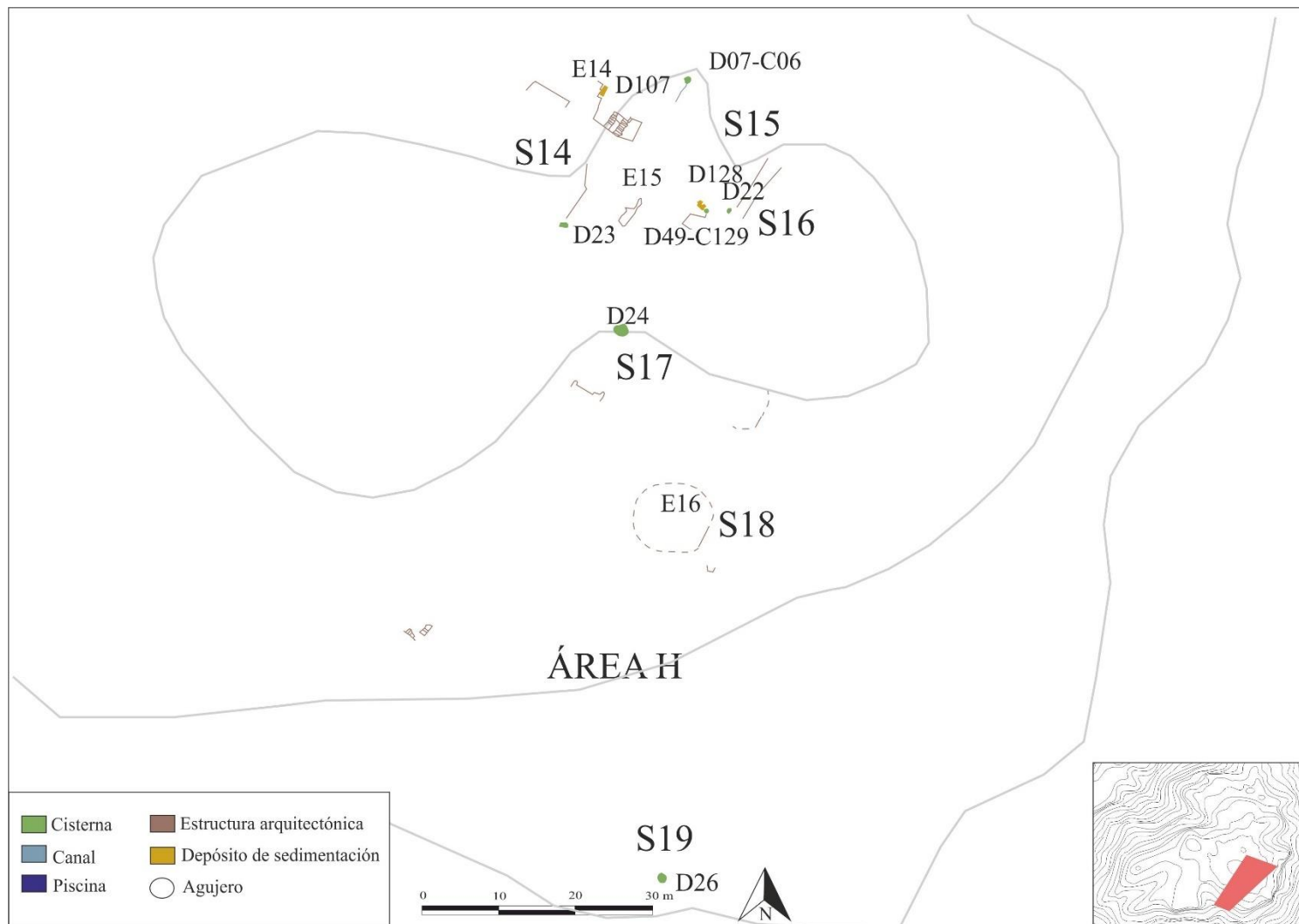


Figura 7.6. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área H.

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

El **área I**, situada en el extremo suroeste del peñasco, se ha dividido en los siguientes sectores (Fig. 7.7):

- **S20.** Se ubica en el extremo noreste, justo en la parte norte de una especie de avenida de unos 56 x 6,75 m que divide este sector con el S21. El acceso desde esta avenida se realiza mediante tres escalones situados en la parte sureste. En este sector se ubican diferentes estructuras hidráulicas como la piscina D65, el canal C66, la cisterna D45 con su canal C109, el depósito de sedimentación D136 y la cisterna D64. La piscina D65 es la que se encuentra en la parte más meridional del sector y, a escasos 3,6 m al oeste, se encuentra la esquina sur del canal C66. A 13 m al noroeste de este canal se encuentra la cisterna D45 con su canal C109. Finalmente, a unos 11,4 m al suroeste de la cisterna D45 se ubica la cisterna D64 y, justo a menos de 1,5 m al oeste de esta, la estructura D136 y su correspondiente canal C137.
- **S21.** A este sector, situado al sur del definido como S20, se accede por unas escaleras situadas en la parte este y oeste. Hay diferentes plataformas a modo de áreas de captación de agua y otras estructuras hidráulicas como el depósito de sedimentación D28 con su canal (C29) y cisterna (D30), la cisterna D27 y el depósito de sedimentación D31, con su canal C32, así como las cisternas D33 y D34.
- **S22.** En la misma zona que S20, pero más al oeste, se sitúa este sector, en el cual se encuentran las cisternas D35 y D36, que están separadas por menos de 3,5 m.
- **S23.** Este sector se ubica a unos 28 m al oeste del S22. En él se sitúa la piscina D60, así como otras estructuras indeterminadas excavadas en la roca.
- **S24.** Se sitúa en la esquina más suroeste de este sector y se compone por dos piscinas (D61 y D62), las cuales se encuentran a unos 7 m de distancia (NE-SW). También se ha hallado un gran hoyo (P6) de unos 1,5 x 0,9 m.

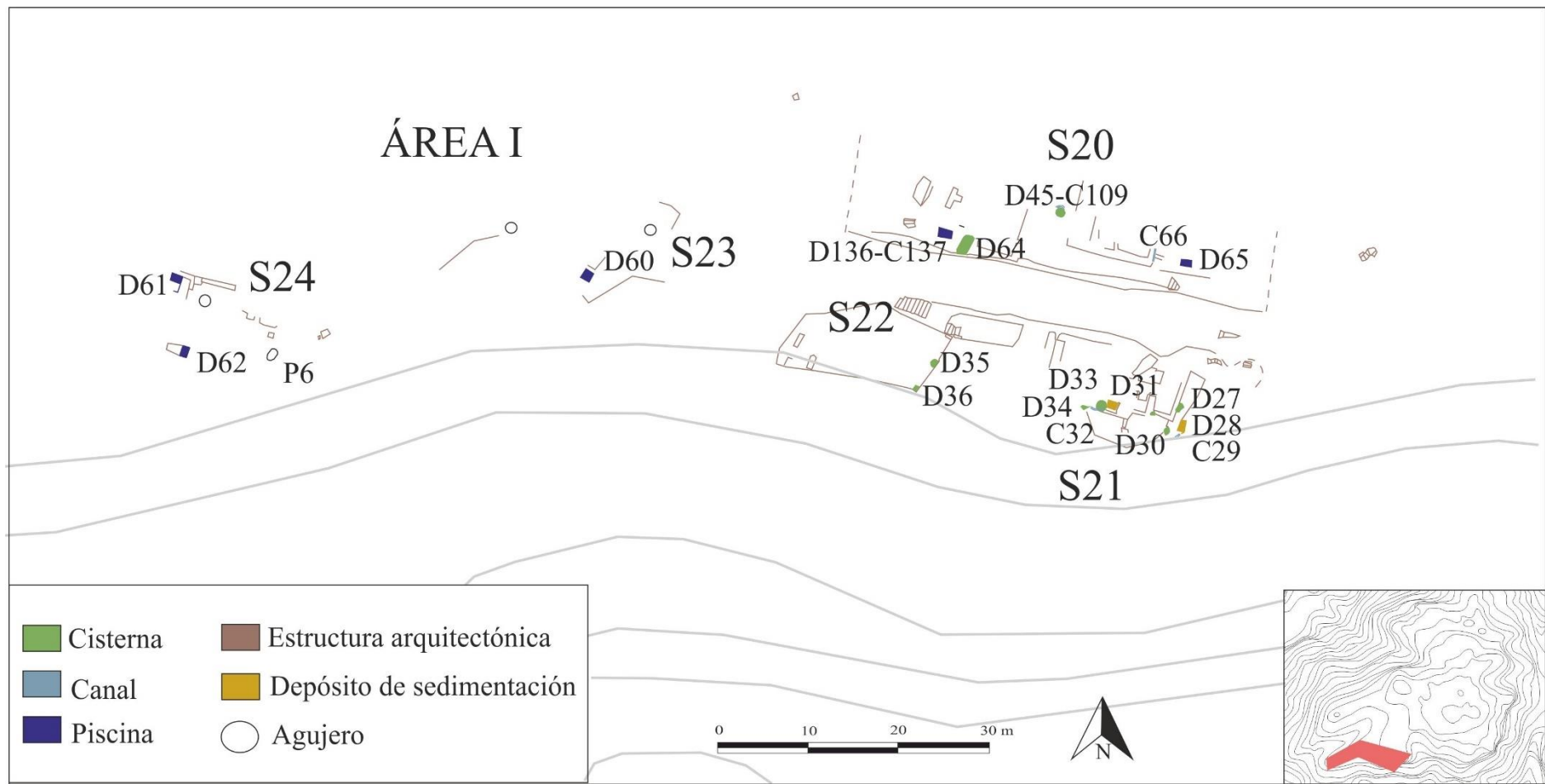


Figura 7.7. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área I.
 Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

El **área K**, que se ubica en la parte central del yacimiento, se ha dividido en siete sectores (Fig. 7.8):

- **S27.** En este sector, situado en la parte noroeste de esta área, se han documentado formaciones naturales de la roca con tres entradas o aberturas artificiales (E20) y otra formación natural (E21) donde hay excavadas diferentes instalaciones hidráulicas (C42, C04, D40, D41, C39, D38 y D37). La cisterna D37 es la que queda más al sur del conjunto y, a menos de 2 m al noroeste, se encuentra la cisterna D38 y su canal C39, que bordea parte del montículo natural. Al norte de estas estructuras se encuentra el canal C94, el cual bordea de nuevo la roca para conectar con la cisterna D40, situada en el lado este de la estructura general. A menos de 2 m al sur de esta cisterna se encuentra la cisterna D41. Finalmente, el canal C42 se orienta NW-SE en el lado noreste de la roca.
- **S28.** Al sur de S27 se extiende este sector que consta de la cisterna D43 y el agujero u hoyo P7, situado a 1 m al oeste de esta cisterna. También hay otras estructuras indeterminadas (E22 y E23).
- **S29.** Este sector se ubica en la parte central de esta área. Hemos documentado la cisterna D47 y el canal C48.
- **S30.** Situado al sureste de S29, se caracteriza por la presencia de dos cisternas (D44 y D46).
- **S31.** Se ubica al sureste del sector S27 y consta de la cisterna D67, que tiene dos canales (C122 y C32), y un agujero en el suelo (P8), situado al sureste de esta estructura.
- **S32.** Este sector se sitúa al noreste de esta área, donde se extiende el canal C50 que presenta una gran longitud (C50). A unos 12 m al noreste del extremo noreste del canal, se ha documentado una estructura con un gran revoco que da acceso al área E (E28).
- **S33.** Se ubica en la parte noreste de esta área y presenta una única cisterna, la D25.

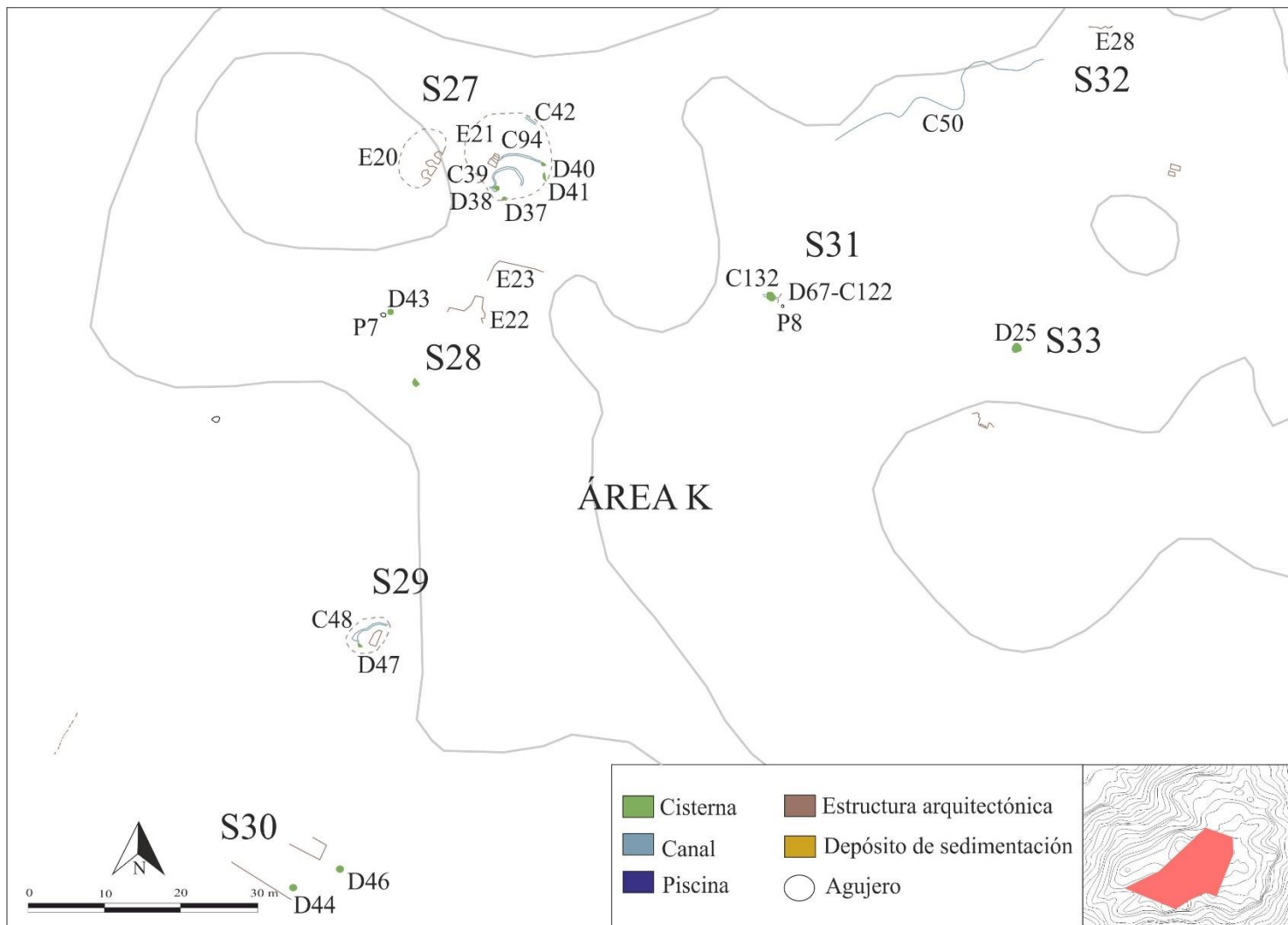


Figura 7.8. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área K.
 Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

El **área L** se extiende de NE-SW en el lateral oeste del yacimiento. De sur a norte se han determinado los siguientes sectores (Fig. 7.9):

- **S34.** Situado en la esquina suroeste del yacimiento, se caracteriza por la presencia de una torre (T3) a la cual se accede por unas escaleras situadas en su extremo noreste.
- **S35.** Este sector se ubica al noreste del anterior y está formado por un conjunto de estructuras hidráulicas formado por la cisterna D53, el depósito de sedimentación (D124) y dos canales (C123 y C54).
- **S36.** Al noreste del sector S35, se encuentra este conjunto de estructuras hidráulicas que consta de una cisterna (D88), diferentes canales (C102, C101, C89 y C114) y una estructura indeterminada (E23).
- **S37.** Se trata de conjunto de estructuras hidráulicas, principalmente cisternas con sus canales, que se ubican en la parte central del área. Las estructuras documentadas son la cisterna D55 con su depósito de sedimentación (D55) así como los canales C113 y C56. A menos de 18 m al noreste de estas estructuras, se encuentra la cisterna D57 con su canal (C110). Finalmente, en el extremo noreste de este sector destaca la presencia de una gran cantidad de agujeros excavados en el suelo (del P9 al P15).
- **S38.** Sector situado en el lado este de la zona central del área, donde se han hallado las cisternas D97, D96, D98 y una estructura indeterminada (E24).
- **S39.** Este sector se ubica en la zona central y el lado norte del área central, donde se han hallado las cisternas sin canales asociados D100, D99, D52, D51, D95, algunas de ellas (D51 y D52), ubicadas en el límite del desfiladero del peñasco.
- **S40.** Situado en el extremo noreste de este sector, se trata de un afloramiento de caliza. Es el sector más elevado del yacimiento con unos 877 m s.n.m.

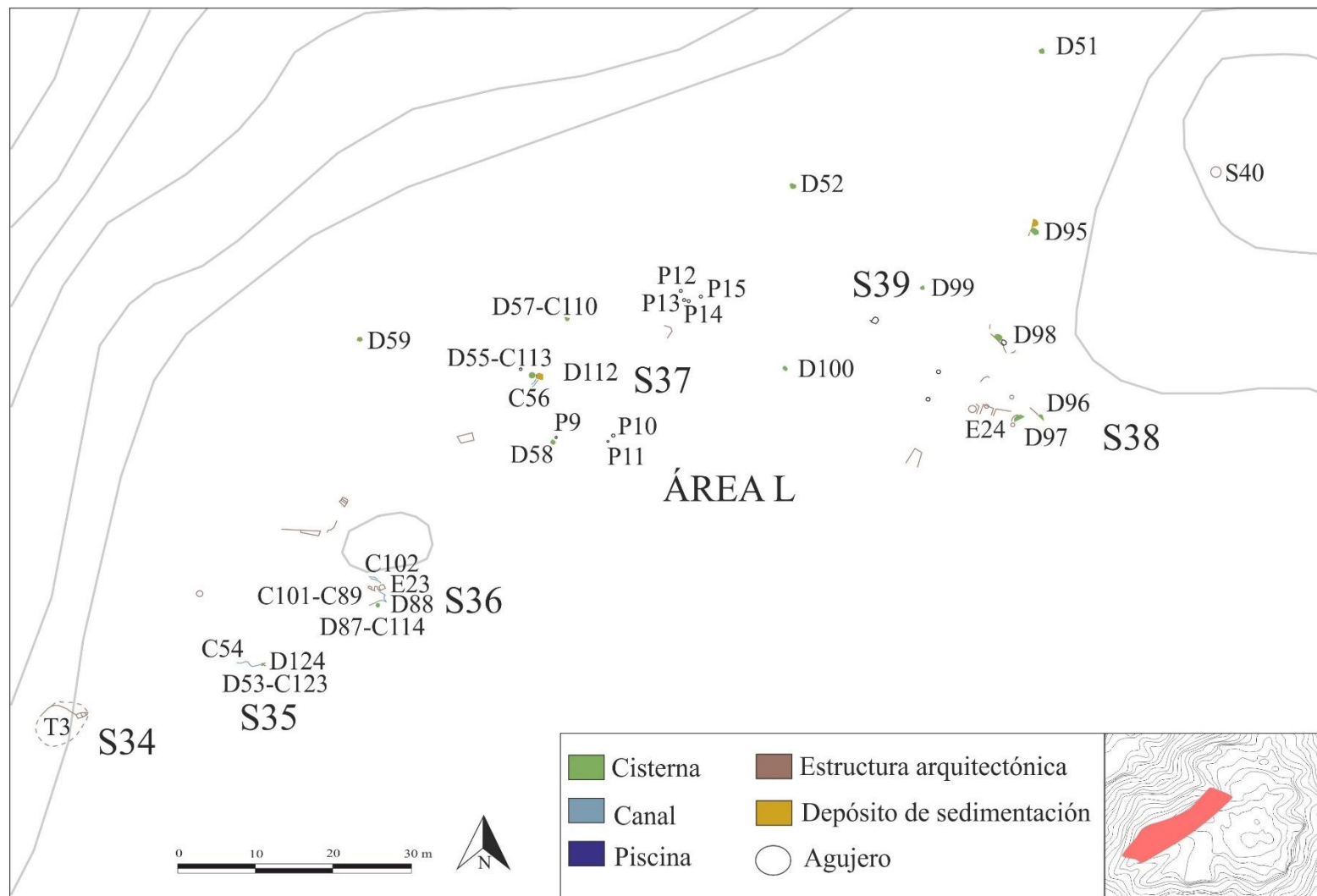


Figura 7.9. Mapa de la distribución de las estructuras hidráulicas en el área L.

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

7.3. Distribución de las estructuras hidráulicas por tipos y subtipos

Respecto a la distribución de los tipos de estructuras hidráulicas en Sela, se ha observado que el área I es la que presenta una mayor variedad. Se pueden distinguir prácticamente todos los tipos de estructuras, exceptuando el reservorio, que se ubica únicamente en el área E. También se puede observar una mayor variedad de tipologías en la cima del peñasco respecto a la parte inferior del asentamiento. En esta última, solamente se ha identificado un canal y, en el caso del *wadi* (área C), la represa (M130). Los canales y las cisternas se encuentran en todas las áreas identificadas del yacimiento y, en menor proporción, los depósitos de sedimentación (Fig. 7.10).

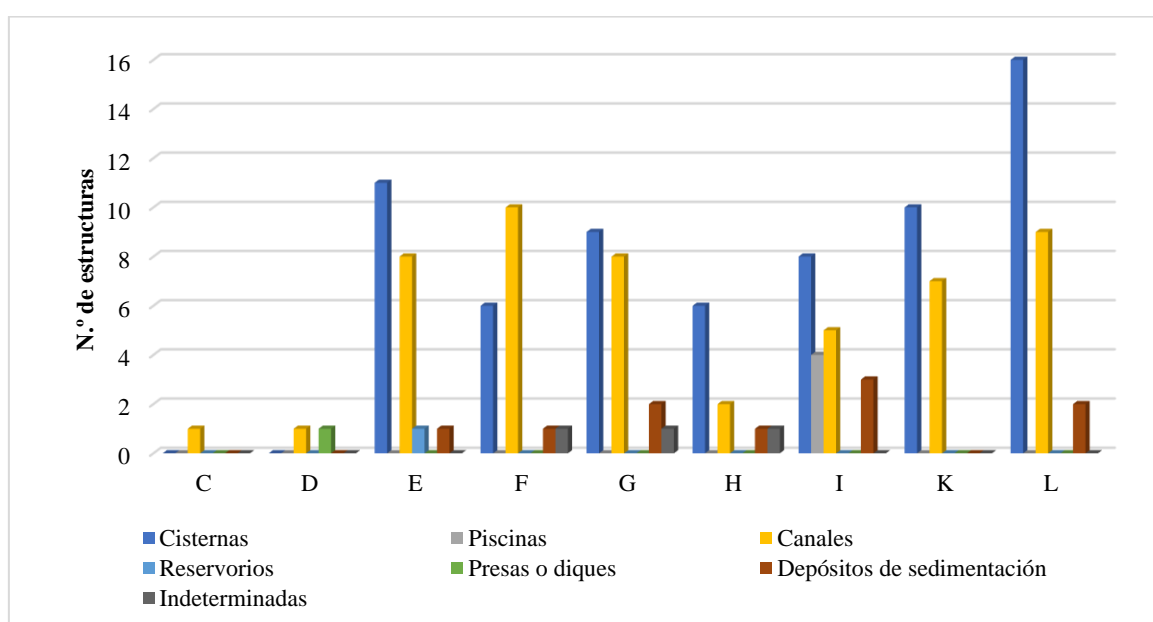


Figura 7.10. Representación gráfica de las diferentes estructuras hidráulicas por áreas.
Fuente: Elaboración propia.

Las diferentes tipologías propuestas para las cisternas y los canales también se han analizado según su ubicación en el yacimiento de Sela.

Las cisternas se extienden por toda la cumbre del peñasco. Sin embargo, hemos observado que todas las tipologías propuestas en este trabajo se distribuyen de manera irregular. Por un lado, según la ubicación de la cisterna, el tipo 1 y 3 están presentes en todas las áreas. El tipo 2, en cambio, solamente se encuentra de manera muy puntual en el área E (D83), L (D95), H (D23) y G (D09). Otro tanto ocurre con el tipo 4. Este solamente se ha registrado en el área L (D52 y D55) y F (D10). Los distintos tipos de cisternas clasificados en este trabajo según su ubicación se presentan espacialmente en la fig. 7.11.

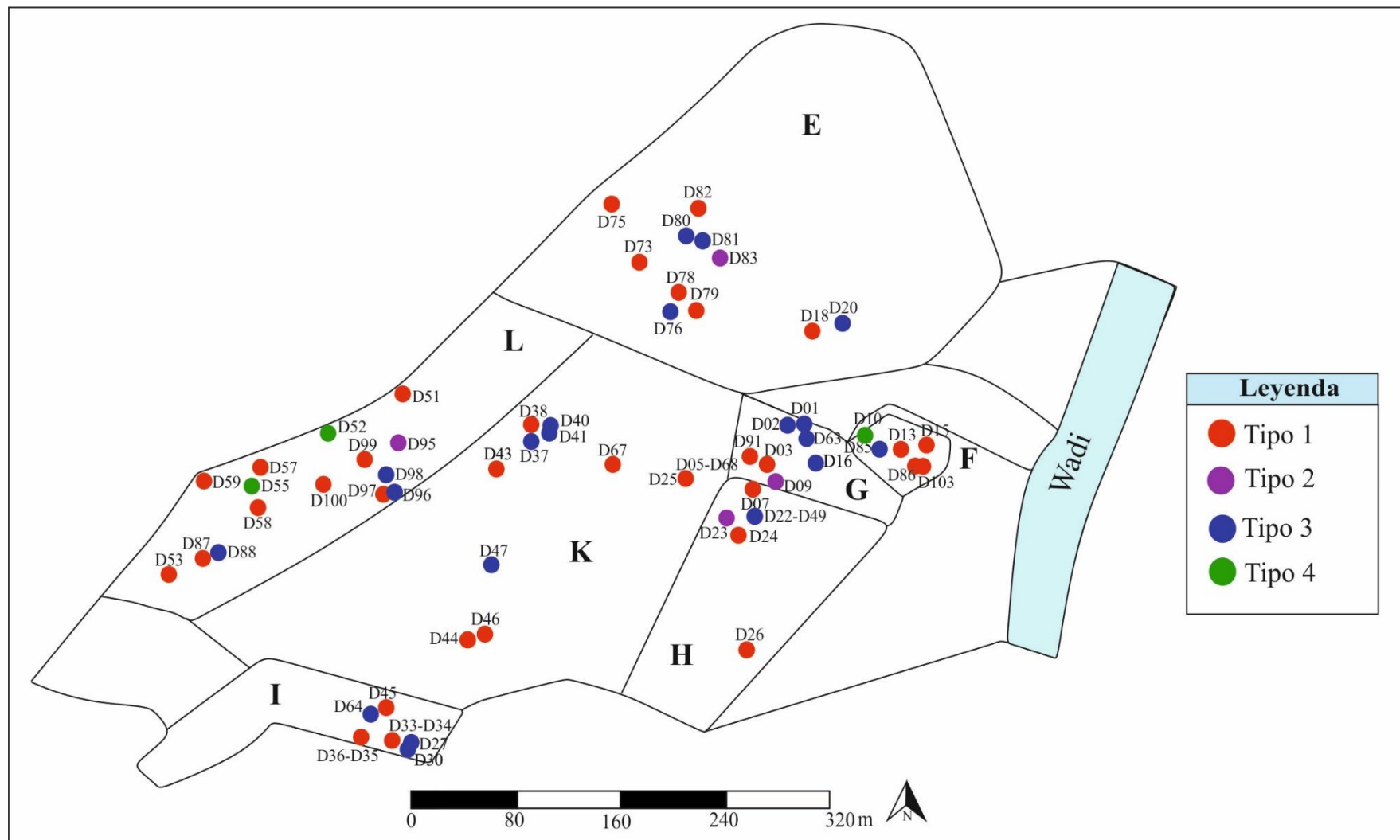


Figura 7.11. Distribución espacial de las cisternas clasificadas según su ubicación.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

Las únicas cisternas con forma de botella cilíndrica propuesta se sitúan en el área F (D10 y D15). Lo mismo sucede con las que se han considerado cilíndricas, las cuales se ubican en el área I, exceptuando la cisterna D49, que se sitúa en el área H. Las tres cisternas que se han podido clasificar según su tipología interna del área K se han propuesto como piriformes y el resto no se ha podido determinar. En las áreas F y G, la mayoría de cisternas se han considerado piriformes. Finalmente, la presencia de cisternas propuestas en forma de botella, se han observado en las áreas I, L y E, pero no en el resto. La distribución espacial de las cisternas según la propuesta de su forma se ilustra en la fig. 7.12.

La distribución de los canales también es desigual, aunque están presentes en todas las áreas del yacimiento analizadas. Muchos de ellos se concentran en la parte noreste de la cima del peñasco, como se puede observar en la fig. 7.13. En las áreas F y G se han documentado una mayor concentración de estas estructuras, aunque también están presentes en la parte sur del área E, al norte del área K y G, en el extremo oriental del área I y al sur del área L.

Los cuatro tipos de canales clasificados en este trabajo se encuentran distribuidos de forma irregular por el yacimiento. Los canales de conducción y de distribución están presentes en todas las áreas, incluyendo el área C, donde se ubica el canal C105. Sin embargo, los canales de captación del agua se han identificado de forma más esporádica en algunas áreas. Estas son principalmente, el área E, donde se ubica el canal C74, el área K, donde se localizan los canales C94, C39 y C48, el área L, donde se sitúa el canal C101 y el área D, donde se ubica el canal C17. No obstante, no hay que descartar que muchos de los canales de conducción del agua pudieron funcionar también para captar el agua de la escorrentía. Los canales de rebosadero se han localizado de manera puntual en el área E (C77), K (C122-C132), L (C54) y G (C92 y C04). Finalmente, los canales de conexión entre dos estructuras hidráulicas se han documentado en las áreas L (C113 y C123), I (C29, C32 y C137), H (C129), G (C08 y C93) y F (C135). La distribución espacial de los canales según su función se ilustra en la fig. 7.14.

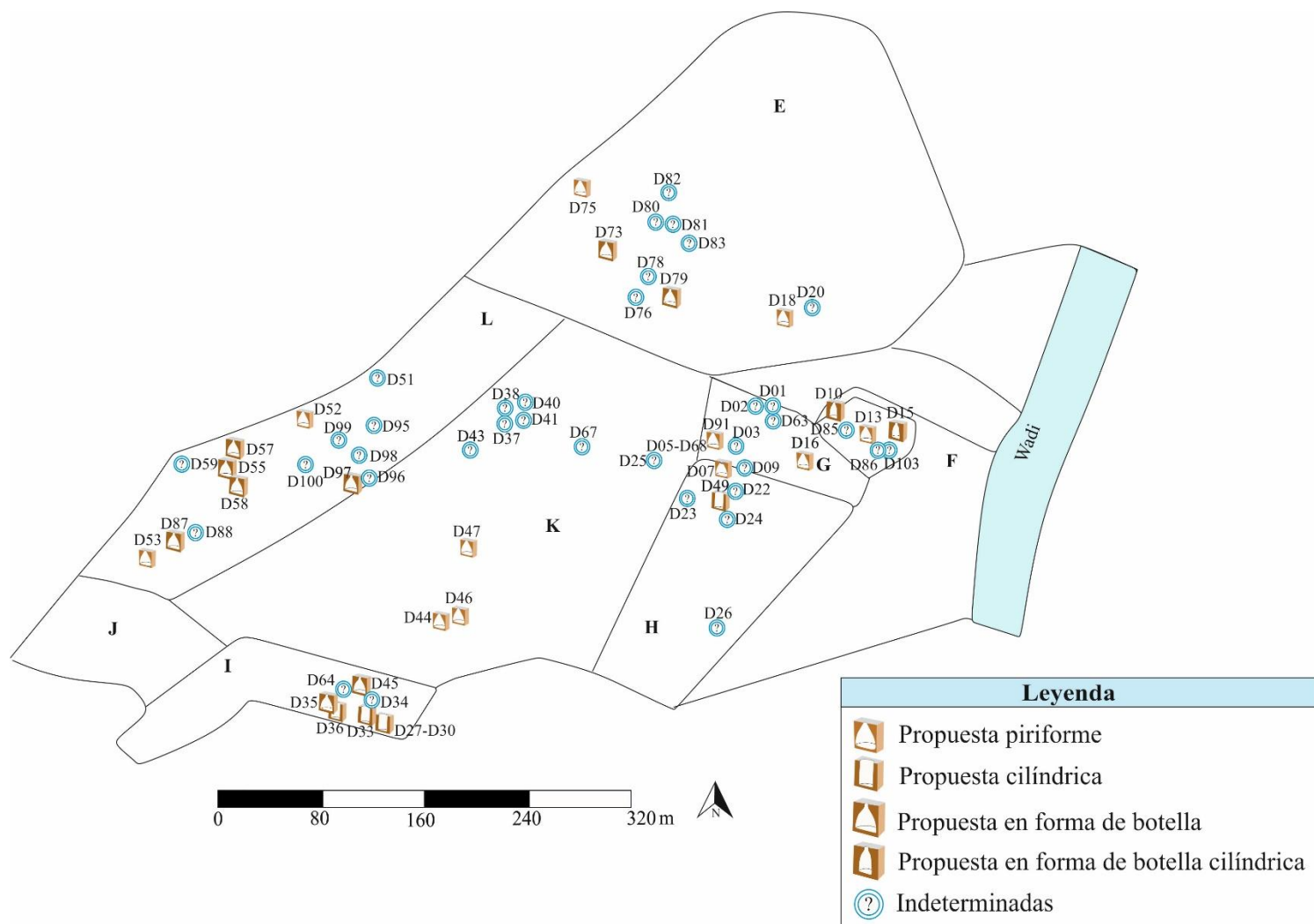


Figura 7.12. Distribución de las cisternas según la propuesta de su forma.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

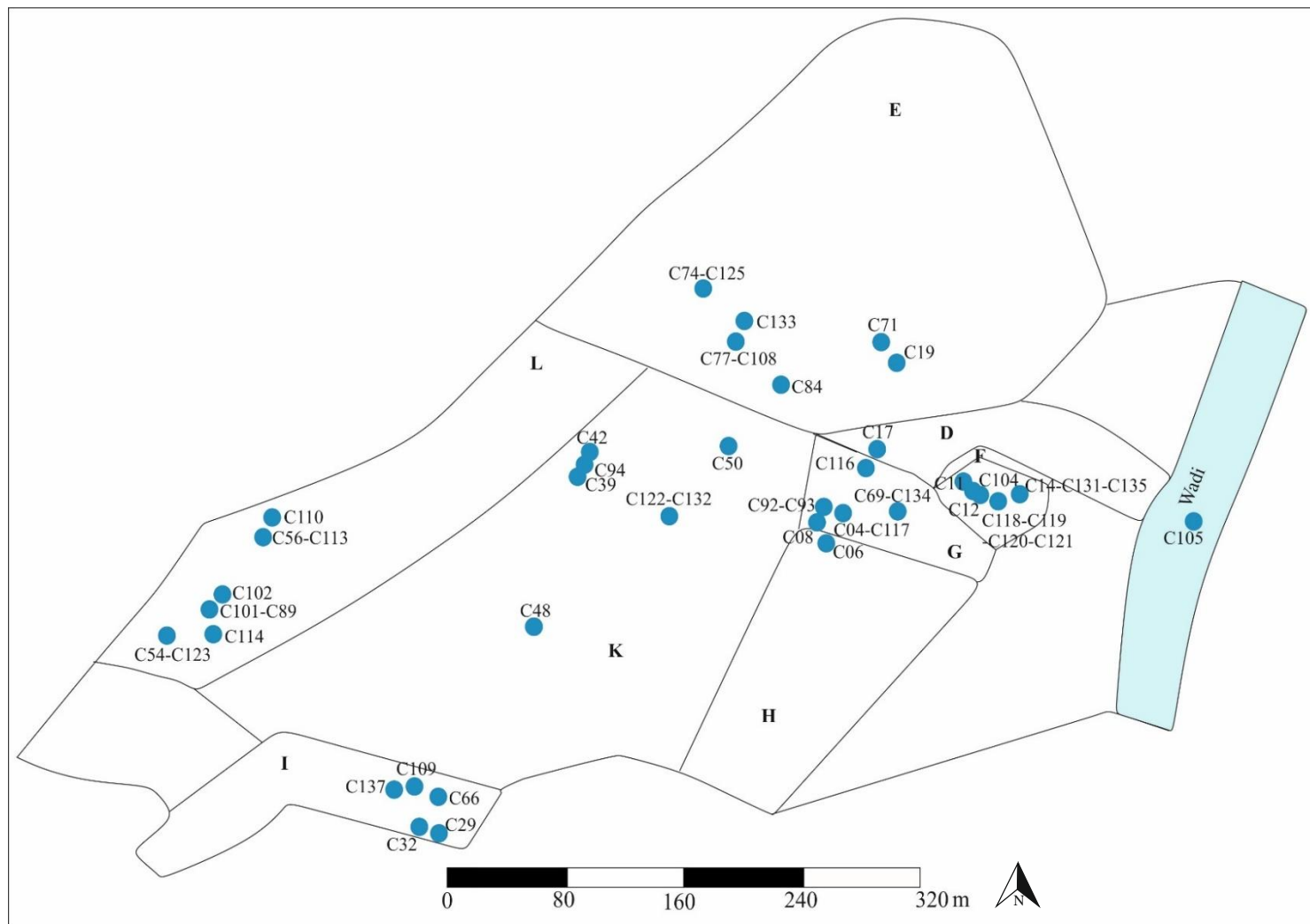


Figura 7.13. Distribución de los canales de Sela.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

7.4. Red hidráulica: propuesta de reconstrucción

Los restos de las instalaciones hidráulicas son difíciles de interpretar individualmente. La identificación de todo el sistema y el papel de cada parte es de gran relevancia para comprender el funcionamiento de la red o redes hidráulicas que se implementaron en Sela a lo largo del tiempo. Con este objetivo se ha propuesto una reconstrucción hipotética de algunas partes del conjunto existente en Sela a partir de las conexiones directas e indirectas de las estructuras hidráulicas que se conservan en la actualidad. Sin embargo, la propuesta que se presenta a continuación no tiene por qué corresponder a la red hidráulica que existió de forma continuada en Sela. La implementación de las estructuras documentadas pudo corresponder a distintos periodos y, por tanto, pueden pertenecer a distintas redes hidráulicas que se hayan empleado en el tiempo. No obstante, la propuesta que se presenta a continuación, permite reconstruir una parte de esta red.

7.4.1. Relaciones directas

Dentro de las conexiones directas se han evidenciado principalmente dobles y triples. Las dobles, con un total de trece conexiones, son principalmente canales con cisternas y las triples, con un total de seis conexiones directas, son canales con cisternas y depósitos de sedimentación. También se han identificado tres casos donde hay cuatro estructuras conectadas y el mismo número para las que presentan cinco.

Según las distintas áreas del yacimiento, hemos determinado cuáles son las que presentan una mayor o menor concentración de conexiones directas. Los resultados se presentan en la tabla 7.2 y se describen a continuación.

En el área C y D no se ha registrado ninguna. En el área E, en cambio, se han encontrado cuatro. Tres son dobles y se basan en conexiones entre canales y cisternas (C19-D18, C133-D78 y C125-D73) y una es triple entre un canal (C108), una cisterna (D76) y un canal (C77). En el área F se han identificado un total de tres conexiones. Estas son: C14-D111-C135-C131-D15 y C118-C119-C120-C121-D13. La primera se basa en la conexión entre un canal, un depósito de sedimentación, otros dos canales y una cisterna. La segunda, en cambio, se basa en la conexión de cuatro canales C118, C119, C120 y C121 con la cisterna D13. En el área G se ha establecido una conexión doble, entre el canal C116 y la cisterna D02, una triple entre la cisterna D05 con el canal C08 y la cisterna D67, una cuádruple entre el canal C134, el depósito de sedimentación D70, el canal C69 y la cisterna D16 y, finalmente, una conexión entre cinco estructuras: C93-D126-D91-

C92-D127. Estas son un canal, un depósito de sedimentación, otros dos canales y una cisterna o una posible estructura hidráulica indeterminada. En el área H solamente hay dos conexiones. La primera es entre el canal C06 y la cisterna D07 y la segunda, entre el depósito de sedimentación D128, el canal C129 y la cisterna D49. En el área I existe una conexión doble (el canal C109 con la cisterna D45), una triple y una cuádruple (Fig. 7.15). La triple se basa en la conexión del depósito de sedimentación D28 con el canal C32 y la cisterna D30. La cuádruple se basa en la conexión del depósito de sedimentación D31 con el canal C32 y este con las cisternas D33 y D34. Las conexiones directas identificadas en el área K son cinco. Cuatro de ellas son dobles y se trata de un canal con la cisterna (C48-D47, C39-D38, C94-D40 y D37-D38) y una es triple. Esta conexión la configuran un canal (C132) con la cisterna D67 y el canal C122. Finalmente, el área L, tiene un total de cuatro conexiones. Dos de ellas son dobles y se basan en un canal con su respectiva cisterna (C110-D57 y C114-D84) y las otras dos tiene cuatro conexiones. Una se basa en un canal con un depósito de sedimentación, otro canal y una cisterna (C56-D112-C113-D55) y otra por un depósito de sedimentación, un canal, una cisterna y otro canal (D124-C123-D53-C54).

Área	Sector/es	N.º de estructuras relacionadas	Referencia	Tipo de estructura
D	-	0	-	-
E	S1	2	C19-D18	Canal-cisterna
	S2	2	C133-D78	Canal-cisterna
	S3	2	C125-D73	Canal-cisterna
		3	C108-D76-C77	Canal-cisterna-canal
F	S2	5	C14-D111-C135-C131-D15	Canal-depósito de sedimentación-canal-canal-cisterna
	S13	5	C118-C119-C120-C121-D13	Canal-canal-canal-canal-cisterna
G	S13	3	D05-C08-D68	Cisterna-canal-cisterna
	S11	2	C116-D02	Canal-cisterna
	S10	4	C134-D70-C69-D16	Canal-depósito de sedimentación-canal-cisterna
	S12	5	C93-D126-D91-C92-D127	Canal-depósito de sedimentación-canal-canal-cisterna / estructura hidráulica indeterminada
H	S15	2	C06-D07	Canal-cisterna
	S16	3	D128-C129-D49	Depósito de sedimentación-canal-cisterna
I	S20	2	C109-D45	Canal-cisterna

	S21	3	D28-C29-D30	Depósito de sedimentación-canal-cisterna
	S21	4	D31-C32-D33, D34	Depósito de sedimentación-canal-cisterna-cisterna
K	S29	2	C48-D47	Canal-cisterna
	S27	2	C39-D38	Canal-cisterna
	S27	2	C94-D40	Canal-cisterna
	S27	2	D37-D38	Cisterna-cisterna
	S31	3	C132-D67-C122	Canal-cisterna-canal
L	S37	2	C110-D57	Canal-cisterna
	S36	2	C114-D87	Canal-cisterna
	S37	4	C56-D112-C113-D55	Canal-depósito de sedimentación-canal-cisterna
	S35	4	D124-C123-D53-C54	Depósito de sedimentación-canal-cisterna-canal

Tabla 7.2. Resumen de las relaciones directas entre las estructuras hidráulicas identificadas.
Fuente: Elaboración propia.

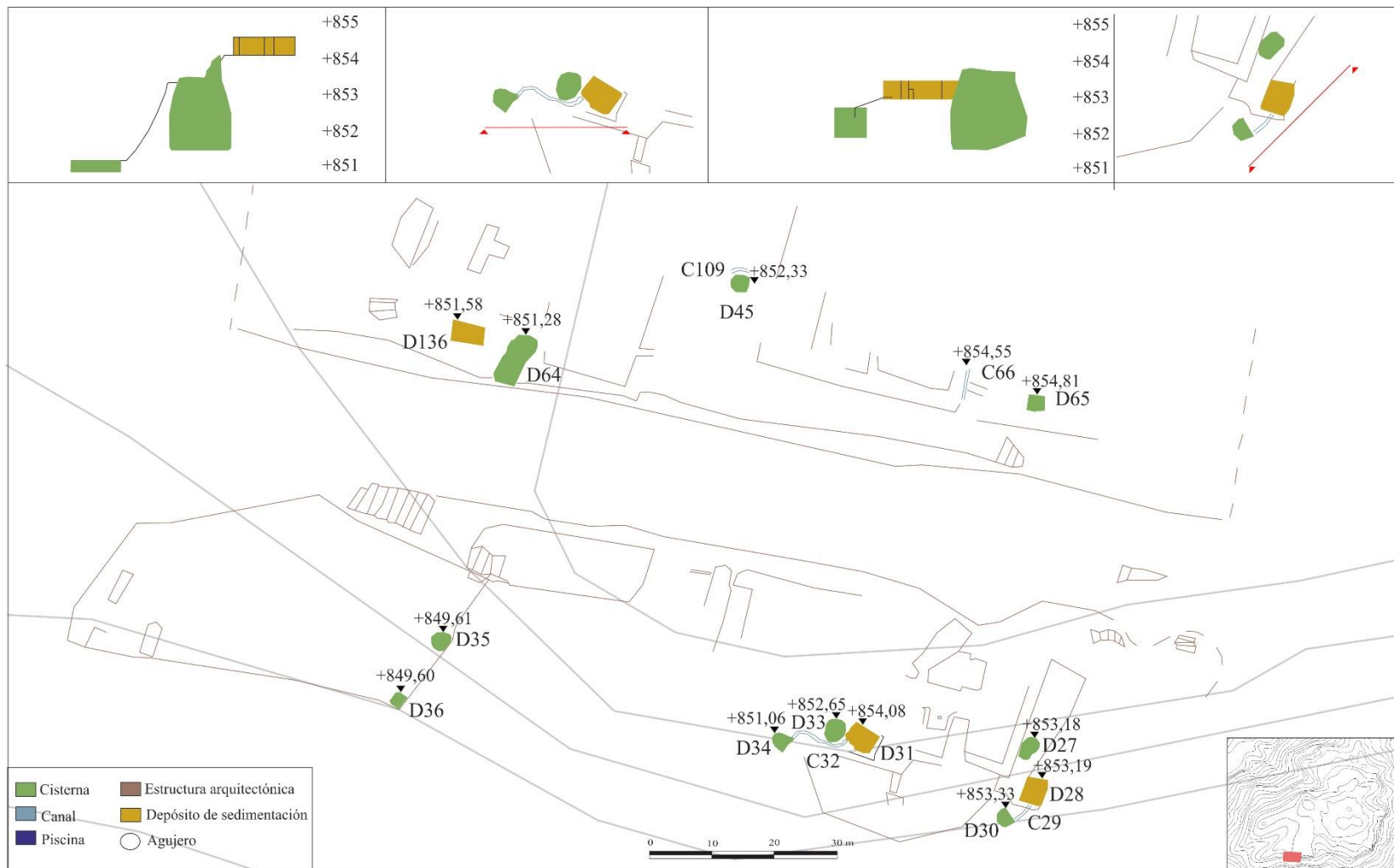


Figura 7.15. Conexiones directas del área I.

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

7.4.2. Relaciones indirectas

Además de las conexiones directas se han podido documentar algunas indirectas. Estas se han establecido principalmente según la ubicación espacial de las instalaciones hidráulicas entre sí y respecto a otras estructuras, teniendo en cuenta sus orientaciones y pendientes. La única área donde se han observado estas conexiones es la F. Por tanto, en este apartado solamente se presentan las relaciones indirectas de esta área.

A partir de las conexiones directas anteriormente descritas en el área F, se pueden añadir otras indirectas. Ambas conexiones se ilustran en la fig. 7.16.

La reconstrucción hipotética del sistema hidráulico del área F en 3D se presenta en la fig. 7.17. Gracias a esta representación se han podido determinar cómo se articularían las redes formadas por dichas estructuras en cada una de las áreas. Todos estos datos se han establecido atendiendo al desarrollo de las instalaciones hidráulicas, principalmente los restos identificados como canales de conducción para estudiar las posibles conexiones de estos con los depósitos cercanos.

Por un lado, el tramo del canal C11 documentado podría conectar con la estructura arquitectónica H1 y podría tener algún tipo de conexión con la estructura D115. No obstante, desconocemos cómo funcionaba. Solamente se ha podido documentar que el canal tiene una pendiente gradual SW-NE y que cambia ligeramente de dirección hacia el NW y desciende casi 1 m. Posteriormente se pierde su rastro pudiendo conectar con la estructura D115. Por otro lado, el canal C104, que se dispone NW-SE, podría conectar con el canal C12 por su extremo NW y este, a su vez, conectar con la cisterna D13 y con el canal C11. La dirección y la pendiente del canal C104 podría indicar que, después de alimentar la cisterna D13, su curso podría seguir a través del canal C14, que conecta de manera directa con el depósito de sedimentación D111.

Como resultado, el análisis espacial de las estructuras hidráulicas en el yacimiento ha permitido determinar distintas áreas de concentración de estas estructuras y las ha relacionado con los restos del urbanismo conservado en el yacimiento. La interpretación de estos resultados se presenta en el capítulo de la discusión, donde a partir de la propuesta de reconstrucción hipotética de la red o redes hidráulicas de Sela, se proponen distintas hipótesis sobre su funcionamiento, independientemente del momento cronológico.

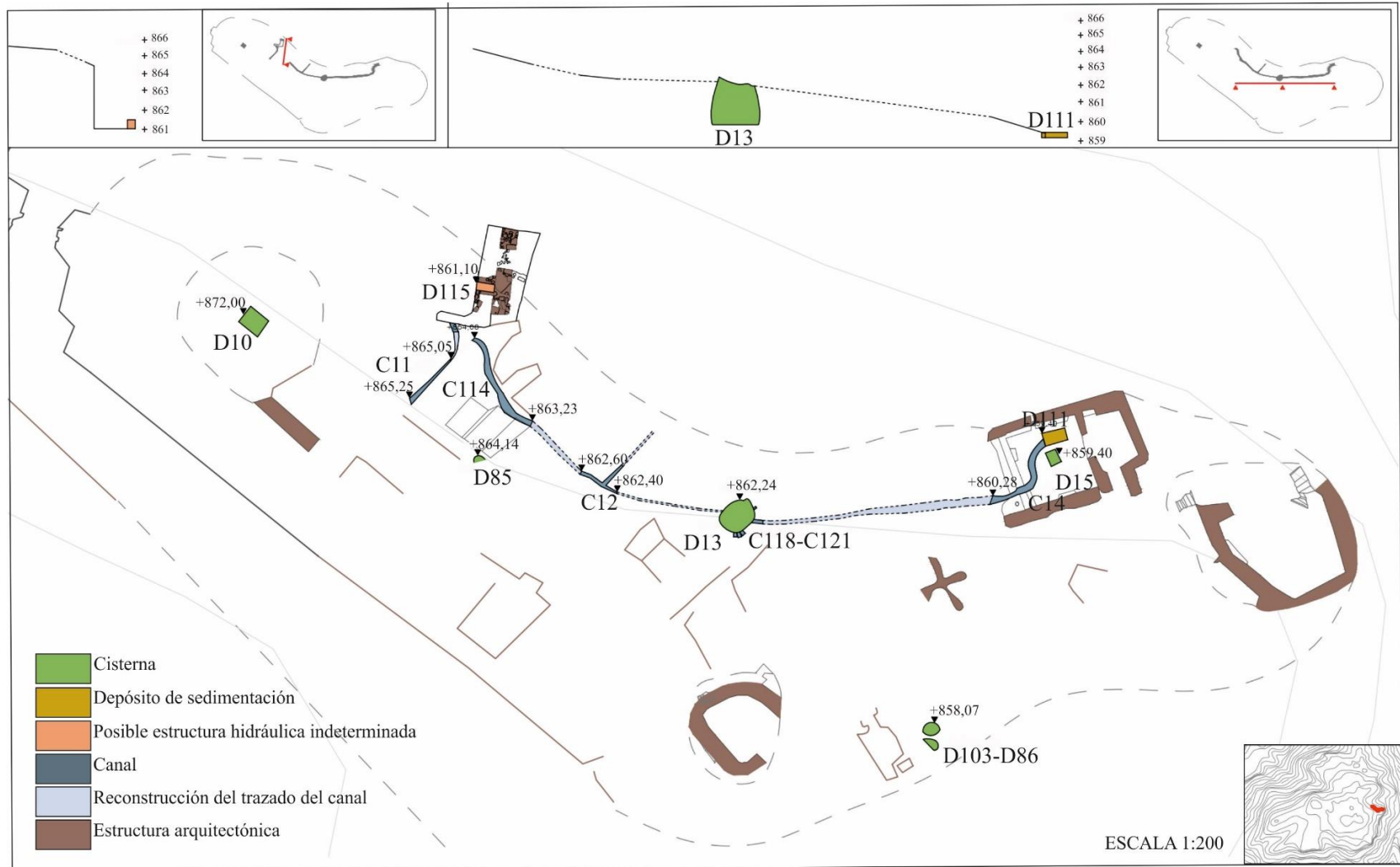


Figura 7.16. Conexiones directas e indirectas del área F.

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa base y los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.



Figura 7.17. Reconstrucción hipotética del sistema hidráulico del área F en 3D: 1) canal C12; 2) depósito de sedimentación D111 y cisterna D15 y 3) estructura D115.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

Capítulo 8. Los morteros de cal: análisis petrográfico y mineralógico

El término mortero hace referencia a un “conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante y agua, que puede contener además algún aditivo” (DLE, 2015)¹⁹³. En algunos trabajos como el de Stephen Weiner (2010) los morteros (*mortar*) se diferencian de los revocos (*plaster*). El mortero se refiere al material que une ladrillos y/o piedras en una construcción o a la capa de nivelación en la superficie externa de una estructura. El revoco es el término utilizado para cubrir las superficies de las paredes y la construcción del suelo (Weiner, 2010: 185). Sin embargo, en este trabajo el revoco se considera como un “revestimiento continuo con mortero de cal, yeso y en ocasiones, cemento” (DLE, 2015)¹⁹⁴.

Los morteros están compuestos por un material que une los constituyentes (aglutinante) y materiales agregados, que aumentan su volumen y mejoran sus propiedades (Weiner, 2010: 185).

8.1. Análisis petrográfico

En este apartado se presenta la caracterización petrográfica de una selección de muestras de morteros extraídas durante la campaña arqueológica de 2016 en Sela. Este estudio toma como base el informe técnico de M. Soto (2017)¹⁹⁵.

Se extrajeron un total de 14 muestras de morteros de determinadas estructuras hidráulicas del yacimiento en estudio (Tabla 8.1). Las muestras pertenecen principalmente a los revocos de cisternas (D01, D03, D09, D05, D13, D16, D22, D38, D57, D59 y D63), o estructuras indeterminadas posiblemente relacionadas con el almacenamiento del agua (D107 y D115), que fueron seleccionadas en diferentes áreas del yacimiento (F, G, H, K y L). También se han añadido dos muestras que pertenecen a otras estructuras, probablemente revestimientos de paredes o pavimentos, que se han considerado en este trabajo por su relevancia contextual (muestras SL'16.H1.2.498 y SL'16.H1.6.169).

Área	Sector	UE	Referencia de la muestra	Estructura	Referencia de la estructura
F	S7	-	SL'16.D13.1	Cisterna	D13
G	S10	-	SL'16.D16.2	Cisterna	D16

¹⁹³ Acep. 4. m. *Constr.*

¹⁹⁴ Acep. 2. m.

¹⁹⁵ La realización de las láminas delgadas, así como el informe derivado, ha sido elaborado por M. Soto, gracias a la financiación que PALARQ concedió a R. Da Riva, directora del proyecto. La caracterización mineralógica de los morteros se ha publicado en Da Riva *et al.* (en prensa).

G	S11	-	SL'16.D63.3	Cisterna	D63
G	S11	-	SL'16.D01.4	Cisterna	D01
G	S12		SL'16.D03.5	Cisterna	D03
G	S12	-	SL'16.D09.6	Cisterna	D09
G	S13	-	SL'16.D05.7	Cisterna	D05
H	S16	-	SL'16.D22.8	Cisterna	D22
K	S27	-	SL'16.D38.9	Cisterna	D38
L	S37	-	SL'16.D57.10	Cisterna	D57
L	S37	-	SL'16.D59.11	Cisterna	D59
H	S14	-	SL'16.D107.13	Indeterminada	D107
F	S8 (H1)	UM3	SL'16.H1.UM3.1	Indeterminada	D115
F	S8 (H1)	UM3	SL'16.H1.UM3.2	Indeterminada	D115
F	S8 (H1)		SL'16.H1.2.498	Indeterminada	-
F	S8 (H1)		SL'16.H1.6.169	Indeterminada	-

Tabla 8.1. Selección de muestras de morteros de Sela.

Fuente: Elaboración propia a partir de las muestras del Proyecto Arqueológico de Sela. Una versión similar, pero incompleta, se incluyó en Soto, 2017.

Como se ha descrito en las diferentes secciones del sexto capítulo, prácticamente todas las estructuras hidráulicas que presentan morteros son las cisternas, aunque también se han observado en canales y en estructuras hidráulicas indeterminadas¹⁹⁶. En el caso de las cisternas, muchos revestimientos de morteros se han conservado en las paredes de la boca de las cisternas o al inicio de la cámara de almacenamiento (Fig. 8.1).

¹⁹⁶ Concretamente hay en 27 cisternas, 5 canales y 2 estructuras indeterminadas.



Figura 8.1. Ubicación (círculo azul) de la parte de la cisterna de donde se extrajeron las muestras. Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Cuatro muestras (SL'16.H1.UM3, SL'16.H1.UM3.2, SL'16.2.498 y SL'16.6.169) se recuperaron durante la excavación del sector H1 del área F. Las dos primeras se hallaron en una estructura, que podría ser una cubeta para almacenar agua (Fig. 8.2). Ambas se

separaron durante el proceso de excavación para determinar una posible reforma de la estructura (Da Riva, 2019b: 276) (Fig. 8.3).



Figura 8.2. Estructura D115 dentro del contexto general de la H1 (arriba) y detalle de la estructura (abajo).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela (arriba: modificada por la autora).

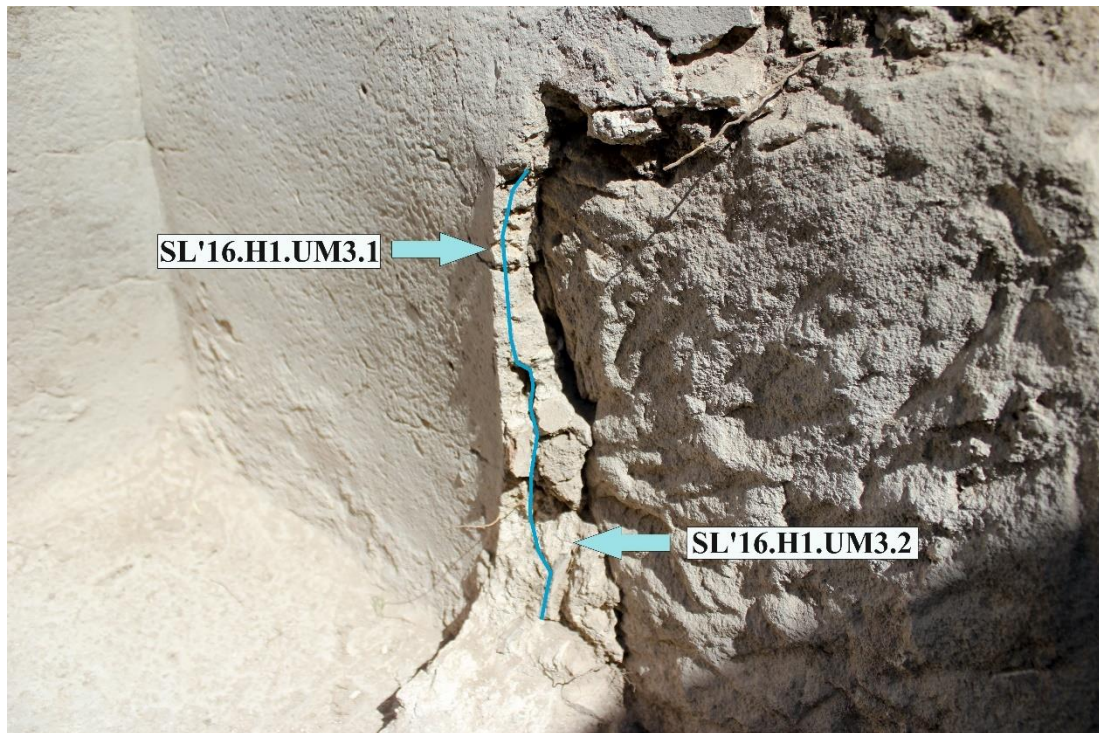


Figura 8.3. Detalle de la estructura D115 con las dos capas de morteros de donde se extrajeron las muestras SL16.H1.UM3.1 y SL16.H1.UM3.2.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

Finalmente, la muestra extraída de una estructura indeterminada se obtuvo de uno de los laterales de la estructura D107 (Fig. 8.4).



Figura 8.4. Ubicación (círculo azul) de donde se extrajo la muestra de la estructura D107.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

Respecto a las observaciones macroscópicas de las muestras, estas presentan una gama cromática que varía desde colores más anaranjados (10YR 8/2 *Very Pale Orange*) en las muestras SL'16.D22.8, SL'16.16.2, SL'16.D05.7 y SL'16.D38.9) a tonalidades más grisáceas como el color (N8 *Very Light Gray*) de las muestras SL'16.D01.4 y SL'16.D09. Entre estas gamas, se encuentran otras tonalidades como el gris rosado (5YR 8/1 *Pinkish Gray*) de la muestra SL'16.D03.5 y el gris azulado (5B 5/1 *Medium Bluish Gray*) de la muestra SL'16.D59.11. Destaca el color anaranjado con toques grisáceos (10YR 7/4 *Grayish Orange*) observado en las muestras SL'16.D57.10, SL'16.D107.13 y todas las muestras recogidas de la H1. Solamente la muestra SL'16.D13.1 presenta un color blanquecino (N9 *White*).

El grosor de los morteros es muy variado e irregular. Hay morteros con un grosor entre los 5-10 mm –los más finos– y entre 9-28 mm –los más gruesos–. Las muestras SL'16.H1.2.498, SL'16.D22.8, SL'16.D59.11 y SL'16.D63.3 presentan fisuras, posiblemente relacionadas con episodios de deshidratación y el paso del tiempo. En el Anexo C Tabla 1 se presentan las características macroscópicas principales de las muestras seleccionadas y en la fig. 8.5 se ha realizado una composición con las fotografías de cada una de las muestras, indicando su referencia.



Figura 8.5. Aspecto macroscópico de todas las muestras seleccionadas.
 Fotografías: Modificadas de Soto, 2017, a excepción de la muestra SL'16.D017.13, incorporada por la autora.

El análisis microscópico de las láminas delgadas se ha basado en las descripciones y cálculos propuestos por Choquette y Parr (1970); Sha'er (2004); Casadio *et al.* (2005); Bonazza *et al.* (2013); Morricone *et al.* (2013) y Al-Naddaf y El-Khoury (2014)¹⁹⁷:

- 1) descripción de la textura y los componentes mineralógicos de la matriz/aglutinante;
- 2) descripción del tipo de materiales agregados, su morfología y dimensión media;
- 3) cálculo del porcentaje de la matriz/aglutinante y de los agregados;
- 4) determinación cuantitativa de la relación aglutinante/agregado de cada muestra;
- 5) descripción de la presencia y/o tipo de porosidades.

A partir del análisis realizado con el microscopio de luz polarizada, se han definido cinco tipos de morteros en el yacimiento de Sela (Soto, 2017: 12). Las distintas tipologías se han definido principalmente a partir de la composición y textura de la matriz/aglutinante, del tipo de materiales agregados identificados y de la ratio aglutinante/agregado. A continuación, se describirán cada una de ellas.

▪ **Tipo 1**

La primera tipología definida se documenta en cinco muestras. Dos de ellas proceden de la estructura hidráulica D115 (SL'16.H1.UM3.1 y SL'16.H1.UM3.2) y otras dos muestras pertenecen a las cisternas D01 (SL'16.D01.4) y D13 (SL'16.D13.1). La última muestra (SL'16.H1.2.498), se recuperó dentro de la estructura H1 (Fig. 8.6), aunque se desconoce qué estructura revestía.

¹⁹⁷ La descripción del análisis microscópico de cada lámina delgada (Soto, 2017) se presenta en las Tablas 2-6 de los Anexos C, las cuales están divididas según el tipo al que se adscriben.

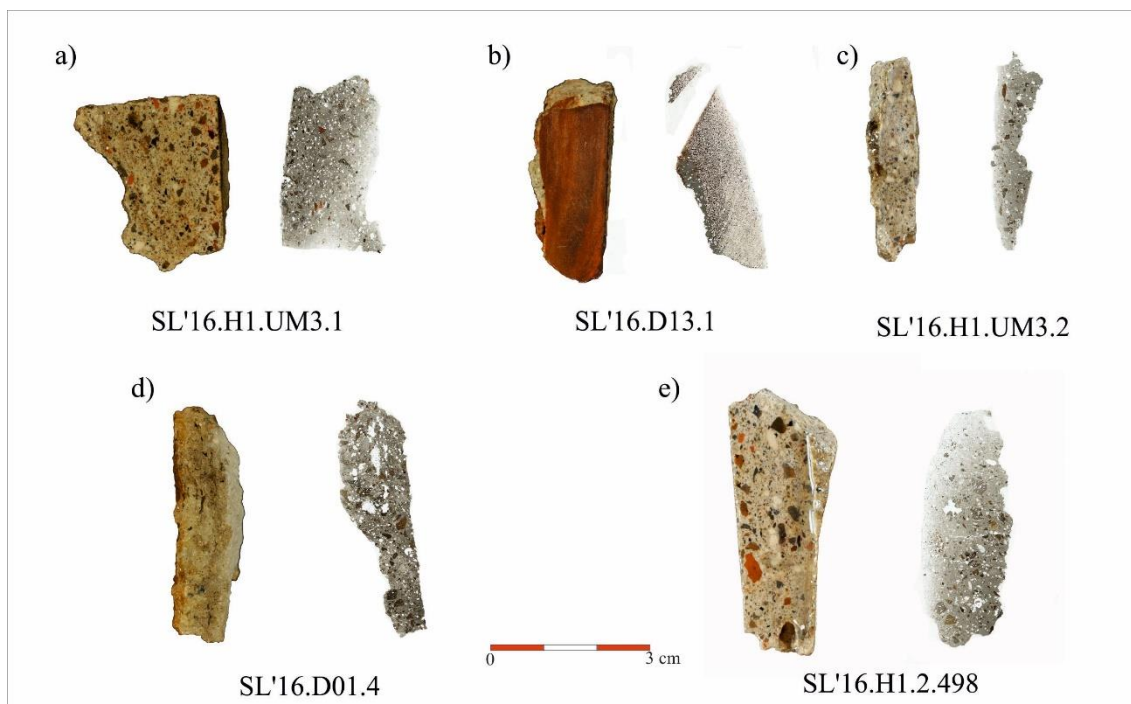


Figura 8.6. Muestras de mano de los morteros identificados como tipo 1 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.

Fuente: Modificadas de Soto, 2017.

Este tipo se caracteriza principalmente por la presencia de una mayor proporción de la matriz/aglutinante (70-80%) con relación a la de los agregados (30-20%), respectivamente (Anexo C Tabla 2). Los aglutinantes se componen principalmente de calcita micrítica y microesparítica, micrita, esparita, microesparita y minerales de arcilla (Fig. 8.7 y Anexo C Tabla 2). Los agregados dominantes son los cuarzos detríticos subredondeados o subangulares, la calcita microesparítica y micrítica, los fragmentos de sílex y los óxidos de hierro, probablemente, hematites. En las tres muestras recuperadas de la estructura H1 (SL'16.H1.UM3.1, SL'16.H1.UM3.2 y SL'16.H1.2.498), así como en la muestra de la cisterna D01, se han observado fragmentos de cerámica. En la muestra SL'16.H1.UM3.2 y en la que se extrajo de la cisterna D13 también se han distinguido fragmentos vegetales. Asimismo, se ha notado la presencia de cenizas en las dos muestras de la estructura D115 y en la muestra de la cisterna D01. Finalmente, se han observado feldespatos en las muestras SL'16.H1.UM3.2 y SL'16.H1.2.498, yeso secundario en esta última y fitolitos con oxalato y fragmentos de carbones en la muestra SL'16.D01.4 (Fig. 8.8).

En las muestras SL'16.H1.2.498 y SL'16.D01.4 se han observado recristalizaciones en revestimientos de tamaño esparítico.

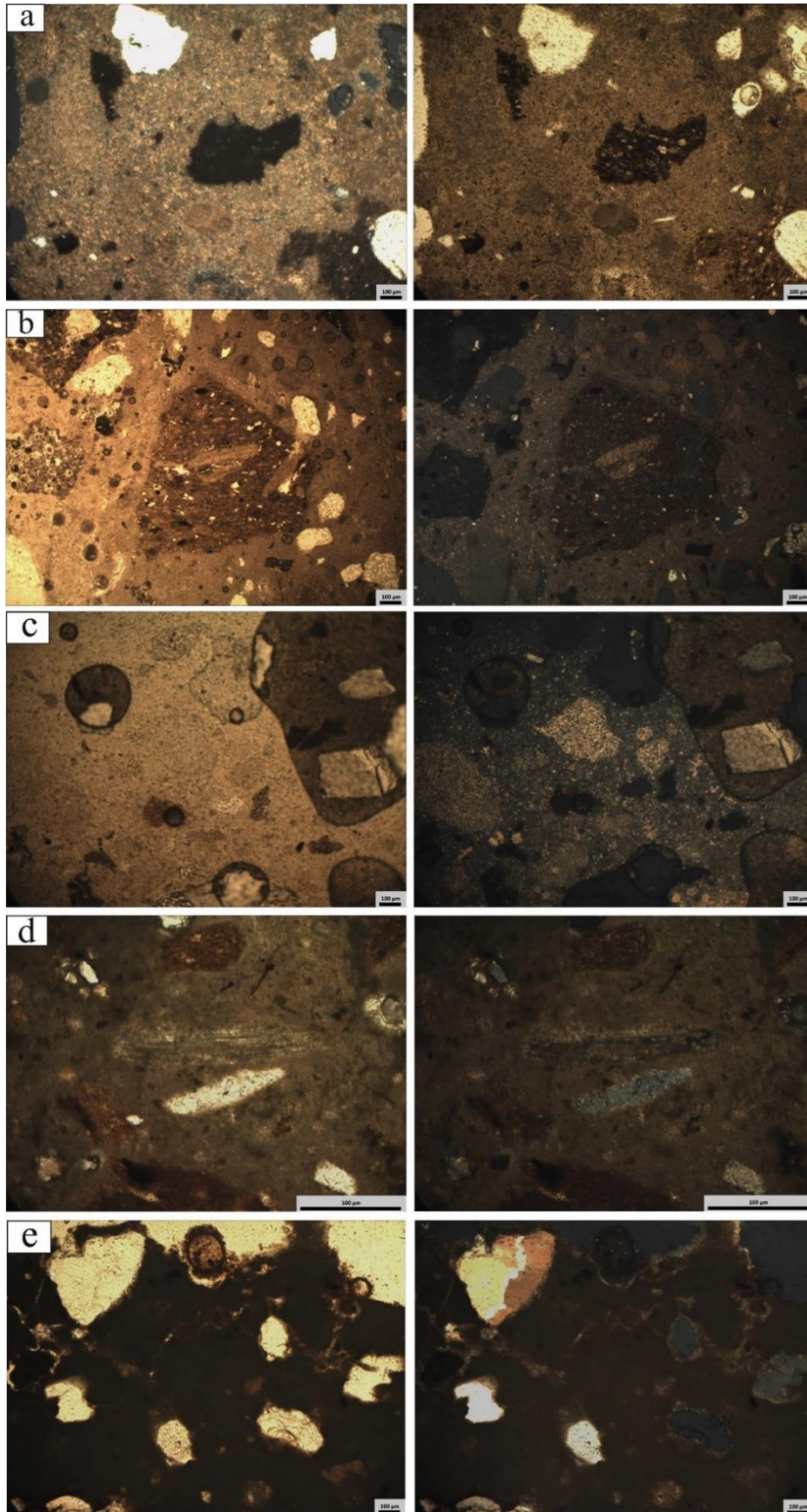


Figura 8.7. Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante de las muestras tipo 1 (izq.: PPL y dcha.: XPL). a) SL'16.H1.UM3.1; b) SL'16.H1.UM3.498; c) SL'16.H1.UM3.2; d) SL'16.D01.4 y e) SL'16.D13.1.

Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

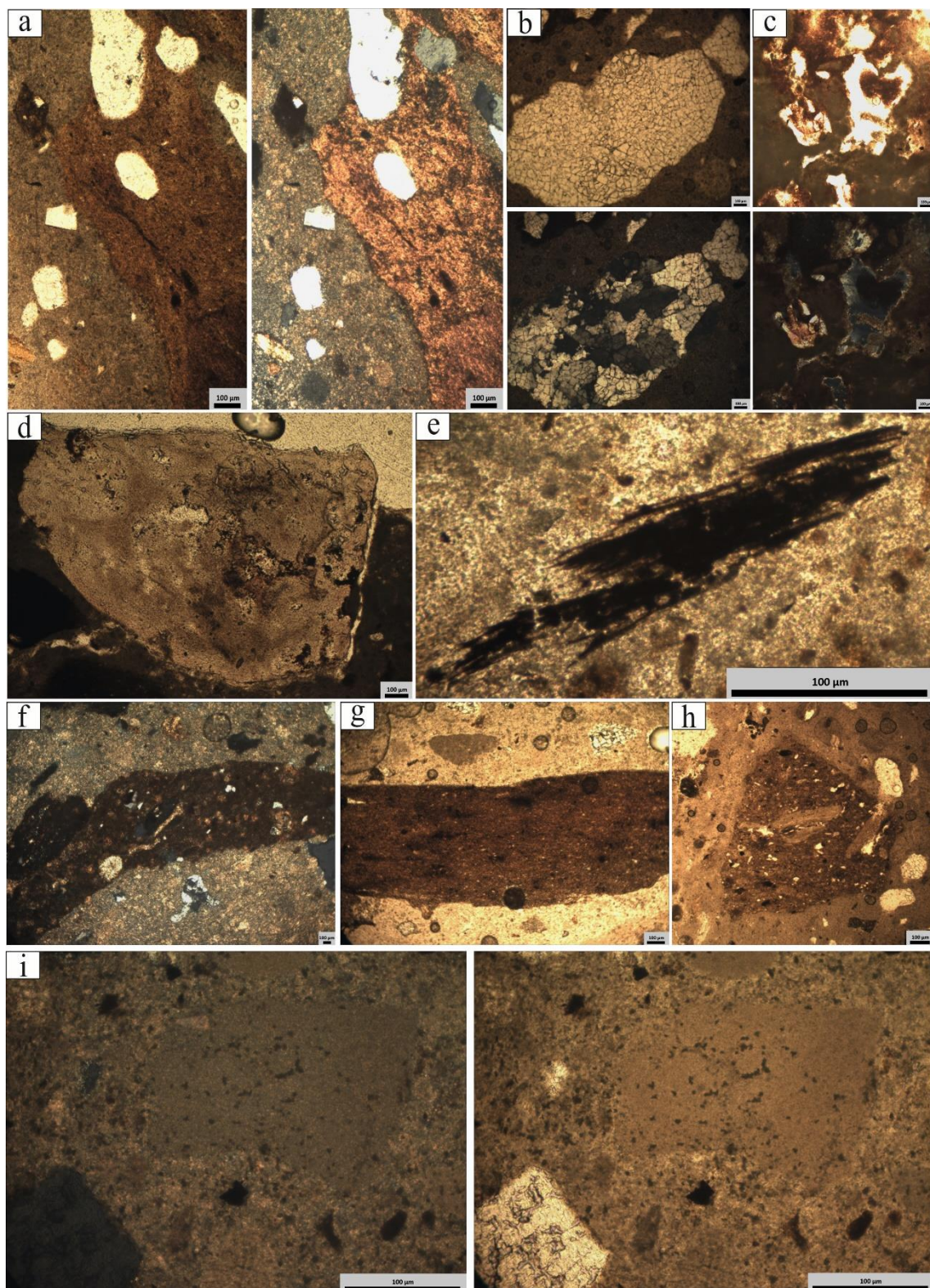


Figura 8.8. Fotografías mediante MPL de los agregados más destacados de las muestras tipo 1. a) Cuarzo detrítico de SL'16.H1.UM3.1 (izq. XPL y dcha. PPL); b) calcita micrítica-microesparítica de SL'16.2.498 (arriba PPL y abajo XPL); c) óxidos de hierro de SL'16.D13.1 (arriba PPL y abajo XPL); d) sílex termoalterado (PPL) de SL'16.D01.4; e) resto de vegetal (PPL) de SL'16.D01.4; f-g-h) resto de cerámica de SL'16.H1.UM3.1 (XPL), SL'16.H1.UM3.2 (PPL) y SL'16.H1.2.498 (PPL), respectivamente, y i) ceniza de SL'16.H1.UM3.3 (izq. XPL y dcha. PPL).

Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

▪ **Tipo 2**

Este tipo está representado por un total de cuatro muestras: SL'16.D05.7, SL'16.D09.6, SL'16.D16.2 y SL'16.D03.5 (Fig. 8.9).

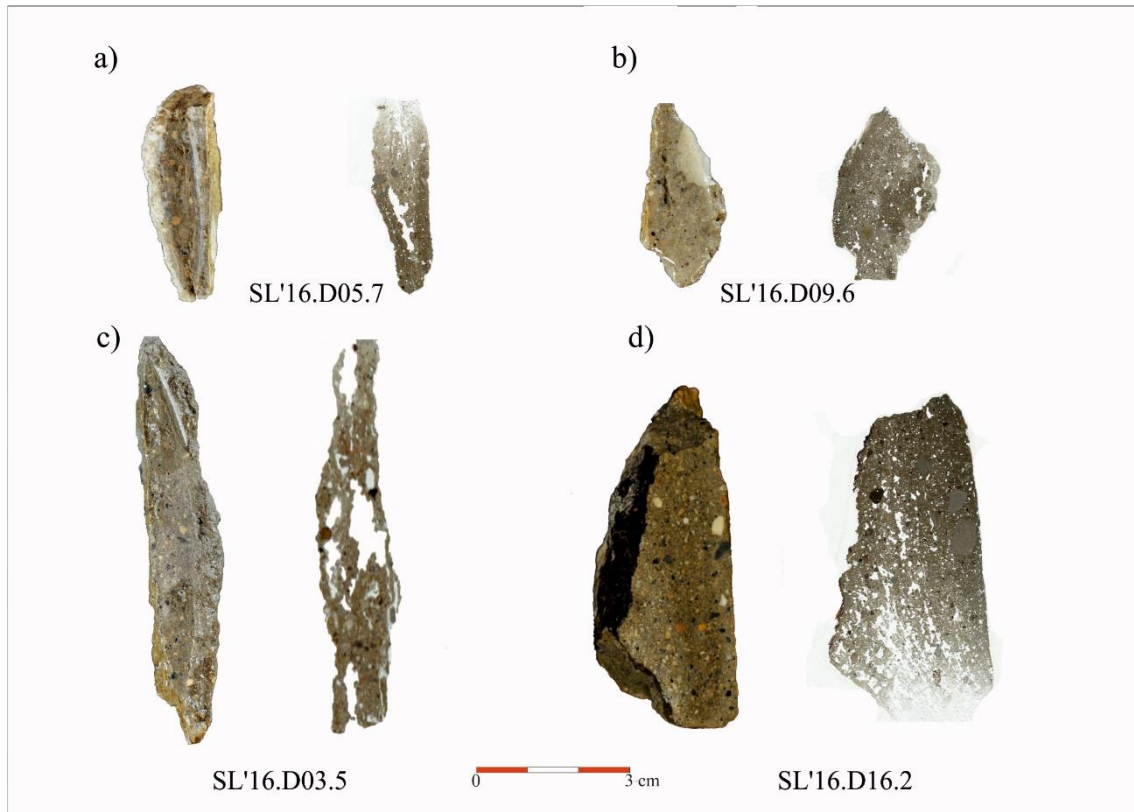


Figura 8.9. Muestras de mano de los morteros identificados como tipo 2 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.

Fuente: Modificadas de Soto, 2017, a excepción del escaneado de la muestra SL'16.D03.5, incorporado por la autora.

La matriz o el aglutinante (60-80% del total de la muestra) es similar al del tipo 1 aunque la proporción de los agregados es algo más elevada (40-20% del total de la muestra) (Anexo C Tabla 3). El aglutinante se compone principalmente de micrita, calcita microesparítica y micrítica y minerales de arcilla (Fig. 8.10 y Anexo C Tabla 3). En la muestra SL'16.D16.2 también se aprecian abundantes porosidades denominadas tipo “vugs”¹⁹⁸ en la matriz/aglutinante (Fig. 8.10 d). Entre los agregados destacan los cuarzos detríticos subredondeados y subangulares y la calcita micrítica, esparítica y microesparítica, que se encuentran en prácticamente todas las muestras. También se han distinguido fragmentos cerámicos en las muestras SL'16.D16.2, SL'16.D05.7 y SL'16.D03.5 y restos vegetales en las dos últimas. En la muestra extraída de la cisterna

¹⁹⁸ Se trata de una porosidad secundaria que se define por un sistema de vacíos o vacuolas. Estos se forman por procesos de disolución diagenéticos (Choquette y Pray, 1970).

D05, se ha observado que el agregado vegetal ha sido reemplazado por calcita microesparítica. En las muestras procedentes de las cisternas D16, D05 y D03 también se ha detectado la presencia de hematites masiva. Finalmente, la muestra SL'16.D09.6 destaca por la presencia de fitoclastos, cristales de yeso, sílex microcristalino y arenisca roja. La arenisca también se ha observado en la muestra de la cisterna D05, cuyo mortero presenta restos vegetales y carbones como agregados. Finalmente, hay que destacar que en la muestra SL'16.D03.5 se han observado recristalizaciones.

(Fig. 8.11).

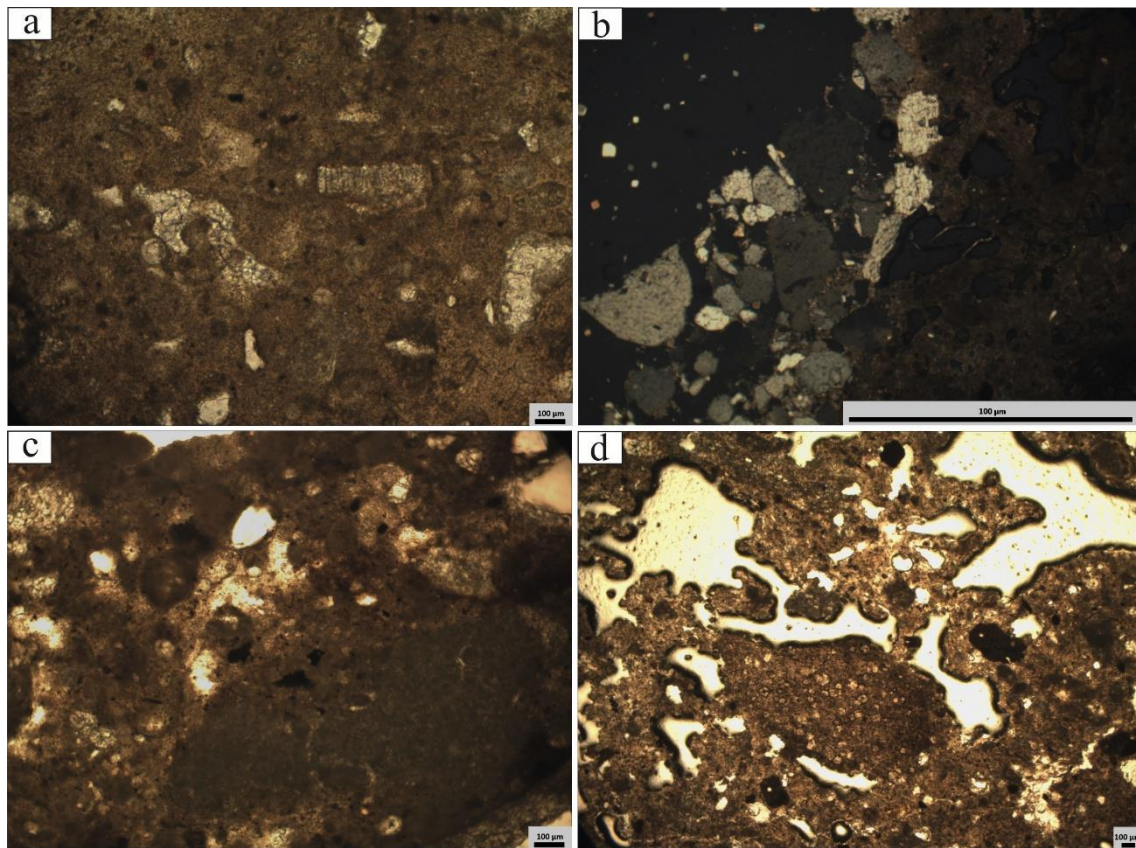


Figura 8.10. Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante de las muestras tipo 2. a) SL'16.D05.7 (PPL); b) SL'16.D09.6 (XPL); c) SL'16.D03.5 (PPL) y d) SL'16.D16.2 (PPL).
Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

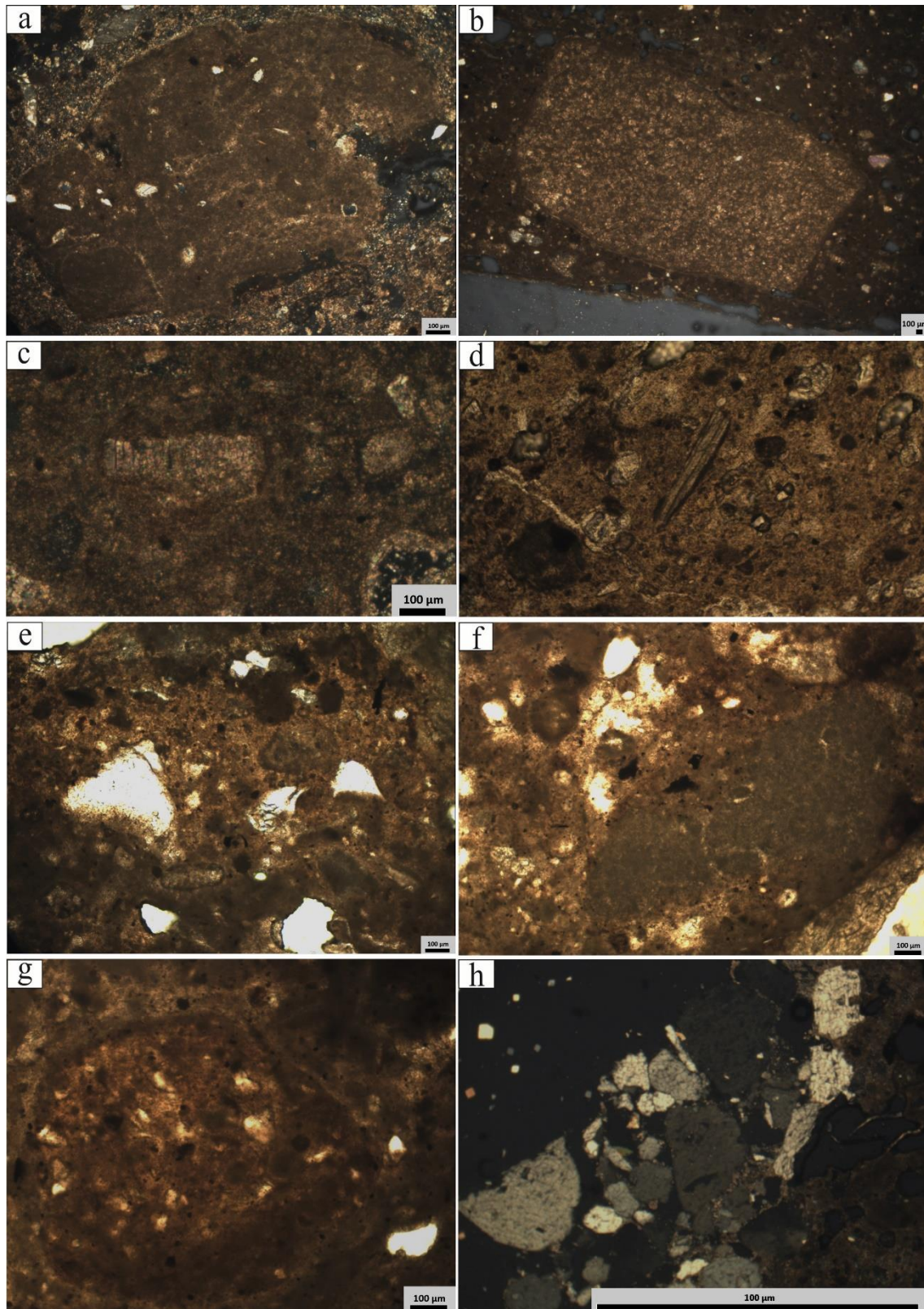


Figura 8.11. a) Calcita micrítica-microesparítica de SL'16.D05.7 (XPL); b) calcita esparítica de SL'16.D16.2 (XPL); c-d) posible agregado vegetal remplazado por calcita microesparítica y resto vegetal, respectivamente, de SL'16.D05.7 (PPL); e) yeso secundario de SL'16.D05.7 (PPL); f) calcita micrítica-microesparítica de SL'16.D03.5 (PPL); g) fragmento de cerámica de SL'16.D03.5 (PPL) y h) cristales de yeso y cuarzo detrítico de SL'16.D09.6 (XPL).

Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

▪ Tipo 3

Este tipo está representado por cinco muestras: SL'16.D57.10, SL'16.D22.8, SL'16.D59.11, SL'16.D63.3 y SL'16.D38.9 (Fig. 8.12). La proporción de aglutinante y agregados se sitúa entre el 70-80% y el 30-20%, respectivamente, en las muestras extraídas de las cisternas D57, D22 y D59. La muestra recuperada de la cisterna D63, tiene una matriz/aglutinante que varía entre el 60-70% y la muestra de la cisterna D38, entre el 80-90% (Anexo C Tabla 4).

La matriz/aglutinante está compuesta principalmente por calcita micrita y microesparítica y minerales de arcilla (Fig. 8.13 y Anexo C Tabla 4). En la matriz/aglutinante de las muestras de las cisternas D22, D63 y D59 se han observado fisuras que se describen como porosidades tras el fraguado, posiblemente relacionadas con procesos de deshidratación¹⁹⁹. En la muestra de la cisterna D59 la fisura es muy evidente (8.13 e). Como agregados destacan los cuarzos detríticos subangulares y subredondeados y la calcita microesparítica y esparítica. La cerámica está presente en todas las muestras menos en SL'16.D22.8. Se han observado restos vegetales en las muestras extraídas de las cisternas D57 y D38 y rocas de textura biomicrítica en las muestras de las cisternas D59 y D63. En la muestra recuperada de la cisterna D57 destaca la presencia de un posible fitolito reemplazado o resto vegetal y en la muestra de la cisterna D63 restos de cristales de yeso subeuédrico y lenticular, también observados en la muestra de la cisterna D38. Finalmente, las muestras SL'16.D22.8 y SL'16.D38.9 presentan cenizas y, en esta última, también se han observado sílex y fango micrítico como agregados (Fig. 8.14).

Hay que destacar que en todas las muestras se han observado recristalizaciones y rocas carbonáticas quemadas micritizadas.

¹⁹⁹ Sobre las fisuras por deshidratación observadas en los morteros, véanse los trabajos de Giacomo Chiari *et al.* (1996); Ahmed Soufiane Benosman *et al.* (2013) y Nicoleta Cobirzan y Anca-Andrea Balog, 2013.

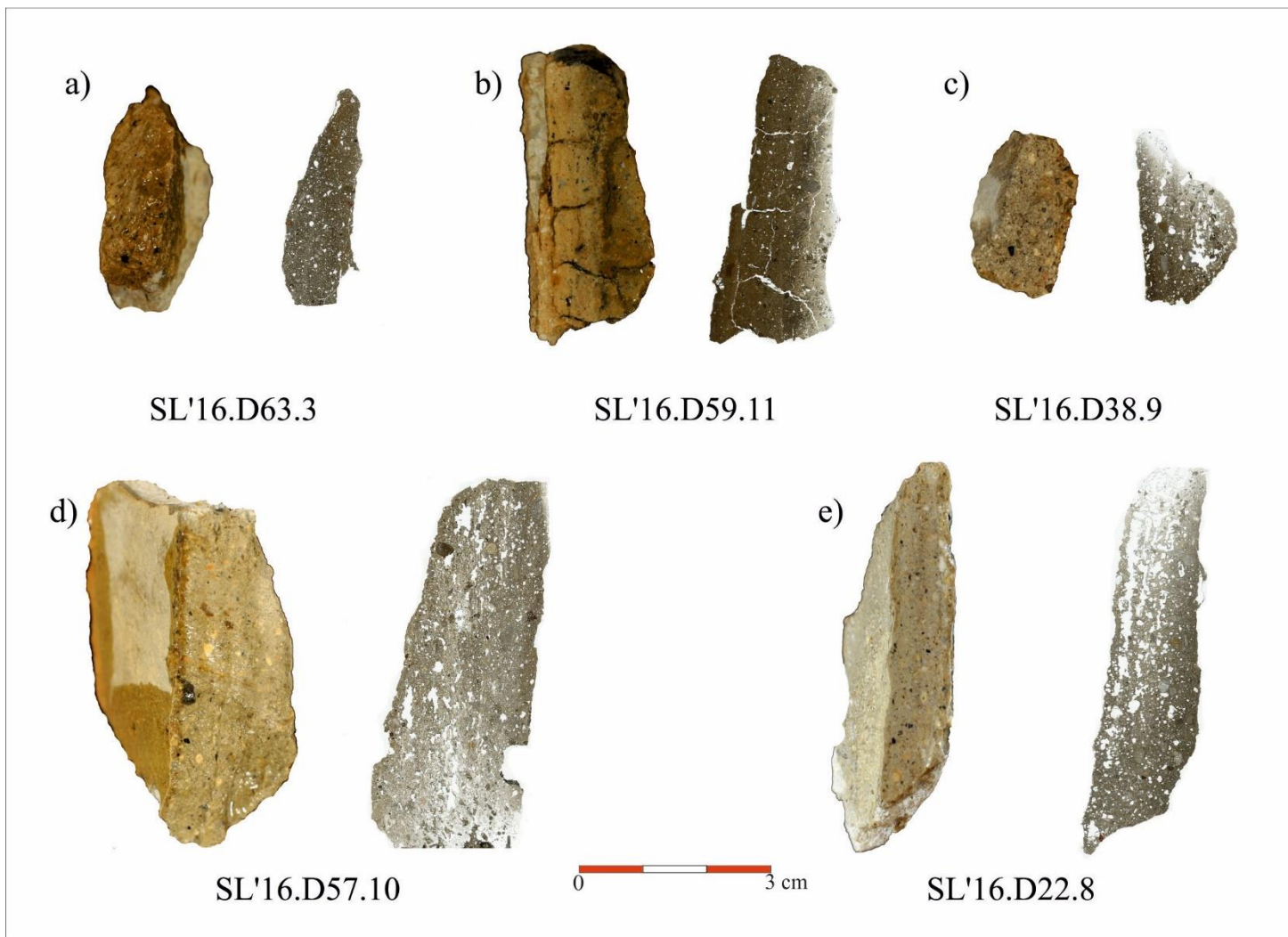


Figura 8.12. Muestras de mano de los morteros identificados como tipo 3 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.
Fuente: Modificadas de Soto, 2017.

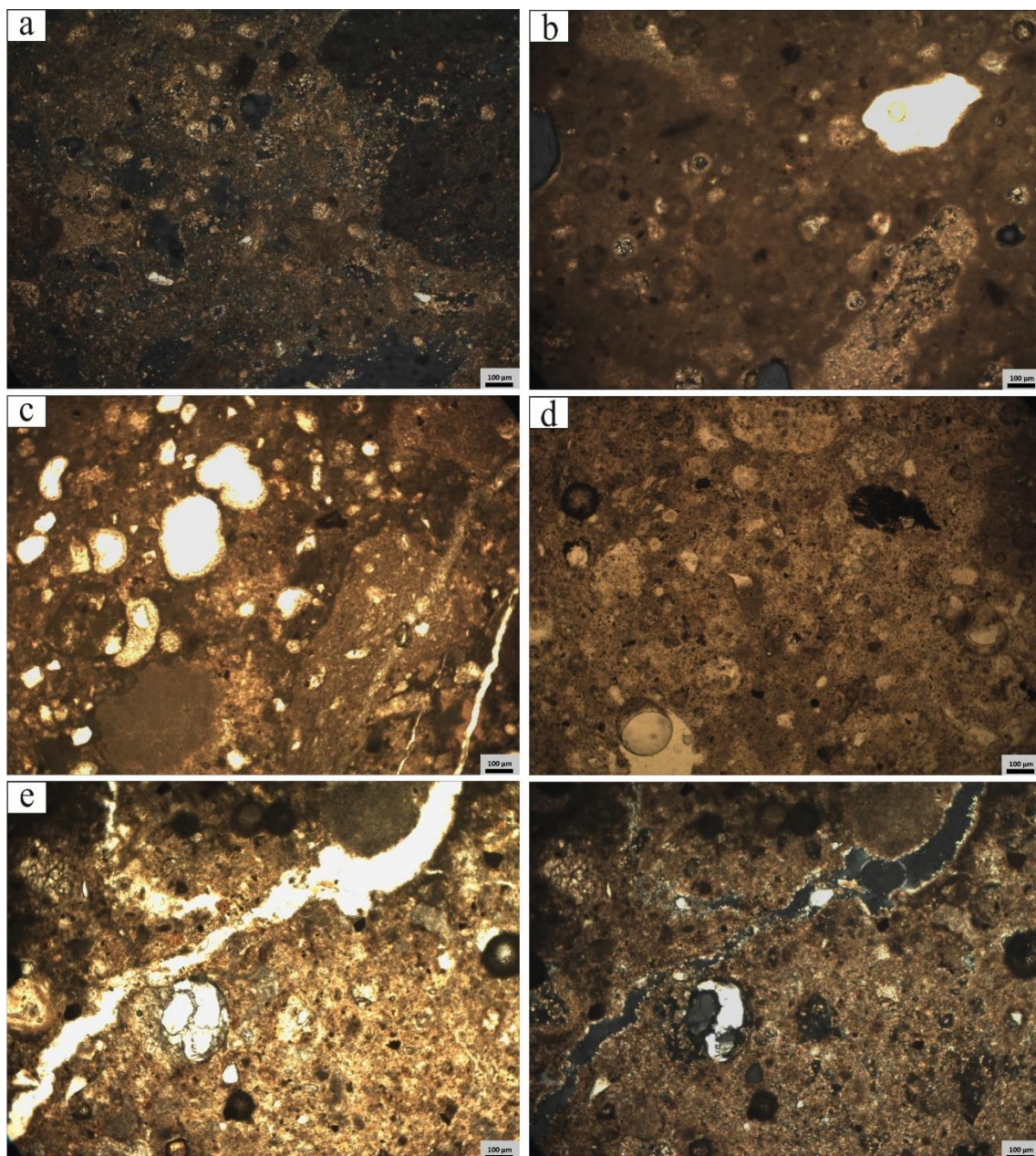


Figura 8.13. Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante de las muestras tipo 3. a) SL'16.D57.10 (XPL); b) SL'16.D22.68 (XP); c) SL'16.D63.3 (PPL); d) SL'16.D38.9 (PPL) y e) SL'16.D59.11 (izq. PPL y dcha. XPL).

Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

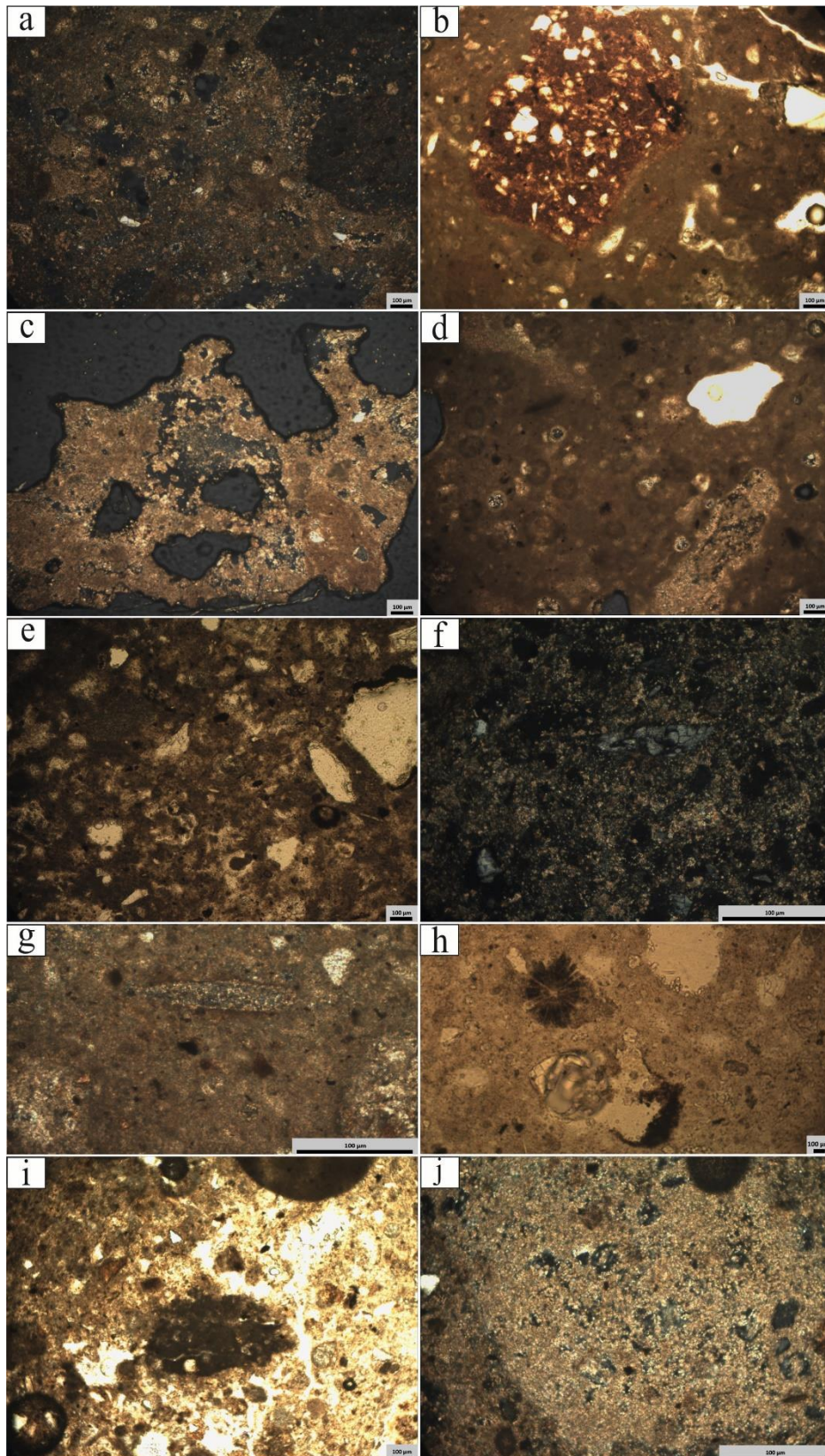


Figura 8.14. a) Cuarzo detrítico de SL'16.D57.10; b) cuarzo detrítico y ceniza con un posible resto cerámico de SL'16.D63.3; c-d) cenizas y hematitas masiva, respectivamente, de SL'16.D22.8 (XPL); e) yeso de SL'16.D57.10 (PPL); f) yeso subeuédrico y lenticular de SL'16.D59.11 (XPL); g) fitolito remplazado o posible microresto vegetal (XPL); h) restos vegetales de SL'16.38.9 (PPL); i) fango micrítico de SL'16.D59.11 (XPL) y j) agregado de roca con textura biomicrítica (XPL).
Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio de Gearqueología, IPHES).

▪ Tipo 4

Este tipo solamente está representado por la muestra SL'16.H1.6.169. La apariencia macroscópica de la muestra difiere del resto de tipologías por el mayor tamaño de los agregados (Fig. 8.15).

Su composición es diferente a las anteriores, ya que el aglutinante del mortero consiste únicamente en calcita microesparítica con un porcentaje muy elevado, en torno al 50-60% (Anexo C Tabla 5). Los agregados, en cambio, representan el 40-50% del total de la composición. Los agregados más notorios observados en la lámina delgada de esta muestra son los fragmentos de caliza microesparítica y el cuarzo subredondeado, que constituyen en torno al 10-30% de la muestra. Además, esta muestra presenta restos vegetales, cerámica, carbones, cenizas, posibles fitolitos, huesos y fragmentos de adobe en proporciones que varían entre un 2-5% del total de la muestra. (Fig. 8.16). Esta muestra presenta recristalizaciones y rocas carbonáticas quemadas micritizadas.



Figura 8.15. Muestra de mano del mortero identificado como tipo 4 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.

Fuente: Modificada de Soto, 2017.

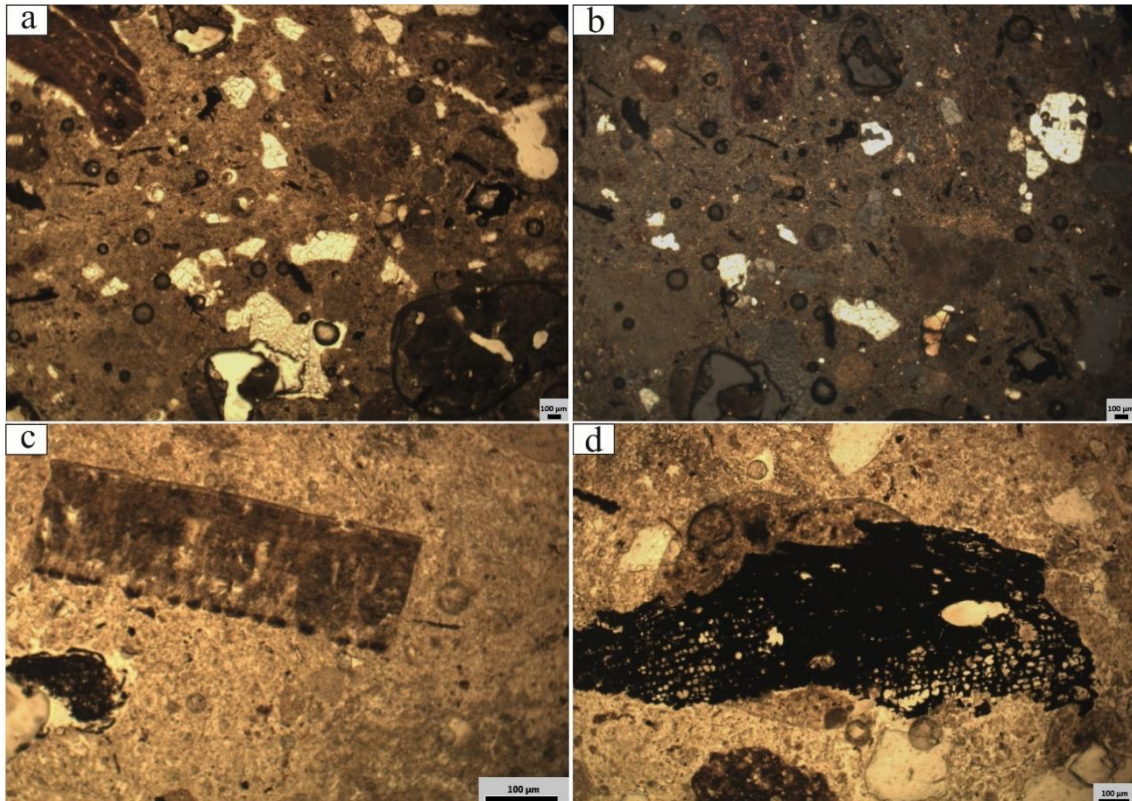


Figura 8.16. Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante y los agregados más destacados de la muestra SL'16.H1.6.169, definida como tipo 4 (PPL). a) Cuarzo detrítico y fango micrítico; b) matriz/aglutinante compuesta de calcita microesparítica con un posible yeso como agregado; c) posible fitolito/diatomea y resto vegetal y d) carbón.

Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio Geoarqueología, IPHES).

▪ Tipo 5

Finalmente, este tipo está representado por una sola muestra, la SL'16.D107.13 (Fig. 8.17).

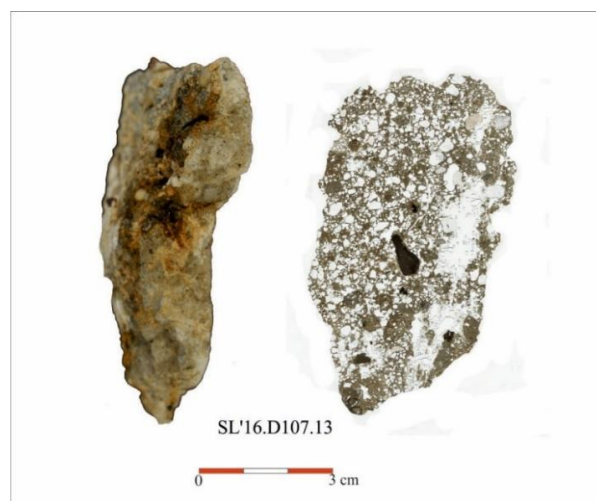


Figura 8.17. Muestra de mano del mortero identificado como tipo 5 junto al escaneado de la lámina delgada resultante.

Fuente (escaneado): Modificado de Soto, 2017. Fotografía: Autora (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

La matriz/aglutinante de este tipo de mortero se compone de calcita micrítica en proporciones en torno al 50-60%, como el tipo 4 (Anexo C Tabla 6). Sin embargo, a diferencia del anterior, los agregados principales son fragmentos de caliza microesparítica, cuarzo detrítico subredondeado, yeso secundario, ceniza y hematites masiva (Fig. 8.18). Esta muestra presenta recristalizaciones y rocas carbonáticas quemadas micritizadas.

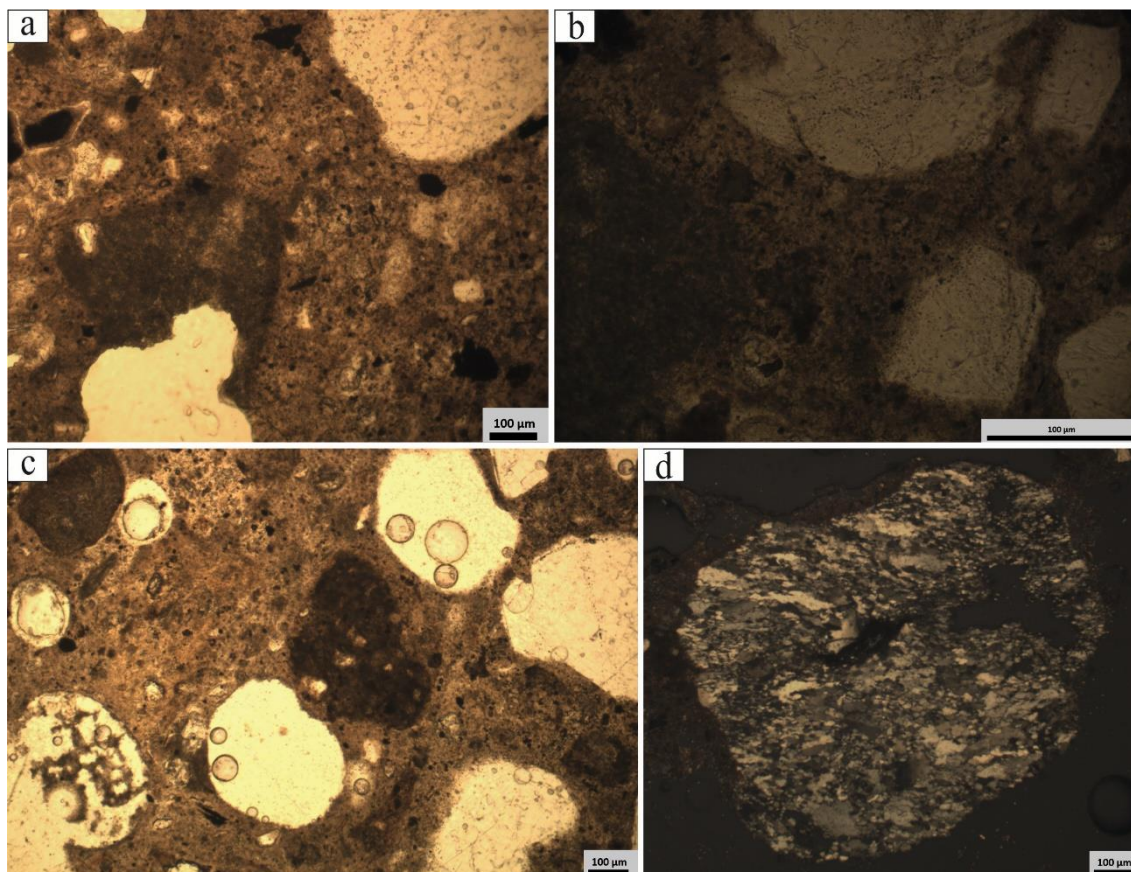


Figura 8.18. Fotografías mediante MLP de la matriz/aglutinante y los agregados más destacados de la muestra SL'16.D107.13, definida como tipo 5. a) Matriz/aglutinante compuesta de calcita micrítica (PPL); b-c) posible ceniza y esta junto a hematites masiva, respectivamente, como agregados (PPL) y d) fragmento de feldespatoide.

Fotografías: J. Vallverdú y M. Soto (Laboratorio de Geoarqueología, IPHES).

8.2. Análisis mineralógico

Los resultados por difracción de rayos X (XRD) han corroborado la predominancia del cuarzo (SiO_2) y la calcita (CaCO_3) como minerales dominantes en la composición de todos los morteros analizados de Sela (Anexo C Figs. 1-16). Además de estos dos minerales, se ha detectado la presencia de caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) y dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) en la composición mineralógica de los morteros de Sela en función de las tipologías asignadas en Soto (2017), desarrolladas en este trabajo.

En los morteros clasificados como tipo 1 se ha detectado la presencia de dolomita en las muestras SL'16.H1.UM3.1 (Fig. 8.19, izq.) y caolinita en la muestra SL'16.H1.UM3.2, ambas pertenecientes a la misma estructura. En el tipo 2, en cambio, la dolomita y caolinita se han observado únicamente en la muestra SL'16.D05.7 (Fig. 8.19, dcha.). En este caso, la presencia de caolinita es algo superior a la dolomita. Dentro de este tipo, solamente se ha observado caolinita en la muestra SL'16.D13.1. En las muestras clasificadas como tipo 3 y 4 solamente se han detectado cuarzos y calcitas, exceptuando la muestra SL'16.D57.10, cuya composición mineralógica también está formada por caolinita. Finalmente, el tipo 5 se caracteriza por una composición formada por cuarzos, calcita y dolomita (Tabla 8.2).

Tipo	Muestra	Cuarzo	Calcita	Dolomita	Caolinita
1	SL'16.H1.UM3.1	x	x	x	
1	SL'16.H1.UM3.2	x	x		x
1	SL'16.H1.2.498	x	x		
1	SL'16.D01.4	x	x		
1	SL'16.D13.1	x	x		x
2	SL'16.D05.7	x	x	x	x
2	SL'16.D09.6	x	x		
2	SL'16.D16.2	x	x		
2	SL'16.D03.5	x	x		
3	SL'16.D22.8		x		
3	SL'16.D57.10	x	x	x	
3	SL'16.D59.11	x	x		
3	SL'16.D63.3	x	x		
3	SL'16.D39.9	x	x		
4	SL'16.H1.6.169	x	x		
5	SL'16.D107.13	x	x	x	

Tabla 8.2. Componentes mineralógicos principales de cada muestra.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos de la XRD del *Servei de Recursos Científics i Tècnics* (SRCiT) de la Universitat Rovira i Virgili, en Soto, 2017.

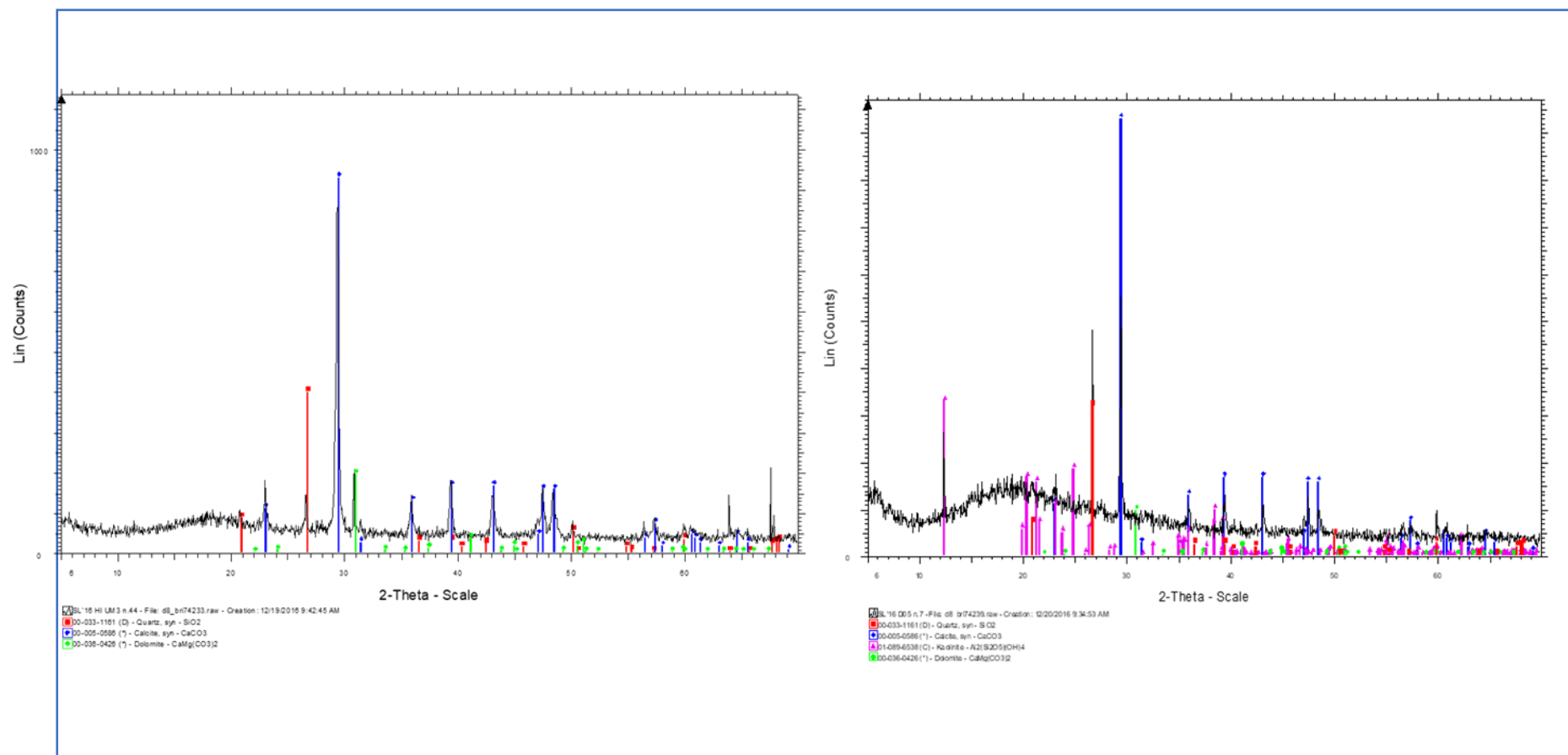


Figura 8.19. Difractogramas de las muestras SL'16.H1.UM3.1, tipo 1 (izq.), y de la muestra SL'16.D05.7, tipo 2.
Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics* (SRCiT) de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

8.3. Resultados principales

Gracias a la caracterización petrográfica y el análisis mineralógico de las muestras de mortero analizadas de Sela se han podido clasificar en cinco tipologías. En función de esta clasificación, los resultados obtenidos han permitido extraer una amplia información sobre dos aspectos: 1) las características principales de su composición y textura y 2) las materias primas utilizadas.

La composición de los cinco tipos de mortero clasificados en este estudio ha permitido conocer las características principales del aglutinante y las propiedades de los agregados. En el caso de los aglutinantes, todas las tipologías presentan un denominador común: su aglutinante principal es la cal. Aunque existen diferencias en cuanto a la proporción de la matriz/aglutinante respecto a los agregados, prácticamente todos los tipos definidos presentan una matriz que se compone de calcita micrítica y microesparítica y minerales de arcilla. La cal, aunque tiene un tiempo de fraguado relevante, tiene la ventaja de ser resistente al agua y presenta una mayor maleabilidad durante un tiempo suficiente, con un mínimo encogimiento (Elsen, 2006). A ello, se suman las arcillas minerales, que le confieren ciertas propiedades hidráulicas a la cal (Sha'er, 2004).

Como agregados, se han observado fragmentos cerámicos en todas las tipologías menos en la 5, cenizas en todos los tipos menos en el tipo 2 y carbones en el tipo 1, 2 y 3. La presencia de estas materias primas permite conocer las principales propiedades físico-mecánicas de los agregados. Todos estos componentes tienen como característica principal que aumentan la propiedad hidráulica de los morteros. También, la adición de fragmentos de sílex (tipo 2 y 3) y calizas en todas las tipologías sugiere la intencionalidad de hacer que estos morteros fueran resistentes, ya que estos agregados refuerzan el aglutinante para prevenir el agrietamiento de las instalaciones de agua.

Otro factor clave de este estudio es que los resultados obtenidos han permitido identificar las principales materias primas utilizadas. La presencia de distintos minerales y de una gran diversidad de agregados denota la variedad de materias primas disponibles en la zona objeto de estudio. Como indican Bonazza *et al.* (2013: 472) y Migón y Goudie (2014), las formaciones locales *Umm Ishrin Sandstone* y *Disi Sandstone* características de la zona están compuestas principalmente de cuarzo (80%), con una matriz formada por caolinita, óxidos e hidróxidos de hierro como la hematita. Estas son principalmente las composiciones mayoritarias de los aglutinantes analizados mediante la difracción de

rayos X (XRD). Asimismo, se han identificado cuarzos detríticos con formas subangulares y subredondeados en todos los tipos definidos. Como sugieren Bonazza *et al.* (2013: 472-473), este factor podría estar relacionado con la molienda de las materias primas.

La determinación del porcentaje de la matriz/aglutinante y de los agregados es un indicador de la consistencia del mortero (Al-Naddaf y El-Khorui, 2014: 76). Asimismo, este cálculo ha permitido determinar cuantitativamente la relación entre el aglutinante y el agregado de cada muestra, indicando que la ratio 3:1 es la preferente. Como se discutirá en el capítulo 10, esta proporción es la más común para revestir las instalaciones hidráulicas, principalmente las cisternas. Estas proporciones, así como la composición, texturas y dimensiones observadas indican que, exceptuando el tipo 4 y 5, el resto de las tipologías son muy parecidas. Por tanto, las composiciones de las tipologías 1, 2 y 3 en que se han clasificado las muestras se realizaron con la finalidad de revestir las instalaciones hidráulicas. En cambio, las diferencias de composición y textura observadas en las tipologías 4 y 5 podrían estar vinculadas a un uso distinto, ya que ambas se caracterizan por una ratio matriz/agregados de 2:1. Aunque este tipo de mortero también pudo estar relacionado con el revestimiento de instalaciones hidráulicas como las cisternas, la ratio y la adición de agregados de mayor tamaño, podría indicar su preferencia para revestir pavimentos, paredes o instalaciones hidráulicas diferentes a las cisternas. En el caso de la muestra SL'16.H1.6.169, procedente de la estructura H1, su ubicación y características de composición (principalmente la ausencia de cerámica) podrían indicar que la muestra pudo formar parte de algún pavimento o revoco de pared conservada en esta estructura. En el caso de la muestra de la estructura D107, sus características podrían indicar su uso para revestir una instalación hidráulica, probablemente una especie de piscina, destinada al almacenamiento de agua.

Los resultados de XRD han demostrado que no se pueden inferir diferencias significativas en la composición mineralógica de los distintos tipos de morteros identificados. Lo mismo sucede con el análisis macroscópico de los morteros como su grosor y gama cromática. El grosor observado de estos morteros es muy irregular. Esto puede responder a la pérdida de parte del acabado superficial del mortero como consecuencia de la erosión o bien a un tratamiento específico según la función del mortero y las características específicas de la roca. Respecto a la variación cromática de los morteros, aunque sí se ha evidenciado, la mayoría de las muestras presentan una gama cromática de colores

anaranjados y grises. Las excepciones observadas como la coloración de gris rosado de la muestra D03 y el gris azulado de la muestra de la cisterna D59, probablemente está relacionado con el estado de conservación del mortero, las alteraciones que hayan sufrido y a la proporción de agregados y aglutinantes.

Finalmente, los resultados de este estudio también proporcionan datos sobre el estado de conservación de los morteros y de las alteraciones a las que se han visto sometidos a lo largo del tiempo. La presencia de agua, junto con la falta de mantenimiento durante un tiempo prolongado, puede determinar la disolución parcial de la calcita, lo que explica la alta porosidad y las áreas de recristalización carbonática parcial dentro de los poros, también identificados en prácticamente todas las muestras (Bonazza *et al.*, 2013: 471).

En suma, a través del estudio de las composiciones y texturas, así como de las materias primas utilizadas, se han podido determinar las principales propiedades físico-mecánicas de los componentes que forman los morteros. También ha sido posible conocer la tecnología disponible en el momento de su producción, diferenciar entre distintos usos de los morteros y determinar algunas de las alteraciones principales que han podido experimentar a lo largo del tiempo.

PARTE III. MARCO COMPARATIVO

Capítulo 9. Evidencia arqueológica de las estructuras hidráulicas en el sur de la Transjordania

9.1. Asentamientos prospectados: los proyectos WHS, SGNAS, TBAS, SAAS y ARNAS

El territorio que cubre los diferentes proyectos arqueológicos de prospección que se han analizado incluye prácticamente todo el sur de la Transjordania (Fig. 9.1).

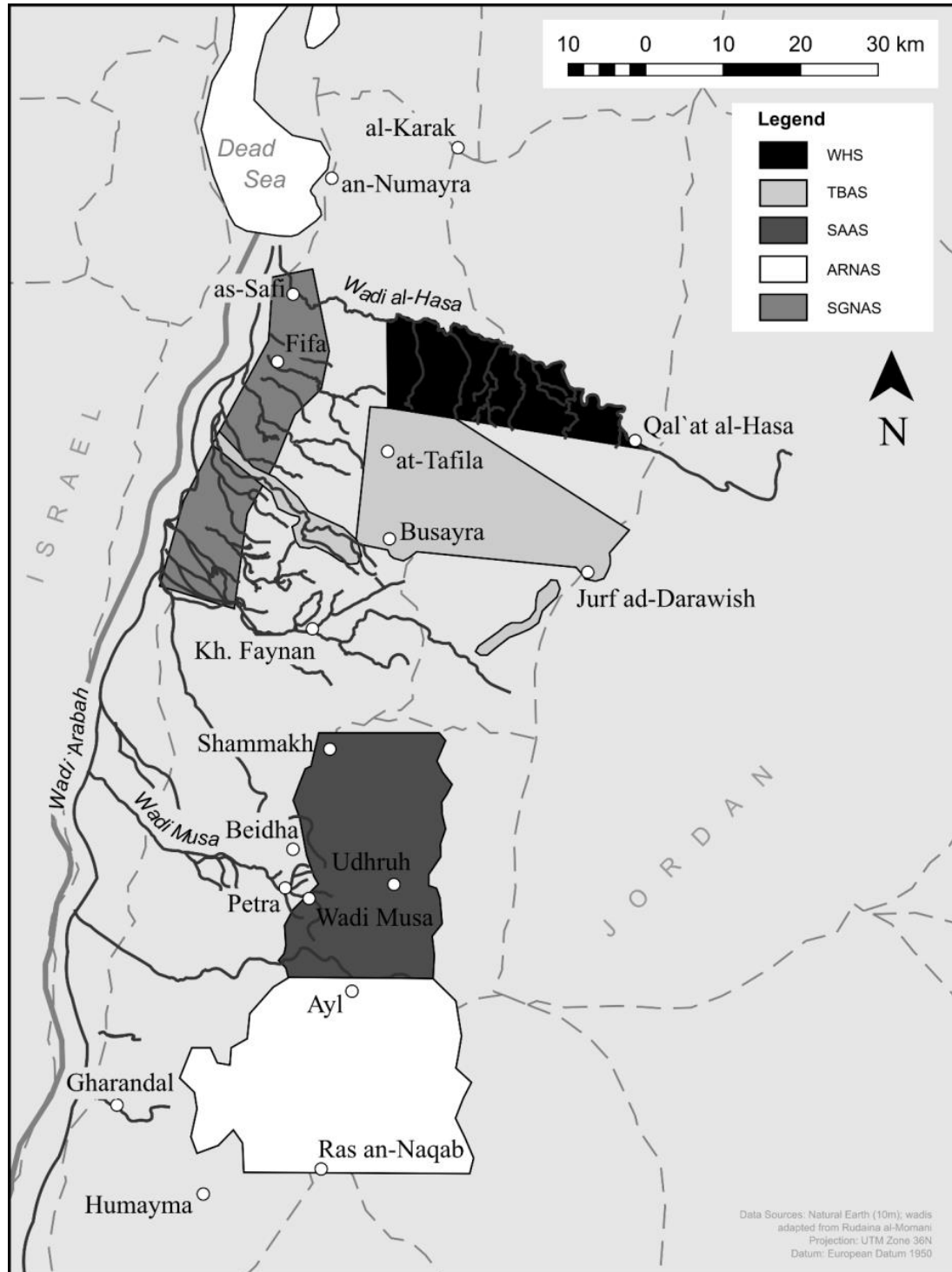


Figura 9.1. Territorios que cubren los proyectos *The Wadi al-Hasa Archaeological Survey (WHS)*, *The Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey (SGNAS)*, *The Tafila-Busayra Archaeological Survey (TBAS)*, *The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey (ARNAS)* y *The Shammakh to Ayl Archaeological Survey (SAAS)*.

Fuente: MacDonald, 2015: 8, fig. 1.5.

El proyecto WHS es el que cubre la parte más septentrional del territorio y abarca una amplia extensión en la orilla sur del Wadi al-Hasa. El límite norte se encuentra en la llanura sureste del Mar Muerto en as-Safi y el límite sur se encuentra a unos 15 km del extremo oriental al sur del Wadi al-Hasa. La frontera occidental se ubica en el camino que transcurre de at-Tafila hacia ‘Aima y el límite oriental fue Qal’at al-Hasa, cerca de la aldea de al-Hasa (MacDonald, 1982, 1988: 2, MacDonald, 1992b: 73; Coinman, 1998; Coinman y Clark, 1998). El territorio más occidental es el que cubre el proyecto SGNAS, el cual se extiende desde Ghor as-Safi –en el norte– hasta Wadi Fidán –en el sur– (MacDonald *et al.*, 1980, 1982, 1983; Koucky y MacDonald, 1985; MacDonald, 1986; MacDonald *et al.*, 1987; MacDonald, 1997; MacDonald *et al.*, 1998). Al sur del área prospectada por el proyecto WHS, se extiende el área del proyecto TBAS. Su equipo investigó un área de unos 480 km² en la región situada al oeste de at-Tafila y Busayra y al norte de Jurf ad-Darawish. Este proyecto es de gran interés en este trabajo, ya que se encuentra en el mismo territorio que Sela. El territorio del proyecto SAAS se extiende en un área de unos 590 km² (*ca.* 30 km N-S y *ca.* 20 km E-W). Esta área se sitúa en el segmento sur de la meseta de la Transjordania, inmediatamente al norte del territorio que cubre el proyecto ARNAS. También incluye el área desde Shammakh, en el norte, hasta justo al norte de la aldea de Ayl, en el sur, desde la línea de los 1200 m de altitud en el oeste, y hasta la línea de 1200 m de altitud en el este, es decir, en el desierto jordano al noroeste de la ciudad de Ma’an (MacDonald *et al.*, 2010a, 2010b, 2016: 3). Finalmente, el proyecto ARNAS es el que cubre la extensión más meridional del área de estudio. El área prospectada se extiende unos 860 km² en el segmento sur de la meseta de la Transjordania. En concreto, desde el pueblo de Ayl –al norte– hasta Ras an-Naqab –al sur– (MacDonald *et al.*, 2012: 1).

El número total de yacimientos con estructuras hidráulicas publicadas por los cinco proyectos que han sido analizados es de 302 (Fig. 9.2). En los siguientes apartados se presentarán los datos publicados por cada proyecto de manera individual.

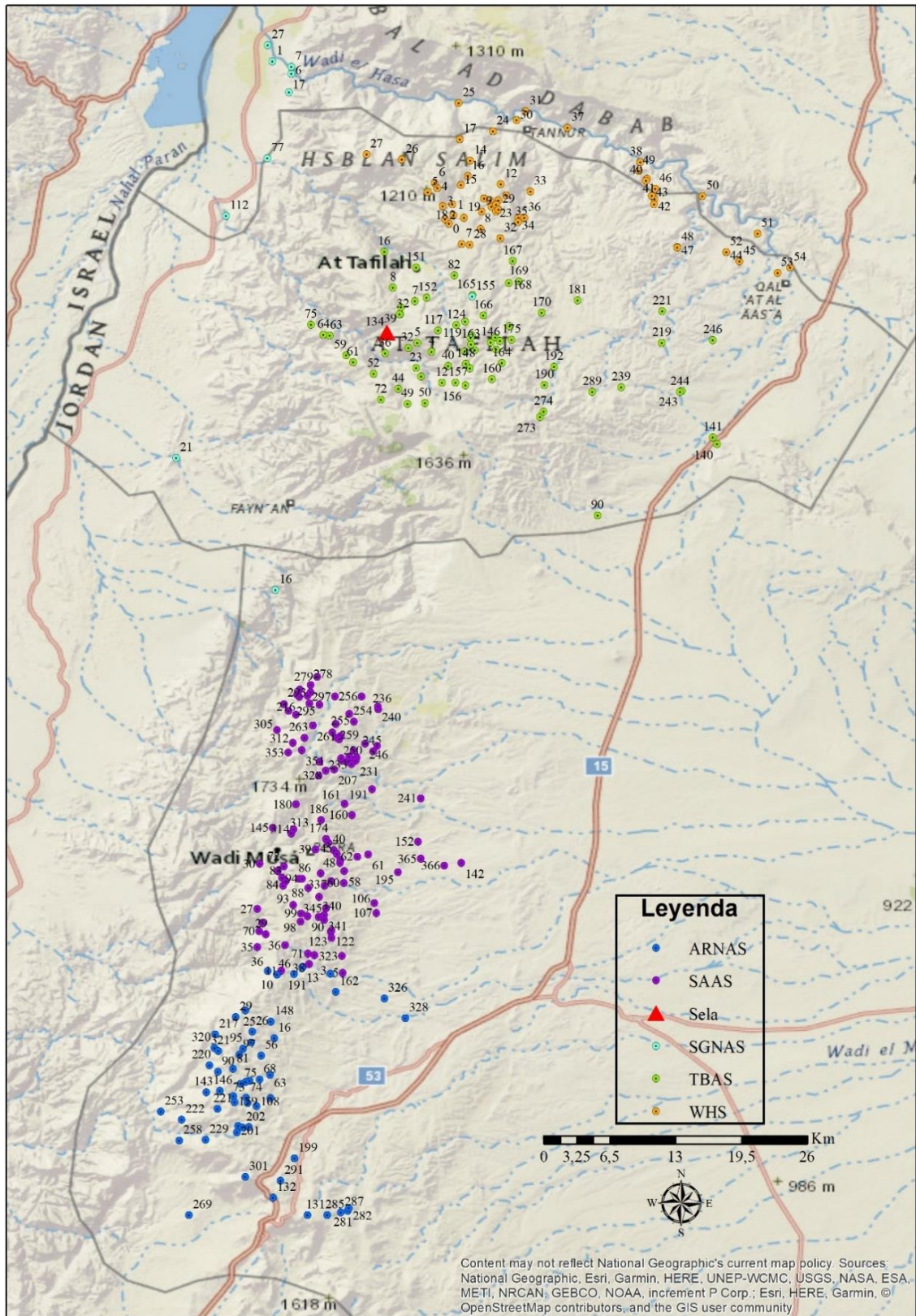


Figura 9.2. Mapa de distribución de todos los yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por los proyectos ARNAS, SAAS, SGNAS, TBAS y WHS.

Fuente: Mapa elaborado por la autora sobre el mapa base de Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community. Escala: 1:450.000. URL: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer [Consulta: 26/10/2020].

9.1.1. The Wadi al-Hasa Archaeological Survey (WHS)

Este proyecto fue dirigido por B. MacDonald entre 1979 y 1983 (MacDonald, 1982, 1983). Su monografía final se publicó en 1988 (MacDonald, 1988)²⁰⁰. La publicación no contiene una descripción sistemática de todos los yacimientos prospectados. Por tanto, la información que se ha recogido es principalmente la que se ha publicado en la monografía de MacDonald del año 1988 así como la información proporcionada por la web del MEGA-Jordan.

El número de yacimientos documentados fue de 1074, de los cuales en 55 se han hallado estructuras hidráulicas (Anexo D Tabla 1, Fig. 9.4). Estas son principalmente cisternas, acueductos, canales, presas o muros, reservorios, pozos y *qanats*. Las cisternas son las estructuras hidráulicas más representativas (53%), seguidas por los acueductos²⁰¹ (31%) y las presas o muros (8%). Entre un 1 y 3 % se encuentra el resto de estructuras identificadas (Fig. 9.3).

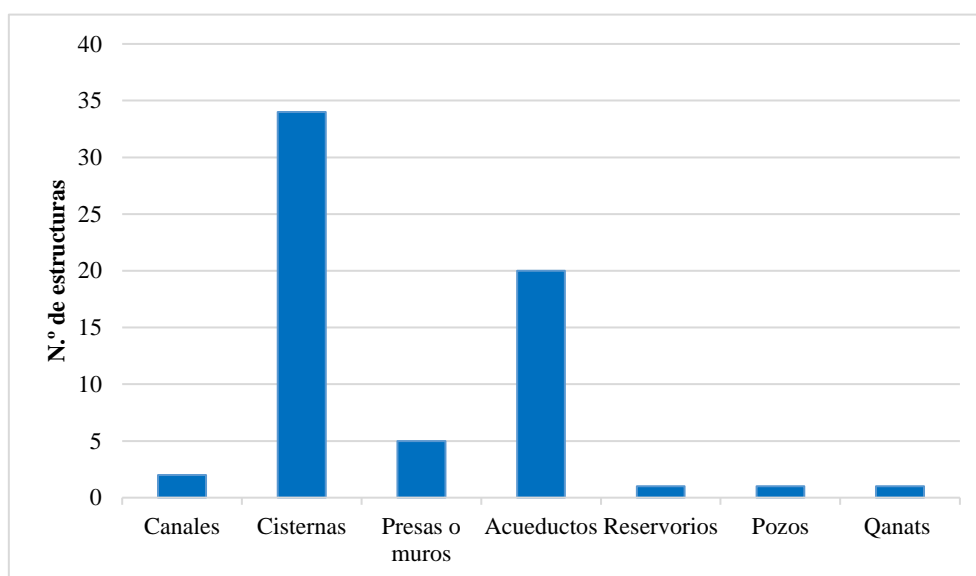


Figura 9.3. Representación gráfica del número de estructuras hidráulicas según su tipología documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto WHS.

Fuente: Elaboración propia.

²⁰⁰ Se realizaron un total de tres campañas. La primera tuvo lugar entre el 28 de octubre y el 8 de diciembre de 1979. Esta cubrió el área occidental del territorio, cerca del Wadi al-La'ban, (MacDonald, 1982; MacDonald *et al.*, 1980, 1998). La segunda tuvo lugar entre el 20 de abril y el 29 de mayo de 1981 (MacDonald *et al.*, 1982; Rollefson y MacDonald, 1982) y se centró en el territorio que se extiende desde el Wadi al-La'ban hasta la cordillera que domina el Wadi al-'Ali (MacDonald *et al.*, 1982). Finalmente, la tercera tuvo lugar entre el 2 de mayo y el 11 de junio de 1982 y se basó en la prospección del territorio desde el Wadi al-'Ali a Qal'at al-Hasa (MacDonald *et al.*, 1983).

²⁰¹ En el caso de los yacimientos registrados en la web del MEGA-Jordan, no se hace distinción entre acueducto y canal, así que podría ser que los acueductos fueran canales, dado el alto número de este tipo de estructuras.

En la mayoría de los yacimientos prospectados se ha identificado al menos una cisterna (Kh. es Saba, n.º 4, Nayel, Aisarah, Jummah, Rujm Karaka, Kh. Karakā, Kh. Jerādin, Al Manatir West, Mleiḥ, n.º 196, n.º 287, n.º 632, n.º 754, n.º 843, Al Hasa Castle, Muafa y Kh. edh Dharih) o una única cisterna, como es el caso del yacimiento de Huboul al Hardhoun. También se ha indicado la presencia de lo que podría ser una cisterna y/o cueva en Mashmil / El Mushimmin, en el yacimiento n.º 98 y en Rujm al Qittah o lo que podría ser una cisterna o un pozo en el yacimiento n.º 632. En los yacimientos n.º 22 y Umm Buweir East no se especifica el número de cisternas, en Umm Qnan al-Qarn y el yacimiento n.º 34, estas podrían ser también cuevas y en el yacimiento n.º 248 / Rujm Muhawish se podría haber localizado una posible cisterna. Finalmente, en los yacimientos n.º 49 y 93, Kh. Naukha, Al Habs South y Kh. Al Mugheyir se documentaron dos cisternas y en el yacimiento n.º 855, dos como mínimo. En el caso de los acueductos, se presenta una sola referencia en los yacimientos n.º 57, n.º 59, Kh. Ain Saubala, Umm Buweir West, Muafa, n.º 224, n.º 238, Kh. edh Dharih, n.º 262, n.º 263, n.º 525, n.º 607, n.º 653, Al Masbah, n.º 860, n.º 990, n.º 1064 y Rujm Karaka y dos en Khirbet 'Ain al Ghuzlān y n.º 608. Estos podrían ser canales, ya que estos sólo aparecen en los yacimientos n.º 855 y n.º 49. La presencia de una presa o muro se ha evidenciado en yacimientos como el n.º 701, Kh. edh Dharih, n.º 735, n.º 971 y n.º 1025. Finalmente, se encontró un pozo en Kh. edh Dharih, un reservorio en Ras al Siq y un *qanat* en Al Hasa Castle.

Las descripciones que se realizan sobre las estructuras hidráulicas son muy escasas. Respecto a la tecnología, es significativa la presencia de lo que denominan cuevas, en la cima del yacimiento n.º 248 / Rujm Muhawish y en Rujm al Qittah (MacDonald, 1988: 183-184). Según estos autores, las llamadas cuevas también podrían haber funcionado como cisternas. Quizás hacen referencia al tipo de cisternas excavadas en el interior de una cavidad vertical identificadas en este trabajo como tipo 2. También destaca el sistema de agua del yacimiento n.º 49, el cual consiste en dos cisternas de unos 7 m de diámetro con un canal que se sitúa entre ambas. Este mismo sistema está presente en el yacimiento n.º 855. Finalmente, el yacimiento n.º 754 se describe como una cisterna con revoco, lo que confirma la presencia de este revestimiento de mortero en el interior de esta estructura hidráulica.

Otros factores que se han analizado son la ubicación de las cisternas o su posible cronología. Respecto a su ubicación, las descripciones presentadas en las publicaciones de los proyectos consultadas son muy esquemáticas. Como sucede en yacimientos como

Umm Qnan al-Qarn, Mashmil / El Mushimmin, Umm Buweir West, Al Masbah y n.º 632, entre otros, solamente se hace referencia a su localización espacial general dentro del yacimiento. En cuanto a la adscripción cronológica, destaca la cisterna bizantina hallada en Nayel, uno de los acueductos de Khirbet 'Ain al Ghuzlān considerado nabateo, un acueducto asociado al periodo otomano en el yacimiento n.º 238, la cisterna y el acueducto nabateos, el pozo bizantino de Kh. edh Dharih y el *qanat* de inicios de época otomana de Al Hasa Castle. La cronología del resto de yacimientos es indeterminada.

Finalmente, la función otorgada a cada yacimiento es muy heterogénea. Por un lado, hay algunos que se definen por la/s estructura/s de agua identificada/s. Los yacimientos n.º 238, 525, 607, 608, 59, 262 y 653 se definen como acueductos. En el yacimiento n.º 224, el tipo de yacimiento otorgado es de acueducto con terrazas y el n.º 263, acueductos y cuevas. Otros yacimientos como el n.º 701, 754, 287 y Al Manatir West se definen como cisternas. El n.º 287 se describe como cisterna y recinto, Al Manatir West, como cisterna y torre, el yacimiento n.º 34, como cisterna y/o cuevas y el yacimiento n.º 22, como cisterna y dispersión de cerámicas. También algunos yacimientos se definen por su función como pozo y cueva (Jummah) y presa y terraza (n.º 971 y 1025). En esta área también destacan los yacimientos considerados por su función como poblados (Kh. es Saba, Umm Qnan al-Qarn, Huboul al Hardhoun, Kh. Naukha, Mashmil / El Mushimmin, Kh. Jerādin, Umm Buweir West, Khirbet 'Ain al Ghuzlān, Muafa, Mleiḥ, Umm Buweir East, Kh. edh Dharih, Ras al Siq, Al Masba), aldeas o campamentos (n.º 49, 196, 855 y 1064), granjas (Nayel, Kh. Karakā, Kh. Ain Saubala, Al Habs South, Kh. Al Mugheyir, n.º 632, 860 y 990), torres (n.º 4, 93, 843 y Rujm Karaka) y fortalezas (Rujm al Qittah, Rujm Muhawish y Al Hasa Castle). De estos últimos, el único con una posible ocupación del Hierro II es Rujm Muhawish.

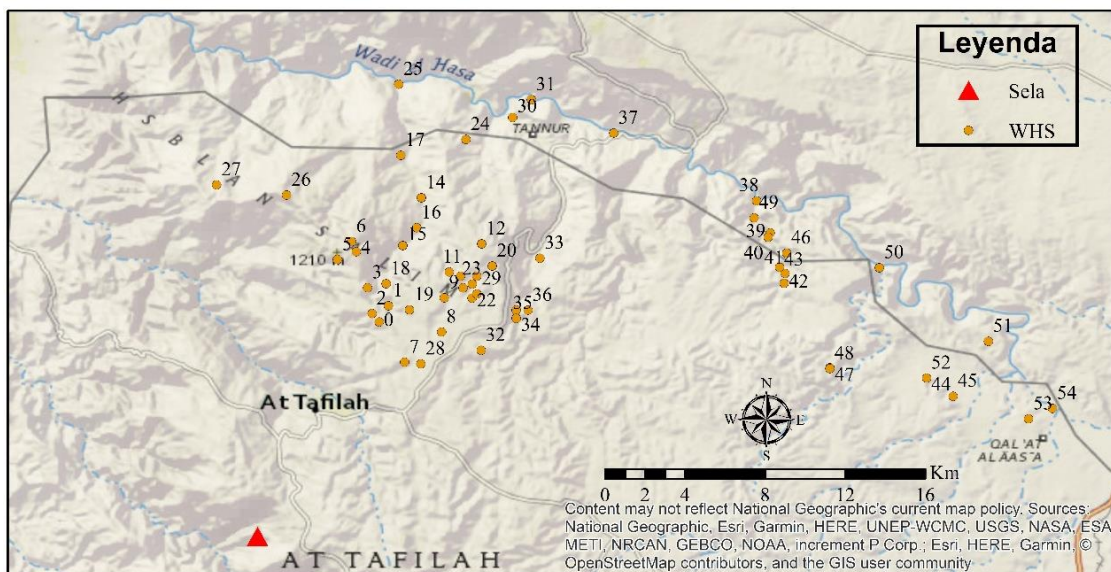


Figura 9.4. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto WHS.

Fuente: Mapa elaborado por la autora sobre el mapa base de Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community. Escala: 1:450.000. URL: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer [Consulta: 26/09/2020].

9.1.2. The Southern Ghors and Northeast 'Arabah Archaeological Survey (SGNAS)

El proyecto SGNAS se desarrolló entre mayo y junio de 1985²⁰² y de octubre a diciembre de 1986 (MacDonald, 1986). Se publicó el informe preliminar de las campañas de 1985-1986 (MacDonald *et al.*, 1988) y en 1992 se presentó una monografía completa del proyecto por B. MacDonald.

De los 240 yacimientos identificados, solamente en diez se han documentado estructuras hidráulicas. Estas son principalmente acueductos, cisternas, canales, reservorios, piscinas y presas o represas. A diferencia de otros proyectos, las estructuras más representativas son los acueductos (42%), los reservorios (17%) y las cisternas (17%). Las piscinas, presas o represas y los canales representan un 8% del total (Anexo D Tabla 2, fig. 9.5). En cuanto a los acueductos, en el yacimiento de Tawahin al-Sukkar / Qasr al-Tub(ah) no se especifica su número, en cambio, los yacimientos n.º 16, 21, 77 y 112 presentan uno. En el yacimiento de Qasr al-Tilah hay un reservorio, en Al-Jor esta estructura también podría estar presente y en Umm al-Tawabin / Kh. Labrush / al-Ebrosh se han documentado dos. La presencia de una cisterna se ha identificado en los yacimientos n.º 7 y n.º 17. También se ha identificado la presencia de canales sin especificar, en el

²⁰² Este proyecto inicial se llamó *The Northeast 'Arabah Archaeological Reconnaissance Survey* y fue dirigido por Frank L. Koucky del *College of Wooster* (Ohio). Véase Koucky y MacDonald, 1985.

yacimiento de Al-Jor. Finalmente, se ha identificado una piscina en el yacimiento n.º 77 y posibles presas o represas en el yacimiento n.º 21 (Fig. 9.6).

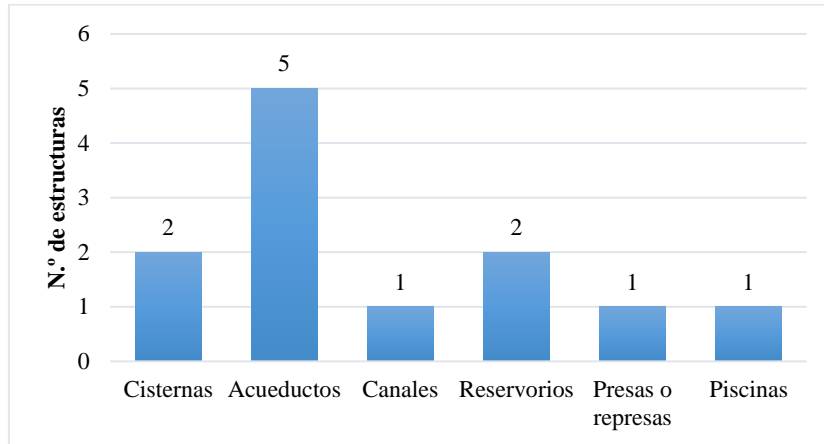


Figura 9.5. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto SGNAS, según su tipología.
Fuente: Elaboración propia.

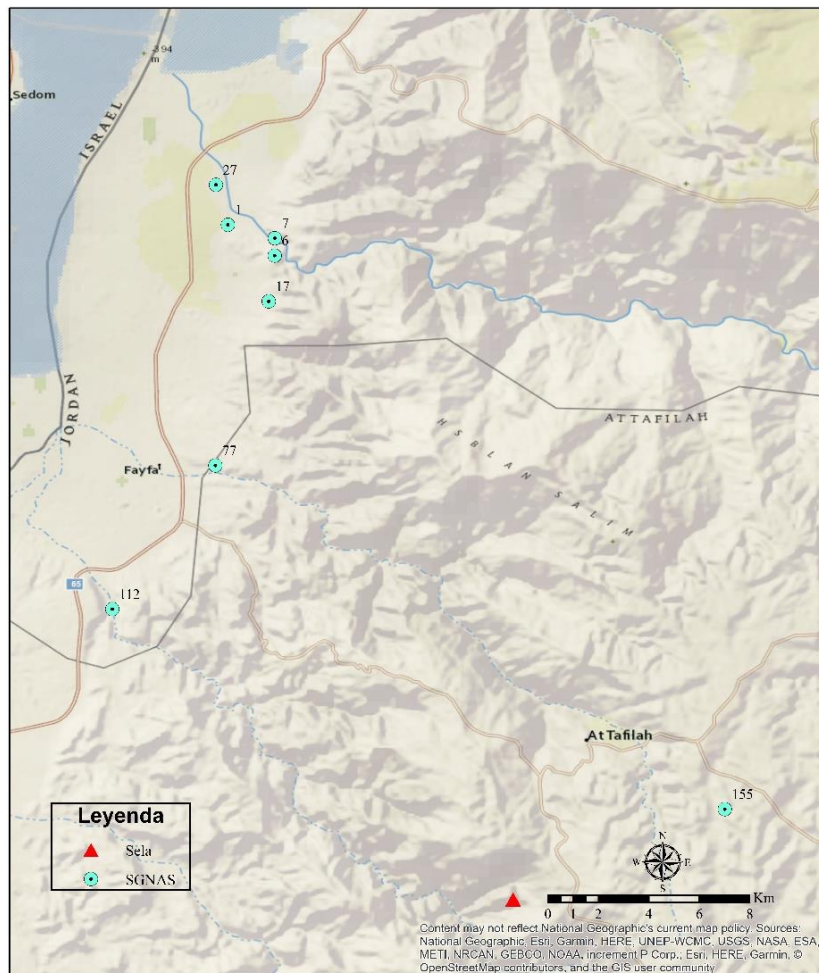


Figura 9.6. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto SGNAS.
Fuente: Mapa elaborado por la autora sobre el mapa base de Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community. Escala: 1:450.000. URL: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer [Consulta: 26/10/2020].

Respecto a la tecnología hidráulica, se especifican ciertas características de las instalaciones de agua. En el yacimiento n.º 7 se describe una cisterna excavada en la roca que mide entre 2,2 x 3,5 m y que presenta revocos. Además, su descripción aporta información sobre su estado de conservación, en este caso, colmatada por escombros. En el yacimiento n.º 17 se describe un acueducto construido con bloques de piedra y en Al-Jor se indica la conservación de las paredes norte y sur del reservorio. Las medidas del acueducto del yacimiento n.º 77 también se especifican. Este recorre una distancia de unos 450 m y finaliza en una presa moderna. En el acueducto documentado en el yacimiento n.º 112 se especifica su estado de conservación, en este caso, muy erosionado. Además, se describen sus dimensiones (90 cm de anchura x 75 cm de profundidad) y se indica su área fuente y su área de finalización del recorrido. Finalmente, en el yacimiento de Qasr al-Tilah se describe cómo se llenaba el reservorio de agua a través de un acueducto ubicado en el Wadi al-Tilah.

En la mayoría de los yacimientos también se especifica la ubicación de las estructuras hidráulicas en el contexto general del asentamiento. Respecto a la adscripción cronológica de las estructuras de agua, solamente en el yacimiento de Umm al-Tawabin, un reservorio se adscribe al periodo nabateo y otro al periodo bizantino. Por último, en cuanto a la función del asentamiento, a diferencia del proyecto WHS, en este no se especifica, sino que se da una descripción general del mismo. De este modo, hay yacimientos que se atribuyen a una función dada por las instalaciones de agua halladas (acueducto en el yacimiento n.º 16 y n.º 112 o reservorio en Al-Jor). Asimismo, también hay otros yacimientos que se consideran fortalezas (Umm al-Tawabin), campos agrícolas (n.º 21 y 155) o una ermita bizantina (n.º 7), entre los más destacados.

9.1.3. *The Tafila-Busayra Archaeological Survey (TBAS)*

El proyecto *Tafila-Busayra Archaeological Survey (TBAS)* se realizó durante tres campañas de prospección en 1999, 2000 y 2001. Los miembros del equipo de TBAS dividieron el área en tres zonas topográficas: 1) los barrancos o gargantas, así como el área de los *wadis* escarpados que fluyen generalmente en la dirección noroeste hacia la grieta del Mar Muerto; 2) la meseta de la Transjordania y 3) el desierto. Además de estas

tres zonas topográficas, se prospectó en un área de 3 km alrededor de la ciudadela de Busayra, que fue designada como *Busayra Zone*²⁰³ (MacDonald *et al.*, 2000).

De los 290 yacimientos documentados por el proyecto TBAS²⁰⁴, 69 contienen estructuras hidráulicas (Anexos D Tabla 3)²⁰⁵. Estas son cisternas, instalaciones de captación de agua, canales, muros, túneles, reservorios, presas o represas y piscinas. Las más numerosas son las cisternas y, en menor proporción, los canales y las instalaciones de captación de agua (Fig. 9.7).

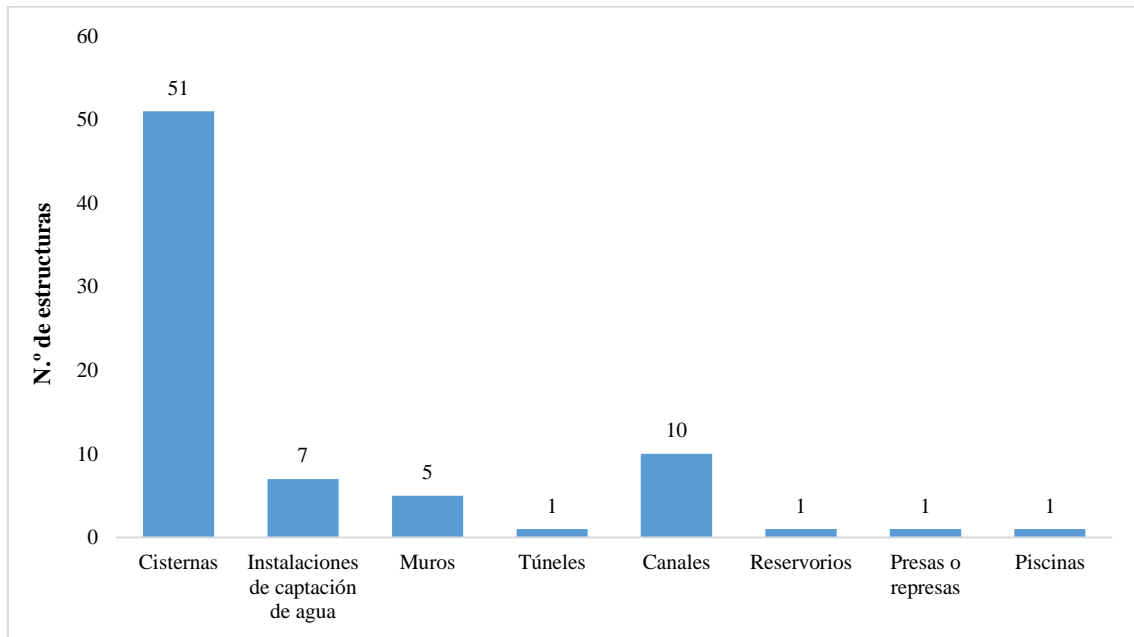


Figura 9.7. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto TBAS, según su tipología.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las cisternas hay algunas que se han tratado como posibles (TBAS 2, 140, 141 y 181). Además, algunas de estas posibles cisternas podrían ser también cuevas (TBAS 160) o un pozo (TBAS 157). Entre las confirmadas, las más numerosas son las que no se especifica su número (TBAS 3, 7, 8, 39, 72, 117, 119, 146, 150, 168, 192 y 273). Entre estas, también se encuentran aquellas que podrían ser o bien cisternas o cuevas (TBAS 125, 126, 137, 142, 143, 164, 165 y 166). También destacan los yacimientos con una sola cisterna (TBAS 12, 50, 52, 122, 124, 151, 152, 167, 169, 175, 190 y 224), entre los cuales se encuentran también aquellos que la cisterna podría ser también una cueva

²⁰³ P. Bienkowski se unió a los miembros del equipo TBAS en 1999 para la investigación de la Zona Busayra excavada años antes por Crystal-M. Bennett.

²⁰⁴ Todos los yacimientos se describen brevemente en el capítulo 7 de MacDonald *et al.*, 2004: 151-415.

²⁰⁵ Entre ellos se encuentra el yacimiento en estudio de Sela (TBAS 134).

(TBAS 5, 36, 40, 49 y 64), una cueva o una tumba (TBAS 174) o un reservorio (TBAS 59). Finalmente, también hay yacimientos con dos cisternas (TBAS 4 y 170), dos cisternas como mínimo (TBAS 274), tres cisternas (TBAS 147) y cuatro cisternas (TBAS 44 y 82).

Los yacimientos con canales son diez (TBAS 32, 39, 44, 61, 90, 124, 152, 219, 274 y 289). En ninguno de ellos se especifica el número de canales identificados. Los yacimientos con instalaciones de captación de agua son siete. Entre ellos hay cuatro posibles: uno con una posible instalación de captación de agua (TBAS 75) y otro con tres (TBAS 148). Solamente se confirma la presencia de un canal en los yacimientos TBAS 147 y 243 o, sin especificar el número de estas estructuras, en TBAS 239 y 289. El yacimiento TBAS 221 podría tener este tipo de estructura o bien un pozo. En el caso de los yacimientos con un muro, estos pueden ser de contención (TBAS 63 y 246) o de desviación de agua (TBAS 156). En los yacimientos TBAS 16 y 163 no se especifica el número de estructuras documentadas. Finalmente, hay yacimientos con un túnel (TBAS 23), un posible reservorio (TBAS 90), represas sin especificar el número (TBAS 169) y con dos piscinas (TBAS 39).

Las descripciones de las estructuras hidráulicas de este proyecto son más detalladas que la de los dos anteriores. Estas hacen referencia a la ubicación de las instalaciones de agua en el yacimiento y en relación con otras estructuras, a la tecnología del agua, a su estado de conservación y a cómo funcionaban.

La información sobre la tecnología del agua es muy relevante. En algunas ocasiones se recoge información sobre las medidas de estas instalaciones. En el caso de las cisternas de Khirbat al-Fraydays, una de ellas tendría unas dimensiones de 3 x 2 m, la cisterna de Mughareh Malafay de 2 x 1,5 m y la de Khirbat Masala, en cambio, presentaría unas dimensiones mayores con 7,45 x 3,90 m. Sin embargo, en ningún caso se especifica de dónde se tomaron las medidas. También se especifican las medidas del túnel de TBAS 23, de 0,90 m de altura y 1,20 m de anchura, las dimensiones del reservorio o cisterna del yacimiento TBAS 59, de 7 x 12 m o las dimensiones de una instalación de captación de agua o pozo de unos 25 m x 12 m en TBAS 221, sin especificar a qué medida se refieren cada una de ellas. En algún caso también se especifica la profundidad de las cisternas como en la cisterna de Tor 'Abil Hammam con 4-5 m de profundidad. También destacan las cisternas con revocos en sus paredes. Este es el caso de la cisterna de Khirbat al-Fraydays, Mughareh Malafays o de Khirbat al-Mabrak, de las tres cisternas de Khirbat

Masala y en algunas de de Khirbat ad-Dabbah. De este último yacimiento también destaca la información de que una de las cisternas tiene forma rectangular y otra presenta escalones cortados en la roca a modo de acceso. En TBAS 152 se describe una cisterna con doble entrada, una superior y otra en su lado oeste. Asimismo, se describen cisternas con dos cámaras como las halladas en TBAS 175 y las cisternas con nichos y habitaciones secundarias como las observadas en Khirbat Umm al-Malafays

Las cisternas también se asocian a líneas de muros como la cisterna de Khirbat 'Ayn al-Beida' e incluso en algunas ocasiones se asocian a agujeros en algunos de estos depósitos como en Khirbat al-Mabrak. El estado de conservación de las cisternas también se describe en algunas ocasiones. Destaca la erosión de la cisterna de Khirbat Abil y la colmatación de las cisternas de Khirbat Umm ash-Sh'ayr o Khirbat al-Qa'ayr, Khirbat Umm Za'urureh y Khirbat Zubr. Sobre la tipología de las cisternas, se describen algunas como posibles cuevas (TBAS 64 o Khirbat Bizhayqeh), por lo que podríamos asociarlas al tipo 2 identificado en este trabajo.

En cuanto a los canales, se describen muchos tallados en la roca como en Ma'tan (Old Village), Ramsis I y Umm at-Tawabin. Los canales de este último yacimiento conducen el agua a dos piscinas con formas circulares. También destaca en este yacimiento la presencia de cisternas que conectan con otras cisternas situadas en un acantilado.

La función que los investigadores del proyecto de TBAS asocian a estas estructuras resulta de gran interés para este trabajo. Este es el caso de las cisternas halladas en Khirbat Harir, que se especifica que podrían usarse para encerrar animales o almacenar alimentos. También se describen instalaciones para captar el agua de la lluvia en Khirbat Masal, TBAS 239, 243 y 289 y canales de captación de agua en Umm at-Tawabin, TBAS 219 y TBAS 156. También destaca la presencia de muros para evitar la erosión y controlar el agua como los hallados en TBAS 163, o la presencia de represas en el *wadi* como las observadas en Khirbat as-Sir, probablemente con la misma función. Las estructuras pueden hallarse distribuidas por todo el yacimiento, como por ejemplo en Khirbat Umm al-Harmal o concentradas en diferentes partes del mismo. En este proyecto también se realizaron los dibujos en planta de la cisterna de Khirbat al-Fatat (MacDonald *et al.*, 2004: 202) y de las instalaciones de captación de agua de TBAS 239 (MacDonald *et al.*, 2004: 379). Sin embargo, del resto de estructuras no existe ninguna documentación gráfica.

En este proyecto, no se ha relacionado ninguna estructura hidráulica con un periodo cronológico concreto. Solamente en algunos casos se hace referencia a su uso en la actualidad. Por último, el equipo de TBAS definió de forma muy general los diferentes tipos de asentamientos. Entre los que presentan estructuras hidráulicas, destacan los que se les atribuyen una función igual que la de una instalación hidráulica como las instalaciones de captación de agua. Otros asentamientos son descritos como cueva/s (TBAS 23, 64, 125, 152, Tor 'Abil Hammam y Mughareh Malafays), fortalezas (Ramsis I, Jurf ad-Darawish Castellum, Khirbat at-Tawlaniyah, Khirbat al-Khunaysrah y Khirbat ad-Dabbah), caravanserai (Khirbat at-Tuwanah) y castillos (Qal'at at-Tafila). Las granjas y/o poblados son los tipos de asentamientos más representativos documentados con estructuras hidráulicas (29 yacimientos). En este trabajo Sela y Busayra se consideran ciudades principales. Precisamente, en el yacimiento de Sela (TBAS 134) no se documentó ningún resto arquitectónico, ya que Hamed K. Qatamin, de la Universidad de Mu'tah, estaba excavando el yacimiento en el momento de la campaña de prospección del TBAS en 2001. Tampoco se incluyó la Ciudadela de Busayra (TBAS 135)²⁰⁶.

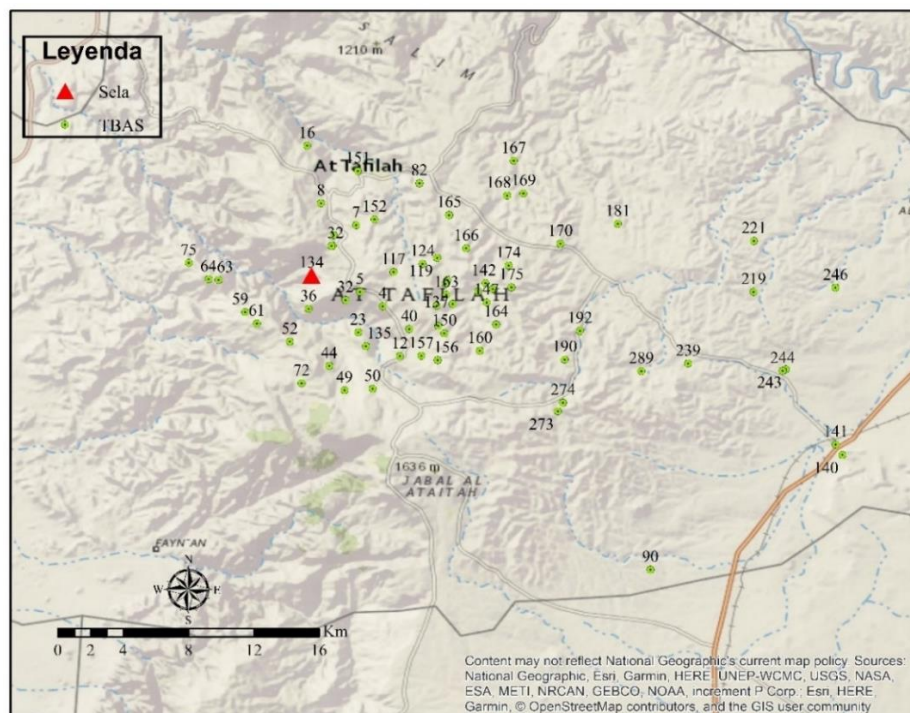


Figura 9.8. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto TBAS. Fuente: Mapa elaborado por la autora sobre el mapa base de Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community. Escala: 1:450.000. URL: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer [26/08/2020].

²⁰⁶ En este momento, P. Bienkowski (2002) había preparado un informe final para las excavaciones de Sela y Busayra.

9.1.4. The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey, Southern Jordan (ARNAS)

De un total de 389 yacimientos documentados durante los tres años de prospección²⁰⁷ de este proyecto, 57 de ellos presentan estructuras hidráulicas. Estas son principalmente canales, cisternas, presas o represas, instalaciones de captación de agua, reservorios, estructuras de retención de agua y acueductos. Las estructuras hidráulicas identificadas más numerosas son las cisternas (55%), seguidas de los canales (19%) y de las instalaciones de captación de agua (15%). El resto de las estructuras suponen el 2-3% del total de estructuras hidráulicas documentadas del proyecto ARNAS (Anexos D Tabla 4, fig. 9.9).

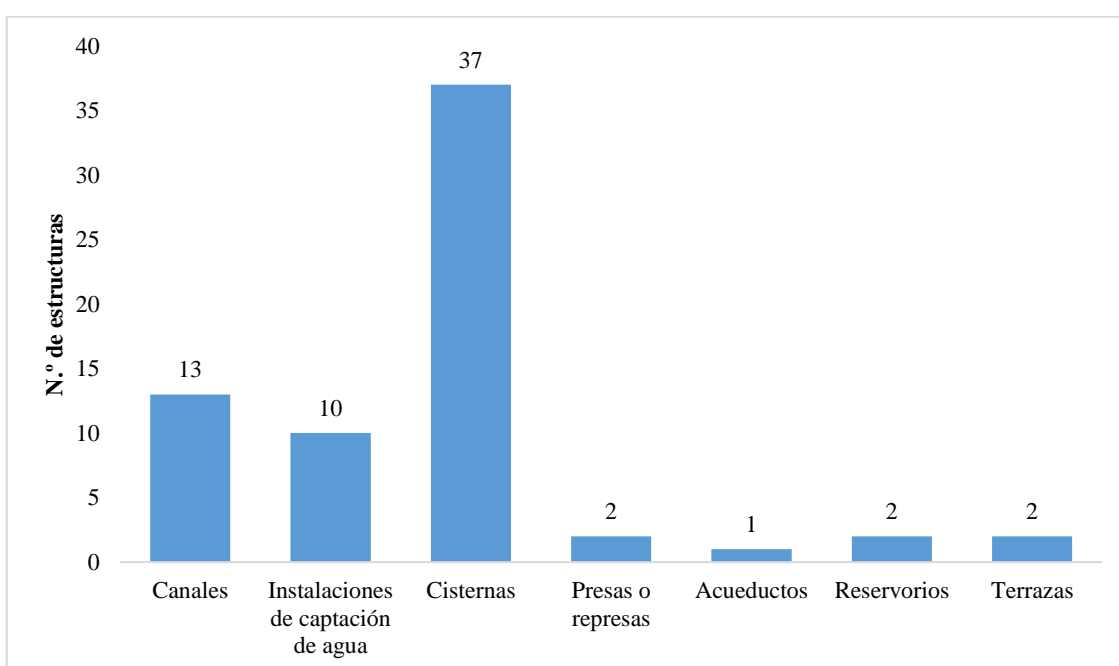


Figura 9.9. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto ARNAS, según su tipología.

Fuente: Elaboración propia.

Los yacimientos que presentan cisternas son 37. Entre ellos se especifica la presencia de una cisterna en 14 yacimientos (Kh. Bīr Yābis, ARNAS 100, 122, 146, 220, 221, 285, 291 y 320, Kh. Hamdān, Kh. Shadīd, ‘Ayn al-Hays, Kh. at-Tūliyya, Kh. Abū Rā’id) y la presencia de cisternas, sin especificar el número, en dos yacimientos (ARNAS 201 y 202). También se detalla la presencia de una cisterna y/o cueva en cuatro yacimientos (ARNAS 029, 282, Kh. Umm Baradiya South y Kh. Umm Rujūm) y la presencia de cisternas y/o cuevas en el yacimiento ARNAS 046. En cuanto a los demás yacimientos, se especifica

²⁰⁷ Los yacimientos documentados durante la campaña de 2005 son los numerados del 001 al 209, los de la campaña del 2006, del n.º 210 al 324 y los del 2007 del n.º 325 al 389 (MacDonald *et al.*, 2012: 11, 27).

la presencia de cisternas, pero como posibilidad. Los yacimientos que presentan una posible cisterna son diez (ARNAS 029, 090, 095, 148, 321, Abū al-Lusun, Kh. al-Mayz, Kh. ad-Dūr West, Kh. al-Mansūra East y Kh. Umm Nasra). En cambio, con posibles cisternas, sin especificar el número, se describen los yacimientos de Kh. at-Taqtaqiyya, ARNAS 159 y Kh. Umm Na'as y con cisternas y/o cuevas, sin especificar el número en los yacimientos de ARNAS 056, Kh. al-Khaskhas y Kh. al-Bayyādāt.

En el caso de los canales, hay cinco yacimientos con un canal (Kh. al-Mansūra West, ARNAS 269, 026, 146 y 281) y seis con canales sin especificar el número (Kh. Umm Zaytūna, Kh. 'Urayta, 'Ayn Juwaybil, Kh. Quray'a, ARNAS 063 y Site 100). Hay un yacimiento con un posible canal (Kh. Hubays) y otro con posibles canales (ARNAS 282). Las instalaciones de captación de agua están presentes en diez yacimientos: ocho que presentan una (Kh. Umm Nasra, ARNAS 281, 287, 288, 301, 326, 328 y Kh. 'Iyāl 'Alī); un yacimiento que presenta dos (ARNAS 286) y un yacimiento donde no se especifica el número (Kh. 'Urayta). Finalmente, destaca la presencia de dos represas en los yacimientos ARNAS 217 y 229, un posible acueducto en ARNAS 003, dos yacimientos con un reservorio (ARNAS 026 y Abū al-Lusun) y, finalmente, tres yacimientos con estructuras de retención de agua. En los yacimientos de Kh. Abū an-Nusūr y Kh. Quray'a se han documentado muros de piedra en las terrazas agrícolas y en 'Ayn Juwaybil, instalaciones hidráulicas relacionadas con la retención de agua de un manantial.

La información analizada sobre este proyecto permite conocer algunas características técnicas: medidas, presencia de revocos en las paredes de las cisternas, elementos arquitectónicos, el estado de conservación de estas instalaciones hidráulicas, su función y contexto espacial.

En cuanto a las dimensiones, las cisternas presentan dimensiones variables. Estas pueden ser de 10 m de profundidad y 10 m de ancho como la hallada en Kh. Bīr Yābis, de 4 m de altura y 5,59 m (N-S), como la hallada en Kh. Umm Rujūm, o de 5 m (N-S) y 8 m (E-W) y una profundidad de 2 m, como la hallada en ARNAS 122. La presencia de revocos también se ha detectado en las cisternas de Kh. Umm Rujūm y de ARNAS 201. También destacan los distintos elementos arquitectónicos observados como la columna de la cisterna de Kh. Bīr Yābis o el pilar principal para dividir la cámara de almacenamiento de ARNAS 122 y su entrada tallada sobre la roca. En cuanto al estado de conservación, llama la atención la cisterna Kh. Bīr Yābis, la cual se encontraba llena de restos de ovicápridos en el momento de la visita del equipo. También en el yacimiento de ARNAS

026 se indica que el depósito documentado se encontraba parcialmente colmatado y que el canal asociado estaba cubierto con piedras. Igualmente, en ARNAS 201 se describen varias cisternas completamente colmatadas de escombros.

También se mencionan las distintas funciones de estas estructuras hidráulicas. Estas son: 1) los canales de conducción de agua a una cisterna hallados en Kh. Abū Rā'id, a un reservorio en ARNAS 026 y 063, entre dos manantiales como el identificado en ARNAS 003 o bien asociados a estos como en Kh. Umm Zaytūna y 'Ayn Juwaybil; 2) las instalaciones de captación de agua como la cisterna y/o cueva de ARNAS 282, las instalaciones de Kh. Umm Nasra y la cueva de Kh. 'Iyāl 'Alī; 3) las represas de control de inundaciones como la documentada en ARNAS 229 y 4) los muros de piedra de retención de agua en las terrazas agrícolas hallados en Kh. Abū an-Nusūr y Kh. Quray'a.

Sobre la ubicación de estas instalaciones, su descripción es muy superficial. Entre otras, destaca la descripción que se realiza sobre la ubicación del reservorio de ARNAS 026, situado al sur de la carretera principal entre as-Sadaqa y al sur de Kh. Juwayza y la ubicación de instalaciones hidráulicas presentes en los *wadis* como los canales de ARNAS 063 y las presas de ARNAS 217 y 229. Asimismo, también se especifica la presencia de cisternas en algunas zonas concretas del yacimiento como la descripción que se realiza en ARNAS 090²⁰⁸ o bien la presencia de instalaciones hidráulicas en contextos generales del yacimiento como sucede en Kh. Hamdān, Kh. Umm Rujūm, Kh. Umm Baradiya South, ARNAS 148 y Kh. at-Tūliyya, entre otros.

Ninguna estructura de agua se relaciona con un periodo cronológico en concreto y las funciones propuestas para los distintos yacimientos son muy heterogéneas. Hay yacimientos a los que se les asigna una funcionalidad a partir de los restos de instalaciones hidráulicas. Estos son principalmente instalaciones de captación de agua (ARNAS 281, 282, 286, 287 y 301), áreas de captación de agua (ARNAS 288), cisternas (ARNAS 122) o acueductos (ARNAS 269), entre las más destacadas. También destacan las aldeas agrícolas (Kh. al-Mansūra East y West, ARNAS 095 y 201), fortalezas (Kh. ad-Dūr West y Kh. Shadīd), granjas (ARNAS, 056, 146, 202, 217, 221, 291 y 321) y los poblados agrícolas (22 asentamientos) (Fig. 9.10).

²⁰⁸ En este caso concreto, la posible cisterna se situaría en una estructura "excavada" en la parte noroeste del yacimiento (MacDonald *et al.*, 2012: 114-115).

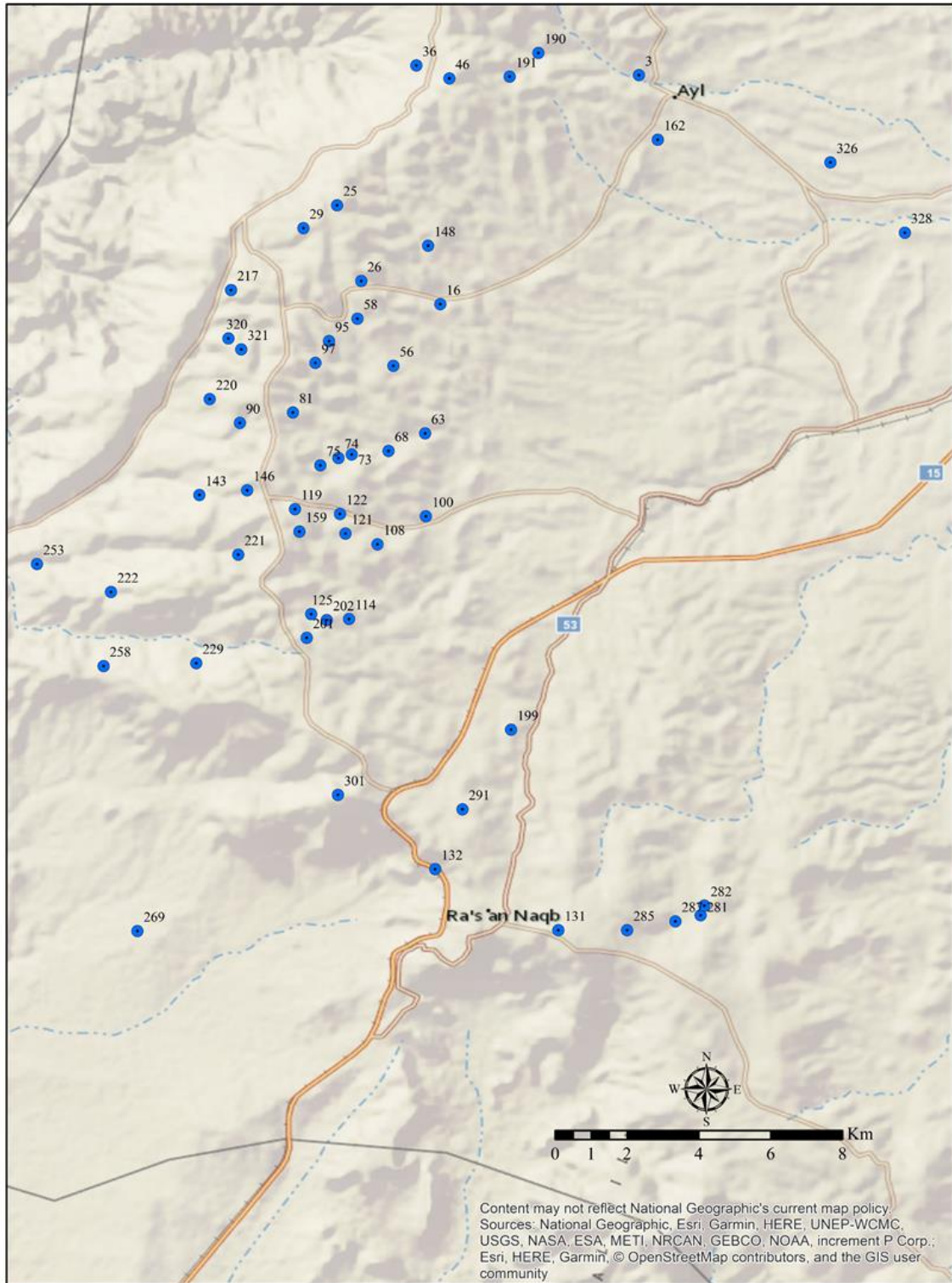


Figura 9.10. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto ARNAS.

Fuente: Mapa elaborado por la autora sobre el mapa base de Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community. Escala: 1:450.000. URL: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer [Consulta: 26/11/2020].

9.1.5. The Shammakh to Ayl Archaeological Survey (SAAS)

En el transcurso de este proyecto se documentaron 366 yacimientos, donde 111 presentan evidencias de estructuras hidráulicas (MacDonald *et al.*, 2016). Los diferentes tipos de estructuras hidráulicas identificadas son los siguientes: cisternas, canales, presas, instalaciones de captación de agua, pozos, reservorios, piscinas, presas o represas, acueductos, *qanats*, depósitos de sedimentación e instalaciones de drenaje de agua.

Las estructuras hidráulicas identificadas más numerosas son las cisternas (71%), seguidas de los canales (10%) y de las instalaciones de captación de agua (9%). El resto de las estructuras aparece de manera residual y representa entre el 1-3% del total de estructuras hidráulicas documentadas del proyecto SAAS (Fig. 9.11).

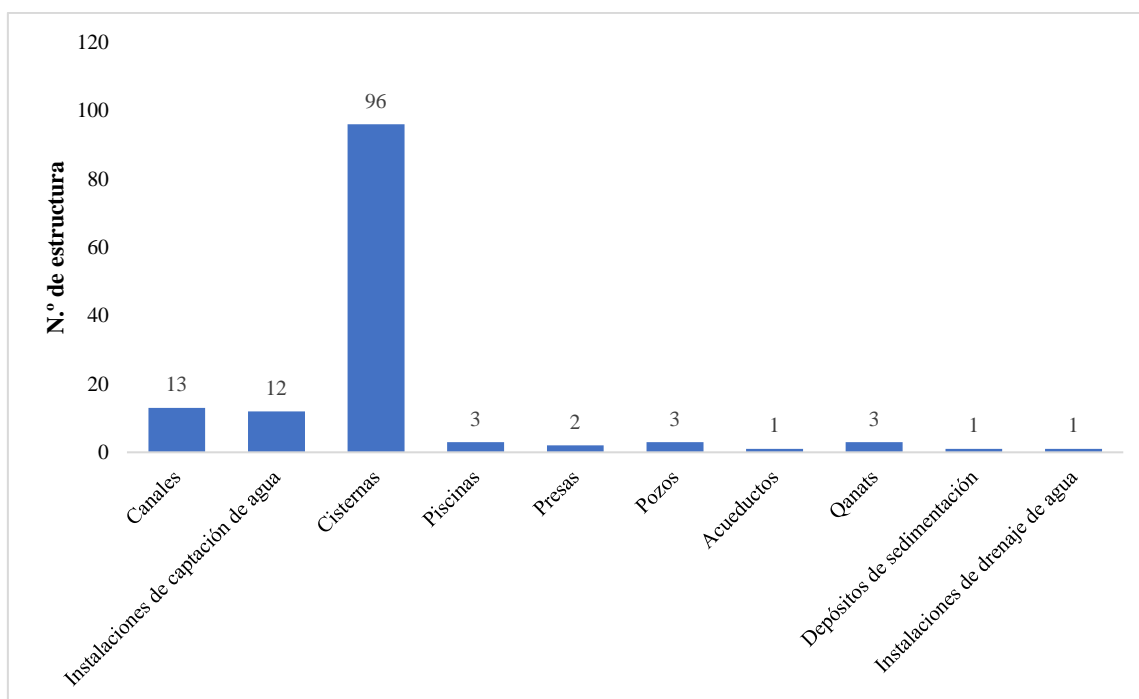


Figura 9.11. Representación gráfica del porcentaje de estructuras hidráulicas documentadas en los yacimientos prospectados por el proyecto SAAS, según su tipología.

Fuente: Elaboración propia.

De los 111 yacimientos documentados, 96 presentan cisternas. Estos pueden dividirse entre los yacimientos con cisternas bien definidas (38) y aquellos otros que pueden tener restos de posibles cisternas (58). Entre los yacimientos con cisternas confirmadas por los autores del proyecto destacan los que presentan una cisterna (SAAS 28, 29, 30, 39, 40, 58, 71, 78, 88, 104, 138, 152, 174, 191, 230, 233, 236, 292, 295). Entre estos, las cisternas halladas en SAAS 45, 48, 93, 140 y 249 podrían ser también cuevas. Los yacimientos con

dos cisternas documentadas son inferiores (SAAS 62, 90, 94, 99, 240, 263, 312 y 364)²⁰⁹. Finalmente, solo en SAAS 61 se ha anotado la presencia de cuatro cisternas como mínimo y en los demás yacimientos no se especifica el número de cisternas documentadas (SAAS 106, 107, 122, 207 y 305)²¹⁰. En el caso de los yacimientos con canales, estos presentan un canal (SAAS 60, 71, 83, 90 y 123) o dos (SAAS 29), no se especifica el número (SAAS 125, SAAS 217, SAAS 263, SAAS 271, SAAS 305) y hay otros que presentan sistema de canales (SAAS 195, 365 y 366). Los yacimientos con instalaciones de captación de agua también se dividen en aquellos en los que estas estructuras están confirmadas y presentan una instalación (SAAS 38) o no especifica el número (SAAS 138, 228 y 230)²¹¹ y en las que podrían serlo (SAAS 5, 160, 212, 223, 240, 250 y 278)²¹². Los reservorios se han observado en siete yacimientos (SAAS 39, 123, 125, 217 y 323)²¹³, uno de los cuales también podría ser una piscina (SAAS 125). Finalmente, se han hallado dos yacimientos con una presa o represas (SAAS 28 y 340), tres con un pozo (SAAS 27, 29 y 72)²¹⁴, tres yacimientos con piscinas (SAAS 27, 72 y 125)²¹⁵, tres con sistemas de *qanats* (SAAS 195, 365 y 366), uno con un depósito de sedimentación (SAAS 60) y uno con una instalación de drenaje de agua (SAAS 72).

La información que proporciona este proyecto sobre las instalaciones hidráulicas es bastante extensa. Respecto a su morfología destacan las cisternas excavadas dentro de una cueva como las halladas en SAAS 86, Kh. Wadi Hassi, SAAS 186, SAAS 249 o la cisterna con entrada excavada de SAAS 48. Como componentes arquitectónicos destacan: 1) la presencia de escaleras internas en el pozo o reservorio de Umm al-Futas; 2) las cisternas con muros asociados como la de Mughur ar-Ruhban y SAAS 249; 3) el muro de contención para evitar la entrada de contaminación en la cisterna de SAAS 104 y 4) la presencia de restos de morteros en el pozo o reservorio de Umm al-Futas, las cisternas de

²⁰⁹ Los yacimientos SAAS 94 y 99 podrían tener o bien cisternas o bien cuevas (MacDonald *et al.*, 2016: 214-215 y 220-221).

²¹⁰ SAAS 122 podría ser también cuevas (MacDonald *et al.*, 2016: 239-240).

²¹¹ En el caso de SAAS 228 y 230, las estructuras documentadas podrían ser también de extracción o trilla (MacDonald *et al.*, 2016: 337y 339-341).

²¹² SAAS 223 también podría ser una cisterna (MacDonald *et al.*, 2016: 329-330).

²¹³ SAAS 125 podría ser una piscina (MacDonald *et al.*, 2016: 241).

²¹⁴ SAAS 27 podría ser también una cisterna (MacDonald *et al.*, 2016: 148-149).

²¹⁵ SAAS 27 y 125 podrían ser también reservorios (MacDonald *et al.*, 2016: 148-149 y 241).

SAAS 78, 88, 142, 191, Kennedy Khidad Ruin y una de las cisternas de SAAS 240 y 365. En algunas ocasiones se describen las medidas de las instalaciones hidráulica como sucede en la cisterna hallada SAAS 78, con 1,5 m², la cisterna con 2 m de diámetro de SAAS 88, la cisterna de 3 x 3 m de SAAS 104, la cisterna de 3 m de anchura y 1 m de altura de SAAS 140 o la cisterna de SAAS 240, con 8 x 8 m. Los canales excavados en la roca también están presentes en el yacimiento (SAAS 305).

Los usos de estas estructuras son de gran interés. Por ejemplo, la piscina al aire libre de Bir Sarih se considera para el consumo de agua de los animales. La cisterna de Mulgan West como un lugar de almacenamiento o corral y las presas halladas en SAAS 340 para controlar y evitar la erosión del valle donde se sitúan. A menudo se describen los diferentes sistemas hidráulicos como las cisternas alimentadas por manantiales (Ayn Ghazal) o canales asociados a manantiales (Ayn Tallat 'Ali y Ayn Al-Iraq). Solamente el pozo de agua de Kh. Braq se adscribe a un periodo cronológico, en este caso, al periodo bizantino tardío o islámico.

Finalmente, las diferentes funciones de los asentamientos a menudo se asocian a la estructura hidráulica que alberga. Este es el caso del yacimiento con función de pozo y canales (Kh. Dhba'), pozo/reservorio (Umm al-Futas), cisterna (SAAS 71, 78, 90, 99, 104, 107, 223 y 337), acueducto (SAAS 142) o simplemente se denomina instalación hidráulica (SAAS 27 y Ain Ghazal). También destacan los campamentos agrícolas o de pastores (SAAS 47 y 48), las construcciones defensivas relativas a la defensa de recursos hídricos (SAAS 86 y Kh. Al-Farqadiyyah), las torres de vigilancia (Kh. Ad-Dubays y SAAS 145) y la estación de paso en la *Via Nova Traiana* (SAAS 178). Las otras funciones asignadas, en su mayoría, corresponden a aldeas, poblados agrícolas o granjas (Fig. 9.12).

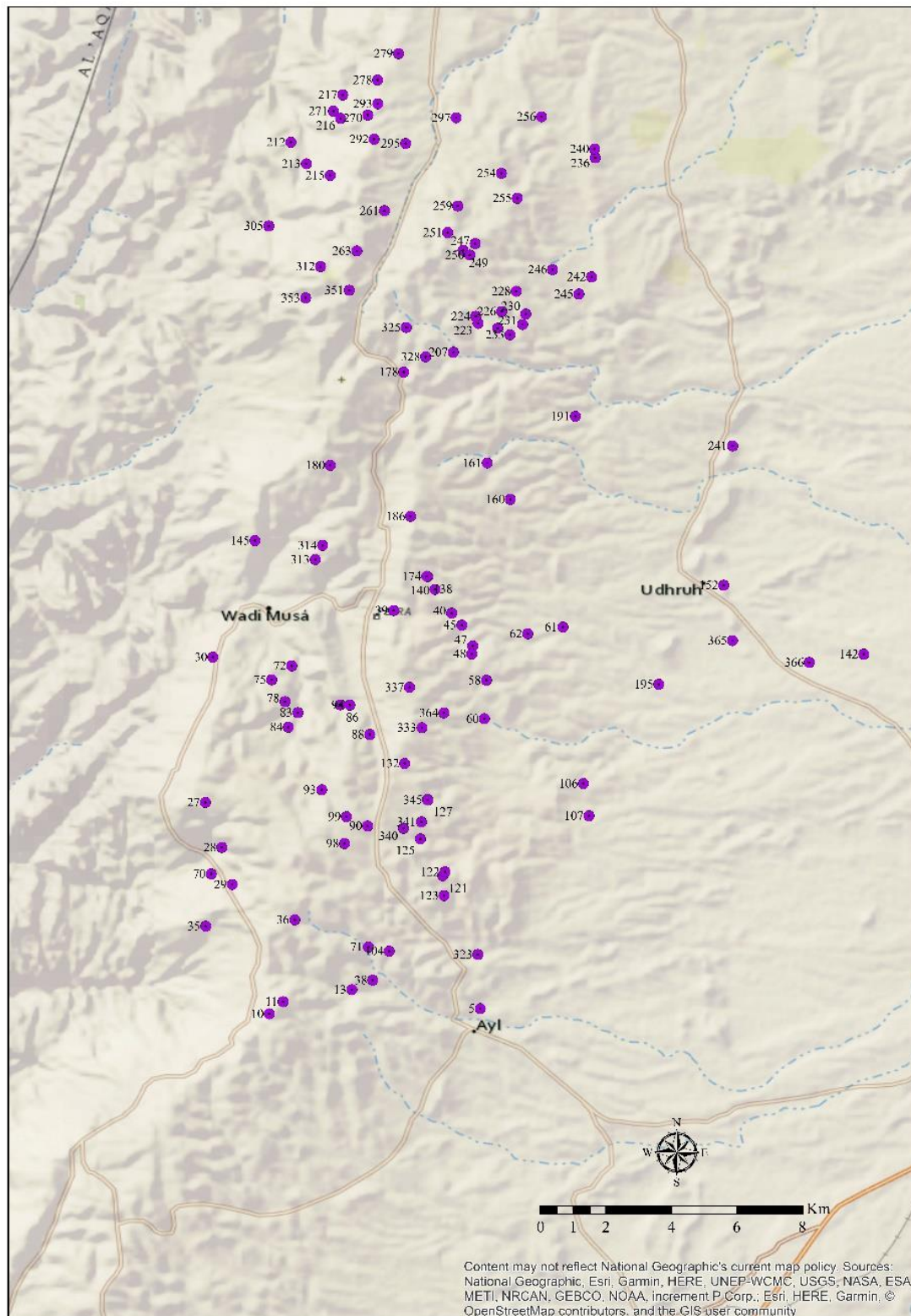


Figura 9.12. Yacimientos con estructuras hidráulicas documentadas por el proyecto SAAS.
 Fuente: Mapa elaborado por la autora sobre el mapa base de Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community. Escala: 1:450.000. URL: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer [26/08/2020].

9.2. Yacimientos seleccionados: *mountain strongholds*

Dentro de la variabilidad de tipos de asentamientos en la región, los más representativos son los poblados, aldeas o granjas, los poblados agrícolas, las fortalezas limítrofes y las fortalezas/refugios de montaña (Bienkowski, 2014: 873-876). Estos últimos, denominados *mountain strongholds*²¹⁶ se sitúan en los picos rocosos de la meseta de Edom y comparten dos características principales: no tienen acceso directo a los manantiales y la presencia en todos ellos de instalaciones de captación y almacenamiento de agua. Según autores como Lindner y Knauf (1997: 261), además de estos rasgos, los *mountain strongholds* también comparten las siguientes características que se presentan a continuación.

- 1) Se sitúan en un entorno que no fomenta un asentamiento permanente.
- 2) Son de difícil de acceso.
- 3) Presentan una gran cantidad de instalaciones de almacenamiento para productos agrícolas, las denominadas “casas comunales”.
- 4) Se sitúan entre terrazas y pequeños campos que son adecuados para la agricultura, a pequeña escala, la horticultura, la viticultura y el pastoreo.
- 5) En ellos se observa una ausencia parcial o total de la denominada “cerámica fina”.
- 6) Son asentamientos del periodo del Hierro II.

Todos estos rasgos son los que han permitido seleccionar algunos asentamientos considerados como fortalezas naturales de montaña para establecer una comparativa con Sela. Estos yacimientos son: Umm al-Biyara, Ba’ja III, Jabal al-Qseir, Umm al’Ala (as-Sadah), Kutle II, Jabal al-Khubtha, Sheik er-Rish y Qurayyat al-Mansur (Fig. 9.13).

Durante el vuelo del 10 de octubre del 2014 de Ammán a Aqaba realizado por APAAME²¹⁷ se detectó un nuevo yacimiento. Se trata de “al-Manktaa”, cuyo nombre es el que le dan los beduinos de la zona²¹⁸. Aunque se señalará en el mapa, no se ha tratado en este trabajo, ya que no hay prácticamente nada publicado sobre este yacimiento.

²¹⁶ Este término es el que utilizó el equipo de la *Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg* (Lindner, 1986; Lindner y Farajat, 1987; Lindner *et al.*, 1988, 1990; Lindner, 1992; Lindner *et al.*, 1996).

²¹⁷ La información sobre el hallazgo se puede consultar en el siguiente enlace web: <http://www.apaame.org/2015/01/flight-20141019-new-edomite-stronghold.html> [Consulta: 06/10/2020].

²¹⁸ Unos meses antes, en julio de 2014, Chaim Ben-David, siguiendo la información proporcionada por los excursionistas Boaz Langford, Eli Raz y Lior Enmar, visitó dos yacimientos al sur del pueblo de Rajef. Según la información proporcionada por la web del APAAME, probablemente uno de ellos podría corresponder con al-Manktaa.

Finalmente, también hay que destacar el yacimiento de Gosa / Qosa al-Hamra, ya mencionado por Glueck (1939: 42-43) y, posteriormente, por Ben-David (2001: 16-18). Sin embargo, no hay ninguna referencia sobre estructuras hidráulicas y no se presentará en este apartado.



Figura 9.13. Mapa de ubicación de los diferentes *mountain strongholds* seleccionados. Fuente: Mapa elaborado por la autora sobre el mapa base de Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community. Escala: 1:1.000.000. URL: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer [Consulta: 26/08/2020].

9.2.1. Umm al-Biyara

El yacimiento de Umm al-Biyara se sitúa en la montaña más alta y prominente del área de Petra (1158 m s.n.m.). Esta montaña, coronada por una meseta, se inclina ligeramente hacia la ciudad de Petra, ubicada a 300 m respecto a esta²¹⁹. Entre 1960 y 1965 fue excavado por Bennett²²⁰ y fue el primer yacimiento considerado como *mountain stronghold* de la Edad del Hierro en el área de Petra (Lindner, 1989b; Bienkowski, 2013: 23). Posteriormente, en el año 2010 se inició el *Umm al-Biyara Project* (IUBP) para identificar estructuras en el asentamiento.

Se ha interpretado como una fortaleza inexpugnable y se ha fechado gracias a la cerámica hallada en superficie y por el hallazgo de una *bullae* fechada en el s. VII a.C. (Bagg, 2006: 615).

En cuanto a las estructuras hidráulicas halladas en este asentamiento, Bennett (1966: 373) describió un total de ocho cisternas. Estas cisternas, según investigadores como Will M. Kennedy (2013: 273), Burton MacDonald (2015: 34) y Stephan G. Schmid *et al.* (2015: 167), entre otros, dieron el nombre al yacimiento en árabe, “madre de cisternas”. Respecto a su morfología, las cisternas presentan formas internas piriformes, bocas circulares u ovaladas y están excavadas en superficies planas del terreno. A excepción de una cisterna que se encuentra en una terraza mucho más baja, el resto se sitúa en la parte alta del promontorio. Este tipo de depósitos, conectan con otras estructuras hidráulicas, formando un complejo sistema de gestión de agua (Schmid, 2011: 114) (Fig. 9.14). Cada cisterna es abastecida por al menos dos canales de entrada y en una de ellas se han observado seis. De cada cisterna, al menos dos canales llevan el agua a otra cisterna o a canales excavados en la en roca que transportan el agua a otras estructuras. Muchas de estas instalaciones hidráulicas conectan con estructuras arquitectónicas que se han considerado del periodo nabateo. Tanto el sistema de conexiones múltiples²²¹ como el tipo de estructuras que conectan con estas instalaciones de agua son los que sugieren que todo el conjunto podría

²¹⁹ Sobre la descripción de este yacimiento, véase el siguiente enlace web: <https://acorjordan.org/2015/11/03/umm-al-biyara-petras-hidden-jewel/> [Consulta: 07/08/2020].

²²⁰ Las excavaciones de Bennett se realizaron en 1960, 1963 y 1965 con la finalidad contrastar la identificación de este yacimiento con la Sela bíblica y obtener un conjunto cerámico del periodo del Hierro II bien estratificado (Bienkowski, 1990: 91). Anteriormente, Glueck (1933: 13-14, 1934: 77), Georges Horsfield y Agnes Horsfield (1938) hicieron pequeños sondeos en 1933 y 1934.

²²¹ Según Hans-Dieter Bienert y Jutta Häser (2004a: 20), el sistema de conexiones múltiples recuerda a la gestión del agua nabatea atestiguada en toda la ciudad de Petra.

considerarse del periodo nabateo. Sin embargo, como sostiene Schmid (2011: 115), fechar las ocho cisternas y el sistema de canales exclusivamente en el periodo nabateo plantea dudas sobre el origen de la obtención y suministro de agua durante la ocupación del Hierro en este asentamiento. De este modo, estos dispositivos no pueden fecharse de manera convincente en ninguno de los dos periodos. Sin embargo, por el estado actual del conocimiento, no se puede excluir que estas instalaciones sean originalmente del periodo del Hierro II y que se reutilizaran durante el periodo nabateo²²² (Oleson, 1995: 709).



Figura 9.14. Una de las cisternas de Umm al-Biyara.

Fuente: Fotografía realizada por Wiebke Lepke publicada en la página web del ACOR. <https://i1.wp.com/www.acorjordan.org/wp-content/uploads/2015/11/image-5.jpg> [Consulta: 01/05/2020].

9.2.2. Ba'ja III

Este yacimiento, situado a unos 10 km al norte de Petra, se eleva unos 1160 m s.n.m. Fue estudiado por el equipo de la *Naturhistorische Gessellschaft Nürnberg* (NHG), dirigido por M. Lindner, en la década de los ochenta del pasado siglo²²³ (Lindner y Farajat, 1987: 175).

²²² La continuidad entre los edomitas y los nabateos ha estado estudiada por Bartlett, 1979 y 1990.

²²³ Se realizaron tres visitas en 1982, 1984 y 1986. En este último año, se realizó un mapa sobre el yacimiento y el hallazgo de nuevas cisternas (Lindner, 1986).

A finales de los años noventa, también llevaron a cabo investigaciones en este yacimiento Hans-Dieter Bienert, Roland Lamprichs y Dieter Lamprichs (Bienert *et al.*, 2000: 122-133).

Al igual que el asentamiento de Sela, es un lugar casi inaccesible. Este asentamiento, que cuenta con diferentes estructuras excavadas en la roca como casas, corrales y estructuras hidráulicas, se ha considerado una fortaleza del periodo del Hierro II (ss. VIII-VI a.C.)²²⁴ (MacDonald, 2015: 34).

Las estructuras hidráulicas de Ba'ja llamaron la atención ya en los años sesenta, cuando Diana Kirkbride mencionó su presencia en este asentamiento, en especial sus canales (Kirkbride, 1961: 448-451). Sin embargo, lo que esta investigadora observó es el sistema hidráulico del yacimiento de Ba'ja I, ubicado en un afloramiento rocoso al pie del macizo de Ba'ja III, basado en un complejo sistema de canalizaciones. Los canales excavados en la roca fueron investigados por Lindner. Estos se consideraron para captar el agua de la lluvia y conducirla hasta una presa o represa situada en la entrada del “*siq*” de Baja hacia la llanura de Jabu (Lindner, 1986: 121) (Fig. 9.15). El agua podría utilizarse para regar los campos agrícolas circundantes (Bienert *et al.*, 2000: 121). También se encontraron cisternas con escaleras de gran tamaño para acceder a su interior a modo de embalse y un reservorio rectangular que originalmente fue cubierto por arcos al estilo de Petra (Lindner, 1999: 491, 2003: 249). Este asentamiento se ha considerado una estación de caravanas nabatea y una aldea durante el periodo islámico tardío (Lindner, 2003: 183).



Figura 9.15. Fotografía de Lindner del sistema de canales (izq.) y de una cisterna (dcha.) en la cumbre de Ba'ja III.

Fuente: Lindner, 1986: 63.

²²⁴ Se ha establecido la cronología por las cerámicas halladas en superficie. En este caso son cerámicas “edomitas” (MacDonald, 2015: 34).

En la parte más alta del peñasco es donde se ubica el yacimiento de Ba'ja III. Allí se documentaron diferentes estructuras hidráulicas. En primer lugar, en la garganta que conduce a la parte alta del peñasco, se documentaron tres cisternas excavadas en la roca. Estas fueron descubiertas por Lindner y su equipo (Lindner y Farajat, 1987: 176). En la parte superior también se hallaron tres cisternas más. Todas ellas presentan revocos en sus paredes y están colmatadas, exceptuando una que se pudo medir en su totalidad. Una de las cisternas de la cumbre del asentamiento, situada en la unidad S28 identificada por el equipo de Lindner, tiene una abertura de 90 x 90 cm (Lindner y Farajat, 1987: 176) (Fig. 9.16). Solamente una de estas cisternas fue parcialmente excavada y se tomaron sus medidas (5,35 m de profundidad y 2,4 m de anchura, con una boca de 1 x 1 m de diámetro) y se considera que tiene forma piriforme²²⁵.

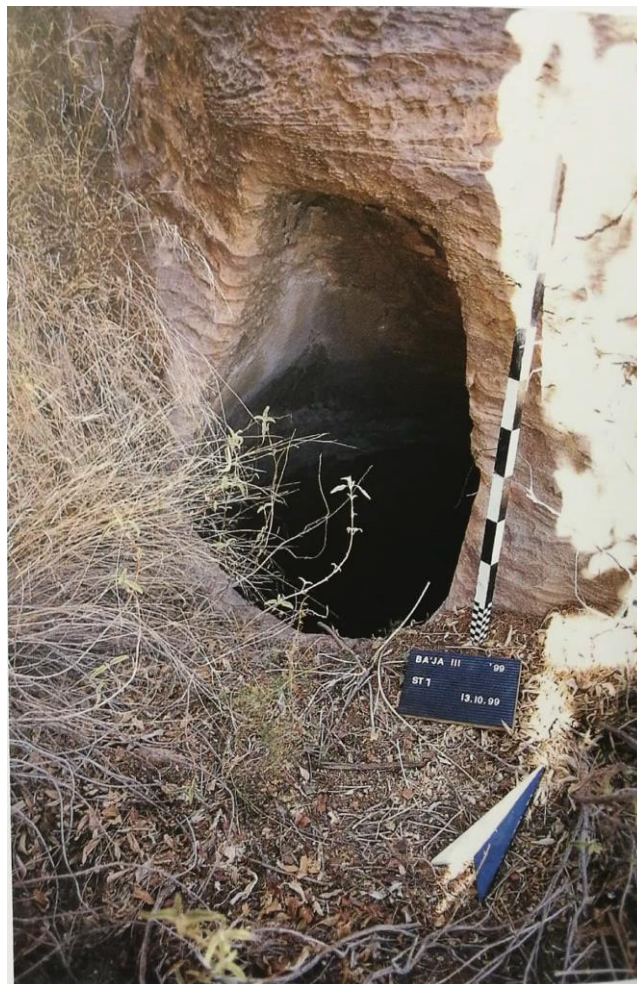


Figura 9.16. Una de las cisternas halladas en Ba'ja III.
Fuente: Bienert *et al.*, 2004: 134, fig. 6.17.

²²⁵ El mapa de la ubicación de la estructura se puede ver en Bienert *et al.* (2000: 124) y algunas fotos en Bienert *et al.* (2000: 125, fig.10).

9.2.3. *Jabal al-Qseir*

Este yacimiento fue visitado en 1992 por dos miembros de la NHG y un guía local y fue prospectado por un equipo más amplio durante el mes de octubre de 1993. En la parte baja del asentamiento, en el flanco sur, se encuentra un *wadi* denominado al-Barmiye (Lindner *et al.*, 1996b: 137). En él se han observado terrazas y barreras construidas con bloques de piedra para controlar sus inundaciones. Desde el *wadi* se puede acceder a la parte superior del asentamiento donde se hallaron diferentes estructuras hidráulicas.

En Jabal al-Qseir se han hallado una veintena de cisternas. Estas presentan formas internas piriformes, revocos en sus paredes y bocas redondeadas. Las cisternas tienen canales que las alimentan de agua (Lindner *et al.*, 1996b: 145-146). Su ubicación en el yacimiento se corresponde con los lugares óptimos de captación del agua de la lluvia y se distribuyen por todo el yacimiento. Algunas se observaron cerca de las denominadas “*longhouses*”, dos de ellas debajo del denominado “*high place*” y otras cercas de vestigios de casas. Su estado de conservación se caracteriza por la presencia de sedimento y escombros en su interior, que probablemente impidió identificar más estructuras. Solamente una cisterna piriforme ubicada en el flanco occidental del peñasco contenía agua durante la prospección en el yacimiento que se cubrió con ramas en 1992-1993. Las demás cisternas se encuentran erosionadas y en muchas de ellas crecen *Ceratonia siliqua* o *Pistacia cf. Khinjuk*. Estos vegetales son especies de algarrobos que indican que todavía el agua fluye hacia las cisternas cuando llueve (Lindner *et al.*, 1996: 145). En muchas de las cisternas, los morteros de cal que las revestían se han perdido. También se han documentado diferentes depósitos a modo de reservorios. Uno de ellos todavía se utiliza por los pastores actuales que llevan a sus rebaños a beber. Esta estructura la cubren con ramas y utilizan un recipiente y una cuerda para extraer el agua de su interior (Lindner *et al.*, 1996b: 143). Los otros podrían tener hasta 6 m de profundidad y podrían llenarse mediante el agua directa de la lluvia o a partir de canales que condujeran el agua hacia su interior. Algunos autores plantean que podrían ser balsas naturales de agua en su origen y que se ampliaran artificialmente (Lindner *et al.*, 1996b: 149).

Por último, también se hallaron canales excavados en la roca. Estos son principalmente canales de corto recorrido, que no presentan secciones rectangulares ni evidencias de estar cubiertos. El sistema de canales es muy significativo, ya que en muchas de las “*cúpulas*” del yacimiento se ubica al menos un canal o incluso dos que conducen el agua hacia diferentes direcciones (Lindner *et al.*, 1996b: 145).

9.2.4. *Umm al'Ala (as-Sadah)*

Sobre el lecho del Wadi as-Sadah, ubicado a 15 km suroeste de Petra, se eleva la meseta de Umm al-Ala. Esta se encuentra aproximadamente a 800 m s.n.m. y parece que tuvo una ocupación durante el periodo del Hierro II (ss. VII-VI a.C). Este yacimiento fue investigado por Lindner y su equipo de la NHG entre 1987 y 1988 (Lindner *et al.*, 1988, 1990; Bagg, 2006: 615).

En la cima del peñasco solamente se ha hallado una cisterna piriforme que parece ser del periodo del Hierro II (Lindner, 1988: 33). Esta presenta una boca cuadrangular. Posteriormente, los nabateos aprovecharon el agua de la cuenca de esta cima y, a través de canales excavados en la roca, condujeron el agua hasta la parte baja del asentamiento (Lindner, 1988: 35). Allí, se descubrió un poblado o aldea, probablemente de época nabatea (romana), la cual se sitúa en un pequeño afluente del Wadi as-Sadah (W. Umm Sheb). En esta área fluye un manantial en forma de cascada. Allí se conservan dos tramos de los arcos de un acueducto de unos 5 m de altura que llevaba el agua desde el manantial hasta un depósito de unos 18 x 19 m (Lindner, 2003: 184-185, 2004). Este tipo de construcción hidráulica, construida con bloques de arenisca, se puede comparar con los utilizados para el mismo propósito en otros yacimientos nabateos. Los arcos también corresponden a la ingeniería romana (Lindner *et al.*, 1988: 97). Este depósito se utilizaría para regar los campos adyacentes.

9.2.5. *Kutle II*

Este asentamiento se ubica a unos 15 km norte de Petra, en el extremo este de Jabal al-Suffaha. Las campañas arqueológicas en este asentamiento se llevaron a cabo por la NHG entre 1994 y 1997. En 1995 se realizó su prospección²²⁶ (Lindner *et al.*, 1998: 225).

Aunque no existe un manantial de agua en la cumbre del yacimiento, justo a sus pies, se encuentra 'Ayn Kutle. Durante las diferentes campañas se hallaron un total de cuatro cisternas. La cisterna denominada "A" se ubica en la esquina noreste y se accede a ella a través de un pequeño pasillo a modo de "dromos". Sus dimensiones son de 5 m de longitud y 3 m de anchura. La cisterna B, ubicada en la parte sur del asentamiento, presenta unas dimensiones de 6,5 m de longitud y 1,6 m de anchura (Lindner *et al.*, 1998:

²²⁶ Durante esta campaña se documentaron las estructuras más relevantes del yacimiento. Los resultados de esta campaña se pueden consultar en Lindner *et al.*, 1988.

229). Ambas cisternas estaban revestidas de morteros de cal y estaban reforzadas por bloques de piedras (Fig. 9.17).



Figura 9.17. Una de las cisternas de Kutle II.
Fuente: Lindner, 1994: 6, fig. 2.

Otras dos cisternas se hallaron en la cumbre de este asentamiento, aunque no se registraron sus dimensiones. Probablemente, todas las cisternas se llenaban a través de la escorrentía superficial (Lindner *et al.*, 1998: 228-230, 230, fig. 11; Bagg, 2006: 615).

9.2.6. *Jabal al-Khubtha*

Este macizo rocoso se ubica a 1132 m s.n.m. en el lado oriental de la cuenca de Petra, que podría haber sido ocupado a finales del Hierro II. Fue visitado por diferentes investigadores como Musil (1907: 124), Dalman (1908, 1912) o Hoskins, entre otros. Estos investigadores observaron estructuras hidráulicas en el asentamiento, principalmente cisternas. No obstante, no fue hasta la llegada del equipo de NGH, dirigido por Lindner, que se realizó una investigación de este yacimiento.

En la parte alta de Jabal al-Khubtha, destaca la presencia de diferentes cisternas. Una de ellas, excavada en una cavidad, tendría unos 10 x 5 m de largo y ancho y unos 4 m de altura (Bagg, 2006: 615). Esta cisterna se ubica a unos 100 m al noroeste de una cueva. Por la comparativa con otra hallada en Sayl al-Batha, estos autores creen que no puede ser anterior al periodo nabateo (Lindner *et al.*, 1997: 178). También se menciona la presencia de cuatro cisternas más, ubicadas en una cuenca natural en la ladera del macizo.

Estas no corresponden al periodo nabateo. Finalmente, también se menciona otra cisterna de grandes dimensiones, cuya pared frontal está destruida (Lindner, 1986: 130-137).

9.2.7. *Sheikh er-Rish*

Cuando Glueck realizó la primera descripción sobre Sela, comparó este yacimiento por su emplazamiento y en los métodos de conservación del agua, con Sheik er-Rish (Glueck, 1939: 38)²²⁷. Este yacimiento se encuentra a unos 5 km al sur-suroeste de Dana. Según este autor, se trata de un asentamiento con un acceso más complejo que el de Sela por un sendero escarpado y estrecho que da acceso a esta fortaleza de montaña. Glueck identificó algunos restos de cerámica bizantina del s. IV d.C., aunque consideró que el yacimiento era nabateo tras hallar varios nichos *Dushara* (Glueck, 1939: 38). En este yacimiento, Glueck identificó una cisterna excavada en la roca justo en el lado oeste-noroeste. Esta cisterna, excavada en el interior de una pequeña cavidad, tendría una entrada de unos 0,90 m de ancho x 1,90 m de alto. Este autor remarca la presencia de unas posibles hendiduras donde se colocó una puerta. La cisterna mide 3,60 m de largo y 2,50 de ancho y está colmatada hasta una altura aproximada de 1,5 m (Glueck, 1939: 40). Aunque Glueck solamente describe esta cisterna (Fig. 9.18), alude a que en Sheik er-Rish muchos de las formaciones naturales que conforman este asentamiento se utilizaron para atrapar y almacenar el agua.



Figura 9.18. Cisterna excavada en un pequeño montículo en la parte superior de Sheik er-Rish. Fuente: Glueck, 1939: 39, fig. 21d.

²²⁷ Glueck visitó este yacimiento el 23 de junio de 1937.

9.2.8. *Qurayyat al-Mansur*

Este yacimiento, situado a 5 km al oeste de la cordillera de Jebel Ridge, parece ser el *mountain stronghold* más grande de todos (Hübner, 2004).

Entre 1997 y 2000 se realizaron diferentes prospecciones alrededor de las inmediaciones de Petra y, en el año 2000, este asentamiento fue prospectado por el equipo de la NHG bajo la dirección de Manfred Lindner y Ulrich Hübner de la Universidad de Kiel. El yacimiento también fue visitado en 1999 por Ben-David (2001: 13-14).

Se trata de un asentamiento rodeado por acantilados fechado a partir de la cerámica hallada en superficie en el Hierro II. A los pies de la cumbre del macizo montañoso, en el Wadi al-Faid, se encuentra un manantial de agua. Desde el *wadi* se podría ascender por una empinada garganta hasta su cumbre. Allí se ubican dos cisternas que podrían presentar revocos (Hübner, 2002: 271, 2004: 148).

9.3. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación bibliográfica de las principales publicaciones sobre los proyectos seleccionados para este estudio y sobre los *mountain strongholds* elegidos aportan una relevante información sobre la tecnología y los sistemas hidráulicos del sur de la Transjordania.

Por un lado, del total de yacimientos analizados por los cinco proyectos seleccionados, se han identificado 302 que presentan estructuras hidráulicas: 55 yacimientos entre 1074 identificados por el proyecto WHS; 10 entre 240 presentados por el proyecto SGNAS; 69 de 290 presentados por el proyecto TBAS; 57 de 389 presentados por ARNAS y 111 de 366 presentados por el proyecto SAAS. Estos datos indican la presencia de sistemas hidráulicos en prácticamente un tercio de los yacimientos identificados.

Las publicaciones utilizadas no contienen una descripción sistemática de todos los yacimientos prospectados, como sucede en la publicación de MacDonald (1988) de los resultados del proyecto WHS. Además, la información proporcionada en muchos casos no es muy precisa ni extensa. Sin embargo, se ha podido extraer información de gran interés como: 1) el número y variabilidad de instalaciones hidráulicas; 2) las técnicas constructivas; 3) su morfología y dimensiones; 4) su ubicación dentro del yacimiento, respecto a otros yacimientos, fuentes de agua y otras estructuras; 5) su función; 6) su estado de conservación y 7) en muy pocos casos, su adscripción cronológica.

En general, las estructuras identificadas en el transcurso de las distintas campañas arqueológicas de estos proyectos son muy variadas. Las cisternas son las instalaciones hidráulicas más abundantes. Estas representan un 53 % del total de estructuras hidráulicas identificadas en el proyecto WHS; un 51% en el proyecto TBAS; un 55% en el proyecto ARNAS y un 71% en el proyecto SAAS. Sin embargo, destaca el proyecto SGNAS, donde las instalaciones más representada son los acueductos²²⁸. Este proyecto también destaca por el bajo número de estructuras hidráulicas identificadas: solamente 10 de 240 yacimientos documentados.

Asimismo, la información extraída del análisis de los yacimientos seleccionados denominados “*mountain strongholds*” permite examinar más exhaustivamente las instalaciones y sistemas hidráulicos utilizados en yacimientos que comparten una serie de características con el yacimiento objeto de estudio. Estas son principalmente: 1) su emplazamiento –en lugares de difícil acceso, fáciles de defender y cercanos a fuentes de agua subterráneas (manantiales) o superficiales (*wadis*); 2) sus características y propiedades geológicas y topográficas –óptimas para construir y mantener las instalaciones hidráulicas– y 3) su ubicación geográfica en la ruta de intercambios que comunica la zona del golfo de Áqaba con la del Mar Muerto (Greenberg *et al.*, 2010; Nigro *et al.*, 2018, 2020). Además, los resultados obtenidos permiten conocer diferentes aspectos de las instalaciones hidráulicas como sus características constructivas (tipologías, técnicas constructivas, dimensiones y utilización de revestimientos), su ubicación respecto al yacimiento y sus principales usos.

Todos los datos obtenidos de los análisis realizados constituyen la base comparativa para interpretar los resultados obtenidos de las instalaciones y sistemas hidráulicos de Sela, que se presentan en los distintos apartados del capítulo de la discusión.

²²⁸ El elevado número de yacimientos con este tipo de instalación hidráulica, su descripción y la ausencia de referencias a canales sugieren que el término de acueducto también podría corresponder a un canal.

PARTE IV. DISCUSIÓN

Capítulo 10. Perspectivas hidrológicas, hidrotécnicas, sociales,
políticas, económicas y simbólicas en torno al agua

El discurso científico sobre la gestión de los recursos hídricos se ha basado durante mucho tiempo en enfatizar el agua como un recurso cada vez más escaso y distribuido de forma desigual en el globo. Sin embargo, esta visión ha desatendido en cierta medida la especificidad histórica y cultural de la gestión del agua.

La gestión del agua se entiende como: “*The interruption and redirection of the natural movement or collection of water by society*” (Scarborough, 1991: 1). Esta definición engloba diferentes aspectos sobre la gestión del agua: 1) su ciclo hidrológico; 2) las estrategias y tecnologías aplicadas y 3) la sociedad que se encarga de aplicarlas y regularlas de acuerdo a sus necesidades (Berking *et al.*, 2016: 75). Todos estos aspectos son muy amplios y complejos debido a la variedad de factores, actores y procesos que intervienen. Además, según el marco espacial, temporal y cultural, la gestión del agua ha tenido una evolución diferente, condicionada por la disponibilidad natural, su demanda, la tecnología aplicada para abastecerse de ella y el escenario sociopolítico, económico y cultural para administrar todos estos procesos (Berking *et al.*, 2016: 75; Berking, 2018a: 9-10; Zhuang y Altaweel, 2018b: 1-13).

En este contexto, la interpretación de la organización espacial y la gestión de los recursos hídricos en el yacimiento de Sela propuesta en este trabajo se analiza desde una visión holística. Con este objetivo, se han abordado diferentes perspectivas: 1) hidrológica; 2) hidrotecnológica; 3) sociopolítica; 4) económica y 5) simbólica. Estas categorías se han basado en gran medida en la propuesta de Jonas Berking, Brian Beckers, Daniel Knitter y Brigitta Schütt (Berking *et al.*, 2016: 74-76)²²⁹.

10.1. Perspectiva hidrológica

Desde la perspectiva hidrológica, se analiza la disponibilidad de agua en Sela a partir de las fuentes de abastecimiento utilizables. Además, se analizan las condiciones climáticas, hidrológicas y topográficas del yacimiento en estudio.

10.1.1. Disponibilidad de recursos hídricos

A partir de la investigación documental y de los resultados obtenidos tras el análisis de los vestigios arqueológicos de las obras hidráulicas de Sela, las fuentes de abastecimiento de agua que pudieron ser explotadas por sus habitantes fueron el agua de la lluvia, el agua

²²⁹ En la publicación de Berking *et al.* (2016), las tres perspectivas propuestas son: “*hydro approach*”; “*techno approach*” y “*social approach*”.

superficial y el agua subterránea. Las tres fuentes de suministro de agua se distribuyen en diferentes áreas del asentamiento, así como en sus inmediaciones.

En primer lugar, el agua de la lluvia es la única fuente de agua disponible en la cima del promontorio de Sela. El agua procedente de las precipitaciones se captaba directamente o a través de la escorrentía superficial a partir de diferentes estrategias, sistemas y dispositivos. La ventaja principal del aprovechamiento de esta fuente de abastecimiento es el acceso al recurso sin la necesidad de desplazamiento (Tabla 10.1). Los restos arqueológicos que evidencian las diferentes prácticas de captación de este recurso se encuentran distribuidos por todas las áreas del yacimiento. La presencia de estas estructuras a lo largo de toda la extensión del asentamiento, sugiere que el acopio del agua de la lluvia se realizó tanto en su cumbre como en las diversas áreas delimitadas en su parte inferior. Algunos inconvenientes asociados a la utilización de esta fuente de agua son su posible contaminación, tanto en su recogida, transporte y en su almacenamiento, así como de su variabilidad, ya que depende del régimen estacional de precipitaciones.

En segundo lugar, en las áreas de la parte inferior del promontorio de Sela, en concreto en la denominada área C, además de captar el agua de la lluvia se podría aprovechar el agua superficial que aporta el Wadi Hirsh durante los episodios de lluvias. La ubicación de esta fuente superficial de agua, en la parte inferior del peñasco de Sela, facilitaría el desplazamiento de la población para acceder al agua. Sin embargo, la calidad del agua no sería la óptima debido a la cantidad de materia en suspensión arrastrada tras los eventos de precipitación de corta duración de la región. Por tanto, esta agua requeriría un tratamiento de decantación seguido de filtrado de los sedimentos. Además, la cantidad de agua que se podría transportar quedaría limitada a la capacidad de los recipientes utilizados, a grandes esfuerzos físicos y a la distancia hasta el punto de uso del agua.

Finalmente, respecto a las aguas subterráneas, Glueck (1939: 26) indica que en la ladera del Wadi Hirsh, justo a los pies del actual pueblo de Sela, se sitúa el manantial Moyet Dleib²³⁰. La presencia de esta fuente natural en las inmediaciones de Sela sugiere que los grupos humanos asentados en Sela podrían acceder y explotar esta fuente de abastecimiento. Esta agua sería la que presentaría una calidad más alta, ya que se trata de aguas filtradas por el terreno. Sin embargo, su disponibilidad dependería de su caudal y la estacionalidad de las precipitaciones.

²³⁰ Según Al-Muheisen (2009: 130), el pueblo de as-Sila' tendría un manantial, 'Ain as-Sila. Este y el que propone Glueck probablemente sean el mismo.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO EN SELA	INCONVENIENTES	VENTAJAS
AGUA DE LLUVIA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posible contaminación en su recogida y almacenamiento ▪ Variabilidad en función del régimen de precipitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acceso al recurso sin necesidad de desplazamiento
AGUA SUPERFICIAL (Wadi Hirsh)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intermitencia ▪ Limitación de la cantidad de agua por el transporte ▪ Calidad del agua y necesidad de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ubicación ▪ Captación relativamente fácil del agua
AGUA SUBTERRÁNEA (Moyet Dleib)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posible reducción del caudal en épocas secas ▪ Cantidad de agua en función de la hidrología de la zona y del acuífero 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad del agua

Tabla 10.1. Principales inconvenientes y ventajas de la explotación de las fuentes de abastecimiento en Sela.

Fuente: Elaboración propia.

10.1.2. Factores climáticos, hidrogeológicos y topográficos

El volumen final de agua disponible de forma natural en un asentamiento depende de diferentes factores climáticos como el patrón y régimen de precipitaciones (cantidad, duración e intensidad) así como la tasa de evaporación; de factores hidrogeológicos como el nivel de filtración; las características y propiedades del suelo y de factores topográficos. Por tanto, como afirman autores como Berking (2018: 9) el clima, el terreno, la altitud y el relieve en los que se localiza un asentamiento determinan sus posibilidades de acceso al agua y condicionan las estrategias de gestión de la misma.

Uno de los factores clave para comprender cómo se gestionó el agua en Sela se basa en el conocimiento de su régimen pluviométrico. Este se caracteriza principalmente por tres factores: 1) escasa cantidad de lluvia anual; 2) precipitación estacional y 3) eventos de precipitación intensa y de corta duración.

Aunque las precipitaciones en esta región pueden llegar a los 200-250 mm al año, las lluvias son erráticas y se concentran durante la temporada de lluvias. Esta actualmente comienza en octubre-noviembre y finaliza en abril-mayo (Sharadqah, 2014: 26). Sin embargo, como muestra el estudio de Suhail Sharadqah (2014) sobre la precipitación en

diferentes estaciones de la gobernación de Tafila, en concreto en la de at-Tafila, existe una gran variabilidad de precipitación de un año a otro (Fig. 10.1)²³¹.

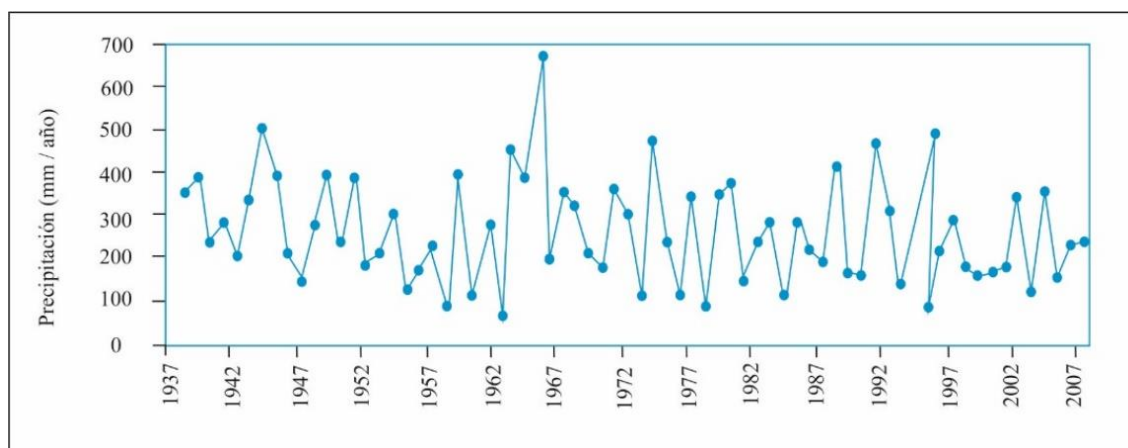


Figura 10.1. Distribución de la precipitación en la estación de at-Tafila (mm / año) desde 1938 al 2007. Fuente: Elaboración propia a partir de Sharadqah, 2014: 30, fig. 10.

Este autor también apunta a que las precipitaciones fueron más abundantes en el pasado y que el periodo establecido para la temporada de lluvias pudo empezar antes y finalizar después de los meses establecidos hasta ahora²³².

En esta región existió una alta variabilidad climática a lo largo del tiempo²³³. Numerosas investigaciones han confirmado este factor como por ejemplo: los registros de los niveles del Mar Muerto como el dirigido por Klein (1982: 90-91); los análisis realizados sobre las deposiciones de sal en las cuevas del Mar Muerto dirigidas por Frumkin (1997: 244); los trabajos paleobotánicos de Masada en Israel dirigidos por Issar y Yakir (1997); y el estudio comparativo de diferentes registros de polen fósil provenientes de un transecto que va desde Birkat Ram, en el norte de los Altos del Golán, el Mar de Galilea y Ein Feshkha y Ze'elim Gully, en la orilla occidental del Mar Muerto, dirigidos por Langgut *et al.* (2015). También se pueden incluir los recientes estudios paleoclimáticos basados en análisis de isótopos de carbono estables en restos arqueobotánicos realizados en Tel Burna (Israel) dirigidos por Simone Riehl y Itzhaq Shai (2017). A partir de los estudios publicados, autores como Frumkin (1997: 244), Migowski *et al.* (2006), Langgut *et al.* (2015: 220-223), y MacDonald (2015: 42) sostienen que existió una fluctuación entre

²³¹ El estudio recoge los datos de la precipitación en mm desde septiembre de 1937 a diciembre de 2006 proporcionados por el *Jordan Meteorological Department*. Los datos se pueden consultar en su página web: <http://jmd.gov.jo/en> [Consulta: 22/10/2020].

²³² Los datos obtenidos en el estudio de Sharadqah (2014) muestran una tendencia de precipitación predominantemente negativa durante los años analizados y durante la temporada de lluvias.

²³³ Véanse los apartados 2.1.2 y 2.1.3 del presente trabajo.

periodos más húmedos y secos con periodos atemperados durante todo el I milenio a.C. Como indican estos autores, el periodo más húmedo se produjo durante el Bronce Inicial (ca. 3600-3000 a.C.). En cambio, desde el 2000 a.C. hasta el 1750 a.C., el clima tendió a ser más seco, seguido de un periodo más húmedo durante el inicio del Bronce Medio II-III (ca. 1750-1550 a.C.). Durante el final del Bronce Medio I-II y los inicios de la Edad del Hierro (ca. 1100 a.C.) se produjo un empeoramiento de las condiciones climáticas hacia una sequedad más severa. Posteriormente, durante el Hierro IIB y IIC (ca. 780-586 a.C.), las condiciones climáticas fueron más atemperadas y durante el periodo persa (539-332 a.C.) y el periodo helenístico y nabateo (332-63 a.C.) el clima fue bastante árido. Finalmente, los especialistas han observado que en torno al 190 a.C. se produjo un aumento de la humedad que se prolonga durante el final del I milenio a.C. Estas distintas condiciones climáticas afectaron notoriamente al régimen e intensidad de las precipitaciones.

Los eventos de precipitación intensa en forma de tormentas de corta duración originan fuertes avenidas (Migón y Goudie, 2014: 120). El agua infiltrada y retenida en el terreno se ve afectada posteriormente por altas tasas de evaporación. Estas son debidas a las elevadas temperaturas y la baja humedad propias del clima mediterráneo de la región (Bender, 1974: 187). Según autores como Elias Salameh *et al.* (2018: 6-7), en esta área la evaporación podría alcanzar valores de 3000 mm al año, o incluso más, dependiendo de la estación meteorológica²³⁴. En este contexto, las comunidades que se establecieron en Sela tuvieron que abastecerse de las distintas fuentes de agua durante esta corta temporada de lluvias y hacer frente a la escasez de precipitaciones del resto del año.

Además de los factores climáticos, los factores hidrogeológicos son fundamentales para entender el volumen de agua de escorrentía que se podría generar en Sela. Para ello es relevante analizar las características y propiedades del suelo.

La arenisca (*Disi Sandstone*) que configura el paisaje geológico donde se ubica Sela es una roca silíceica de origen sedimentario que se caracteriza por su blandura y facilidad de talla. Esta roca también presenta un coeficiente de absorción muy elevado, ya que se trata de una roca muy porosa. Como afirman especialistas en la materia como Piotr Migón y Andrew S. Goudie (2014: 225), la permeabilidad de este tipo de roca, a la que se añade la escasa presencia de vegetación generada por las condiciones climáticas del área,

²³⁴ Estos autores se basan en los datos publicados por el *Department of Meteorology* de Ammán publicados en 2016.

produciría una alta infiltración de agua. Sin embargo, episodios de precipitación de alta intensidad, probablemente redujeron la tasa de infiltración y aumentaron el escurrimiento del agua. Aunque no hay estudios concretos sobre la intensidad de las precipitaciones en el yacimiento de Sela a lo largo del tiempo, ambos factores contribuirían a optimizar el volumen total de agua de escorrentía que se podría captar y almacenar.

Finalmente, tras estudiar la topografía local y las propiedades geológicas del peñasco, podemos afirmar que ambas fueron determinantes para el emplazamiento de las construcciones hidráulicas de Sela. Por un lado, Sela, situada a unos 800 m de altitud sobre el nivel del mar, se alza en un lugar idóneo para recibir un mayor volumen de precipitaciones, puesto que a mayor altura hay una mayor y más frecuente condensación de agua²³⁵. Por otro lado, la irregularidad del terreno, la presencia de numerosas pendientes y las formaciones naturales con forma de cúpula propias de las areniscas ordovícicas²³⁶, proporcionaron diferentes cuencas de captación naturales. De este modo, en la misma línea de lo que Dora P. Crouch denomina como “determinismo geológico”²³⁷, probablemente las diferentes comunidades que habitaron Sela consideraron intencionalmente las propiedades del terreno al seleccionar las diferentes ubicaciones para construir su red hidráulica.

Sin embargo, la disponibilidad de agua y las condiciones hidrológicas, geológicas y topográficas de este asentamiento probablemente no fueron las únicas variables para su ocupación. Autores como Michel Mouton (2009: 8) argumentan que, aunque la presencia de agua en un asentamiento es un criterio importante para las sociedades antiguas, otras características como la defensa, las rutas comerciales o la cercanía para la adquisición de otros recursos son también relevantes. Como se analizará más adelante, en el caso específico de Sela, las características físicas del peñasco, su emplazamiento cerca de diferentes rutas comerciales que atravesaban la región de norte a sur y de este a oeste y la proximidad a una región minera de cobre (minas del Feinán), probablemente fueron variables relevantes para ocupar este asentamiento.

²³⁵ Autores como Migón y Goudie (2014: 120) sostienen que las montañas de Edom actúan como una barrera orográfica que serviría para la advección ocasional de masas de aire húmedo provenientes del oeste.

²³⁶ Sobre las diferencias litológicas y morfológicas dentro de las gruesas secuencias de areniscas que conforman parte del suroeste de Jordania, véase Migón y Goudie, 2014.

²³⁷ Esta autora se basó en el estudio de la gestión del agua en las antiguas ciudades griegas para comprender la relación entre el agua y el urbanismo desde una visión interdisciplinar (Crouch, 1993: 341).

10.2. La tecnología del agua en Sela

El estudio de las estructuras hidráulicas de Sela aporta una información muy significativa sobre la tecnología del agua en este asentamiento. Los resultados obtenidos en dicho estudio permiten establecer una comparativa con los datos publicados de otros asentamientos de la región y contribuyen al estudio del desarrollo de la hidrotecnología en el sur de la Transjordania.

Una de las principales dificultades del estudio de la tecnología del agua en Sela es que la evidencia arqueológica existente es limitada. Por un lado, muchos de los vestigios que han sobrevivido en el tiempo son solamente parte de un conjunto que pudo estar construido con materiales perecederos. Los distintos negativos labrados en la roca en relación con las instalaciones hidráulicas son evidencia de ello. Por otro lado, los elevados índices de colmatación, muy presentes en las cisternas, así como de erosión han dificultado la documentación exhaustiva de estas instalaciones²³⁸. En el deterioro de estas estructuras hidráulicas ha influido la disgregación y alveolización de la roca arenisca de Sela. Este rasgo es muy significativo en los canales, ya que apenas se han documentado nueve en su extensión total. A modo de ejemplo comparativo, los canales excavados en la arenisca cámbrica del yacimiento de Umm al-Biyara se conservan en mejores condiciones debido a la mayor dureza de esta respecto a la arenisca ordovícica de Sela (Fig. 10.2). La colmatación y erosión de las estructuras hidráulicas son muy frecuentes. En el área objeto de estudio, muchos de los yacimientos que presentan cisternas, estas se encuentran colmadas por escombros como sucede, por ejemplo, en los siguientes yacimientos de los proyectos analizados: SGNAS 7; Khirbat Umm ash-Sh'ayr; Khirbat Umm Za'urureh; Khirbat al-Qa'ayr; Khirbat Zubr; SAAS 78 y 88; Kh. Wadi Hassi; Kh. Al-Mu'ani; Kh. Umm Baradiya South y ARNAS 201, entre otros. Incluso en la cisterna documentada por el equipo de ARNAS se hallaron restos de ovicápridos en su interior (MacDonald *et al.*, 2012: 53).

²³⁸ La acción del agua y del viento son los principales agentes de erosión. A ellos, también se pueden sumar el estrés térmico causado por la exposición solar y la disolución y precipitación de sales solubles. El primero provoca la fracturación de la roca arenisca y el segundo provoca daños mecánicos como la alveolización, la desintegración y la descamación. Véase el informe sobre el estado de conservación del yacimiento de Sela publicado en Da Riva *et al.*, 2017: 633-637 y los métodos de restauración y conservación en el yacimiento en Corrada, 2019.

Además, en muchas de las estructuras hidráulicas se han formado cubiertas exteriores endurecidas como consecuencia del biodeterioro y, en muchas ocasiones, las raíces de plantas y arbustos han producido grandes daños mecánicos en las estructuras. También la actividad humana en el yacimiento ha provocado una degradación y modificación de las estructuras hidráulicas originales.



Figura 10.2. Canal excavado en la roca ubicado al suroeste de la estructura ST 26 de Umm al-Biyara (izq.) y canal C50 de Sela (dcha.).
Fuente (izq.): Schmid y Bienkowski, 2011: 115, fig. 22. © S. G. Schmid. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

10.2.1. Estrategias, técnicas y dispositivos de abastecimiento del agua en Sela

Aunque la disponibilidad de los recursos hídricos es un criterio fundamental para la ocupación de un asentamiento, las técnicas, estrategias y dispositivos para la adquisición y gestión del agua son decisivos para tener acceso al recurso hídrico disponible (Oleson, 2008; Mouton, 2009: 8).

Los restos arqueológicos estudiados en Sela, han permitido documentar un amplio abanico de estructuras hidráulicas. La cantidad y variedad de instalaciones hidráulicas en este yacimiento atestiguan la presencia de diferentes estrategias y técnicas de adquisición, abastecimiento y suministro de las fuentes de agua disponibles. Estas son principalmente

estrategias y técnicas de: 1) captación, 2) conducción, 3) almacenamiento y 4) control del agua. El análisis de los distintos dispositivos que configuran cada sistema ha permitido interpretar su funcionamiento (Fig. 10.3).

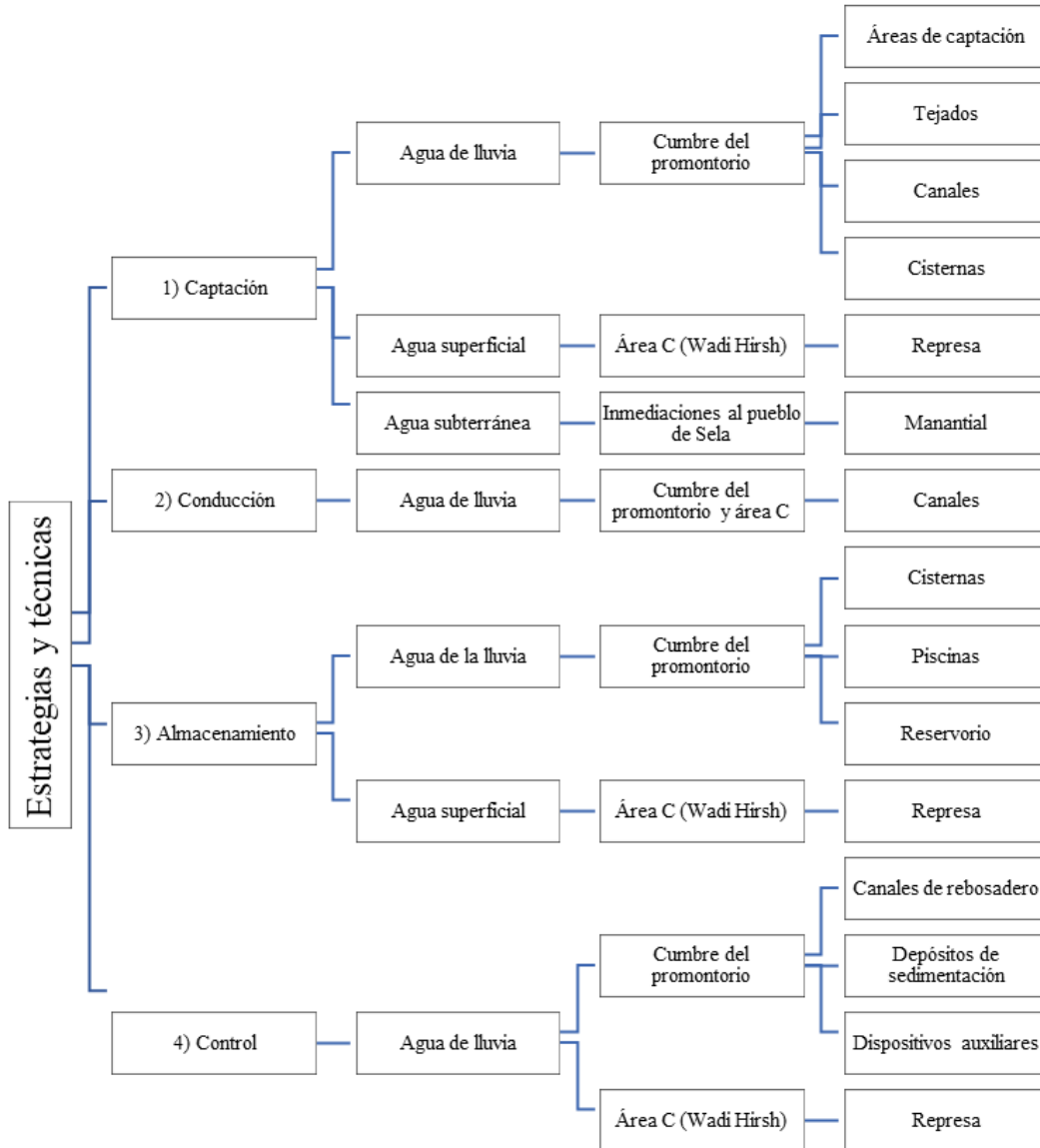


Figura 10.3. Resumen de las estrategias y técnicas de abastecimiento de las fuentes de agua disponibles en Sela y sus principales dispositivos.
Fuente: Elaboración propia.

1. Sistemas y dispositivos de captación

El examen y estudio de las estructuras hidráulicas de Sela ha evidenciado un sistema de captación de aguas pluviales o de escorrentía en todo el asentamiento, así como un sistema

de captación de aguas superficiales en su parte inferior, concretamente en el área C²³⁹. El objetivo de este sistema es concentrar y canalizar el agua desde las áreas de captación a las instalaciones de almacenamiento.

Las instalaciones hidráulicas que forman parte del sistema de aprovisionamiento de aguas pluviales de Sela son las áreas de captación, los canales y las cisternas. Sin embargo, el único dispositivo para captar las aguas superficiales identificado es la represa (M130) observada en el Wadi Hirsh.

Las áreas de captación pudieron ser naturales, es decir, las que se formaron de manera natural en el terreno irregular de la cima del promontorio o las que se modificaron antrópicamente. Estas últimas son muy difíciles de identificar porque están degradadas, pero en algunas ocasiones se han podido detectar a partir de las marcas que han dejado en el terreno las herramientas que utilizaron sus constructores (Fig. 10.4). Los tejados de las estructuras domésticas también fueron áreas de captación. Sin embargo, como probablemente estaban contruidos con materiales perecederos no se han conservado (Such y Bernhardt, 1993: 774; Hodge, 2000a: 21).



Figura 10.4. Área de captación de la cisterna D99 (dcha.) y de la piscina D61. Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Las áreas de captación sirven para recoger y concentrar el agua de la lluvia, reduciéndose así la tasa de infiltración. Con el objetivo de evitar el arrastre de sedimentos que pudieran contaminar el agua, las áreas de captación presentan una pendiente suave (Ali *et al.*, 2009: 5).

En este trabajo se han podido determinar los distintos modos en el que el agua podría fluir desde las áreas de captación hasta los depósitos analizados. Estos son:

²³⁹ Véase el capítulo 5, apartado 5.3, fig. 5.15.

- 1) a partir de las pendientes formadas por las características propias del terreno con multitud de desniveles;
- 2) mediante la construcción de canales para conducir el agua.

En el caso de los depósitos de sedimentación, estas estructuras podrían captar el agua a partir de ambos sistemas. Las que recogen el agua desde las áreas de captación se han clasificado como tipo 2 (a y b)²⁴⁰. En cambio, aquellos que presentan un canal son el tipo 1. En el caso de las piscinas, son instalaciones sin canales asociados. Por tanto, el agua que podrían almacenar procedería de las áreas de captación unidas directamente a las piscinas²⁴¹. Lo mismo sucedería con el único reservorio observado en Sela. Finalmente, el método de entrada de agua desde las áreas de captación a las cisternas es más complejo. Las pequeñas dimensiones de sus bocas de entrada parecen indicar que las cisternas no estaban diseñadas para captar el agua directamente sino a través de otras áreas de captación o de canales. En este contexto, gracias al estudio de las tipologías de las cisternas según su ubicación, se ha determinado que la elección del emplazamiento para construir una cisterna fue decisiva para garantizar la captación del mayor volumen de agua posible.

Las cisternas excavadas en áreas planas, que corresponden al tipo 1 definido en este trabajo, son las que podrían recoger más agua a partir de grandes áreas de captación. Las superficies que actuaron como áreas de captación tienen unas inclinaciones más o menos pronunciadas que facilitaron que el agua se vertiera directamente en las cisternas. En algunas ocasiones, estas cisternas incorporan un canal que puede proceder de un área de captación o de un depósito de sedimentación. Sin embargo, en la mayoría de casos, estos canales apenas se pueden identificar sobre el terreno debido a la erosión de la roca (Fig. 10.5).

²⁴⁰ Véase el capítulo 6, apartado 6.3.3.

²⁴¹ Las plataformas excavadas en la roca que actúan de área de captación asociadas a la piscina D61 son la evidencia más clara.



Figura 10.5. Cisternas D75 (arriba a la izq.) y D82 (arriba a la dcha.) que recogen el agua directamente de las áreas de captación. Cisternas D18 (abajo a la izq.) y D78 (abajo a la dcha.) que recogen el agua desde el área de captación y con la ayuda de un canal.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Las cisternas excavadas en pequeños montículos naturales que se convirtieron en depósitos (tipo 4) recogen el agua que se concentra en la parte más alta del montículo donde se ubican (Fig. 10.6).



Figura 10.6. Cisterna D52.

Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela, modificada por la autora.

En cambio, las cisternas parcialmente excavadas en un área plana y en el interior de una cavidad vertical (tipo 3) pueden recoger el agua procedente de dos áreas de captación:

- 1) las ubicadas en las partes altas de las rocas en forma de cúpula o con formas redondeadas;
- 2) las superficies planas del terreno como se puede observar en el caso de las cisternas D02 y D98 (Fig. 10.7).



Figura 10.7. Cisternas tipo 3: D02 (izq.) y D98 (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Como sugieren investigadores como Lindner *et al.* (2001: 262-263), la presencia de negativos en relación con las estructuras hidráulicas podría permitir la instalación de dispositivos mecánicos como cabrestantes, dispositivos de tracción o elevación como las poleas²⁴² o bien la inserción de cubiertas, puertas u otras estructuras ligeras. En el caso de las cisternas D22 y D63, los laterales de su parte superior presentan dos oquedades que podrían indicar que estaban cubiertas por dispositivos de cerramiento. También las hendiduras dispuestas de forma alineada de la cisterna D83, sugieren la presencia de una estructura para cubrir la cisterna o de algún otro tipo de elemento para extraer el agua (Fig. 10.8). Esta evidencia parece indicar que pudo existir un sistema de abertura y cierre de la cámara de entrada a la cisterna.

²⁴² La evidencia más antigua que existe sobre el uso de poleas para extraer el agua es el relieve BM 118906 de Assurnasirpal II (853-859 a.C.). Sin embargo, las poleas están más relacionadas con los pozos que con las cisternas.



Figura 10.8. De izq. a dcha.: cisternas D63, D22 y D83.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

La cisterna D16 (Fig. 10.9) también presenta negativos a ambos lados de su “cúpula”. A diferencia de las anteriores, esta cisterna presenta un canal de entrada de agua que procede de un depósito de sedimentación.

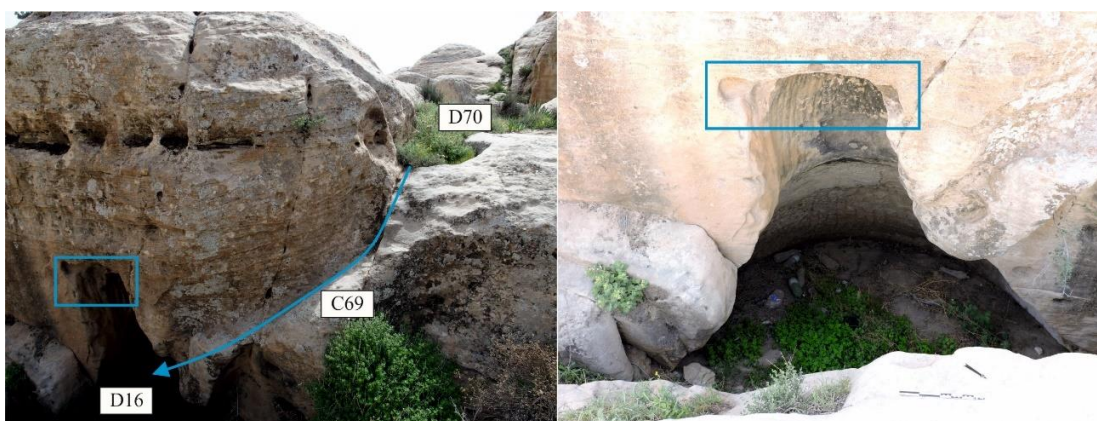


Figura 10.9. Sistema de entrada del agua a la cisterna D16 desde el depósito de sedimentación D70 (izq.) y detalle de los negativos a ambos lados de su “cúpula” (dcha.).
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

De este modo, el agua entraría en este depósito independientemente de si la estructura estuviera cubierta o no. La cisterna D20 también podría tener un canal de agua asociado. Al estar tan erosionado, no se ha podido documentar en este trabajo.

En las cisternas excavadas dentro de una cavidad vertical (tipo 2), el agua solamente podría depositarse en su interior a partir de las áreas de captación ubicadas frente a su entrada. Sin embargo, debido a la ausencia de canales y las características de la excavación de la cisterna, es lógico suponer que el agua fue trasladada de otros sitios. En este tipo de instalaciones, el agua estaría más protegida, limpia y fresca, al estar menos expuesta a posibles contaminaciones provocadas por los animales, las inclemencias meteorológicas y a menor exposición solar y, por tanto, con menos probabilidades de evaporación. En el caso de la cisterna D09, la presencia de oquedades en la pared vertical de la entrada a esta cavidad, podría indicar la presencia de un soporte para una

construcción perecedera que podría corresponder con un pequeño cobertizo, un entramado de ramas para proporcionar sombra y frescor, retardar la evaporación y proteger el agua de microorganismos que pudieran corromperla. No obstante, no se puede descartar que estas instalaciones tuvieran un uso distinto al de almacenamiento de agua, como, por ejemplo, el almacenamiento de víveres y, por tanto, que se tratara de silos familiares (Fig. 10.10).



Figura 10.10. De izq. a dcha.: cisternas D23, D95 y D09.
Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

En el caso particular del depósito D10, su ubicación plantea una serie de dudas para determinar cómo pudo fluir el agua a su interior (Fig. 10.11).

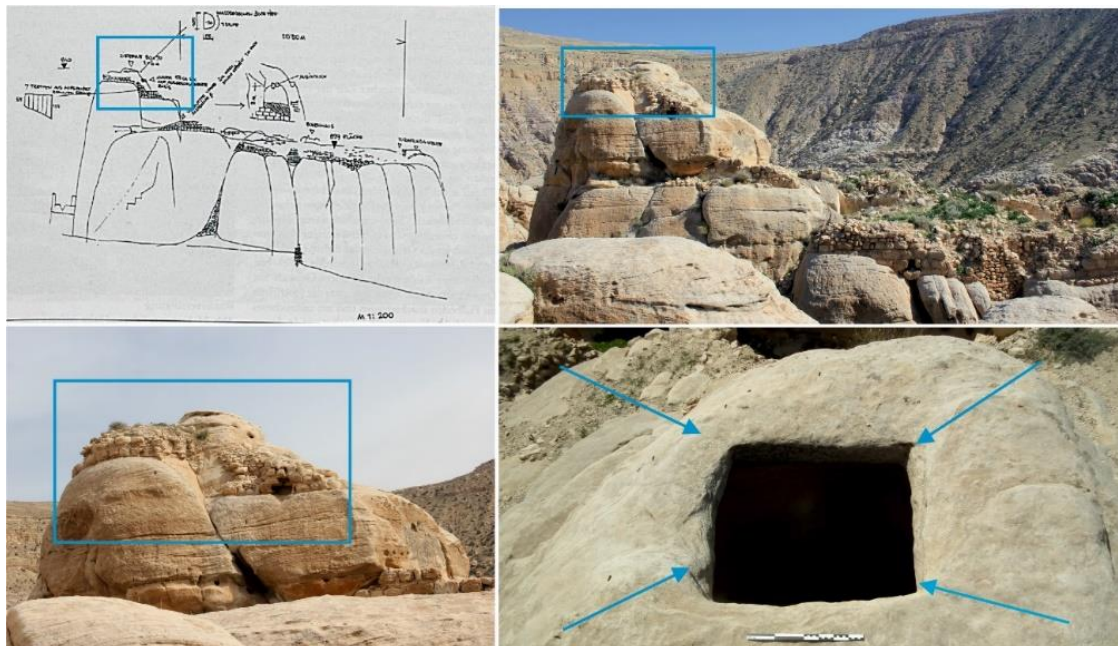


Figura 10.11. Esbozo del complejo principal de la torre donde se encuentra la cisterna D10 realizado por Elisabeth Gunsam (arriba a la izq.). Recuadro donde se enmarca la pared indicada por Lindner (abajo a la izq. y arriba a la dcha.). Boca de la cisterna D10 (abajo a la dcha.).
Fuente (arriba a la izq.): Modificada de Lindner *et al.*, 2001: 257, fig. 22. Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Según Lindner (1989a: 279), esta estructura pudo funcionar como una cisterna de captación de agua, ya que considera que la parte superior del cono donde está tallada fue rodeada por una pared construida con bloques de arenisca.

Este autor sugiere que esta pared probablemente sirvió para elevar su nivel exterior y así ayudar a desviar el agua de la lluvia que podría precipitarse en su parte superior al interior del depósito. Precisamente, este depósito tiene una abertura cuadrangular bastante pequeña (inferior a 1 m de lado), que extrañamente pudo captar mucha agua. No obstante, el mismo autor sugirió que este depósito pudo funcionar como un granero (Lindner *et al.*, 2001: 256).

Los canales de captación de agua (tipo 1) de Sela recogen y canalizan el agua desde las áreas de captación a las cisternas. Estos canales presentan unas características morfológicas que los diferencian de los otros descritos en el capítulo 6. Por un lado, este tipo de dispositivo está abierto y presenta una sección triangular con un ángulo de 100°-110°²⁴³. Esta característica facilita que el agua fluya lateralmente al canal. Por otro lado, su mayor longitud, anchura y profundidad en relación a otros canales permite una mayor capacidad de captación y conducción del agua (Tabla 10.2).

Canales de captación					Canales de conducción				
N.º	Longitud (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)	Sección	N.º	Longitud (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)	Sección
C06	>3,35	Indet.	Indet.	Triangular (100-110°)	C29	*1,36	0,10-0,28	0,10-0,20	Semicircular (conexión con D28 / Cuadrada (conexión con D30)
C17	>28,11	0,57-1,28	>0,30		C32	*2,66	0,11-0,31	0,10-20	Indeterminada (conexión con D31) / Cuadrada con losa (en medio) / Semicircular (conexión con D34)
C39	>12,65	0,26-0,42	Indet.		C69	*2,13	0,15-0,20	Indet.	Triangular (100°-110°)
C48	>10,04	0,3-1,10	Indet.		C93	*0,27	0,12-0,15	0,08-0,10	Semicircular
C74	>7,61	0,20-0,40	0,15-0,20		C113	*0,32	0,22-0,26	0,10-0,15	Semicircular
C94	>10,06	0,11-0,42	Indet.		C123	*0,45	0,20-0,25	0,08	Indet.
C101	>1,50	0,2	Indet.		C129	*0,26	0,16	0,10	Semicircular

Tabla 10.2. Tabla comparativa de las medidas (longitud, anchura y profundidad) y secciones de los canales de captación y de conducción analizados. Se indican con un asterisco (*) los canales que presentan sus dimensiones completas.

Fuente: Elaboración propia.

²⁴³ Véase el capítulo 6, apartado 6.5, fig. 6.111.

Finalmente, la pendiente gradual de estos canales junto con su longitud, contribuirían a transportar el agua evitando la erosión de la roca. La ausencia de restos de mortero para revestir estas instalaciones indica que no era necesario, puesto que el agua circuló durante poco tiempo. Este sistema sería efectivo para captar el agua de la lluvia durante los cortos y escasos episodios de precipitación (Al-Muheisen, 1986, 2009: 148, 152).

El único canal que parece ser de captación de agua y que difiere del resto es el C17 (Fig. 10.12). Este canal presenta restos de revocos de morteros de cal muy gruesos para evitar la erosión de las paredes debido a la velocidad del agua. También dispone de una escalera en su lateral para acceder al mismo. Por su emplazamiento en el “*siq*” de Sela, este canal pudo captar el agua de la lluvia de la parte superior del peñasco y derivarla a través de otras canalizaciones hasta las terrazas de la parte inferior del yacimiento.



Figura 10.12. Canal C17. Izq.: vista desde el tramo inferior conservado a la cima del promontorio, donde se indica el grosor del mortero. Arriba a la dcha.: detalle del mortero. Abajo a la dcha.: restos del canal y del mortero hasta que se pierde su pista.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela, modificadas por la autora.

Debido a la estrechez del área donde se ubica este canal, se deduce la existencia de algún tipo de dispositivo a modo de presa o represa para controlar el flujo de agua de este canal. Sin embargo, este no se ha podido localizar.

2. Sistemas y dispositivos de conducción

El objetivo de los sistemas de conducción es transportar el agua desde la zona de captación hasta la zona de almacenamiento. En algunas ocasiones, existe una sedimentación previa. En Sela, los dispositivos diseñados para cumplir con este objetivo son los canales excavados en la arenisca.

En la cima del peñasco de Sela es donde se ubican prácticamente todas estas instalaciones²⁴⁴. Por tanto, la fuente de agua que los alimenta es el agua de la lluvia. La existencia de un canal (C105) en el lecho del Wadi Hirsh también podría indicar un sistema de conducción del agua en esta parte del asentamiento. Además, según la información proporcionado por Al-Muheisen (2009: 130), el manantial de agua de ‘Ain as-Sila’ suministraría un depósito, por medio de un canal de 0,5 m de ancho y 0,15 m de profundidad. Este canal, aunque no se ha conservado, probablemente es el conectaría con la represa M130.

El estudio de los canales de Sela ha permitido documentar redes de transporte del agua por toda la cumbre del asentamiento. Estas redes se basan en:

- 1) canales que transportan agua de una estructura a otra;
- 2) canales que conectan una zona de captación con una zona de almacenamiento o de retención de agua.

Los canales que transportaron agua de una estructura a otra mejores conservados son los de conexión entre un depósito de sedimentación y una cisterna (tipo 2a) (Fig. 10.13).

²⁴⁴ El canal C105 y el posible canal que conectaría con la represa M130 se ubican en la parte inferior del peñasco, concretamente en el área C y en un área no identificada en este trabajo, respectivamente.

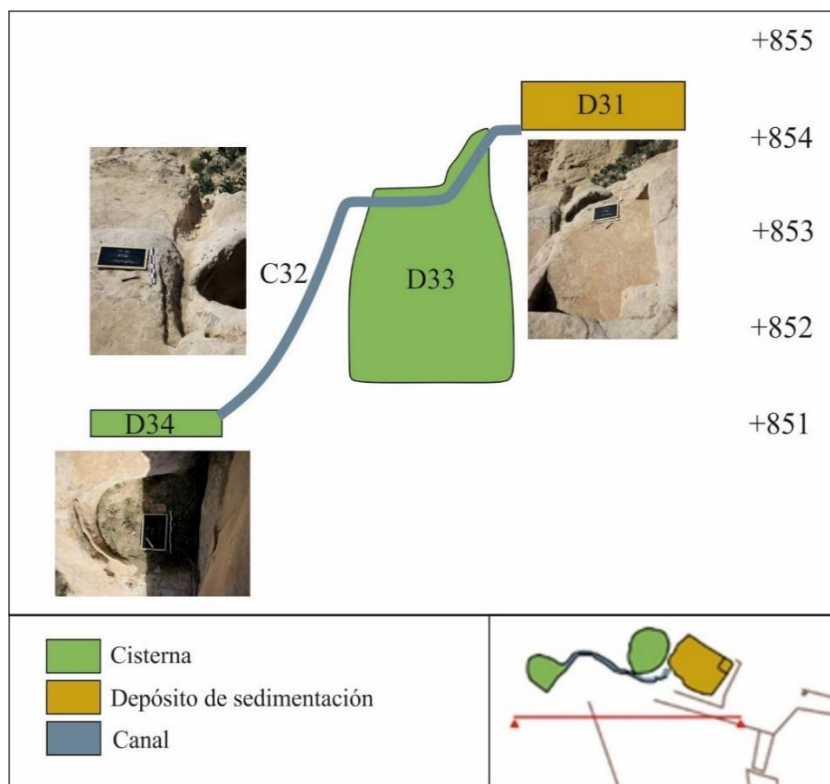


Figura 10.13. Sistema de conducción del agua desde el depósito de sedimentación D31 a las cisternas D33 y D34.

Fotografías: Proyecto Arqueológico de Sela.

La presencia más numerosa de estos canales probablemente se debe a que son los canales con un recorrido más corto y con menos pendiente, por lo que serían más fáciles de preservar. En cambio, solamente se ha encontrado un canal de conexión entre dos cisternas (tipo 2b). El objetivo de estos canales sería aumentar la capacidad de almacenamiento a partir de la desviación de agua a otra cisterna. Los canales rebosadero (tipo 3) documentados en este trabajo también tendrían el mismo objetivo.

En este estudio también se ha observado que los canales de conducción de agua más numerosos son los canales que alimentan de agua una cisterna pero que no podemos determinar su procedencia y los canales, cuyo tramo documentado no conecta con ninguna otra estructura. La complejidad del estudio de estos canales es debida principalmente a su mal estado de conservación. La reconstrucción hipotética de las redes hidráulicas propuestas en este trabajo ha permitido establecer posibles conexiones que de otro modo no se podrían entender. La reconstrucción de la red de conducción del agua del área F es la más relevante, ya que se ha podido trazar el recorrido total del canal C104 (Fig. 10.14). Según la orientación, la pendiente del área y la presencia de otros tramos de canales, se establece que el canal C104 continuaría con los tramos de los canales C12 y

C121 hasta la cisterna D13. De esta cisterna sale el canal C119 que conectaría con el C14 hasta el depósito de sedimentación D111. De este depósito parte el canal C135 que conecta con la cisterna D15.

Siguiendo esta reconstrucción, el canal C104 se uniría, con un desnivel de 5 m desde su cabecera, con la cisterna D15²⁴⁵, previo paso por la cisterna D13, que actuaría de depósito regulador a fin de evitar un exceso de velocidad en el canal.

Así pues, este ejemplo ilustra la red de conducción en esta parte del yacimiento, desde el área de captación (1), al depósito de sedimentación y almacenamiento (3), pasando por un depósito intermedio de regulación (2).

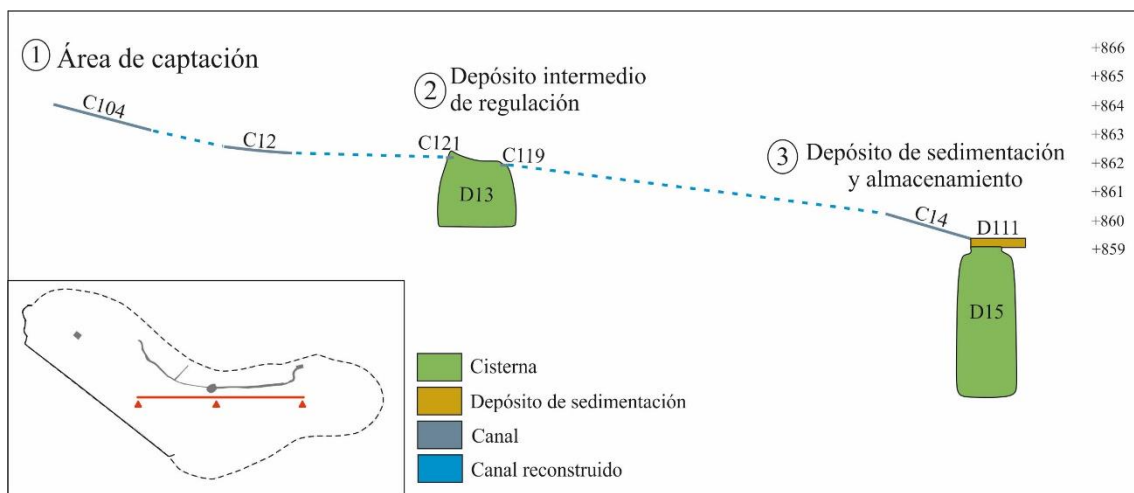


Figura 10.14. Reconstrucción del recorrido del canal C104 desde el área de captación hasta el depósito D15.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

Finalmente, las características morfológicas y las dimensiones de estos canales dependen probablemente de su finalidad. La longitud de estos canales es muy irregular, dependiendo de la topografía y del tipo de conexión. Los canales que conectan un depósito de sedimentación con una cisterna son los más cortos, para favorecer la entrada de agua rápidamente y así evitar contaminaciones de sedimentos y materia orgánica. La anchura y profundidad de estos canales es más pequeña que los canales de captación y las secciones son muy variadas, principalmente semicirculares, triangulares o trapezoidales. Sin embargo, estos rasgos pueden variar en función del canal. Los canales más largos como el C50 (más de 60 m) y el C84 (más de 24 m) se caracterizan por estar constituidos por tramos de distintas secciones. Merece la pena destacar que hay tramos con secciones

²⁴⁵ Las cotas registradas son de 864 m para el inicio del canal C104 y de 859 m al final del canal C14.

en ángulo de 100°-110° que ayudarían a captar el agua de la escorrentía, secciones más anchas rectangulares, donde el agua podría fluir con más rapidez y secciones cuadradas, que quizás indican que podrían estar cubiertos.

La sección cuadrada que incorporaría una losa (no localizada), demuestra que el transporte del agua se realizaba garantizando su calidad. Además, la suave pendiente de estos canales evitaría que se produjera una fuerte erosión y ayudaría a mantener la calidad del agua. La presencia de morteros de cal que revisten estos canales también indica la existencia de una tecnología adecuada para impedir la infiltración del agua y su erosión.

3. Sistemas y dispositivos de almacenamiento

Los sistemas de abastecimiento de agua en Sela permiten almacenar el agua captada durante los periodos de lluvia a fin de cubrir la demanda de agua durante los largos periodos de sequía (Botarelli, 2015). Los principales dispositivos de almacenamiento del agua de Sela incluyen instalaciones subterráneas –cisternas, piscinas y un reservorio, ubicados en la cima del peñasco– y superficiales –depósito abierto formado por la represa ubicada en el Wadi Hirsh–.

En Sela destaca principalmente el elevado número de cisternas. Si lo comparamos con otros yacimientos estudiados, no hay ninguno con una presencia tan numerosa de estos dispositivos. Por tanto, no podemos excluir que algunas de estas instalaciones podrían ser reutilizadas posteriormente para otros fines como, por ejemplo, para almacenar alimentos.

Las cisternas difieren de otros dispositivos hidráulicos, ya que el agua que se capta no necesita transporte, sino que se encuentra en el emplazamiento de uso. Como se ha analizado, la variabilidad de tipologías de cisternas, según su ubicación, responde más que a una técnica preestablecida, a las necesidades locales del terreno (Lindner, 1974: 102). Sin embargo, las diferentes formas internas propuestas en este trabajo, indican distintos aspectos en la elección del depósito donde el agua quedaba almacenada.

En Sela hay una preferencia de las formas internas piriformes y de botella. Entre ambas no existen grandes diferencias. Únicamente la presencia o ausencia de cuello. Los dos tipos de cisternas se caracterizan por tener una boca con un diámetro bastante pequeño (0,6-1 m). Esta característica permite que el agua almacenada quede resguardada de la exposición solar y que la instalación de cubiertas fuese más fácil (Hodge, 2000a: 21). De este modo, se minimizaba la evaporación y se reducía el riesgo de contaminación (Mithen,

2010: 5254-5255). Otro aspecto relevante de este tipo de cisternas es el volumen de agua que pueden almacenar. Aunque se desconoce la profundidad total de estos dispositivos, las formas piriformes o en forma de botella son las que pueden almacenar más agua debido al ensanchamiento de la cámara de almacenamiento²⁴⁶. En Sela se ha estimado que estas cisternas podrían almacenar entre 2000-7000 litros de agua cada una.

La presencia del reservorio (D21) y la represa del Wadi Hirsh (M130) también confirma la necesidad de almacenar grandes volúmenes de agua en este tipo de depósitos superficiales, aunque no conocemos su capacidad total. Este sistema probablemente garantizó el acopio de agua durante los episodios de lluvias intensas (Edgeworth, 2011; Charbonnier y Schiettecate, 2013). Finalmente, las cuatro piscinas identificadas tendrían una capacidad de almacenamiento inferior que las cisternas, con una capacidad máxima de 800 litros y mínima de 159 litros cada una.

4. Sistemas y dispositivos de control

Los principales sistemas o estrategias para conservar el agua en óptimas condiciones o bien regular su flujo en Sela, son articulados por los dispositivos de control. Estos se pueden dividir en cuatro categorías:

- 1) dispositivos de evacuación;
- 2) dispositivos de tratamiento del agua;
- 3) dispositivos de retención y regulación;
- 4) dispositivos auxiliares.

Todos ellos se encuentran en la parte superior del yacimiento, exceptuando los dispositivos de retención y regulación, que también se han observado en el área C.

En primer lugar, los dispositivos de evacuación del agua son principalmente los canales de rebosadero²⁴⁷. Su presencia es escasa, ya que solamente se han documentado seis en diferentes áreas del yacimiento (G, L, E y K). La utilización de este tipo de canal evidencia el trasvase del agua de una cisterna a otra cuando una de ellas rebosaba.

²⁴⁶ Investigadores como Trevor Hodge (2000a: 21) consideran que, según el uso de las cisternas, estas pueden presentar variaciones en su profundidad. Según este autor, las cisternas domésticas serían más profundas que otras debido a que su área de captación sería de dimensiones inferiores. Sin embargo, no se puede determinar esta característica en nuestro trabajo, debido a que no se conoce la profundidad total de estos dispositivos.

²⁴⁷ Véase el capítulo 6, apartado 6.5.6, tipo 3.

También podrían existir canalizaciones de conexión interna entre cisternas. Este podría ser el caso de la conexión existente entre las cisternas D38 y D40.

En segundo lugar, aunque no conocemos la calidad del agua, básicamente en lo que respecta a sólidos en suspensión, existían diferentes medidas para mejorar la calidad de este recurso. Los dispositivos de tratamiento del agua, concretamente los depósitos de sedimentación, estaban diseñados con ese objetivo. Estos depósitos se utilizaban para el tratamiento de las aguas pluviales a través de la sedimentación primaria. Esta se basa en la detención de las aguas en un depósito de sedimentación diseñado para eliminar los sólidos en suspensión. De este modo, el agua que se almacenaba durante largos periodos de tiempo podría utilizarse para el consumo humano (Chatzakis *et al.*, 2006: 757)²⁴⁸. Además, en Sela se han documentado algunos detalles sobre la configuración de este tipo de depósitos. Los que presentan canal de entrada, este suele ser bastante ancho y con una pendiente poco pronunciada con la finalidad de disminuir la velocidad del agua al entrar en el depósito. También las elevaciones excavadas en la roca de la misma estructura podrían funcionar como dispositivos para conducir el agua y disminuir su velocidad o bien como escalones de acceso para el mantenimiento y limpieza de estos depósitos.

En tercer lugar, solamente se ha evidenciado una posible estructura de retención del agua. Se trata de la represa que describió Glueck en los años treinta del pasado siglo. Esta instalación, además de almacenar el agua también serviría como muro de contención y regularía la cantidad de agua de esorrentía del “*siq*” (Al-Muheisen y Tarrier, 1996; Ruben, 2003; Bellwald, 2008: 67-69). Tampoco podemos descartar que existieran terrazas agrícolas y barreras de *wadi* que regularan las corrientes de agua. Quizás estas estructuras no se han conservado debido a una mayor erosión por el flujo de agua en el *wadi* o a que su corriente fuera tan intermitente que las barreras o diques no fueran necesarias para la agricultura (Oleson, 2018: 32). La presencia del depósito intermedio de regulación (D13) también evidencia sistemas de regulación del agua en la cima del peñasco. En el área objeto de estudio, se han hallado algunos ejemplos que podrían corresponder a las halladas en Sela. En relación con la regulación del flujo del *wadi* para evitar inundaciones se han identificado represas o muros en yacimientos como Khirbat as-Sir (TBAS 169), ARNAS 217 y 229 y SGNAS 21. También, en relación con la

²⁴⁸ Sobre la calidad del agua para el consumo y la vulnerabilidad de los recursos de agua potable, en el caso de los nabateos de Petra, véase Al-Farajat y Salameh, 2010.

retención del agua, los muros o represas hallados en yacimientos como TBAS 163 y 246 podrían servir para evitar la erosión y el control del agua en estos asentamientos.

Finalmente, los dispositivos auxiliares son las losas y sistemas para cubrir los depósitos y canales construidos con materiales perecederos. Estas cubiertas servirían para preservar el agua del contacto exterior y de la exposición solar al objeto de evitar la entrada de contaminantes y la evaporación. El autor clásico Vitrubio ya menciona la necesidad de proteger las conducciones de agua de la exposición solar en el sexto capítulo del octavo libro de su obra *De Architectura*:

“Su obra de albañilería debe ser abovedada, con el fin de proteger el agua de los rayos solares” (Vitrubio, VIII, 6, 1, trad. 1995).

También Diodoro de Sicilia destaca la necesidad de tapar las bocas de las cisternas:

“Después de llenar estas cisternas con agua de lluvia, cierran la entrada, igualándola con el resto del suelo, y dejan señales que conocen ellos pero que son irreconocibles para otros” (Diodoro de Sicilia, XIX, 94, 8, trad. 1995).

En las cisternas tipo 2, las cuales están excavadas bajo la vertiente rocosa, el agua depositada estaría protegida de la exposición solar y de las impurezas (Such y Bernhardt, 1993: 774). Así pues, el agua podría ser más fresca y con menos impurezas. También la propia construcción de los canales, evitando altas velocidades que pudieran erosionar y arrastrar material en suspensión, ayudaba a mantener la calidad del agua. Conocemos por Vitrubio que en el s. I a.C. existían técnicas de construcción de los canales para evitar su erosión:

“Si la conducción se realiza mediante canales, su construcción será lo más sólida posible y el lecho de la corriente de agua estará nivelado con una caída de medio pie por cada cien pies de longitud” (Vitrubio, VIII, 6, 1, trad. 1995).

Finalmente, la aplicación de morteros de cal para revestir las paredes de las cisternas indica prácticas para reforzar e impermeabilizar sus paredes.

10.2.2. Técnicas y métodos constructivos

El desarrollo de las técnicas constructivas, y su dominio, fueron decisivos para implementar las diferentes estrategias de gestión del agua en el tiempo. Desde los conocimientos técnicos más rudimentarios, las diferentes sociedades fueron evolucionando con innovaciones y mejoras técnicas (Louis, 1986; Klimscha *et al.*, 2012).

La información extraída del análisis de las instalaciones hidráulicas de Sela ha permitido examinar sus métodos constructivos y establecer un marco comparativo con las técnicas constructivas de la región en estudio. Además, el análisis concreto de los morteros de cal

utilizados como revestimiento de distintas instalaciones hidráulicas ha contribuido a establecer cuáles fueron las técnicas de su fabricación.

a) Métodos constructivos

Las distintas redes hidráulicas de Sela se caracterizan por una gran diversidad de instalaciones, cuya posición espacial busca aprovechar todas las ventajas topográficas. Considerando los dispositivos, la proyección y la complejidad necesaria para su ejecución, estas tuvieron que ser realizadas por personas cualificadas con significativos conocimientos técnicos y geológicos (Lindner, 1989a: 280; Dentzer, 2008: 7).

Para comprender mejor las técnicas constructivas utilizadas en Sela, y en los asentamientos del sur de la Transjordania, la información etnográfica y algunos textos de autores clásicos son de gran utilidad.

Sobre las cisternas, autores como Akhtar Ali, Theib Oweis, Abdul Bari Salkini y Sobhi El-Naggar (2009: 13-14) proponen una serie de fases constructivas según métodos tradicionales actuales. Estos investigadores se basan en las técnicas utilizadas en el área de Matrouh, al noroeste de Egipto, y algunas áreas de la estepa de Siria y Jordania. Aunque no tiene que ser necesariamente el mismo método que usaron los constructores de las cisternas de Sela, su estudio revela la dificultad de su construcción. Según estos autores, la obra se realizaría a partir de diferentes fases:

- 1) preparación del suelo;
- 2) perforación de las rocas y desarrollo de la boca;
- 3) desarrollo de la cámara de almacenamiento;
- 4) construcción de la superestructura.

Para la preparación del suelo, se necesitan conocimientos técnicos para no dañar la roca y delimitar el terreno más apto para proceder a su perforación. Para esta fase constructiva se necesitan herramientas de percusión y el cincel. El proceso es lento y cuidadoso, por lo que se requiere mano de obra especializada. Una vez se inicia la perforación de la cisterna, esta se ensancha según el tamaño deseado para la boca. Esta proporciona el acceso para la excavación de la cámara de almacenamiento. Por esta razón, cuanto más ancha fuera la boca de entrada, más fácil sería el trabajo para el constructor. El tamaño y la extensión de la roca dictan las dimensiones, forma y capacidad de la cisterna. Durante esta fase se procedía a rellenar las posibles grietas con mortero y a revestir la cámara de almacenamiento para evitar filtraciones. También se requerían conocimientos para

conservar la integridad de la excavación. Se considera que las diferentes cisternas tienen un ensanchamiento gradual para estabilizar sus paredes. De este modo, se diseñaban para evitar su colapso. Las formas internas de las cisternas propuestas en este trabajo se basan principalmente en esta premisa²⁴⁹. Finalmente, se realizaba la construcción de la superestructura. Esta podría ser la entrada y salida de la cisterna o los distintos métodos para cubrirla (Ali *et al.*, 2009: 14).

Probablemente estas construcciones se realizaban durante el periodo seco y se completaban antes del inicio de la temporada de lluvias. En esta época, los niveles de humedad del suelo eran más bajos y se minimizarían los riesgos de filtración y de inestabilidad de estas estructuras.

Diodoro de Sicilia también es una fuente muy importante para comprender ciertos aspectos sobre la construcción de las cisternas, en este caso, de época nabatea (ss. IV a.C.-I d.C.):

“Esta tierra es, en algunas zonas, arenosa, y, en otras, una suave piedra donde pueden excavar grandes cuevas. La entrada que construyen es muy pequeña pero a medida que van profundizando siempre van haciendo las excavaciones más anchas hasta que, al final, alcanzan tal tamaño que tienen a cada lado un pletro” (Diodoro de Sicilia, XIX, 94, 7, trad. 2014).

Por un lado, este autor clásico informa sobre qué tipo de suelos son los más aptos para realizar la perforación de la cisterna. Estos serían los suelos arcillosos o las rocas blandas como la arenisca. Por otro lado, Diodoro indica una profundidad media de estos dispositivos de unos 30 m (= 1 pleto). Esta medida es muy elevada para la profundidad de una cisterna y, por tanto, quizás este autor hace referencia a un pozo.

A diferencia de las cisternas o de otro tipo de depósitos, la construcción de presas requiere un estudio estructural y un análisis hidráulico de mayor envergadura. De este modo, se podrían diseñar y ejecutar estas obras, que han de estar diseñadas para resistir grandes cargas (Edgeworth, 2011; Charbonnier y Schiettecate, 2013).

b) Marco comparativo de las técnicas constructivas en Sela y en la región en estudio

En el presente estudio se han documentado similitudes entre las técnicas constructivas de Sela y otras halladas en la región en estudio. El análisis de las estructuras hidráulicas de los denominados “*mountain strongholds*” y la revisión de la literatura científica publicada

²⁴⁹ Aunque no observemos la forma interna al completo, las formas básicas para evitar el colapso de estas estructuras son muy limitadas.

sobre estas instalaciones en Petra y la región circundante son los que han proporcionado más datos.

A partir del análisis de las estructuras hidráulicas halladas en los yacimientos prospectados por los proyectos WHS, SGNAS, TBAS, ARNAS y SAAS, los resultados obtenidos han permitido conocer diferentes aspectos de la tecnología del agua. Sin embargo, la información obtenida de las características constructivas (tipologías, técnicas constructivas, dimensiones y utilización de revestimientos), ubicación respecto al yacimiento y principales usos de las instalaciones hidráulicas es muy esquemática. A ello se suma que no existe suficiente documentación fotográfica que permita describir mejor estas estructuras para compararlas con las analizadas.

Dentro de las instalaciones de almacenamiento de agua, las cisternas son las más utilizadas y mejor estudiadas en el sur de la Transjordania. En función de las técnicas constructivas según su ubicación, se han identificado todas las tipologías descritas en este trabajo en numerosos asentamientos de la región. Por un lado, las cisternas tipo 1, 2 y 3 se basan en las mismas técnicas constructivas que las observadas en yacimientos como Umm al-Biyara, Petra o Ba'ja III (Lindner, 1992: 146). La comparación entre algunas estructuras hidráulicas de estos yacimientos con las de Sela se muestra en la fig. 10.15.

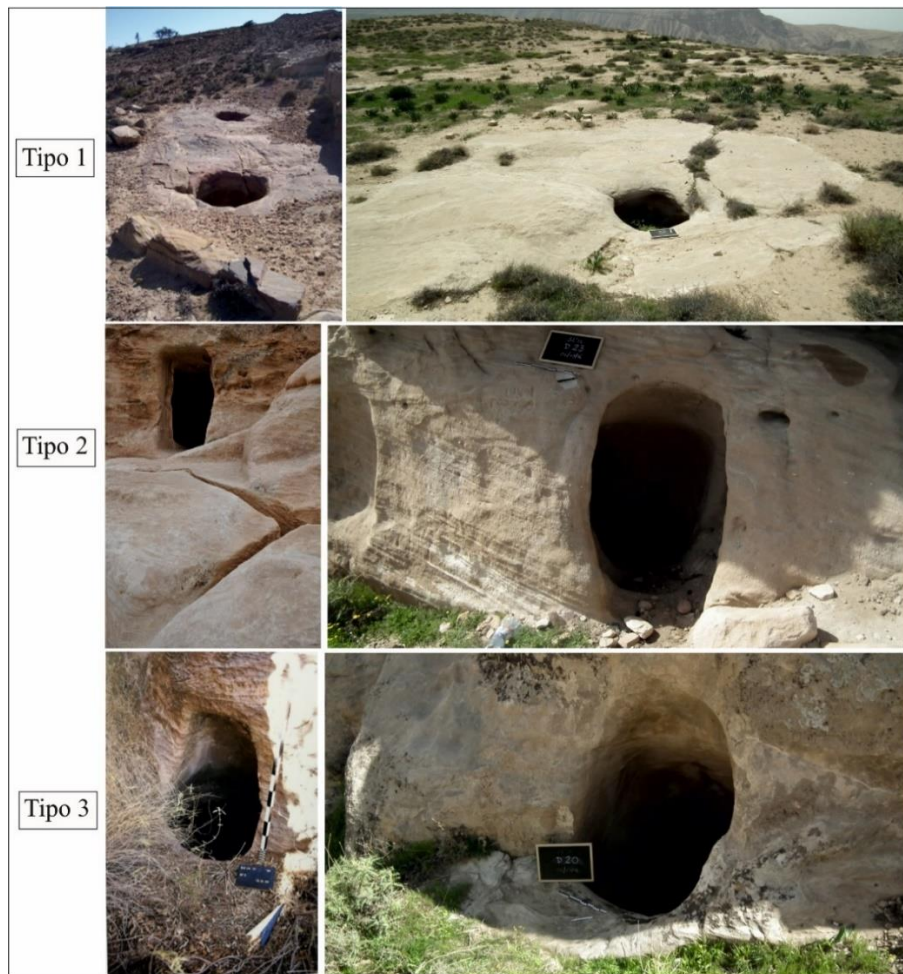


Figura 10.15. De arriba abajo a la izq.: cisterna de Umm al-Biyara; cisterna de Petra y cisterna de Ba'ja III. De arriba abajo a la dcha.: cisternas D44, D23 y D20 de Sela.

Fuentes (de arriba abajo a la izq.): <http://nabataea.net/beira.html> [Consulta: 22/10/2020]; <https://ancientwatertechnologies.com/2014/03/24/ancient-water-technologies-of-the-nabataeans/> [Consulta: 10/10/2020] y Bienert *et al.*, 2004b: 134, fig. 6.17. Fotografías (de arriba abajo a la dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

Probablemente también se puede incluir como tipo 2 las cisternas descritas en los citados proyectos de prospección como cuevas y/o cisternas. La reiterada asociación de cuevas a cisternas como sucede en los yacimientos de Umm Qnan al-Qarn, Mashmil / El Mushimmin, WHS 57, WHS 59, WHS 98, Kh. Ain Saubala, Ramsis I, Khirbat Bizhayqeh, ARNAS 281, Khirbat al-Fatat, entre otros, podrían corresponder a las cisternas excavadas en el interior de una cavidad. Algunas de estas cisternas presentan algún escalón, que conduce a la cámara de almacenamiento, como sucede en Mughareh Malafays (TBAS 122) y en Khirbat Masala (TBAS 147). Como indica Al-Muheisen (2009: 87-89), en Petra se han hallado numerosos ejemplos de este tipo de depósitos muy parecidos a una cueva. En la figura 10.16 se puede observar uno de ellos, que según Al-Muheisen, recibía el agua de la lluvia a través de su nivel superior.



Figura 10.16. Cisterna documentada en Petra.
Fuente: Al-Muheisen, 2009: 88, fig. 69.

Según MacDonald *et al.*, 2016: 359-360, en el yacimiento de SAAS 249, el área sobre una cisterna o cueva que presenta restos de mortero en su interior se usaría para canalizar el agua hacia ella. Esta estructura podría corresponder a la citada por Al-Muheisen en Petra y a las cisternas tipo 2 identificadas en este trabajo. Aunque su tipología se ha asociado frecuentemente a una instalación de almacenamiento de agua, autores como MacDonald *et al.* (2004: 284-285) no descartan su uso para encerrar animales o almacenar alimentos²⁵⁰.

Asimismo, las cisternas que Glueck (1939: 77-78) define como “*cisterns cut out on the top of the pinacles*” parecen corresponder con las cisternas excavadas en pequeños montículos naturales que se convierten en depósitos (tipo 4). Estas se han hallado en los *mountain stronghold* de Sheik er-Rish, Umm a-Ala y Ba’ja III (Lindner, 1992: 146). En estos dos últimos yacimientos se han encontrado cisternas con aberturas cuadrangulares muy parecidas a las documentadas en el área F de Sela (Fig. 10.17).

²⁵⁰ Estos usos también se han propuesto para las posibles cisternas documentadas en Mulgan West que, según MacDonald *et al.* (2016: 276-279), podrían utilizarse como corrales o para almacenar alimentos.



Figura 10.17. Cisternas con boca de entrada cuadrangular y forma de botella: cisterna de Ba'ja III (arriba a la izq.); cisterna de Umm al-'Ala (arriba a la dcha.) y cisterna D10 de Sela (abajo). Fuente (arriba a la izq.): Lindner, 1986: 63; (arriba a la dcha.): Lindner, 1992: 166, fig. 13.29. Fotografía (abajo): Proyecto Arqueológico de Sela.

La tipología 4b, que se define en este trabajo a partir de la documentación de una cisterna (D55) excavada aprovechando un montículo natural y que presenta dos entradas, también se ha documentado en el yacimiento TBAS 152. Según MacDonald *et al.* (2004: 299), esta cisterna presenta dos entradas, una en la parte superior y la otra a lo largo de su lado orientado al oeste. Además, como sucede en la cisterna D55, presenta canales asociados en la entrada superior de la cisterna, para dirigir el agua hacia su interior.

En cambio, en función de los criterios de la morfología de las cisternas, prácticamente todas las analizadas en Sela y en la región se han propuesto con formas piriformes o en forma de botella. Estas se han observado en Ba'ja III, Umm al-Biyara y Jabal al-Qseir. En los yacimientos de ARNAS 146, Khirbat Masala y SAAS 259²⁵¹ se hace referencia a cisternas con formas cilíndricas. En yacimientos como Mughareh Malafays y Khirbat

²⁵¹ Según MacDonald *et al.* (2016: 367), cinco de las cisternas identificadas presentan una forma circular y unas dimensiones muy pequeñas.

Masala también se han observado cisternas rectangulares (MacDonald *et al.*, 2004: 260-261, 288). Sin embargo, estas morfologías no se han identificado en Sela.

Asimismo, prácticamente todas las cisternas presentan bocas de entrada de pequeñas dimensiones, en torno a los 1 o 1,5 m, como en Sela, con formas circulares u ovaladas (Jabal al-Qseir, Khirbat Masala, ARNAS 146 y SAAS 259). Estos tipos también se han documentado en yacimientos de la Edad del Bronce y del Hierro en las tierras altas del Neguev (Ore *et al.*, 2020)²⁵².

En cuanto a las dimensiones de las cisternas, es muy difícil establecer una comparativa, ya que no disponemos de información precisa sobre los sistemas utilizados para dimensionarlas. En las distintas descripciones que se realizan por los proyectos analizados, las cisternas presentan unas dimensiones en torno a los 6 x 3 m y 3 x 2 m o simplemente se menciona que son de pequeñas (SAAS 84 y 259) o grandes dimensiones (TBAS 12, Khirbat al-'Adawin y Kh. Ad-Dubays). Conocemos que algunas cisternas, como la hallada en Tor 'Abil Hammam, podrían tener en torno a 4-5 m de profundidad y en Kh. Bīr Yābis, unos 10 m (MacDonald *et al.*, 2012: 53). En el caso de WHS 49 se menciona que la cisterna documentada presenta un diámetro de *ca.* 7 m (MacDonald, 1988: 161, 383) y la cisterna de TBAS 59, 7 x 12 m.

Los métodos constructivos tan parecidos entre las cisternas de Sela y las de los *mountain strongholds*, reforzarían la hipótesis formulada por Lindner sobre la existencia de especialistas itinerantes en la construcción de cisternas. Según este autor, los constructores de estos dispositivos se desplazarían desde Sela–al norte–, hasta as-Sadah –al sur– (Lindner *et al.*, 2001: 263).

También se han detectado paralelismos entre las técnicas constructivas del reservorio D21 de Sela y otros hallados en Petra y en sus inmediaciones, como el reservorio norte de al-Beq'ah (Fig. 10.18). La morfología rectangular de estos depósitos superficiales y la evidencia de negativos dispuestos en hiladas podrían señalar que estaban cubiertos con estructuras ligeras. En Jabal al-Qseir, también se han documentado estos reservorios y en Ba'ja III incluso los denominan reservorios “al estilo de Petra” (Lindner *et al.*, 1996b:

²⁵² Gabri Ore, Hendrik J. Bruins y Isaac A. Meir en su reciente estudio publicado en la revista *Journal of Archaeological Science: Reports* (Ore *et al.*, 2020), se centran en las tipologías de cisternas y su correlación espacial con los yacimientos del periodo del Bronce y del Hierro en las tierras altas del Neguev.

145-146). Estos últimos, en algún momento empezaron a cubrirse con arcos (Lindner, 1999: 491, 2003: 249).



Figura 10.18. Reservorio D21 de Sela (izq.) y reservorio ubicado al norte de al-Baq'ah (dcha.).
Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela. Fuente (izq.): Al-Muheisen, 2009: 107, fig. 89.

En el yacimiento de ARNAS 026 también se ha identificado un reservorio de unos 4 m de longitud en uno de sus lados con un canal de agua asociado, aunque no disponemos de más información (Glueck, 1935: 72; MacDonald *et al.*, 2012: 54). Lo mismo sucede con los yacimientos TBAS 90 y ARNAS 063, donde los reservorios se relacionan con canales. También hay que destacar que muchos de los reservorios documentados en el área objeto de estudio, se relacionan con manantiales (Ayn Al-Iraq) o *wadis* como sucede en los yacimientos de Qasr al-Tilah y ARNAS 026.

Igualmente, las técnicas constructivas de la represa del Wadi Hirsh se parecen mucho a algunas observadas en la región en estudio. Este es el caso de las halladas en el “*siq*” de Petra, las cuales han estado ampliamente estudiadas (Ruben, 2003; Bellwald, 2004a, 2004b, 2006, 2008: 67-69; Parr, 2008; Oleson, 2009, 2018: 27). También se han hallado obras parecidas más al sur del área en estudio, como es el caso de la represa de Rekhemtein, ubicada al sur de Humayma. Según autores como Glueck, y otros, estas presas ubicadas en las fisuras estrechas de las montañas serían típicas de toda esta zona (Glueck, 1935: 56-57; Graf, 1983: 654; Oleson, 1995: 713; Nydahl, 2002: 36) (Fig. 10.19).



Figura 10.19. Represa de Rekhemtein (izq.) y represa M130 de Sela (dcha.).
Fuente (izq.): Glueck, 1935: 56, fig. 24. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

También se han identificado estas instalaciones en *wadis* como el Wadi Fidán, concretamente en el yacimiento de SGNAS 16 (MacDonald, 1992: 251) y el Wadi at-Tayyiba, en el yacimiento de Jabal al-Qseir. En Khirbat as-Sir (MacDonald *et al.*, 2004: 320), ARNAS 217 y 229 (MacDonald *et al.*, 2012: 214, 228-229) y SAAS 340 (MacDonald *et al.*, 2016: 431-432) también se menciona la presencia de estas instalaciones, aunque en estos casos no se especifica en qué *wadi*. Todas ellas estarían destinadas a controlar las inundaciones que se pudieran generar.

Finalmente, algunos de los depósitos de sedimentación de Sela presentan técnicas constructivas muy parecidas a las documentadas en Petra (Fig. 10.20).



Figura 10.20. Depósitos de sedimentación D112 y D136 (arriba y abajo a la izq.) y depósitos de sedimentación de Petra (arriba y abajo a la dcha.).
Fuente (arriba y abajo a la dcha.): https://lwmays.files.wordpress.com/2014/03/dsc_4534.jpg [Consulta: 10/11/2020]. Fotografías (arriba y abajo a la izq.): Proyecto Arqueológico de Sela.

Sin embargo, en ninguno de los *mountain strongholds* analizados se hace referencia a este tipo de depósito y solamente se menciona en el yacimiento prospectado de SAAS 60, Umm al-Futas. En este último, no se hace ningún tipo de descripción del mismo. Otro tanto sucede con las piscinas, que son prácticamente inexistentes en los yacimientos con los que se ha realizado la comparativa, a excepción de Petra y de los yacimientos de SGNAS 77, Umm at-Tawabin, documentado por el proyecto TBAS, y los yacimientos de Bir Sahir y Ayn Tallat 'Ain documentados por el proyecto SAAS. En el yacimiento de SGNAS 77 solamente se conoce su ubicación (a 500 m al SE de un acueducto) y, en Umm at-Tawabin, la morfología de las dos piscinas halladas, en este caso circulares y, por tanto, completamente distintas a las documentadas en Sela. Según MacDonald *et al.* (2004: 186-187), estas piscinas servirían para captar el agua. En cambio, según MacDonald *et al.* (2016: 194), la piscina identificada en Bir Sahir se relaciona con el consumo de agua del ganado. Finalmente, aunque se menciona la presencia de una piscina en el yacimiento de Ayn Tallat 'Ain, su asociación con una fuente de agua en la cara este del yacimiento, sugiere que se trate de un reservorio (MacDonald *et al.*, 2016: 241).

En el caso de los canales, también se han podido detectar similitudes entre los de Sela y los diferentes yacimientos de la región analizados. Por un lado, el tipo de excavación a través de las fisuras de la roca o directamente sobre ella, se observa en los distintos *mountain stronghold* como Umm al-Biyara (Schmid, 2011), Ba'ja III (Lindner, 1999), Jabal al-Qseir (Lindner *et al.*, 1996b) o Umm al'Ala (as-Sadah) (Lindner, 1988: 35). También aparecen frecuentemente en las distintas áreas exploradas. No obstante, en las descripciones sobre estas estructuras no se diferencian los distintos tipos de canal o incluso no se hacen distinciones entre los canales y los acueductos.

Los canales identificados que pueden parecerse a los de Sela, son los canales de conexión entre dos instalaciones hidráulicas (tipo 4 definido en este trabajo) como el identificado en WHS 49 y 855. Todos ellos están excavados en la roca.

Los canales de captación (tipo 1) y de conducción del agua (tipo 2) son muy presentes en la región de estudio como se ha observado en yacimientos como Umm at-Tawabin, Rujm al-Musaykaneh, TBAS 152 y 219, SAAS 263, 271 y 301. El agua se conduce a depósitos de distintas capacidades, principalmente cisternas y reservorios. También se han documentado canales de rebosadero, al igual que en Sela, así como los identificados para desviar el agua en Khirbat al-Mabrak, Tor 'Abil Hammam, Kh. Abū Rā'id, Kh. Dhba' y

Ayn Zaharah. En yacimientos como TBAS 90 y ARNAS 026, se han identificado canales formados con hiladas de piedras, pero estos no se han hallado en Sela.

Finalmente, algunos canales de Petra también son muy parecidos a los de Sela. La cantidad de canales estudiados en este asentamiento ha permitido realizar estudios concretos sobre estos dispositivos (Al-Muheisen, 1986; Al-Muheisen y TARRIER, 2002; Bedal, 2002; Bienert, 2002; Ruben, 2003; Bellwald, 2004a, 2004b; Ortloff, 2005; Bellwald, 2006; Al-Muheisen, 2007; Bellwald, 2008; Al-Muheisen, 2009). En concreto, es de interés para realizar una comparativa, el estudio y clasificación de los canales excavados a través de las fisuras de la roca del investigador Al-Muheisen (2009) (Fig. 10.21).

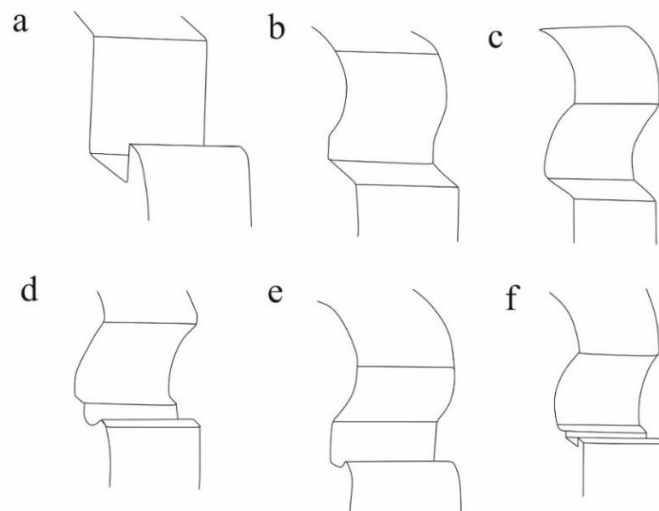


Figura 10.21. Clasificación de los canales excavados a través de las fisuras de la roca de Al-Muheisen. Fuente: Modificada de Al-Muheisen, 2009: 147, fig. 125.

A partir de esta comparativa, se ha observado que el tipo de canales “a” y “d” determinados por este autor, podría estar presente en Sela por la similitud de sus secciones. Este tipo podría corresponder con los canales de conducción del agua (tipo 2) que presentan una sección rectangular y/o cuadrangular. Esta sección, puede indicar la presencia de losas para cubrirlos (Fig. 10.22).



Figura 10.22. Canal del “*siq*” de Petra (izq.) y canal C11 de Sela (dcha.).
Fuente (izq.): Al-Muheisen, 2009: 148, fig. 127. Fotografía (dcha.): Proyecto Arqueológico de Sela.

Sin embargo, los otros canales propuestos por Al-Muheisen no se han observado en Sela. Probablemente, no existía una técnica uniforme para realizar estos canales, sino que, dependiendo del terreno, estos se trazaban aprovechando al máximo la superficie. También parece que en el caso de los canales hubo una preferencia por los excavados en la roca, ya que no se han documentado canales construidos sobre bloques de piedra o de terracota.

Finalmente, los canales ubicados en las laderas de las montañas, como el canal C17 identificado en este trabajo, se han documentado en la región de Petra ('Amr *et al.*, 1998; Lavento *et al.*, 2004; Alcock y Knodell, 2012; Beckers *et al.*, 2013b), en el Wadi Feinán (Newson *et al.*, 2007; Crook, 2009) y en el Neguev (Bruins, 1986; Avner, 2002; Bruins, 2012). En el yacimiento de Umm al-‘Ala (as-Sadah) también se han identificado canales que conducen el agua desde la cima del peñasco a la parte baja del asentamiento, que podrían corresponder al canal C17 identificado en Sela.

Las técnicas constructivas aplicadas en el diseño de las redes hidráulicas de Sela serían prácticas locales, que pudieron estar influenciadas por técnicas regionales de constructores especialistas itinerantes. Probablemente, este hecho se debe a que en las variables tipológicas y estilísticas de las estructuras hidráulicas intervienen factores como la adaptación al terreno, la disponibilidad de técnicas y recursos, situaciones específicas, necesidades y/o preferencias de cada comunidad.

c) Técnicas de fabricación de los morteros de cal en Sela

El mortero de cal es uno de los materiales de construcción más comunes en los yacimientos arqueológicos y forma parte de numerosas construcciones arquitectónicas y artísticas (Elert *et al.*, 2002; Artioli *et al.*, 2019). En Sela, así como en la mayoría de los yacimientos analizados en este trabajo, las diversas instalaciones hidráulicas presentan restos de morteros. Principalmente se han observado en: 1) el interior de las cisternas, revistiendo sus paredes (WHS 754, SGNAS 7, Khirbat al-Fraydays, Mughareh Malafays, Khirbat Masala²⁵³, Mughareh Malafays, TBAS 152, Khirbat ad-Dabbah, Kh. Umm Rujūm, Khirbat al-Mabrak, ARNAS 201 y 220, SAAS 78, 88, 191, 233, 240, 249 y 364, Kennedy Khidad Ruin, Jabal al-Qseir, Kutle II y Ba'ja III); 2) en el interior de acueductos o canales (Umm Buweir West y SAAS 142) y 3) en las paredes internas de algunos reservorios (ARNAS 026 y Umm al-Futas)²⁵⁴.

Su uso más extendido fue el de revestir depósitos subterráneos. Autores clásicos como Diodoro de Sicilia, aportan información sobre este tipo de revestimientos, en este caso concreto, en época nabatea:

“Son extremadamente celosos de su libertad. Cada vez que un considerable ejército enemigo se acerca a su territorio, se refugian en el desierto, aprovechando la dificultad del terreno. Este es extremadamente seco y resulta muy complicado pasar por allí, salvo para ellos, ya que tienen preparados bajo la tierra aljibes cubiertos con estuco, lo que les proporcionaba seguridad” (Diodoro de Sicilia, XIX, 94, 6-7, trad. 2014).

Precisamente del periodo nabateo se están llevando a cabo en la actualidad diferentes líneas de investigación en torno a las técnicas de fabricación y usos de los morteros en el yacimiento de Petra²⁵⁵. Estos estudios pretenden caracterizar los morteros utilizados en

²⁵³ En este caso, las tres cisternas identificadas presentan evidencias de morteros en sus paredes (MacDonald *et al.*, 2004: 288).

²⁵⁴ En este caso, la instalación hidráulica se identifica como un pozo o reservorio, pero no se determina su uso (MacDonald *et al.*, 2016: 182).

²⁵⁵ Los distintos estudios de Khaled Al-Bashaireh (2008) de la *Yarmouk University* sobre los estilos tecnológicos de producción de yesos y morteros nabateos y romanos en Petra o la caracterización de los

las estructuras hidráulicas con el objetivo de conocer las técnicas constructivas utilizadas en esta área, desde un punto de vista histórico, desde la ingeniería y la restauración. Sin embargo, en otros yacimientos de la región, el conocimiento sobre las técnicas de producción de los morteros es prácticamente nulo.

Los resultados del estudio petrográfico y mineralógico de los morteros de Sela han sido de doble interés: han proporcionado información sobre las materias primas y las tecnologías disponibles en el momento de la producción, y han permitido conocer sus principales propiedades físico-mecánicas.

Los morteros aplicados sobre las paredes de las cisternas de Sela son los más relevantes, aunque también se han documentado en algunos canales y en un reservorio. En términos de apariencia macroscópica, estos presentan cualidades parecidas. Se trata de morteros con grosores irregulares y con una gama cromática variada. Ambas características se han determinado en otros estudios realizados en el área. Un ejemplo de ello es el realizado por May Sha'er (2004: 144), donde compara los morteros de distintas instalaciones hidráulicas de Petra y al-Beyda. Sus resultados se pueden relacionar con los obtenidos en este trabajo, ya que en ambos casos no hay una relación directa entre el grosor de la capa de mortero y el tipo de instalación, sino que este puede determinarse a partir de las necesidades individuales de cada instalación. Asimismo, como indica esta autora, la variabilidad cromática de los morteros se basa en función del aglutinante y de los agregados. No ha sido posible conocer en qué grado las alteraciones erosivas han podido alterar la coloración a lo largo del tiempo. Aunque en este estudio se han evidenciado distintas coloraciones, prácticamente todas las muestras presentan una gama de tonalidades grisáceas o anaranjadas. Por tanto, el color tiene relación directa con la composición de los morteros. Esta gama cromática es la misma que se ha observado en las muestras analizadas por May (2004) y Bonazza *et al.* (2013).

El análisis microscópico, en cambio, ha permitido identificar diferentes aspectos más detallados sobre su composición y propiedades físico-mecánicas (Elsen, 2006). Aunque los morteros presentan una alta porosidad y áreas de recristalización carbonática parcial

morteros hidráulicos de Alessandra Bonazza *et al.* (2013) son un ejemplo de ello. Otras líneas de estudio de gran interés son las propuestas de datación de los morteros a partir de técnicas radiocarbónicas (Al-Bashaireh y Hodgins, 2011, 2012; Al-Bashaireh, 2013) o la investigación arqueométrica de los morteros de Petra bajo el proyecto PRODOMEA Project (*Project on High Compatibility Technologies and Systems for Conservation and Documentation of Masonry Works in Archaeological Sites of Mediterranean Area*) (Akasheh *et al.*, 2005; Ciantelli *et al.*, 2020).

dentro de los poros, se ha podido determinar la composición y proporción del aglutinante y de los agregados así como sus principales características y propiedades.

En cuanto al aglutinante, todas las muestras analizadas están compuestas principalmente por calcita, cuarzos y minerales de arcillas, todos ellos disponibles localmente (Bender, 1974; Weiner, 2010: 189). Los resultados de la difracción de rayos X (XRD) reafirman la presencia de estos minerales en prácticamente todas las muestras. Por tanto, se trata de morteros a base de cal²⁵⁶. Las formaciones geológicas locales *Umm Ishrin Sandstone* y *Disi Sandstone* están compuestas por este tipo de minerales. Estas mismas composiciones se han documentado por Bonazza *et al.* (2013: 472) en el área de Petra. En definitiva, los resultados obtenidos confirman el uso de los minerales localmente disponibles.

Los agregados principales observados son areniscas, cuarzos detríticos, rocas calcáreas y sílex. Su obtención, probablemente, se realizó a partir de las formaciones geológicas de la región. También es de interés resaltar que las formas subangulares y subredondeadas de los cuarzos podrían relacionarse con la molienda de las materias primas, como subrayan Bonazza *et al.* (2013: 472). Sin embargo, para poder aportar datos más concretos sobre la morfología y procedencia de los agregados sería necesaria una investigación más específica con técnicas como la microscopía electrónica de rastreo SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive X-ray spectroscopy*) y un estudio detallado de las materias primas de Sela.

La presencia de arcillas en la cal²⁵⁷ (óxido de calcio) hace que el mortero sea más resistente al agua (Elert *et al.*, 2002: 62) y la adición como agregados de fragmentos cerámicos, cenizas, carbones y sílex confieren al mortero propiedades hidráulicas como la permeabilidad, mayor resistencia y durabilidad. El contenido relativamente alto de materiales con comportamientos hidráulicos se ha observado en prácticamente todas las muestras analizadas en la región relacionadas con instalaciones hidráulicas, principalmente las cisternas (Sha'er, 2004: 147; Elsen, 2006: 1419; Al-Naddaf y El-Khouri, 2014: 74; Artioli *et al.*, 2019: 170-172).

²⁵⁶ Sobre los principales tipos de aglutinantes inorgánicos, su naturaleza y procesos de reacción, véase la tabla 1 de Artioli *et al.*, 2019: 160.

²⁵⁷ Sustancia alcalina constituida por óxido de calcio, de color blanco o blanco grisáceo, que al contacto del agua se hidrata, con desprendimiento de calor, y mezclada con arena forma la argamasa o mortero (DLE, 2015: acep. 1).

A partir de este estudio también se han observado diferencias entre la ratio aglutinante/agregado. Como argumenta Stephen Weiner (2010: 190), las propiedades funcionales de los morteros no solamente están influenciadas por la naturaleza del aglutinante y de los agregados sino también por las proporciones entre ambos. Según este autor, las proporciones en la mezcla del mortero afectan en el comportamiento de contracción y porosidad²⁵⁸. Esto puede afectar las propiedades físico-mecánicas del mortero, como su resistencia mecánica y su durabilidad (Casadio *et al.*, 2005: 672). En Sela, la composición mayoritaria de las muestras presenta un contenido de aglutinante relativamente más elevado que los agregados, en una ratio de 3:1. Según autoras como M. Sha'er (2004)²⁵⁹, esta es la composición óptima para los morteros que revisten las instalaciones hidráulicas. La mayor proporción de aglutinante a la mezcla, le concede plasticidad y permite su moldeado. Al endurecerse también proporciona una mayor resistencia mecánica al conjunto (Al-Naddaf y El-Khoury, 2014: 74). Esta consideración también aparece en los escritos de Vitrubio (II, 5, 1), el cual considera que esta proporción es la mejor para la construcción de los depósitos de almacenamiento de agua. Las distintas tipologías presentadas en este trabajo también han permitido diferenciar entre los morteros que revestían las instalaciones hidráulicas (tipo 1, 2 y 3) y, quizás el tipo 4, y morteros con usos distintos (tipo 5).

Gracias a este estudio y, en la misma línea que Sha'er (2004) para los nabateos de Petra y al-Beyda, los encargados de producir los morteros de cal en Sela para revestir las instalaciones hidráulicas emplearon las especificaciones y estándares en uso para su producción. Estos habrían sido el resultado de un desarrollo de las técnicas de construcción regionales de morteros a lo largo del tiempo.

10.2.3. Marco temporal de las estructuras hidráulicas de Sela

La adscripción cronológica de las estructuras hidráulicas es una de las principales dificultades del presente estudio. Las estructuras hidráulicas son instalaciones que perviven en el tiempo de tal manera, que es muy complejo establecer cuándo aparecieron, cuándo dejaron de utilizarse y si fueron reutilizadas. La imposibilidad de fechar mediante

²⁵⁸ Como analizan Gilberto Artioli, Michele Secco y Anna Addis (2019: 161), la mezcla del aglutinante con una fase no reactiva o inerte como el agregado, reduce los cambios de volumen durante el endurecimiento del mortero y limita sus efectos de contracción.

²⁵⁹ El estudio de Sha'er (2004) se centra en el análisis de los morteros utilizados en Petra y al-Beyda para construcciones con usos hidráulicos.

técnicas de datación absoluta las instalaciones de agua, la falta de referencias fechables a modo de “fósil director” y de una secuencia estratigráfica donde enmarcar estas estructuras impiden adscribirlas a periodos cronológicos concretos.

La horquilla temporal que se atribuye históricamente al asentamiento de Sela se inicia en la Edad del Bronce (*ca.* III milenio a.C.; 3200-2100 a.C.)²⁶⁰ (Lindner, 1973: 23, 1989a: 282-283, 2000: 69) o Hierro II (Glueck, 1937: 28, 1939: 27; Hart y Falkner, 1985: 270; Hart, 1986c: 93; Lindner *et al.*, 2001: 243; MacDonald *et al.*, 2004: 13, 276) hasta el periodo mameluco (ss. XIV-XV) (Hart y Falkner, 1985: 270). Investigaciones más recientes proponen una ocupación en Sela durante la Edad del Hierro II, los periodos nabateo y romano y los periodos mameluco y otomano (ss. XII-XVI d.C.) (Da Riva, 2019a)²⁶¹.

En este trabajo, podemos incidir en diferentes aspectos de la cronología relativa de las instalaciones hidráulicas y de los morteros de cal a partir de tres criterios:

- 1) comparativa técnica, tipológica y estilística de las estructuras de agua;
- 2) uso de las instalaciones hidráulicas;
- 3) uso de los morteros.

1. Comparativa técnica, tipológica y estilística de las estructuras hidráulicas

En primer lugar, de acuerdo a la comparativa técnica, tipológica y estilística de las estructuras de agua de Sela con las de otros asentamientos del sur de la Transjordania, el marco cronológico es muy amplio. Las instalaciones hidráulicas de Sela podrían ser del mismo periodo que las observadas en los *mountain strongholds* analizados en este trabajo o en otros yacimientos como Petra. De este modo, se podría atribuir una cronología para estas estructuras del periodo del Hierro II²⁶², nabateo, helenístico, romano-nabateo o bizantino.

²⁶⁰ M. Lindner se basó en los estudios de F. Zayadine del material cerámico hallado en superficie para proponer este marco cronológico. Véase: Lindner, 1973: 23, 1989a: 282-283, 2000: 69.

²⁶¹ La fase más tardía de ocupación se ha confirmado a través de la datación absoluta de fragmentos de madera que han proporcionado una cronología que va del 1450 al 1680 d.C. (Da Riva *et al.*, en prensa).

²⁶² La propuesta cronológica del Hierro II atribuida para los *mountain strongholds* es aproximada. En este tipo de asentamientos no se han realizado dataciones fiables y secuencias estratigráficas bien documentadas (Lindner y Knauf, 1997).

2. Uso de las instalaciones hidráulicas

Según la cronología relativa propuesta para los primeros usos de los dispositivos de agua analizados, hay cierto consenso entre los investigadores. No obstante, es prácticamente imposible establecer cuándo dejaron de utilizarse o si fueron reutilizados. Aunque cada cultura puede centrarse en ciertos elementos y dispositivos, una vez aparecieron, continuaron utilizándose a través de los siglos (Marquaire *et al.*, 2018). Además, como argumenta Mansour Abed al Azeez Shqiarat (2019: 12), las posibles distinciones entre dispositivos o técnicas que pueden existir según los distintos periodos no pueden entenderse como una mejora secuencial. Las diferencias entre estos pueden marcar cuando un dispositivo o técnica se usó por primera vez, pero no es exclusivo de un momento o de un lugar particular. Por tanto, es muy difícil establecer distinciones tipológicas en el tiempo y, por tanto, establecer cronotipologías.

En el caso de las cisternas excavadas en la roca, la mayor parte de la información existente para proponer un marco cronológico sobre sus primeros usos son sus tipologías internas, aunque algunos investigadores no están de acuerdo²⁶³. Las primeras propuestas se asocian a formas piriformes (Nydahl, 2002: 33). Esta forma sería la que permitiría almacenar un mayor volumen de agua en mejores condiciones de calidad. El pequeño tamaño de la boca de entrada evitaría la entrada de luz solar e impurezas que pudieran corromper el agua y facilitaría su cierre. Investigadores como Avraham Negev (1972a: 332) o Frank Braemer (1988: 133) consideran que estas formas ya están presentes durante el periodo del Bronce Medio (*ca.* 2000-1550 a.C.)²⁶⁴. Incluso autores como Michael Evenari *et al.* (1982: 171), a partir de la evidencia disponible en Palestina, sugieren que su uso pudo ser anterior: en el periodo Calcolítico. Estas cisternas serían cuevas naturales que podrían ser el prototipo de las estructuras artificiales posteriores (Wåhlin, 1997: 238). En este contexto, si las primeras formas internas son piriformes y ya aparecen en el Bronce Medio, una posibilidad sería que las estructuras de Sela pueden pertenecer a este periodo cronológico.

²⁶³ Investigadoras como Renate Tölle-Kastenbein (1990, 2005) niegan que puedan existir diferentes modelos tipológicos para clasificar las cisternas en los diferentes periodos cronológicos. En palabras de esta autora: “La única función de los tanques era la de recolección y almacenamiento, por lo que no se establecieron reglas especiales para su apariencia externa”. Traducción del original en italiano por la autora. Texto en el idioma original: “*L’única funzione delle cisterne era quella della raccolta e della riserva e, di conseguenza, non furono stabilite norme particolari relative al loro aspetto esteriore*” (Tölle-Kastenbein, 1990: 129).

²⁶⁴ Ore *et al.* (2020) proponen que los distintos tipos de cisternas de las tierras altas del Neguev podrían relacionarse con el periodo del Bronce Inicial o Medio. Estos autores se basan en análisis espaciales de la distribución de los tipos de cisterna y su asociación con asentamientos de diferentes periodos.

Sin embargo, a partir del estudio preliminar del material en superficie en Sela no hay evidencias de una ocupación en este asentamiento durante este periodo (Da Riva, 2019b). Autores como Lindner proponen que las primeras cisternas piriformes pertenecerían a la Edad del Hierro II, ya que, como sugiere Najjar, es durante este periodo que las comunidades tuvieron la tecnología y los conocimientos suficientes para implementar distintas redes de captación, conducción, almacenamiento y control del agua en un promontorio como el de Sela²⁶⁵. No obstante, estas formas prevalecen en el tiempo (Kloner, 2002) y, como apuntan autores como Hübner, podrían ser del periodo nabateo o incluso medieval (Lindner *et al.*, 2001: 262-263). Especialistas como John Peter Oleson consideran que se pueden distinguir entre las cisternas del Hierro II y las nabateas según sus dimensiones. Para este autor, las cisternas del Hierro II serían de pequeñas dimensiones, con cuellos estrechos y anchuras de unos 3-4 m de diámetro máximo. Oleson (1995: 709) propone un mayor tamaño para las cisternas nabateas. Esta diferenciación ha sido imposible de confirmar en este trabajo, ya que se desconocen algunas medidas de estos dispositivos para poder establecer una comparativa. Otro rasgo relevante para este autor es que considera que las cisternas piriformes fueron lentamente sustituidas en el s. I a.C. por las cisternas cubiertas con losas y sostenidas por arcos “tipo Delos”²⁶⁶ importadas del mundo griego (Oleson, 1991: 57, 2018: 24) (Fig. 10.23). Sin embargo, este tipo de tecnología no se ha observado en Sela.

²⁶⁵ Véase la entrevista a Najjar en la revista *The Jordan Times* publicada en enero del 2019: <http://www.jordantimes.com/news/local/archaeologists-explore-history-mysterious-mountain-stronghold-%E2%80%98sela%E2%80%99-southwest-jordan> [Consulta: 10/10/2020].

²⁶⁶ Philon de Bizancio describe esta técnica en el s. III a.C. (Oleson, 2018: 24).



Figura 10.23. Cisterna nabatea cubierta por losas sostenidas por arcos “tipo Delos” de Hawara.
Fuente: Oleson, 2018: 31, fig. 11.

En el caso del único reservorio hallado en Sela (D21), su forma, así como las estructuras en negativo, que sostendrían alguna especie de cubierta, tiene similitudes con otros reservorios de la región como Petra. Además, destaca que en el único *mountain stronghold* donde se ha hallado un dispositivo parecido es en Ba’ja I. Lindner lo describe como un reservorio rectangular cubierto por arcos al estilo de Petra (Lindner, 1999: 491, 2003: 249). Esta asociación, juntamente con la adscripción de este asentamiento a la época nabatea, podría sugerir que este dispositivo podría ser de este periodo. Sin embargo, carecemos de más elementos para contrastar esta hipótesis. Lo mismo sucede con los depósitos de sedimentación y las piscinas.

En el caso de los canales excavados en la roca, se conoce que se utilizan desde el periodo del Bronce (*ca.* 3800/3700-1200 a.C.) (Oleson, 2001). Por tanto, los canales de Sela podrían ser de cualquier periodo a partir del Bronce. La ausencia de canales cortados en bloques de piedra o de terracota en Sela tampoco aportan una cronología aproximada. Por un lado, el uso de ambas técnicas y materiales para los canales está presente desde la Edad del Bronce en todo el Mediterráneo oriental y en el Levante (Graßhoff y Meyer, 2018)²⁶⁷. Según Oleson (2018: 23), estos canales no presentan diferencias de diseño o función en el tiempo. Además, como argumenta Dentzer (2008: 7), la presencia de conductos de

²⁶⁷ Vitrubio (VIII, 6, 1) describe las tres maneras de conducción del agua: “por conductos mediante canales de albañilería, por medio de tuberías de plomo o bien por cañerías de barro” y expone el método a seguir en cada uno de ellos.

terracota o de piedra puede estar más relacionada con la estandarización de los sistemas de conducción y distribución del agua a través de largas distancias. En Sela, no se ha documentado el transporte de agua desde largas distancias. Este dato sugiere que no fue necesaria la implementación de estos conductos.

La construcción de las presas o represas para captar y retener el agua de la esorrentía, se fechan cronológicamente a partir del Bronce Final (*ca.* 1550-1200 a.C.) (Oleson, 2018: 22). Sin embargo, en yacimientos como Jawa ya hay intentos de bloquear el paso del agua de la esorrentía mediante represas de mampostería sobre arroyos durante el Bronce Inicial (Helms, 1981; Oleson, 1992a: 890-891; Oleson, 2001: 608; Daviau, 2002; Charbonnier y Schiettecate, 2013)²⁶⁸. Por tanto, la represa del Wadi Hirsh podría ser, de nuevo, de cualquier periodo cronológico. Sin embargo, la arqueóloga Zena Kamash, en su obra *Recent research on dams in the Roman Near East: Some dating issues*, menciona esta estructura e intenta establecer un marco cronológico para ella²⁶⁹. Esta autora se basa en dos rasgos de diseño básicos para establecer si una represa es del periodo romano u anterior (Kamash, 2006: 219): 1) si la construcción está escalonada o no y 2) la longitud y ubicación de las represas.

Para Kamash, si la represa presenta una construcción escalonada señala el *terminus post quem* del periodo romano. Suele ser más habitual que las represas o diques romanos se ubiquen en espacios cerrados más amplios y que sean de mayor amplitud que las anteriores. En este contexto, la ubicación de la represa de Sela en una estrecha hendidura, la ausencia de escalones y su corta longitud correspondería a una cronología *ante quem* al periodo romano. Para esta autora sería una construcción nabatea. Sin embargo, no todas las represas o diques romanos son de mayor longitud que los realizados en periodos anteriores y también se han hallado construcciones romanas que no están escalonadas. Por tanto, como argumenta Kamash (2006: 219), estas dos características pueden ser útiles para determinar el marco cronológico de estas instalaciones en algunos casos, aunque cuentan con limitaciones.

²⁶⁸ También se han documentado presas o represas en el yacimiento del Bronce Medio del Valle del Jordán, Tell el Handaquq (Mabry *et al.*, 1996).

²⁶⁹ Esta autora menciona la ubicación de la presa en una pequeña hendidura (Kamash, 2006: 220, tabla 2).

3. Uso de los morteros

Otra característica que destacar es la utilización del mortero para revestir las instalaciones hidráulicas, especialmente para las cisternas. En el sur del Levante, este uso se ha fechado en el inicio de la Edad del Hierro (*ca.* 1200-1000 a.C.) como corroboran las cisternas con morteros de cal de Hesban, fechadas en el Hierro I (LaBianca, 1990: 149; Wåhlin, 1997). Sin embargo, otros yacimientos tienen fechas de morteros que se sitúan en el periodo del Bronce Medio como Tell Ta'anek (Lapp, 1969: 31-33). Muchos autores están de acuerdo en situar su uso en el periodo del Hierro II (Tsuk, 2001-2002: 385-386; Regev *et al.*, 2010). En este momento, se ha observado un incremento considerable de estos depósitos, ya que la aplicación de este revestimiento permitiría proteger y conservar la calidad del agua (Negev, 1972a: 332; Wåhlin, 1997: 233; AbdelKhaleq y Alhaj Ahmed, 2007: 332). Este incremento de cisternas, según autores como Oleson (1995), Al-Muheisen (2009) y Shqiarat *et al.* (2010), llegó a su apogeo en época nabatea.

En conclusión, gracias a los distintos criterios utilizados en este trabajo, se han realizado hipótesis cronológicas, pero solamente son puntualizaciones que deben contrastarse mediante otros estudios. Por tanto, la horquilla temporal de las estructuras hidráulicas de Sela puede ser tan amplia como la evidencia de ocupación propuesta para este asentamiento. Un rasgo significativo es la estabilidad de las estrategias y técnicas de adquisición, control y conservación del agua a largo plazo.

10.3. Organización sociopolítica en torno a la gestión del agua en Sela

La variedad de sistemas y dispositivos hidráulicos para aprovechar los distintos recursos hídricos disponibles en una zona, es reflejo de los diferentes grados de organización social, técnica y política (Chevalier *et al.*, 2009: 107). Como apuntan Frank Braemer y Gourguen Davtian (2009), solamente se pueden identificar las estrategias de los grupos humanos respecto a los recursos hídricos a partir de la distribución espacial y uso de los dispositivos hidráulicos.

En ausencia de textos y con la evidencia arqueológica disponible, la interpretación social (Yasur-Landau *et al.*, 2018) y política de la gestión del agua en Sela se basa en el tipo, uso y distribución espacial de sus estructuras hidráulicas.

10.3.1. Modelos de organización social en torno al agua en Sela

A partir de la diversidad de las fuentes de abastecimiento de agua, del tamaño de la cuenca de captación y de la ubicación de las instalaciones hidráulicas de Sela, se pueden sugerir distintos modelos de estructuración social en torno al acceso y explotación de este recurso (Geyer, 2009). Estos se basan en acuerdos entre una misma o distintas comunidades que definen su marco espacial, sus límites territoriales y sus zonas de influencia. Dichos modelos pueden evidenciar formas de cooperación y posibles conflictos (Mouton, 2009: 7-10).

En Sela se presentan dos posibles modelos de organización social respecto a la gestión del agua en función de la ubicación de las estructuras hidráulicas: en la cumbre del promontorio o en sus inmediaciones.

Las características físicas del promontorio, los límites territoriales de su cumbre y las pequeñas unidades de captación y almacenamiento de agua, sugieren la presencia de una única comunidad. Por tanto, la gestión de las instalaciones de captación y almacenamiento del agua confinadas en la parte superior del promontorio aislado de Sela, requerirían acuerdos intracomunitarios. Como defiende Mohamed Al-Dbiyat (2009: 186), la cohesión de la comunidad en torno a un interés colectivo como el agua podría reforzarse ante un peligro. Este podría ser la amenaza de otros grupos próximos o de una potencia exterior.

En contraste, la extensión territorial de las inmediaciones de Sela, donde se ubican las fuentes de abastecimiento, sugiere la presencia de diversos grupos o comunidades que habrían de compartir los mismos recursos. De este modo, la explotación del manantial situado en las inmediaciones del pueblo actual de Sela y la presencia de instalaciones hidráulicas en el Wadi Hirsh, podrían sugerir formas de gestión del agua compartida entre dichos grupos o comunidades. Esta gestión implicaría acuerdos intercomunitarios sobre los límites territoriales y los derechos de explotación de este recurso (Braemer y Davtian, 2009; Braemer *et al.*, 2009: 48, 2010: 109-110; Nigro, 2017: 1). Sin embargo, Mouton (2009: 9) señala que, cuando el agua depende de diferentes comunidades, su gestión puede ser fuente de conflictos. Este autor plantea que la gestión de los recursos hídricos sería relevante para la organización sociopolítica de los territorios. En este contexto, como apuntan Braemer y Davtian (2009: 59-60), la explotación del agua sólo puede realizarse en el propio territorio o en uno aliado, aunque su gestión sea más compleja. Ambos autores remarcan la importancia de que diversas comunidades compartan un recurso tan

relevante como el agua, ya sea una fuente permanente –un río o un manantial– o intermitente –un *wadi*–. Estos investigadores presentan el caso de la meseta basáltica de Leja, al sur de Siria, donde quince aldeas compartieron el agua de distintas fuentes (Braemer, 1988). La práctica de este sistema de complementariedad de recursos tuvo que realizarse mediante técnicas de abastecimiento de agua en varias cuencas hidrográficas. En este caso específico, fue una red de canales dispuesta en el Wadi Liwa, que transportó el agua a distintas aldeas desde la fuente de 'Ariqah. La construcción y el mantenimiento de estos canales de largo recorrido evidencian una planificación y control de los recursos hídricos por parte de diferentes comunidades. Esta planificación solo pudo llevarse a cabo mediante la cooperación y el acuerdo entre los grupos que diseñaron y utilizaron estas instalaciones. En el caso de las fuentes de agua permanentes, concretamente de los manantiales, el asentamiento de comunidades y desarrollo de aldeas es muy característico. En ocasiones, estas fuentes permanentes pudieron ser utilizadas por varias aldeas para su abastecimiento. Estos espacios pudieron ser territorios neutrales. Por tanto, como sugieren Braemer y Davtian (2009: 62), estos espacios pudieron corresponder a un lugar de contacto organizado entre grupos que explotaron la misma fuente de agua.

Debido a la ausencia de fuentes escritas, es difícil describir e interpretar con precisión los sistemas sociales y políticos de gestión hídrica. Tomando en cuenta las propuestas de Braemer y Davtian (2009), las instalaciones identificadas y su disposición espacial en el asentamiento pueden sugerir que los grupos humanos que habitaron Sela pudieron tener distintos comportamientos respecto a las fuentes de agua disponibles.

Las pequeñas unidades de captación, conducción y almacenamiento del agua ubicadas en la parte superior del peñasco de Sela podrían corresponder a una forma de control del agua que puede sugerir comportamientos de integración para el acceso al recurso. Estas instalaciones, ubicadas en la cima de un peñasco de difícil acceso y fácilmente disponible, indican una protección del recurso frente al resto de grupos que pudieron habitar en las áreas circundantes. Sin embargo, la presa M130 y el canal C105 instalados en la parte inferior del asentamiento, podrían indicar un espacio de interacción entre diferentes grupos. Lo mismo sucedería con la explotación del manantial ubicado en las inmediaciones de Sela. En ambos casos, su eficiente gestión solamente podría realizarse mediante la negociación entre los pueblos interesados y, por tanto, podría corresponder a una gestión colectiva, solidaria y consensuada del agua. La conflictividad en torno al agua, se produce con mayor frecuencia cuando la población que debe abastecerse de ella

es de mayor tamaño (Braemer y Davtian, 209: 63). Su control y reparto se realizaría mediante la intervención de una autoridad política superior. La ausencia de canales de conducción de agua para el transporte a/o desde áreas alejadas o de depósitos de gran envergadura podría indicar que los puntos de agua de la parte inferior del yacimiento de Sela no tuvieron que compartirse mediante una red de distribución centralizada. De este modo, estas instalaciones funcionaron como entidades de tipo doméstico y/o familiar y, por tanto, no parecen haber necesitado la intervención de una autoridad política superior para su regulación.

10.3.2. Organización social para la construcción y mantenimiento de las instalaciones hidráulicas

La construcción y explotación de las distintas fuentes de abastecimiento y el tamaño de la cuenca de captación de agua requiere el dominio de técnicas significativamente diferentes (Chevalier *et al.*, 2009: 109). Sucede lo mismo con el modelo de organización de la mano de obra para el diseño, ejecución y mantenimiento de los distintos sistemas hidráulicos.

A modo de ejemplo, en la obra de Ali *et al.* (2009), se establecen algunos parámetros sobre la mano de obra necesaria para construir una cisterna con técnicas tradicionales. Según estos autores, para la excavación y desarrollo de la boca de entrada del tipo de las existentes en Sela, se necesitaría entre dos o tres trabajadores cualificados durante dos semanas. La excavación de la cámara de almacenamiento podría llevarse a cabo por cuatro o cinco trabajadores durante uno o dos meses. Finalmente, la construcción de la superestructura y el revestimiento de la cámara de almacenamiento con morteros de cal para evitar la filtración requeriría uno o dos especialistas que podrían completar la tarea durante tres o cuatro semanas más.

Por contraste, en las cuencas de captación de agua de mayor tamaño, como la del Wadi Hirsh, la escorrentía podía llegar a tener un carácter de inundación repentina, torrencial e impredecible (Bagg, 2012). Por tanto, las obras hidráulicas ubicadas en este espacio, como la represa M130, tienen un diseño más complejo (Beckers *et al.*, 2013a: 148). Al mismo tiempo, estas instalaciones implican trabajos de más envergadura (movimiento de tierras). Por tanto, para su planificación y ejecución sería necesaria una organización más compleja, una mayor inversión de recursos materiales y especialistas (Chevalier *et al.*, 2009: 110-111).

Además de la construcción de las estructuras hidráulicas de Sela, fue necesaria una organización adecuada para su mantenimiento, supervisión y reparaciones (Jansen, 2000: 104). De este modo, se garantizaría la durabilidad de los diferentes sistemas y dispositivos hidráulicos. Las principales tareas de mantenimiento se realizarían antes de la temporada de lluvias y se basarían principalmente en (Ali *et al.*, 2009: 15):

- 1) limpieza de la vegetación que hubiese crecido en las diferentes cuencas e instalaciones hidráulicas para evitar agrietamientos, hundimientos o colapsos;
- 2) reparación de las estructuras afectadas de forma natural, por malos usos o por su ejecución;
- 3) limpieza de los depósitos de sedimentación de los materiales depositados tras los episodios de precipitación;
- 4) reparación de las grietas y fisuras de las instalaciones que pudiesen causar riesgo de fugas mediante la aplicación de morteros.

Las estructuras hidráulicas podían estar en desuso durante largos periodos de tiempo. Por tanto, su mantenimiento tuvo que ser fundamental. Las estructuras bien mantenidas pueden reconstruirse fácilmente. Sin embargo, las estructuras que colapsan requieren una mayor inversión de recursos para su reconstrucción.

10.3.3. Complejidad sociopolítica y jerarquización en torno al agua

Mouton (2009: 8) establece una jerarquía de gestión del agua en función del tamaño de las cuencas hidrográficas:

- 1) las pequeñas unidades de captación del agua estarían en manos de grupos familiares;
- 2) las redes de riego de una cuenca hidrográfica estarían gestionadas por una comunidad;
- 3) las diversas cuencas de captación para suplir las necesidades urbanas o agrícolas de un centro dominante estarían gestionadas por una red “federal” gestionada por organizaciones fuertemente jerarquizadas.

La complejidad de los grupos sociales dependió del número y de la relación jerárquica de los miembros que la conforman (Braemer *et al.*, 2010: 109).

Siguiendo la propuesta de Mouton (2009: 8) sobre la jerarquización de la gestión del agua en función del tamaño de la cuenca hidrográfica o de las áreas de captación, los resultados obtenidos de los sistemas hidráulicos de Sela pueden determinar el nivel social de gestión

de los recursos hídricos en este asentamiento. Las estructuras más modestas y que no necesitan un mantenimiento complejo como son las estructuras de captación, conducción y almacenamiento del agua de la lluvia, estarían en manos de pequeñas unidades sociales, como son una familia o una tribu. En cambio, la gestión de las estructuras de mayor complejidad, envergadura y sofisticación como puede ser la represa M130 identificada en el Wadi Hirsh, implicaría a toda la comunidad de la zona o a distintas unidades familiares o tribales.

Por tanto, tanto el tamaño de las estructuras, su diseño y necesidades para su implementación, funcionamiento y su ubicación espacial dentro de los límites del yacimiento pudieron implicar distintos grados de gestión social.

El modelo de organización social propuesto para Sela, a partir de las instalaciones identificadas en ambas partes del asentamiento, podría corresponder con una familia extensa u organización tribal jerarquizada. Según autores como Braemer *et al.* (2010: 110-111), sus miembros serían prácticamente iguales y solamente habría un individuo con una autoridad superior, que sería limitada y que se basaría en la reciprocidad. Este sería designado como árbitro de la comunidad y como representante ante las comunidades vecinas (Knauf, 1992; LaBianca y Younker, 1995; LaBianca, 1999; Bienkowski y van der Steen, 2001; Szuchman, 2009; Tebes, 2016). Para otros autores como Bienkowski y van der Steen (2001: 29), aunque subrayan que la autoridad no tuvo que estar centralizada desde un Estado, esta tuvo que responder a una monarquía supra-tribal. De este modo, las tribus y confederaciones tribales estarían vinculadas a una jefatura supra-tribal, aunque cada tribu controlaría su área y sus distintas fuentes de agua disponibles. Como sugieren estos autores, así como Braemer *et al.* (2010: 110), las relaciones entre los diferentes grupos sociales no tienen por qué organizarse necesariamente en una jerarquía. Como indica Bienkowski (2007), entre otros, las relaciones, por tanto, podrían ser heterárquicas y no jerárquicas (Bienkowski, 2007). El ordenamiento de tipo heterárquico explica las relaciones entre distintos grupos de poder en un contexto donde no hay un centro hegemónico centralizado (Faro, 2008: 17).

A diferencia de otros yacimientos, en Sela no se ha encontrado ninguna estructura de conducción de agua para el transporte a/o desde áreas alejadas. Autores como Arnaud Chevalier *et al.* (2009) señalan que este tipo de estructuras a gran escala sólo podría implementarse por una autoridad política fuerte y organizada. Para muchos autores, esta entidad solamente pudo ser de tipo estatal. Aunque la historiografía tradicional enfatiza

el poder estatal detrás de las grandes obras de ingeniería hidráulica, como defiende el investigador Øysten S. LaBianca (2006: 138), hay que ser cautelosos y no considerar que las demás formas de control del agua sean marginales (LaBianca, 2006: 138). Las sociedades antiguas pudieron gestionar el agua en un nivel local sin la necesidad de una regulación o control de orden superior (Lafont, 2009; Kapjin, 2018: 3).

La gestión comunitaria y la supeditada a un poder supracomunitario de los recursos hídricos no son excluyentes. A modo de ejemplo, ambas prácticas están representadas en la estela moabita del rey Mesha (ca. 853 a.C.)²⁷⁰ (Ullendorff, 1958; AbdelKhaleq y Alhaj Ahmed, 2007: 85; Shqiarat *et al.*, 2010: 207; Tebes, 2018):

“[...] e hice dos embalses en medio de [Qerkhah]. Ahora no había cisterna en la ciudad, así que le dije a toda la gente: que cada hombre haga una cisterna en su casa” (Wählin, 1997: 234)²⁷¹.

En la inscripción aparece una figura real como la encargada de promover y costear dos depósitos en una ciudad. Sin embargo, el mismo monarca requiere a los ciudadanos la construcción de cisternas en sus casas²⁷². Estas instalaciones probablemente estarían gestionadas por las comunidades locales, a diferencia de las grandes obras hidráulicas que estarían bajo el control de una organización estatal o un poder real (Braemer *et al.*, 2010: 92; Porter, 2018).

Los sistemas hidráulicos identificados en la parte superior de Sela se caracterizan por ser estructuras hidráulicas modestas –principalmente cisternas y canales que conducen el agua a estas instalaciones– y la ausencia de grandes instalaciones hidráulicas –grandes depósitos de almacenamiento de agua, sistema de canalizaciones para distribuir el agua entre diferentes instalaciones o acueductos–. Estas características pueden sugerir la no injerencia de élites o de un Estado con las formas de organización hidráulicas. La composición de los sistemas hidráulicos identificados en este trabajo podría sugerir que

²⁷⁰ Se trata de la estela AO 5066 realizada en basalto que se encuentra en el Museo del Louvre. Véase: <https://www.louvre.fr/en/oeuvre-notices/mesha-stele> [Consulta: 25/10/2020].

²⁷¹ Traducción del original en inglés por la autora. Texto en el idioma original: “[...] and I made two reservoirs in the midst of [Qerkhah]. Now there was no cistern in the city, so I said to all the people: Make you every man a cistern in his house”.

²⁷² En esta inscripción, el rey Mesha detalla los proyectos de construcción que emprendió a lo largo de Moab como testimonio de su poder real (Kaplan, 2010: 23). Entre ellos, se incluye la construcción de sistemas de agua. Como sostiene John Kaplan (2010), sobre la interpretación de las instalaciones relacionadas con el agua de las líneas 23b y 26a de esta inscripción, hay discusiones filológicas entre autores como John Emerton y Zecharia Kallai.

Sela pudo servir de refugio ocasional a las poblaciones de los alrededores. Esta función podría compararse con los *husûn* o “fortalezas” en altura del Levante español, donde, a modo de refugio, las familias del distrito podrían acudir en caso de ataques o en momentos de peligro (Bazzana *et al.*, 1988). Por otro lado, el elevado número de pequeñas estructuras de captación, conducción y almacenamiento del agua podrían indicar que fueron excavadas y puestas al servicio de pequeñas unidades sociales –familias–. Este modelo podría corresponder a los graneros fortificados de Marruecos. Estos son recintos amurallados en altura, que desde el exterior parecen auténticas fortalezas, con su interior dividido en multitud de células donde cada familia guardaba sus provisiones (grano y otros víveres). Al mismo tiempo, tal multitud de estructuras también apunta a la ocupación habitual –y no sólo en momentos de peligro– de Sela. Una posibilidad es que este asentamiento fuese ocupado por parte de perceptores de impuestos al paso de caravanas, mercaderes o de beduinos en busca de pastos ocasionales en la zona del *wadi*. Es decir, que Sela pudo servir también como sede modesta de algunos agentes al servicio de las autoridades de Edom y de los poderes posteriores que dominaron esa zona. Incluso cabe pensar que pudo formar parte de una red de puestos avanzados de vigilancia en altura capaz de transmitir información –mediante fuegos u otros mecanismos– sobre el desplazamiento de ejércitos, caravanas, grupos hostiles u otros colectivos de la región.

De acuerdo con la evidencia disponible, y en ausencia de un sistema estatal desarrollado en la mayor parte del Levante durante estos primeros periodos, la gestión del agua en Sela estuvo en manos de comunidades locales capaces de crear un sistema de organización social. La gestión comunitaria de este recurso fue garantía de buen funcionamiento en el sentido de interés colectivo (Mouton, 2009: 8; Braemer *et al.*, 2010: 109-110). LaBianca (2006: 138) argumenta que el éxito de esta gestión se debe en gran parte a la mayor resiliencia de estas comunidades. Según este autor, las prácticas de gestión del agua a nivel local son más resistentes a los periodos de inestabilidad política y menos vulnerables a los agotamientos y colapsos.

10.4. Impacto económico del agua en Sela

La limitada disponibilidad de agua, convierte este recurso en un bien sujeto a normas de obtención, mantenimiento, distribución y propiedad. Su uso se dedica a garantizar la subsistencia y el desarrollo de actividades productivas de las comunidades.

Los resultados del análisis de la distribución espacial de las estructuras hidráulicas de Sela contribuyen a diferenciar posibles espacios y usos en torno al agua (Garbrecht, 1985).

10.4.1. Espacios y usos del agua en Sela a partir de las instalaciones hidráulicas

Las estructuras que forman las redes hidráulicas de Sela reflejan los límites espaciales del territorio. Estos corresponden a:

- 1) la parte superior del promontorio;
- 2) el área del Wadi Hirsh adyacente a las escaleras que conducen a su cumbre;
- 3) las inmediaciones del pueblo actual de as-Sila’.

En estos espacios se encuentran los puntos de agua accesibles y aprovechables por los ocupantes de Sela. La ubicación de las fuentes de abastecimiento y de los diversos sistemas y dispositivos hidráulicos, indica que el agua de Sela se destinó principalmente para el uso local. Los distintos usos del agua fueron el consumo humano, del ganado y para actividades agrícolas.

El análisis de las redes hidráulicas en el promontorio de Sela indica que estaban diseñadas principalmente para la captación y almacenamiento del agua de la lluvia. Esta agua estaba destinada al consumo humano. La cantidad de estructuras observadas con este propósito están distribuidas por todas las áreas de la parte superior del yacimiento. Estas instalaciones forman parte de pequeños conjuntos compuestos principalmente por una cisterna tipo 1, 3 o 4, un canal de entrada y/o de salida y, en algunos casos, un depósito de sedimentación. La distribución espacial de las principales estructuras hidráulicas analizadas se presenta en la figura 10.24.

En el área L, el número de cisternas es mayor que en cualquier otra. Todas ellas se concentran desde aproximadamente el centro del área hacia su límite sur. Algunas cisternas tienen un canal de entrada del agua como D87 y D57 y otras como D53 y D55 tienen un canal, que procede de un depósito de sedimentación. Lo mismo sucede en el extremo sureste del área I, donde también hay una concentración de cisternas para captar el agua de la lluvia. Las cisternas D33, D34 y D30 tienen un canal que procede de un depósito de sedimentación y la cisterna D45 presenta un canal de entrada de agua. En el área G, estas instalaciones se concentran principalmente en su extremo oeste, exceptuando el sistema hidráulico del sector S10 y, en el área H, estas se concentran en el extremo noreste, exceptuando la cisterna D26 del sector S19. Finalmente, en el área

central del yacimiento (K), estos sistemas se ubican en todos los sectores exceptuando en S32 y, finalmente, en el área E se concentran en los sectores S2, S3 y S4 (Fig. 10.23).

A partir del estudio de la topografía general del asentamiento, se ha determinado que todas las cisternas se encuentran en los lugares óptimos para captar el agua de escorrentía. Estos espacios se ubican en cotas más bajas que sus áreas de captación para favorecer la entrada del agua mediante las pendientes propias de la irregularidad del terreno. La presencia de las cisternas ubicadas al borde del precipicio del peñasco como la D75 del área E, las cisternas D51, D52 y D59 del área L, la cisterna D30 del área I y la cisterna D75 del área E, lo confirman. Sin embargo, la topografía actual puede haber variado respecto a la del pasado debido a los procesos naturales de erosión a lo largo de los siglos. La ausencia de estructuras arquitectónicas relacionadas con la mayoría de estos sistemas hidráulicos sugiere espacios exclusivos de captación y almacenamiento del agua. No obstante, no se puede descartar la existencia de estructuras realizadas con materiales perecederos que no se hayan conservado.

Tradicionalmente, el agua almacenada de las cisternas se ha considerado la más adecuada para el consumo humano. Se conoce esta preferencia²⁷³ en estudios sobre prácticas tradicionales de gestión del agua en Jordania, como el que lidera el *Rainkeep Project*:

“Usamos el agua del grifo para las ovejas y para lavar la ropa, pero guardamos el agua de la cisterna para nosotros” (Nydaahl, 2002: 17)²⁷⁴.

Además, la presencia de depósitos de sedimentación indica la posible presencia de materia en suspensión en el agua. A excepción de las áreas E y K, en el resto hay al menos uno. Su ubicación puede responder a zonas con un mayor arrastre de material. Precisamente, en el área F se han hallado distintos elementos destinados a la conservación de la calidad del agua. Estos son los tramos de canales cubiertos (C14, C118, C119, C120 y C121) y la cisterna intermedia de regulación (D13). Dichos elementos pueden sugerir un sistema de captación, conducción y almacenamiento del agua para unos requerimientos de calidad necesarios para el consumo humano.

La presencia de piscinas y del reservorio como depósitos abiertos sugiere el abastecimiento de agua para el ganado. La disponibilidad de agua para los animales haría

²⁷³ En esta área, el agua municipal fue introducida en los años ochenta (Wählin, 1995, 1997; Nydaahl, 2002: 14).

²⁷⁴ Traducción del original en inglés por la autora. Texto en el idioma original: “*We use the tap water for sheep and washing clothes but we save the cistern water for ourselves*”.

factible el pastoreo y reduciría el tiempo y la energía necesaria para recorrer largas distancias en busca de agua (Hammer, 2018: 63). En el área I, donde se ubican todas las piscinas, se han podido documentar toda una serie de características singulares que quizás señalan un espacio único en el asentamiento. Estas son:

- 1) no hay cisternas excavadas total o parcialmente en la roca (tipo 2 y 3) y todas sus formas internas se han propuesto como cilíndricas;
- 2) estas formas solamente se han observado en esta área;
- 3) hay plataformas excavadas;
- 4) no se puede asegurar una asociación de las estructuras hidráulicas con otras construcciones de su alrededor.

El uso de esta área ha sido estudiado por diversos autores (Lindner, 1989a: 280-281; Kołodziejczyk, 2015: 107). Algunos indican que la presencia y disposición de plataformas excavadas podrían constituir los cimientos de estructuras domésticas. Esta hipótesis se descartó, ya que se consideraron demasiado grandes para este propósito (Lindner, 1989a: 282). Para estos autores, la disposición simétrica de las escaleras y la ordenación del espacio podría corresponder a un antiguo lugar de culto²⁷⁵ parecido a los identificados en Petra o en el centro urbano de Hegra (Lindner, 1989a: 281; Dentzer, 2008: 14, 2010). Por tanto, el uso de estas piscinas podría ser muy diverso: abastecimiento de ganado, consumo humano o posible uso ritual.

Las estructuras hidráulicas del Wadi Hirsh (M130 y C125) y el canal de ladera (C17), seguramente se construyeron para el abastecimiento agrícola y ganadero (Bruins *et al.*, 1986; Oweis *et al.*, 2012: 3-71; Driessen y Abudanah, 2018).

Finalmente, el agua del manantial de las inmediaciones de Sela, debido a su calidad, también podría utilizarse para el consumo humano.

²⁷⁵ Estos se han denominado los “*high places*”, ya que se encuentran en espacios con cotas elevadas. Se caracterizan por estar excavados en la roca y, según Lindner (1989a: 281), pertenecen al periodo del Hierro y al periodo helenístico.

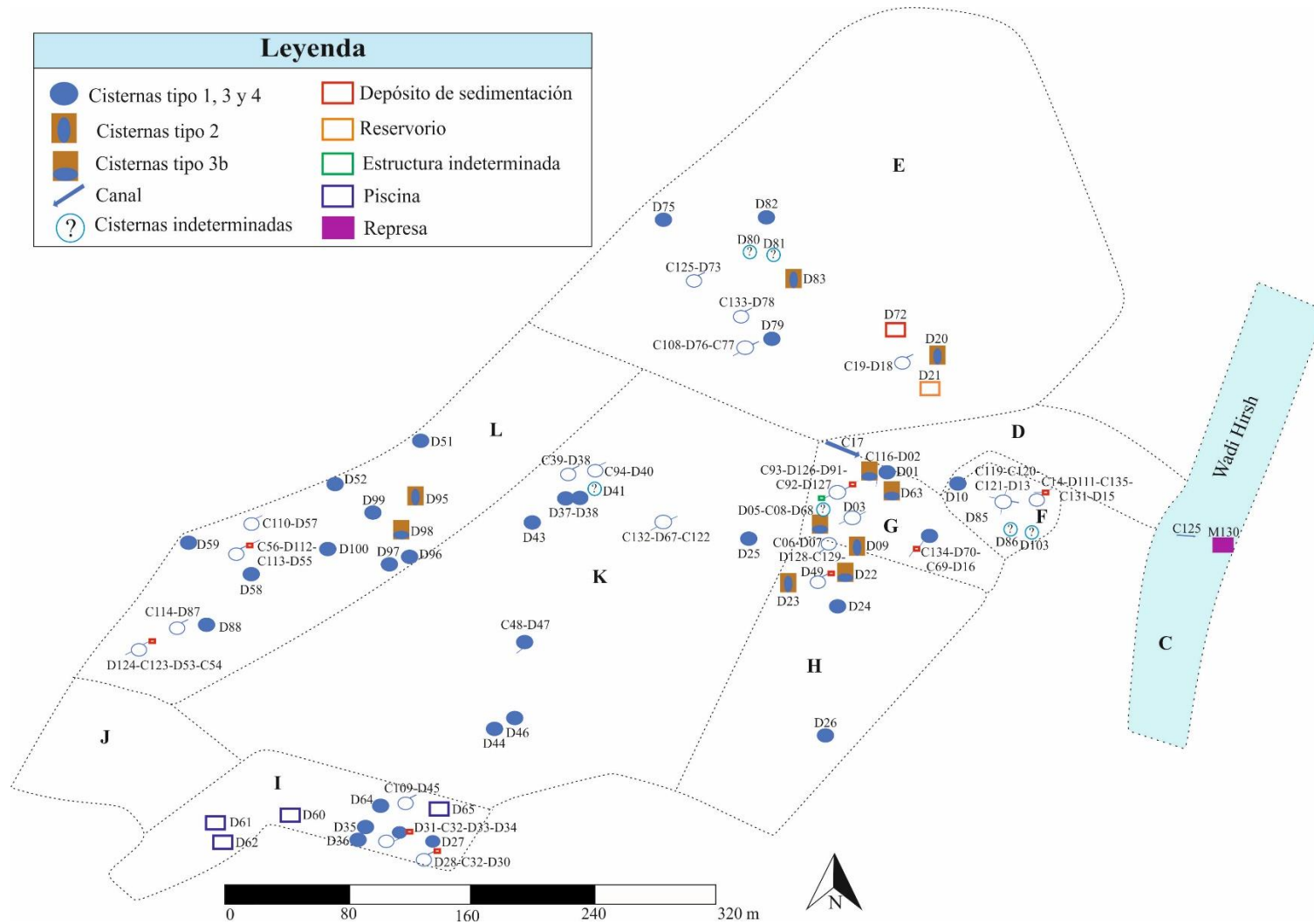


Figura 10.24. Distribución espacial de las principales estructuras hidráulicas analizadas.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos topográficos del Proyecto Arqueológico de Sela.

10.4.2. Uso comunal y doméstico del agua en Sela

En las sociedades tradicionales actuales jordanas, se diferencian estructuras hidráulicas para usos comunales o para usos domésticos (Wählin, 1995, 1997). El uso de los manantiales y pozos es comunal, mientras que el uso de las cisternas es doméstico (Abdulkarim y Charpentier, 2009: 149). En el texto de la estela del rey Mesha de Moab, también se hace referencia a ambos usos. Autores como Bruce Routledge (2013: 64) afirman que el término utilizado para reservorio hace referencia a un uso público mientras que la cisterna haría referencia a un uso doméstico.

En Sela, aunque podemos suponer que el acceso y uso del agua estaba reglamentado por diferentes normas de la comunidad, los diferentes espacios analizados no pueden arrojar luz sobre este aspecto. El principal impedimento es la ausencia de un urbanismo claro y la escasa presencia de estructuras arquitectónicas que se puedan contextualizar con las instalaciones hidráulicas.

En las áreas donde se han conservado más restos de estructuras arquitectónicas se podría diferenciar entre su uso comunal o doméstico, pero solamente se trata de hipótesis. Esto sucede, por ejemplo, con la cisterna D07 que se encuentra ubicada al final de una especie de “avenida” en el área H (Fig. 10.25).



Figura 10.25. Ubicación de la cisterna D07.
Fotografía: Proyecto Arqueológico de Sela.

Esta ubicación podría responder a un uso comunal, si entendemos que no se encuentra dentro de una unidad doméstica (Abdulkarim y Charpentier, 2009: 151). Por las mismas razones, también podríamos indicar el uso doméstico de las estructuras hidráulicas halladas en la H1²⁷⁶ y en la H2. En el caso de la H1, fechada en el s. XVI d.C., sería un ejemplo de uso de agua en un espacio doméstico (Da Riva, en prensa).

Dentro del complejo de la H1, la estructura D115 pudo funcionar como un pequeño depósito a modo de cubeta para almacenar agua u otros líquidos. En cambio, la cisterna D15 con su sistema de decantación del agua, podría parecerse a las cisternas domésticas de las casas helenísticas de Delos (Hodge: 2002a: 22; Mays *et al.*, 2013: 1919-1920). Generalmente, en estas unidades domésticas, el patio central o peristilo presenta una cisterna, que almacenaba el agua de la lluvia proveniente de los techos o bien de la misma superficie del patio. Según investigadores como Hodge (2002a: 22), estas cisternas tendrían forma de botella o botella cilíndrica, una profundidad en torno a los 5-6 m y estarían cubiertas. En cambio, otros autores como Mamoun Abdulkarim y Gérard Charpentier (2009: 149), entre otros, sugieren que los depósitos que recogen un mayor volumen de agua, como el reservorio D21 o las instalaciones que funcionan como depósito y muro de contención, como la represa M130, podrían tener un uso comunal (Tolle-Kastenbein, 2005; De Feo *et al.*, 2010).

10.5. Estructuras de agua y arqueología del poder en la región

El análisis de los yacimientos prospectados por los proyectos WHS, ARNAS, SGNAS, TBAS y SAAS ha permitido examinar qué tipo de estructuras hidráulicas son las predominantes en la región y con qué tipo de asentamientos se asocian.

Las instalaciones hidráulicas predominantes son las cisternas, aunque la presencia de canales y, en general, de instalaciones de captación de agua es muy notoria. La fuente de abastecimiento predominante en toda la región es el agua de la lluvia (Ionides y Blake, 1939) y, por tanto, los sistemas de gestión de agua se basaron principalmente en su captación y almacenamiento (Fig. 10.26).

²⁷⁶ La descripción e interpretación de esta estructura se puede consultar en Da Riva, 2019b: 275-276.

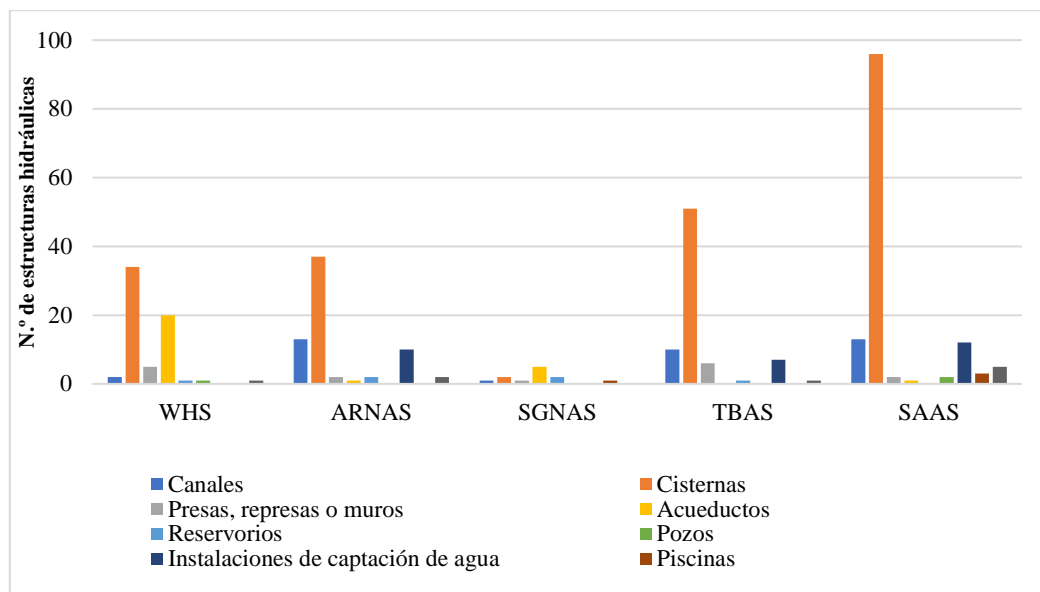


Figura 10.26. Número de estructuras hidráulicas por tipos según los diferentes proyectos de prospección analizados.

Fuente: Elaboración propia.

Muchos de los yacimientos prospectados han sido clasificados como poblados, aldeas y/o granjas, campamentos estacionales, fortalezas y/o torres o bien por el tipo de instalaciones hidráulicas identificadas. Un gran número se han clasificado a partir de otros restos documentados (Fig. 10.27)²⁷⁷. Sin embargo, las estructuras hidráulicas halladas en cada uno de ellos no pueden asociarse a un tipo de asentamiento concreto. Su estudio, basado en prospecciones, es muy general y no permite determinar su función sin una intervención más exhaustiva.

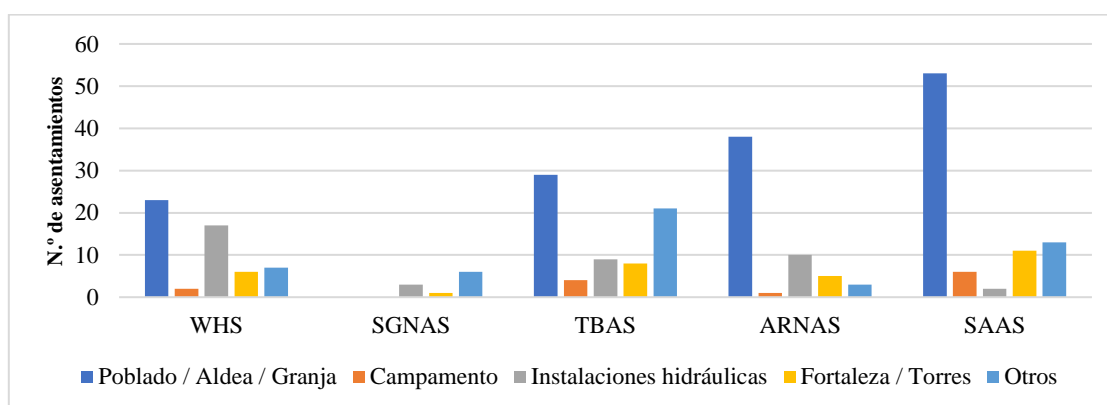


Figura 10.27. Número de asentamientos según la tipología asignada por los diferentes proyectos de prospección analizados.

Fuente: Elaboración propia.

²⁷⁷ Véase el Anexo D, tablas 1-5.

La presencia tan elevada de yacimientos definidos exclusivamente a partir de sus estructuras hidráulicas, es un indicador de las limitaciones de estos estudios, ya que la interpretación individual de estas instalaciones no puede definir la función de un asentamiento.

10.5.1. Sela y los hábitats fortificados de montaña/altura (mountain strongholds)

Un tipo de asentamiento de la región en estudio definido a partir de su ubicación, sus características defensivas y sus estructuras hidráulicas es el *mountain stronghold*. Su emplazamiento, en lugares de difícil acceso, fáciles de defender y su distribución en la meseta del sur de la Transjordania son los rasgos que, para autores como Ben-David (2001), justifican que se trate de un fenómeno regional. En este contexto, Sela presenta algunas características en común que encajan dentro de este fenómeno (Lindner y Knauf, 1997: 261).

Según autores como Ben-David (2001: 8), los *mountain strongholds* presentan un denominador común: su emplazamiento. Al igual que Sela, estos asentamientos se ubican en las tierras altas de Edom, en picos aislados a lo largo de las laderas occidentales de la meseta de la Transjordania. La mayoría se sitúa en altitudes entre 800-1200 m s.n.m. Cada asentamiento se erige sobre formaciones rocosas propias del terreno local, generalmente afloramientos de arenisca. Estas son las dos presentes en el sur de Jordania: formaciones *Disi Sandston* y *Umm Ishrin*²⁷⁸ (Mouton y Schmid, 2013: 28). Respecto a la distribución espacial, muchos de estos asentamientos se sitúan en el área de Petra²⁷⁹ o más al norte, como es el caso de Sela (Zeitler, 1992; Lindner *et al.*, 1996b: 153-161 Bienert *et al.*, 2000: 127-33; Ben-Yosef *et al.*, 2014).

Otra de sus características principales es la seguridad y defensa, que proporcionan las propiedades naturales de los promontorios. Sin embargo, en algunos de estos yacimientos también se han encontrado estructuras de fortificación como la torre de vigilancia de

²⁷⁸ Jabal al-Qseir, Khubtha, Ba'ja III, Sheik er-Rish y Sela formarían parte del primero y Umm Biyara y Umm al'Ala del segundo.

²⁷⁹ Véase el Anexo D, tabla 6.

Umm al-‘Ala o la torre (T1) de Sela. Basándose en ambos parámetros, se podría interpretar la función de Sela (Lindner y Knauf, 1997: 262):

- 1) como un lugar seguro para el almacenamiento de recursos;
- 2) como un refugio para las personas.

Finalmente, otra característica de los *mountain strongholds* de la zona de Sela es que constituyen una cadena montañosa que comunica la zona del golfo de Áqaba con la del Mar Muerto. Esta ruta de intercambios, que según Lorenzo Nigro *et al.* (2018, 2020), podría haber funcionado desde el Bronce Antiguo, según autores como Raphael Greenberg, David Wengrow y Sarit Paz (2010), habría servido para que productos egipcios hubieran llegado hasta la parte septentrional de Jordania y más allá. La presencia de una inscripción de Nabónido (Da Riva 2015: 17, 2016: 31-32, 2019a: 157, 2019b: 270-271), y el interés de este monarca por controlar zonas de paso, como el oasis de Tayma en rutas comerciales como la ruta del incienso, puede explicarse por el papel de Sela como una encrucijada.

En opinión de Lindner (1986, 1992), estos yacimientos se establecieron por primera vez en el s. VII a.C. y funcionaron como áreas para el almacenamiento seguro de alimentos u otros bienes. Mouton y Schmid (2013: 28) argumentan que, la ausencia de la cerámica “fina” o pintada típica edomita (Oakeshott, 1983), así como la evidencia de conjuntos cerámicos de almacenamiento podrían corroborar esta interpretación. Para estos autores, la economía de sus ocupantes se basaría en el intercambio de productos agrícolas con otros asentamientos de la meseta. Por otro lado, este y otros autores (Lindner, 1986; Lindner y Farajat, 1987; Lindner *et al.*, 1988; Lindner *et al.*, 1990; Lindner, 1992; Lindner *et al.*, 1996b; Ben-David, 2001: 9), no descartan que se trate de refugios en caso de amenaza para los habitantes de los asentamientos permanentes de la región o para las bandas de ladrones de las caravanas que atravesaban Edom. Sin embargo, la historia e interpretación de la función de estos asentamientos, así como su cronología, todavía está en discusión.

Sela y los *mountain strongholds* analizados comparten dos características respecto al agua (Lindner y Knauf, 1997: 261; Ben-David, 2001: 8):

- 1) la presencia de instalaciones de captación y almacenamiento de agua en sus cumbres;

2) la proximidad de fuentes de aguas subterráneas y superficiales.

En relación con la primera característica, el emplazamiento de la mayoría de las estructuras hidráulicas en las cumbres de los promontorios escarpados garantizaría la protección, defensa y control del agua captada y almacenada (Lindner *et al.*, 2001: 262-263; Kołodziejczyk, 2015: 110).

En relación con la segunda característica, al igual que en Sela, la fuente de abastecimiento en las cimas de estos promontorios fue el agua de la lluvia. Asimismo, estos asentamientos se encuentran muy cerca de fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Excepto Sheikh er-Rish, los demás manantiales se ubican en los *wadis* o en sus inmediaciones. En Umm al-‘Ala (as-Sadah), el manantial más cercano está en el Wadi as-Sadah, Qurayyat al-Mansur, en el Wadi al-Faid y Umm al-Biyara, en el Wadi as-Siyagh. Igualmente, en Ba’ja III, Kutle II y Jabal al-Khubtha, los manantiales se encuentran a distancias muy cercanas²⁸⁰. Todos ellos se encuentran en cotas más bajas respecto a la cima del promontorio.

Los resultados de este estudio han evidenciado que en Sela hay dos variables que no se han observado en otros *mountain strongholds*: la gran cantidad de estructuras hidráulicas y, como rasgo singular, la presencia de la inscripción de Nabónido²⁸¹. Por un lado, hay que destacar que, de todos los asentamientos seleccionados en este estudio, el único que presenta más de una veintena de instalaciones hidráulicas es Jabal al-Qseir, frente a la escasa evidencia de estas instalaciones en yacimientos como Umm al-Biyara o Ba’ja III. Por otro lado, como sostiene Da Riva (2015: 17, 2016: 31-32, 2019a: 157, 2019b: 270-271), la inscripción de Nabónido es la única evidencia firme de la presencia babilónica durante la Edad del Hierro en el sur de Jordania y la indicación más clara de la importancia de Sela durante ese periodo. Por tanto, ambas variables quizás indican una mayor importancia jerárquica de Sela respecto a otros asentamientos del mismo tipo.

²⁸⁰ Véase el Anexo D, tabla 6.

²⁸¹ Sobre la expansión imperial neobabilónica en el altiplano de Edom a mediados del I milenio a.C. a partir del estudio de esta inscripción, véanse los artículos de Da Riva (2016, 2019).

10.5.2. Sela en la encrucijada: focos de articulación políticos y económicos en la región

Uno de los aspectos más relevantes de Sela es su ubicación estratégica en la encrucijada de diferentes rutas de caravanas y su cercanía a focos políticos y económicos de la región como las minas de cobre del Feinán, los *mountain strongholds* o Busayra (Fig. 10.28).

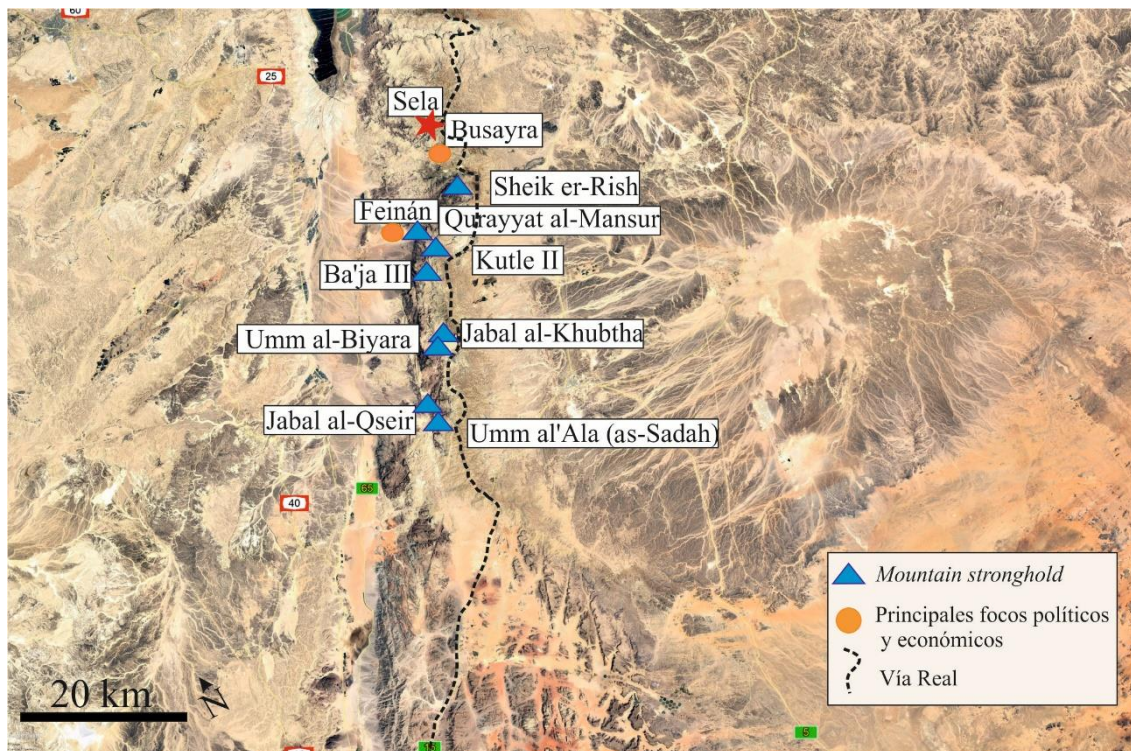


Figura 10.28. Ubicación de Sela respecto a los principales focos económicos y políticos en la región en estudio.

Fuente: Google Maps. Imagen © 2020 TerraMetrics, modificada por la autora. En:

<https://www.google.com/maps/place/As+Sala',+Jord%C3%A0nia/@30.3889906,35.6696645,174549m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x1503ea67aa7a88fb:0xbc06a8f294cd25d6!8m2!3d30.7715579!4d35.5834826> [Consulta: 04/07/2020].

1. Rutas comerciales, la región minera del Feinán y los *mountain strongholds*

Sela se encuentra a escasos 4 km de la ruta principal que atravesó de norte a sur la Transjordania durante el I milenio a.C. Se trata de la Vía Real (*King's Highway*)²⁸² (MacDonald, 1997). Esta ruta caravanera articulaba el tráfico de importación levantino de especias e incienso desde el sur de Arabia (Franke *et al.*, 2011). Según diferentes autores, a partir del s. IX a.C., se inició el comercio a gran escala de la mirra, el incienso y las especias (Groom, 1981; Parr, 1982; Avanzini, 1997; Peacock y Williams, 2007;

²⁸² Se trata de rutas no pavimentadas, ya que como indica Ben-David (2009: 723), no hay evidencia arqueológica de caminos pavimentados antes del periodo romano.

Ben-Yehoshua *et al.*, 2012; Gilboa y Namdar, 2015; Riehl y Shai, 2017). La ruta comercial se desarrolló desde la región de Dofar –en el sur de Omán–, a través de los oasis de Hadramaut, Timna y Marib y de allí al norte, a través de Najran, hacia la Transjordania²⁸³, el Mediterráneo, Egipto, Siria y Mesopotamia (Lipiński, 2013: 64). Esta ruta también pasó a través del Neguev por el valle de Beersheba a Gaza (Finkelstein, 1995: 152-153; MacDonald, 1997; Singer-Avitz, 1999; Bienkowski y Galor, 2006; Ben-Yehoshua *et al.*, 2012). Uno de los factores que incentivó este comercio fue el reemplazo progresivo de los asnos por los camellos como animales de carga (Ben-Yehoshua *et al.*, 2012: 10; Harrower, 2016: 60). Según Caroline Grigson (2012), este cambio no se produjo hasta el último tercio del s. X a.C.²⁸⁴. El comercio del incienso del sur de Arabia fue un factor clave en el desarrollo y crecimiento socioeconómico de la región (Liverani, 2003; Graslin-Thomé, 2009).

Otra ruta relevante en esta región fue la que conectaba, de este a oeste, la meseta de Edom con la zona minera de cobre del Feinán (Hauptmann, 1986; Hauptmann y Weisgerber, 1992; Hauptmann, 2007; Ben-David, 2009: 724; Levy *et al.*, 2012). De allí, la ruta continuaba hacia el oeste y luego hacia Gaza, en el Mar Mediterráneo. Autores como Nigro (2014) se refieren a este corredor como la “Ruta del Cobre”, utilizado desde la Edad del Bronce Antiguo. La región minera del Feinán (Ben-Yosef *et al.*, 2010, 2014), juntamente con la de Timna en Israel, son las mayores zonas de recursos del mineral del cobre en el Levante (Ben-Yosef, 2018a; Ben-Yosef *et al.*, 2019: 2)²⁸⁵.

Según investigaciones recientes, las sociedades tribales seminómadas locales fueron las encargadas de controlar las principales rutas comerciales (Tebes, 2006: 45-46) y explotar y comercializar el cobre (Ben-Yosef, 2010). En este contexto, como defiende Juan Carlos Moreno García (2016: 24), las poblaciones móviles y los actores no institucionales fueron

²⁸³ Alessandro de Maigret (1997) hace un análisis de las posibles rutas entre Najran a Ma'an.

²⁸⁴ Sobre la introducción de camellos domésticos como animales de carga en el sur del Levante, véase Grigson, 2012.

²⁸⁵ Los proyectos *Edom Lowlands Regional Archaeology Project* (ELRAP), dirigido por T. E. Levy y M. Najjar (Levy *et al.*, 2014) y *Central Timna Valley Project* (CTV), dirigido por E. Ben-Yosef (2018b) son los encargados de explorar y excavar los montículos de escoria de ambas regiones mineras. Véanse sus respectivas páginas web: <http://levlab.ucsd.edu/projects/elrap/> y (<http://archaeology.tau.ac.il/ben-yosef/CTV/>) [Consulta: 12/11/2020].

relevantes en la explotación mineral y también en el desarrollo de nuevas rutas comerciales²⁸⁶.

Finalmente, la ubicación de todos los *mountain strongholds*, a escasos kilómetros de la Vía Real, podría señalar su función relacionada con el comercio de caravanas entre Arabia y la costa mediterránea. Estos asentamientos podrían funcionar como pequeñas guarniciones para abastecer las diferentes etapas de caravanas y controlar así el comercio. Por tanto, como resultado de su ubicación geoestratégica en la encrucijada de los diferentes centros políticos y económicos de la región, Sela sería un asentamiento estratégico en el sur de la Transjordania durante gran parte del I milenio a.C. y, posiblemente, durante épocas posteriores.

2. Sela y Busayra

Según autores como Smith *et al.* (2014: 250), para evaluar la complejidad social y política de un asentamiento, se debe considerar su posición en la jerarquía regional considerando el volumen de población y su extensión territorial.

En este contexto, muchos investigadores han propuesto que Sela pudo estar bajo la influencia política de Busayra (Lindner, 1974a: 171). Los 4 km que separan ambos asentamientos son algunos de los argumentos para formular esta propuesta. Incluso hay hipótesis de que Sela funcionó como un refugio para sus líderes (Ben-David, 2001: 9).

La interpretación tradicional de Busayra (antigua Bozrah) es que fue la capital del reino de Edom (Bennett, 1973, 1974, 1975, 1977, 1983; Bienkowski, 2002; Bienkowski y Bennett, 2003). Busayra también se ha interpretado como un centro administrativo y religioso de Edom con control sobre la producción del cobre de la región, el comercio con el Neguev y Gaza y contactos con las potencias mesopotámicas (Bienkowski, 2002; Bienkowski y Bennett, 2003). Al igual que Sela, se trata de una fortaleza natural, ubicada en la cumbre de un promontorio. Sin embargo, su arquitectura monumental, así como el estilo y las técnicas de construcción con vínculos neoasirios son exclusivos de este asentamiento. Además, el material de prestigio predominante en Busayra sugiere que la

²⁸⁶ Para un análisis económico sobre la “globalización” a inicios del I milenio a.C. en el Mediterráneo y sus implicaciones en otras áreas, véanse Sherratt (2003) y Sherratt y Sherratt (1993).

élite funcionó como un poder de control o de unión bajo la tutela de Asiria, posteriormente al s. IX a.C. (Smith *et al.*, 2014: 250).

Sin embargo, desconocemos qué interconexión existía entre este asentamiento y otros con un supuesto nivel jerárquico inferior. Autores como Smith *et al.* (2014: 250) señalan que, aunque los recursos necesarios para construir el yacimiento de Busayra sugieren que pudo funcionar como una organización política central, no conocemos la extensión de su control ni cómo pudo mantenerlo. Para estos autores, las fortalezas documentadas al norte de Edom, así como las ubicadas cerca de Busayra, como es el caso de Sela, podrían reflejar una forma de administración “supra-tribal” (LaBianca y Younker, 1995). Sin embargo, desconocemos la relación real entre ambos asentamientos.

10.5.3. Hipótesis en torno al modelo de ocupación y el papel del agua en Sela

Las características defensivas y la ubicación geoestratégica de Sela son los factores principales que han permitido a los investigadores proponer diferentes hipótesis en torno a su función. Según la literatura científica, este yacimiento pudo funcionar como:

- 1) un poblado y una fortaleza y/o refugio (Lindner, 1989a: 282, 1992: 143-144; Lindner *et al.*, 2001: 276);
- 2) una fortaleza y/o refugio (Ben-David, 2001: 9; Lindner *et al.*, 2001: 262-263; Raz *et al.*, 2001: 20; Kołodziejczyk, 2015: 101; MacDonald, 2015: 29);
- 3) una fortaleza o un refugio dependiendo del marco temporal de ocupación (Hart y Falkner, 1985: 270).

Además de estas tres propuestas, se han formulado otras hipótesis. Ben-David (2001: 9) planteó que Sela pudo funcionar como bastión para los ladrones de las caravanas que atravesaron la región o que pudo formar parte de un sistema de fortificaciones que custodiaba las rutas de caravanas desde el Wadi Arabá hasta las montañas de Edom. Para Lindner y Knauf (1997: 262), Sela representaría una señal de la desconexión entre los habitantes que residían en la montaña y los de la meseta. Lindner *et al.* (1996: 162), en la misma línea interpretativa, consideran que, a finales del Hierro II, para eludir un poder centralizado, cada tribu se asentó en una ciudadela fortificada.

A partir de las interpretaciones sobre la función de Sela, hay tres modelos de ocupación posibles:

- 1) ocupación de larga duración o permanente;
- 2) ocupación de corta duración o puntual;
- 3) ocupación variable en función del marco temporal o el contexto sociopolítico y económico.

Todas las interpretaciones propuestas sobre la función de Sela dependen de diferentes factores como las características defensivas, su ubicación geoestratégica y del contexto sociopolítico de la región. A diferencia de las anteriores propuestas, en este estudio se han sumado a estos factores, la disponibilidad, la distribución y el control del agua. Probablemente, el conjunto de todos estos rasgos determinó la densidad, intensidad y continuidad de la ocupación humana en Sela.

A partir del presente estudio, se han establecido tres factores relacionados con las estructuras hidráulicas para validar una ocupación de larga o corta duración en Sela:

- 1) disponibilidad y acceso a los recursos hídricos;
- 2) la cantidad y complejidad de las estructuras hidráulicas;
- 3) la variedad de sistemas, dispositivos y el diseño de las redes hidráulicas.

Hay que indicar que el total de instalaciones hidráulicas de Sela pudo ser construido al mismo tiempo o a ser la suma de distintas construcciones a lo largo del tiempo.

1) Ocupaciones de larga duración o permanentes

De acuerdo con las propuestas de que Sela funcionó como una fortaleza, su modelo de ocupación pudo ser de larga duración o permanente (Raz *et al.*, 2001: 20). Este modelo también se corresponde con la interpretación de Sela como un poblado, un bastión para los ladrones de caravanas o como parte de sistema más amplio de fortificaciones que custodiaron las diferentes rutas comerciales (Ben-David, 2001: 9).

Para una ocupación permanente o de larga duración, sus habitantes necesitarían una cantidad de agua suficiente para subsistir. Esta cantidad variará en función del número de habitantes y de la demanda de agua. El único autor que ha propuesto una estimación sobre la demanda de agua en Sela fue Glueck. Este, tras estudiar una veintena de depósitos, afirmó que el agua almacenada y conservada en estos depósitos podría abastecer fácilmente las necesidades de una comunidad de al menos cien personas durante un año (Glueck, 1939: 29). No obstante, no se conocen los parámetros en los cuáles se basó este

autor para dicha afirmación. El presente estudio no permite examinar la demanda de agua a partir de la capacidad de los depósitos ni establecer una estimación del agua disponible en el yacimiento. Ello es debido a la elevada colmatación de las instalaciones, que no permite tomar las medidas necesarias para dimensionar sus capacidades. Además, aunque se estimara la capacidad de los depósitos, no se conoce su uso. Estas estructuras podrían pertenecer al mismo periodo cronológico, sucederse en el tiempo o pertenecer al mismo periodo, pero funcionar en distintos momentos como consecuencia de su colapso u otras incidencias. A pesar de ello, se ha observado que para muchas cisternas se ha propuesto una forma piriforme. Estas son las que tendrían una mayor capacidad de almacenamiento.

En relación con la disponibilidad y acceso a los recursos hídricos, además de los diferentes puntos de captación y almacenamiento de agua en la cumbre de Sela, también se podrían explotar y controlar otras fuentes de abastecimiento. El acceso al agua superficial del Wadi Hirsh (fuera de la época seca) y al agua subterránea del manantial Moyet Dleib, podrían complementar la demanda de agua. Asimismo, la vigilancia y control de los puntos de agua situados en las inmediaciones de Sela se podría realizar desde la vertiente noreste de la cumbre del peñasco.

En relación con la cantidad de estructuras hidráulicas, este estudio ha permitido identificar un total de 85 depósitos, la mayoría de los cuales son cisternas. La construcción de un número tan elevado de instalaciones hidráulicas para la captación y almacenamiento del agua, en contraste con otros asentamientos de la región, probablemente señala la necesidad de disponer de una gran cantidad de agua. Este escenario puede apuntar a:

1. una alta demanda relacionada con la presencia de una comunidad bastante extensa que explotaría este recurso condicionado a su estacionalidad;
2. disponer de una reserva de agua para las épocas secas.

En relación con el último factor, la diversidad de instalaciones hidráulicas para el almacenamiento, transporte y control del agua junto con el complejo diseño de las redes hidráulicas de Sela, sugieren un uso continuo. Estas instalaciones no podrían operar sin un mantenimiento mínimo que requeriría la permanencia de, al menos, un pequeño grupo. Sin embargo, en el caso de una ocupación de larga duración se hubieran tenido que detectar estructuras de almacenamiento de alimentos, así como restos de arquitectura de mayor entidad. La ausencia de estos restos, así como de una arquitectura de prestigio,

parecen corresponder a un modelo de ocupación del asentamiento que obedeciese a los intereses de una comunidad de manera estacional. Sólo, en menor medida, parece que pudo corresponder a los intereses de una entidad política superior como por ejemplo un puesto aduanero y/o de vigilancia. Además, la ausencia de una red jerarquizada y centralizada de canalizaciones para distribuir y abastecer grandes instalaciones de almacenamiento de agua, así como de depósitos de almacenamiento o desviación del agua de gran envergadura, sugiere un uso familiar y doméstico del asentamiento.

2) Ocupaciones de corta duración o eventuales

En la línea de investigadores como Ben-David (2001), Lindner *et al.* (2001), Kołodziejczyk (2015) o MacDonald (2015), que sugieren que Sela funcionó como un refugio, su ocupación sería de corta duración o eventual.

Según esta línea interpretativa, los grupos humanos solamente hicieron un uso eventual del agua almacenada en la parte superior de Sela en momentos de amenaza. La cantidad de estructuras hidráulicas de Sela indicaría la finalidad de acumular un mayor volumen de agua para posibles casos de emergencia. Sin embargo, el mantenimiento y control de tal cantidad de estructuras hidráulicas no podría realizarse sin tener una ocupación mínima permanente en el asentamiento.

Sobre la interpretación de que Sela funcionó como un refugio temporal, autores como Ben-David (2001: 9) plantean que sería un refugio para los habitantes de Busayra. Según este autor, la cercanía de Busayra –a tan solo 4 km– permitiría defender esta hipótesis. En esta misma línea, Starcky (1966a: 889) afirma que Sela, bien provista de depósitos de agua, constituía un refugio más seguro que Busayra, construido sobre un espolón unido a la meseta. Sin embargo, no hay suficiente información que indique si Sela fue un refugio de los habitantes de Busayra o un asentamiento sin una relación con un nivel superior de organización. Además, a partir de esta hipótesis, es una cuestión especulativa conocer las causas de la necesidad de refugio. Según Ben-David (2001: 9), los grupos podrían refugiarse de diferentes enemigos externos como el reino de Judá, las tribus de Arabia o los reinos de Asiria y Babilonia. También conocemos por Diodoro de Sicilia (XIX, 95, 1-2), que a finales del siglo IV a.C., los nabateos se protegieron contra el rey seléucida Antígono en una roca, que se interpretó que podría ser Sela (Kołodziejczyk, 2015: 102-

103). A pesar de ello, muchos investigadores consideran que este acontecimiento debería vincularse con Petra y no con Sela.

De acuerdo con los resultados obtenidos, esta eventualidad podría corresponder con el tipo de estructuras identificadas. Estas, básicamente compuestas por pequeñas unidades de captación, conducción y almacenamiento del agua de la lluvia en la cima del promontorio, podrían garantizar el aprovisionamiento de agua durante cortos periodos de tiempo. Por tanto, no se puede descartar que Sela funcionara como un refugio ocasional. Esta función podría compararse con los *husûn* o “fortalezas” en altura del Levante español. Como ya se ha indicado, estas fortificaciones servirían de refugio a las familias del distrito, las cuales podrían acudir en caso de ataques o peligros. Como hacen referencia Bazzana *et al.*, 1988, para el caso del castillo de Uixó (Castellón), en la cumbre se distingue un sector particular de depósitos y reservorios que pueden corresponder, en cierta medida, con los documentados en Sela. Su mantenimiento, podría estar relacionado con un posible uso como una sede modesta de algunos agentes al servicio de las autoridades de Edom y de los poderes posteriores que dominaron la zona.

3) Ocupación variable en función del marco temporal o del contexto sociopolítico y económico

Esta interpretación podría ser la más efectiva, ya que la extensa ocupación propuesta para este asentamiento podría haber generado distintos modelos de ocupación, según el periodo cronológico o en función de las condiciones sociopolíticas y económicas de la región.

Autores como Hart y Falkner (1985: 270), distinguieron una ocupación distinta en Sela, en función del periodo cronológico: como refugio o poblado durante el periodo del Hierro y los siglos II-I a.C. y como fortaleza durante el periodo omeya y mameluco. Para Lindner (1989: 282, 1992: 143-144), Sela funcionaría alternativamente como un lugar de vivienda y como un asentamiento temporal. El cambio de uso repetido dependería de la seguridad en la zona. Para este autor, podría ser un lugar fortificado para las comunidades de los alrededores, que residirían de forma permanente en las inmediaciones y se refugiarían en Sela ante casos de amenaza. Quizás el lugar de residencia se ubicaría en el actual pueblo de as-Sila', el cual se beneficia del agua de su manantial.

También este modelo podría sugerir un cambio de ocupación en el tiempo. En un primer momento, según el modelo socioeconómico del nomadismo pastoral propuesto para el territorio en estudio (Porter, 2012), las primeras ocupaciones en Sela pudieron ser temporales. Bienkowski y van der Steen (2001: 22-24), propusieron que esta área pudo estar habitada por pastores nómadas que mantendrían rebaños de cabras. Estos grupos también podrían dedicarse a otras actividades como el cultivo a pequeña escala, el comercio, o quizás estaban involucrados en la protección o el robo de las caravanas procedentes de Arabia (Bienkowski, 1992a; Knauf-Belleri, 1995; LaBianca y Younker, 1995; LaBianca, 1999; MacDonald, 2000; Bienkowski y van der Steen, 2001; Levy, 2002; Levy, 2004; Porter, 2004; Gatier *et al.*, 2010). Sela funcionaría, por tanto, como un campamento de estas poblaciones móviles. Los pastores trashumantes podrían haber construido las primeras estructuras de captación y almacenamiento para aumentar la cantidad de agua disponible y ampliar el rango de pasto utilizable (Hammer, 2018: 63). Según Mouton y Schmid (2013: 28), la ausencia de cerámica decorada y la presencia de cerámica de almacenamiento podría ser el motivo para proponer la eventualidad de estos campamentos. Sin embargo, las distintas redes hidráulicas analizadas en Sela no parecen corresponder a un uso eventual de sus instalaciones. Su cantidad, variedad y complejo diseño necesitaría de un mantenimiento frecuente, que solamente podría realizarse con el establecimiento de grupos permanentes en el asentamiento.

Hay diferentes hipótesis en torno a un posible cambio en el modelo de organización socioeconómico de la región y el aumento del sedentarismo. Para Knauf (1994: 142-145), el aumento de la demanda de productos agrícolas durante el s. VII a.C. pudo ser una de las razones de este aumento. Este también está relacionado con la integración de Edom dentro del circuito comercial árabe (Tebes, 2006). Para MacDonald (1988, 1992, 2004, 2007), el aumento del sedentarismo durante el Hierro II (ss. VIII-VI a.C.) también pudo beneficiarse de unas condiciones climáticas más favorables. Sin embargo, autores como Finkelstein (1992), sugieren que el cambio se produjo a partir del periodo del Hierro I, como consecuencia del aumento de la humedad después del evento de la severa sequía de final del Bronce (Weippert, 1982; Langgut *et al.*, 2015: 229-230). Quizás en alguno de estos momentos, se implementaron y desarrollaron las distintas redes hidráulicas de Sela que han sobrevivido hasta nuestros días.

10.6. Valor simbólico del agua

El carácter simbólico del agua es un hecho universal. Este aspecto trasciende lo material y, por tanto, es muy difícil de evidenciar arqueológicamente. A pesar de ello, en yacimientos como Petra, Hegra (Arabia) (Dentzer, 2010) o la acrópolis de Sepphoris (Israel) (Galor, 2006), se han identificado distintas instalaciones hidráulicas que podrían estar relacionadas con un uso ritual.

El agua adquiere un valor sacro por diferentes razones. En primer lugar, porque es la fuente de vida (Mouton, 2009: 9-10). No es extraño que en muchas sociedades las fuentes de agua se hayan asociado a divinidades y que se hayan venerado y deificado lluvias, inundaciones o ríos. Además, la dimensión sagrada del agua está presente en multitud de mitos fundacionales donde el ser humano fue creado del agua o bien donde el agua se considera el principio común que contiene el potencial de la vida²⁸⁷ o el punto de conexión entre el cielo y la tierra y, por tanto, entre lo humano y lo divino (Mays y Angelakis, 2012). Según Mircea Eliade (1972: 180), las aguas gobiernan el principio y el fin de todo ciclo cósmico e histórico. Por otro lado, el agua tiene propiedades curativas. Este es el caso del agua termal de algunas fuentes con fines terapéuticos (Casevitz, 1981; Yon, 2009) o el agua con propiedades curativas de manantiales o ríos. Como argumenta Eliade (1972: 182), el agua cura, rejuvenece y asegura la vida eterna. Esta adquiere una dimensión de culto, que se alimenta de la epifanía local, es decir, de la presencia sagrada en cierto curso de agua o manantial. En tercer lugar, el agua se usa simbólicamente como marcador de poder. El control del agua otorga prestigio a las figuras políticas y fortalece su poder (Durand, 2002; Mouton, 2009: 9). Las clases dominantes se estructuran alrededor del agua a través de la construcción y mantenimiento de construcciones monumentales (Harrower, 2009: 66-67). Estas son principalmente instalaciones de prestigio que utilizan el agua por placer o lujo, como los baños romanos o las fuentes y jardines. El estudio de Leigh-Ann Bedal (2002) sobre la exhibición de agua en Petra a través de instalaciones hidráulicas monumentales es un ejemplo de la expresión del prestigio y estatus político generado a través del agua. En el caso del estudio de Brenda Longfellow (2011) sobre la élite de la República romana, esta autora indica que el control

²⁸⁷ Este sería el caso de las aguas del Nun, el océano primordial de la mitología egipcia, entre otros.

del agua se estableció como una expresión familiar y privada del poder masculino de las élites. Además, algunos individuos comenzaron a usar los mismos elementos simbólicos para transferir expresiones de poder a espacios públicos, legitimando sus posiciones en la sociedad y el gobierno. Como sugiere Michael J. Harrower (2009), el agua también se usa simbólicamente para mostrar el dominio político a través de las construcciones monumentales. Este autor pone como ejemplo que el agua de Omán, disponible mediante manantiales, llevó al desarrollo de organizaciones sociales de intercambio de agua que se expresaron mediante la construcción de tumbas comunales. En cambio, en el Yemen, el agua disponible se basa en inundaciones repentinas que fomentaron formas jerárquicas de organización laboral que se expresaron mediante la arquitectura monumental de desviación del agua. También, como indica Brenda Longfellow (2011) en el caso del Imperio romano, las élites podrían ganarse el favor de la gente a través de regalos relacionados con el agua. Estos podrían ser grandes complejos monumentales de fuentes, que se ubicaban en áreas muy transitadas. Sin embargo, en Sela no se ha detectado ninguna estructura con estas características monumentales. Ligado con el anterior punto, la interacción ideológica y simbólica con el agua también es una fuente de poder sociopolítico (Mithen, 2012). Los grupos dominantes mantienen su poder a través del control de los rituales (Holt, 2018b: 6). En ausencia de textos, el conocimiento de los rituales que podrían realizarse en torno al agua es limitado. Dentzer (2008: 14) considera que pudieron ser múltiples: purificaciones rituales de personas, libaciones a las divinidades, consumo en banquetes o limpieza después de sacrificios o banquetes, entre los más destacados. Por tanto, el agua es un polo de cohesión para los diferentes grupos que lo veneran en un lugar y es objeto de prácticas y rituales religiosos.

Más allá de la conceptualización del agua como una molécula, el agua juega un papel de mayor entidad en los denominados, según Ömür Harmanşah (2018: 261), “cuerpos de agua”. Estos pueden ser los lagos, estanques, pantanos o ríos. Como sugiere este autor, estos corresponderían a los denominados “paisajes del agua”, característicos porque son dinámicos, fluidos y actúan como hábitats para distintas especies animales y vegetales. En este sentido, una de las características del agua es su conectividad. El agua es una vía que facilita el transporte, el intercambio de bienes, personas e ideas (Holt, 2018: 6).

Finalmente, hay que destacar la liminalidad²⁸⁸ del agua (Turner, 1974). Esta calidad del agua se basa en un enfoque fenomenológico, en el cual esta sustancia adquiere un papel activo en la construcción mutua de paisajes y experiencias vividas por los humanos. Este enfoque estudiado por antropólogos como Veronica Strang (2008, 2015)²⁸⁹ y Matt Edgeworth²⁹⁰ (2011), entre otros, propone un cambio en la comprensión antropocéntrica de las relaciones humano-ambientales, donde el agua asume roles activos. Como argumenta Ömür Harmanşah (2018, 2019), el agua se convierte en una sustancia que conecta el paisaje urbano con el mundo geológico y mítico. De este modo, se accede y se aprovecha el poder simbólico del agua tal y como aparece en la naturaleza (Holt, 2018b: 7). El agua se conceptualiza como una materia fluida y sin límites que conecta diferentes mundos y paisajes. Este aspecto ha permitido que el agua se use en una gran variedad de contextos rituales, incluida la libación, purificación y adivinación. En este sentido, el agua que emerge de la tierra conecta el inframundo divino con la superficie de la tierra a través de cuevas, sumideros, manantiales y otras fuentes de agua. También el agua puede estar presente en paisajes rurales o urbanos o en forma de instalaciones hidráulicas y al mismo tiempo formar parte de un ritual. Según Harmanşah (2018: 221), todos los elementos generados alrededor de los cuerpos de agua conectan mundos visibles e invisibles que se articulan en lugares donde lo geológico o natural y lo mimético o cultural coinciden. Estos son los lugares liminales.

Debido a su esencialidad diaria, el agua no puede desvincularse del ser humano. Ya sea en entornos húmedos o secos, el agua ha creado distintos significados a lo largo del tiempo que, aunque a menudo no son tangibles, tienen que considerarse.

²⁸⁸ Este término fue acuñado en 1906 por el etnógrafo Arnold van Gennep en su obra *Rites of passage*, aunque lo desarrolló el antropólogo escocés Victor Turner en su obra *The Forest of Symbols* (1967). Este autor se basó en el estudio de los rituales de iniciación del grupo nómada del noroeste de Zambia, ndembu.

²⁸⁹ Esta autora, en su capítulo *The social construction of water* (2008), así como en el artículo *Fluid consistences. Material relationality in human engagements with water* (2015), ofrece una nueva perspectiva de estudio, donde el agua adquiere un rol activo como parte integral de todo el paisaje.

²⁹⁰ Matt Edgeworth propone en su obra *Fluid pasts: Archaeology of flow* (2011), que el agua corriente es más que un recurso pasivo bajo el control humano. Este autor, describe un enfoque arqueológico para el estudio de los ríos y del agua que fluye.

10.7. Conclusiones

El estudio pormenorizado de las estructuras hidráulicas de Sela ha permitido documentar las diferentes fuentes de abastecimiento de agua y los principales sistemas, técnicas y métodos de explotación de las mismas. El análisis exhaustivo de las instalaciones hidráulicas aporta nuevos datos y conocimiento sobre las formas en que se gestionó el agua en un contexto de escasez de recursos hídricos como es la región semiárida del sur de la Transjordania.

De los recursos hídricos que pudieron ser explotados –agua de lluvia, agua superficial y agua subterránea–, se ha podido evidenciar que el agua de lluvia fue la principal fuente de abastecimiento en Sela. Las instalaciones para la gestión del agua estudiadas indican que el principal objetivo de los constructores fue la captación, conducción, almacenamiento y preservación del agua de lluvia. Este hecho se ha podido determinar por la presencia de canales, depósitos de sedimentación, cisternas, piscinas y reservorios. Este mismo repertorio constructivo para la explotación y gestión del agua está documentado en otros asentamientos de la región. Se han identificado las mismas tipologías y técnicas constructivas que atestiguan la existencia de una cultura del agua en la región.

Además, este estudio ha permitido determinar espacios y usos diferenciados del agua. Se han identificado principalmente espacios de captación, conducción y almacenamiento del agua en la parte superior del yacimiento, posiblemente para el uso de unidades familiares, y en la parte inferior, posiblemente con un uso complementario para el abastecimiento agrícola y ganadero, sin descartar el posible consumo humano.

Este estudio se ha encontrado con dos limitaciones principales: una evidencia arqueológica limitada y la imposibilidad de adscribir las estructuras hidráulicas a un periodo cronológico específico.

La evidencia arqueológica está constituida por las estructuras preservadas en la actualidad. Muchas de estas instalaciones se encuentran en mal estado de conservación debido a la propia actividad humana a lo largo de los siglos (degradación y modificación de las estructuras) o por la actividad de distintos agentes naturales (colmatación, erosión y biodeterioro de las estructuras). También se debe considerar que algunas instalaciones

pueden haber desaparecido totalmente por estas causas o porque fueron construidas con materiales perecederos, de las que no se conserva ninguna evidencia. A pesar de estas limitaciones, el registro arqueológico preservado en Sela constituye uno de los mejores ejemplos de la cultura del agua en la región.

Otro tanto ocurre con la adscripción cronológica de las instalaciones hidráulicas. El principal obstáculo es la imposibilidad de datar las estructuras hidráulicas mediante técnicas de datación absolutas. Por tanto, no ha sido posible adscribir cada una de las estructuras a un periodo cronológico específico. Considerando esta limitación, las redes hidráulicas propuestas en este trabajo no tuvieron por qué funcionar al mismo tiempo y pudieron ser construidas o reutilizadas en diferentes periodos cronológicos, conformando el palimpsesto que observamos en la actualidad. A pesar de que la reutilización de los sistemas de agua a lo largo del tiempo enmascara el origen de los mismos, se puede sugerir la posibilidad de que uno de los primeros usos de las estructuras de agua en Sela se realizara durante el I milenio a.C. Es probable que parte de estas estructuras hidráulicas estuvieran en uso desde las primeras ocupaciones en Sela. Esto se debe a que sería difícil un poblamiento en este asentamiento, ya fuera ocasional o permanente, sin la existencia de sistemas hidráulicos en la cima del promontorio de Sela capaces de garantizar el suministro de agua para las necesidades básicas de las comunidades que lo ocuparon. A nivel regional, este fenómeno de asentamientos en altura (*mountain strongholds*) con estructuras hidráulicas se ha podido documentar que empezaría en torno a la primera mitad del I milenio a.C. y se prolongó a lo largo del tiempo.

Las distintas perspectivas con las que se ha analizado la gestión del agua en Sela, incluyendo la posible organización social, política, económica y, considerando ciertos aspectos simbólicos e ideológicos, han permitido proponer diferentes interpretaciones sobre la ocupación del asentamiento. Las instalaciones identificadas y su disposición espacial en el asentamiento pueden sugerir que los grupos que habitaron Sela pudieron tener distintos modelos de organización social respecto a las fuentes de agua disponibles. Su eficiente gestión solamente podría realizarse mediante acuerdos intracomunitarios y la negociación entre distintas comunidades o pueblos interesados y, por tanto, podría corresponder a una gestión colectiva, solidaria y consensuada del agua. La ausencia de una red de canales de distribución centralizada y de grandes depósitos de agua sugiere

que estas instalaciones funcionaron como entidades de tipo doméstico y/o familiar y, por tanto, no fue necesaria la intervención de una autoridad política superior para su regulación. De acuerdo con la evidencia disponible, la gestión del agua en Sela estuvo en manos de comunidades locales capaces de regirse a través de un sistema de organización social mediante una forma de administración local.

Gracias a este estudio se han podido sugerir dos modelos de ocupación del yacimiento a través de las características de los sistemas hidráulicos. Uno basado en un modelo de ocupación eventual, como podría corresponder a un refugio ante amenazas y peligros, en el cual Sela fue utilizado como punto de agregación temporal. El otro modelo, de larga duración o permanente, podría corresponder a un puesto de control del territorio, quizás relacionado con las rutas de caravanas y/o de vigilancia. Existe la posibilidad de que estos dos tipos de ocupaciones fueran complementarios y que un puesto permanente de control del territorio pudiera ser utilizado eventualmente como refugio.

La información obtenida en este estudio ha permitido remarcar la pertenencia de Sela al conjunto de hábitats fortificados de montaña/altura (*mountain strongholds*). Además de compartir características como la ubicación defensiva, la ubicación cercana a encrucijadas de rutas comerciales y cerca de focos de articulación política y económica, también se caracterizan por presentar estructuras hidráulicas y localizarse cerca de fuentes de aguas subterráneas y superficiales. Estos asentamientos podrían funcionar como pequeñas guarniciones para abastecer las caravanas en sus distintas etapas y controlar el comercio de la región. Sela, por tanto, sería un asentamiento estratégico en el sur de la Transjordania.

Finalmente, el presente trabajo remarca la singularidad, calidad y la abundancia del registro arqueológico referente a la tecnología hidráulica desarrollada en Sela. Además, se pone de relieve el gran potencial del registro arqueológico de Sela para el conocimiento de la gestión de los recursos hídricos en el sur de la Transjordania y de sus implicaciones socioeconómicas, políticas y culturales a lo largo del tiempo.

PARTE V. CONCLUSIONES

El presente estudio ha revelado un sistema integral de abastecimiento y gestión del agua en Sela. El sistema hidráulico se basó en diversas instalaciones para captar, transportar, almacenar, preservar y controlar la cantidad y calidad de agua de las diferentes fuentes de agua disponibles. Además, el registro arqueológico estudiado confiere a este yacimiento de una singularidad y un enorme potencial para determinar estrategias, sistemas y técnicas de abastecimiento y gestión del agua en un entorno con escasez de recursos hídricos.

La importancia del agua en un territorio en el cual su escasez es un problema endémico es una cuestión que solventar en todas las culturas y periodos. Este entorno natural específico requiere de diferentes estrategias y técnicas de gestión de los recursos hídricos. En el caso de los entornos ocupacionales semiáridos de la meseta del sur de la Transjordania, donde se sitúa Sela, a pesar de sus limitaciones topográficas y de sus desventajas climáticas, este estudio evidencia que la intervención eficiente del ser humano permitió garantizar la captación, conservación y el abastecimiento del agua. A partir del estudio del tipo, diseño y número de instalaciones hidráulicas de Sela, estas se basaron principalmente en las técnicas de captación de las aguas pluviales. Las instalaciones para la gestión del agua analizadas indican que el principal objetivo de los constructores fue la captación, conducción, almacenamiento y preservación del agua, mediante canales, depósitos de sedimentación, cisternas, piscinas y reservorios. La presencia de estas instalaciones indica que las estrategias, técnicas y dispositivos implementados tenían el objetivo de hacer frente a la escasez de precipitación estacional y aprovechar los eventos de precipitación intensa y de corta duración.

La investigación historiográfica de los estudios previos realizados sobre las estructuras hidráulicas de Sela, llevados a cabo a finales de los años treinta por autores como Glueck (1939) o los dirigidos por investigadores como Lindner, entre otros, desde los años setenta (Lindner, 1974, 1989a, 1999; Hart, 1986c; Lindner *et al.*, 2001; MacDonald *et al.*, 2004; MacDonald, 2015), se basaron en descripciones superficiales de las estructuras, pero ninguno realizó un estudio sistemático de las mismas. Este estudio, por el contrario, propone un análisis sistemático, pormenorizado y global de todas las instalaciones hidráulicas identificadas en el yacimiento.

Los resultados del presente estudio han permitido conocer las diferentes fuentes de abastecimiento de agua, los principales sistemas, técnicas y métodos de explotación de las mismas y reconstruir su funcionamiento.

La metodología propuesta basada en la identificación, documentación y análisis de las instalaciones hidráulicas de forma pormenorizada a partir de la información obtenida durante las prospecciones arqueológicas llevadas a cabo en el año 2015 y 2016, han permitido conocer sus características esenciales. El análisis exhaustivo de cada instalación ha proporcionado un amplio conocimiento sobre los elementos que conformaron los sistemas hidráulicos desarrollados por las comunidades que habitaron Sela. Asimismo, ha permitido conocer las principales técnicas constructivas utilizadas, establecer sus orientaciones y pendientes e identificar la relación entre las distintas instalaciones. En este último caso, la relación de los canales con las cisternas y con algunos depósitos de sedimentación es una evidencia clara sobre el funcionamiento de los sistemas de captación y almacenamiento del agua de la lluvia. Además, es una prueba de la complejidad de estos sistemas, que implementaron instalaciones como los depósitos de sedimentación para garantizar la calidad del agua o de canales que presentan distintas morfologías y técnicas constructivas para usos diferenciados: captación, conducción y evacuación del agua. También, la evidencia observada en los rebajes y oquedades excavados en la roca, relacionados con las distintas instalaciones hidráulicas, podría deberse al objetivo de construir estructuras para proporcionar sombra y frescor, con el fin de proteger el agua de la radiación solar y así retardar la evaporación y evitar la proliferación de microorganismos que pudieran corromperla y la entrada de impurezas.

La variedad y cantidad de sistemas e instalaciones de captación, conducción, almacenamiento y control de la cantidad y calidad del agua denota la solvencia hidrotécnica de estas comunidades. Además, al comparar los datos obtenidos en Sela con los de otros asentamientos de la región, se ha contribuido al conocimiento del desarrollo de la gestión del agua en el sur de la Transjordania. Aunque los datos publicados en la región de estudio son limitados, tanto en Sela como en ese amplio contexto regional, se ha acreditado una predominancia de los sistemas de captación de aguas pluviales o de escorrentía. Las cisternas fueron el recurso de gestión del agua más común, aunque en muchos casos su estudio haya sido negligido. Este fue el dispositivo

de captación y almacenamiento que articuló las distintas redes hidráulicas de la cumbre de Sela, puesto que el almacenamiento del agua captada durante los periodos de precipitación debía cubrir la mayor parte de la demanda. En la parte superior del asentamiento, el suministro del agua se basó principalmente en la captación del agua de lluvia y su almacenamiento en cisternas. Este sistema de abastecimiento se complementó con sistemas de captación de aguas superficiales o de manantiales ubicados en la parte inferior del asentamiento.

Las técnicas, métodos y diseños constructivos, así como la organización espacial de las instalaciones relacionadas con el agua en Sela son el reflejo de respuestas especializadas y de habilidades tecnológicas altamente desarrolladas. Estas proporcionan una información esencial para el conocimiento hidráulico subyacente y las opciones de diseño y capacidad tecnológica a lo largo del tiempo. El análisis de estas estructuras indica que la tecnología del agua se basó en diseños eficaces para facilitar la conducción y maximizar la calidad, el tiempo de conservación y almacenamiento del agua, minimizar fugas y evitar el colapso de las instalaciones. Los dispositivos de evacuación, tratamiento del agua y de retención y regulación analizados, ayudaron a moderar el flujo del agua, garantizar su calidad evitando contaminantes y a minimizar su evaporación. La presencia de revocos en muchas de estas instalaciones, principalmente las cisternas, también denota la preocupación por la preservación de un recurso tan limitado. Esta gama de soluciones técnicas indica que el agua estaba destinada para el consumo humano, así como para las actividades agrícolas y ganaderas.

El diseño de las estructuras hidráulicas se basó en el aprovechamiento de las ventajas de la topografía local y de las propiedades geológicas del peñasco. De este modo, el estudio de las técnicas constructivas de las instalaciones de Sela ha de servir como una guía potencial para comprender parte del conocimiento hidrotécnico desarrollado por las sociedades que han ocupado entornos semiáridos. Además, aporta nuevos datos sobre la complejidad en la organización social de los constructores que diseñaron, ejecutaron y mantuvieron los sistemas hidráulicos.

Los resultados obtenidos de la caracterización petrográfica y el análisis mineralógico de los morteros que revestían las instalaciones hidráulicas arrojan luz sobre la tecnología constructiva en esta área. Aunque los morteros no se pueden relacionar con precisión a

un momento histórico, debido a la ausencia de una asociación de la tecnología utilizada a un periodo concreto, los resultados de este estudio han permitido conocer las principales composiciones de los morteros, determinar sus principales características, usos y propiedades físico-mecánicas. Los resultados obtenidos enfatizan la preferencia de la cal para formar el conglomerado del mortero y la adición de agregados, como fragmentos cerámicos, carbones y cenizas, destinados a aumentar sus propiedades hidráulicas. El uso de otros agregados como el sílex tenía la ventaja de aportar mayor resistencia al mortero. La preferencia por la adición de ciertos materiales y las técnicas empleadas denota el alto grado de conocimiento tecnológico de estas sociedades para garantizar la preservación del agua. Además, este estudio sugiere que sus constructores emplearon las especificaciones y estándares en uso para su producción, como resultado del desarrollo de las técnicas regionales de producción de los morteros a lo largo del tiempo.

En un contexto más amplio, los resultados sobre los sistemas y técnicas de gestión del agua en Sela y en la región en estudio, sugieren que las comunidades del sur de la Transjordania se basaron en el establecimiento de complejos sistemas hidráulicos para proporcionar un eficiente abastecimiento y gestión de este recurso. En este amplio marco territorial, Sela puede considerarse un modelo de hidrotecnología regional y revela parte de la tecnología hidráulica en la Antigüedad. Además, la identificación de las mismas tipologías y técnicas constructivas atestiguan la existencia de una cultura del agua en la región. Asimismo, la comparativa realizada mediante la investigación bibliográfica ha permitido determinar los principales sistemas hidráulicos desarrollados en el sur de la Transjordania en diferentes momentos. Aunque la información proporcionada en muchos casos no es muy precisa ni extensa, se ha podido extraer información de gran interés como: 1) el número y variabilidad de instalaciones hidráulicas; 2) las técnicas constructivas; 3) su morfología y dimensiones; 4) su ubicación respecto al yacimiento, otros yacimientos, fuentes de agua y otras estructuras; 5) su función; 6) su estado de conservación y 7) en muy pocos casos, su adscripción cronológica. Asimismo, la información extraída del análisis de los *mountain strongholds* permite examinar de forma conjunta las instalaciones y sistemas hidráulicos utilizados en yacimientos que comparten características con Sela. Estas son su emplazamiento –en lugares de difícil acceso, fáciles de defender y cercanos a fuentes de agua subterráneas (manantiales) o superficiales (*wadis*)–; sus características y propiedades geológicas y topográficas –óptimas para

construir y mantener las instalaciones hidráulicas— y su ubicación geográfica en las rutas de intercambios comerciales que comunican la zona del golfo de Áqaba con la del Mar Muerto. Además, los resultados obtenidos permiten conocer diferentes aspectos de las instalaciones hidráulicas como sus características constructivas (tipologías, técnicas, dimensiones y utilización de revestimientos), su ubicación respecto al yacimiento y sus principales usos.

Gran parte de los tipos constructivos de las instalaciones hidráulicas analizadas en Sela aparecen en el registro arqueológico de la región a partir del periodo del Bronce y del Hierro, aunque se mantienen a lo largo del tiempo en periodos posteriores. Estos tipos constructivos están ampliamente ejemplificados en otros yacimientos jordanos como Petra, las tierras altas del Neguev en Israel, así como en el Mediterráneo oriental y en el sur del Levante. A partir del marco cronológico relativo de ocupación del yacimiento propuesto, la literatura científica publicada y las comparaciones realizadas según la evidencia arqueológica, el desarrollo de estas técnicas y sistemas hidráulicos podrían corresponder a todas las fases de ocupación del yacimiento de Sela. A pesar de que la reutilización de los sistemas de agua a lo largo del tiempo enmascara el origen de las instalaciones hidráulicas y de la imposibilidad de adscribirlas a un periodo cronológico específico, se puede sugerir que parte de estas estructuras hidráulicas estuvieran en uso desde las primeras ocupaciones en Sela. Por tanto, que uno de los primeros usos de las instalaciones de gestión del agua en Sela se realizara durante el I milenio a.C. Esto se debe sería poco probable un poblamiento en la cima del peñasco de Sela, permanente o no, sin la existencia de sistemas hidráulicos capaces de garantizar su abastecimiento. A nivel regional, es posible observar un fenómeno de asentamientos en altura (*mountain strongholds*) con estructuras hidráulicas que empezaría en torno a la primera mitad del I milenio a.C. y que se prolongó a lo largo del tiempo. Posteriormente, durante el resto del I milenio a.C., así como en épocas posteriores, estos sistemas y sus estructuras hidráulicas relacionadas pudieron desarrollarse y conformar la red hidráulica que ha sobrevivido hasta la actualidad. Por tanto, los sistemas hidráulicos que se han caracterizado en este trabajo y las redes que conformaron, pudieron ser el resultado de diferentes momentos cronológicos de ocupación a lo largo del tiempo.

La posible reutilización de estas instalaciones en el tiempo denota la sostenibilidad de estas estructuras y la resiliencia de las comunidades locales que las gestionaron con el paso del tiempo. De este modo, este estudio se suma al conocimiento actual sobre la cultura del agua y podría contribuir a la puesta en valor de las técnicas y prácticas tradicionales de captación del agua en estas áreas.

El registro arqueológico de Sela constituye uno de los mejores ejemplos de la cultura del agua en la región, aunque muchas de estas instalaciones se encuentran en un pobre estado de conservación debido a la actividad humana (degradación y modificación de las estructuras) o por la actividad de distintos agentes naturales (colmatación, erosión y biodeterioro de las estructuras) o porque no se preservan. Este trabajo, por tanto, remarca la singularidad, calidad y abundancia del registro arqueológico referente a la tecnología hidráulica desarrollada en Sela como parte de una tecnología de carácter regional.

El amplio marco cronológico propuesto contribuye a la comprensión de la dinámica de la población y de la cultura del agua en el sur de la Transjordania a lo largo del tiempo. Por tanto, el resultado de este trabajo es un enfoque diacrónico. Esta perspectiva es clave para construir el conocimiento sobre un aspecto central en el Próximo Oriente Antiguo, una región en la que la gestión del agua ha sido crucial durante toda su historia. Como señalan autores como Achim Lichtenberger y Rubina Raja (2019), existe la necesidad de un cambio hacia los estudios de *longue durée* para evaluar completamente las formas en que las sociedades pasadas gestionaron los recursos hídricos. También este enfoque sirve para comprender el conocimiento que estas sociedades tenían sobre la complejidad de acceso, acopio y control de este recurso y sus distintos sistemas de gestión.

Otro aspecto considerado en este estudio, ha sido el de poner en relieve el gran potencial del registro arqueológico de Sela para el conocimiento de la gestión de los recursos hídricos en el sur de la Transjordania y de sus implicaciones socioeconómicas, de transferencia tecnológica, políticas y culturales a lo largo del tiempo. En este contexto, se ha podido determinar que la comprensión de una sociedad, su economía, política, cultura y las estrategias de organización espacial están especialmente influidas por los modelos de suministro y gestión de los recursos hídricos. La interpretación holística resultante es poco común en los estudios sobre los sistemas de gestión y abastecimiento del agua en el sur de la Transjordania. Estos suelen centrarse en aspectos específicos en torno a la

gestión del agua y no consideran, de manera integrada, aspectos como la disponibilidad natural del agua, la tecnología aplicada para abastecerse de ella, y el escenario sociopolítico, económico y cultural para gestionarla. Además, como se ha podido observar tras analizar las estructuras hidráulicas publicadas por diferentes proyectos arqueológicos en esta región, la evidencia arqueológica sobre los sistemas hidráulicos no suele considerarse debido a su naturaleza y estado de conservación.

Las distintas perspectivas con las que se ha analizado la gestión del agua en Sela, incluyendo la posible organización social, política, económica y considerando ciertos aspectos simbólicos e ideológicos, han permitido proponer distintas interpretaciones sobre la ocupación del asentamiento. Estas se han basado principalmente en las características de los sistemas hidráulicos. De este modo, se ha podido sugerir un modelo de ocupación eventual de Sela, como podría corresponder a un refugio ante amenazas y peligros, y un modelo de ocupación de larga duración o permanente, como podría corresponder a un puesto aduanero y/o de vigilancia. Existe la posibilidad de que estos dos tipos de ocupaciones fueran complementarios y que un puesto permanente de control del territorio pudiera ser utilizado eventualmente como refugio.

También hay que resaltar que Sela se ubica dentro de una encrucijada en distintas rutas comerciales y cerca de focos de articulación política y económica. Estos factores han contribuido a que se considere un asentamiento estratégico en el sur de la Transjordania. Además, este trabajo ha permitido englobar Sela dentro del conjunto de hábitats fortificados de montaña/altura (*mountain strongholds*) por sus características en relación con las instalaciones hidráulicas y por su ubicación cerca de fuentes de aguas subterráneas y superficiales que pudieron ser explotadas. De este modo, no se puede descartar que Sela funcionara como una pequeña guarnición para abastecer a las caravanas en sus diferentes etapas y controlar el comercio regional.

La elaboración de una planimetría arqueológica en 2D y de las reconstrucciones propuestas en este trabajo han permitido estudiar la distribución espacial de estas instalaciones y establecer sus principales conexiones. Como resultado, el análisis espacial de las estructuras hidráulicas en el yacimiento ha permitido determinar distintas áreas de concentración de estructuras y las ha relacionado con los restos del urbanismo conservado en el yacimiento. Las instalaciones identificadas y su disposición espacial en el

asentamiento han permitido detectar espacios y usos diferenciados del agua, principalmente basados en el consumo humano con un uso complementario para el abastecimiento agrícola y ganadero. Además, estos factores pueden sugerir que los grupos humanos que habitaron Sela pudieron tener distintos comportamientos respecto a las fuentes de agua disponibles. Su eficiente gestión solamente podría realizarse mediante acuerdos intracomunitarios y la negociación entre distintas comunidades o pueblos interesados y, por tanto, podría corresponder a una gestión colectiva, solidaria y consensuada del agua. La ausencia de una red de canales de distribución de agua centralizada y de grandes depósitos para su almacenamiento sugieren que estas instalaciones funcionaron como entidades de tipo doméstico y/o familiar. La gestión doméstica no haría necesaria la existencia de algún tipo de jefatura/autoridad que interviniera en su regulación. De acuerdo con la evidencia disponible, la gestión del agua en Sela estuvo en manos de comunidades locales capaces de crear un sistema de organización social mediante una forma de administración local. La interpretación histórica a escala local de las estrategias y sistemas de gestión y suministro del agua, enfatiza la complejidad de organización sociopolítica de las comunidades que habitaron Sela.

Este estudio pone de relieve la importancia que tuvieron las prácticas locales de gestión del agua y contribuye a la comprensión del rol que desempeñaron las poblaciones seminómadas, con un componente económico fuertemente basado en el pastoreo, en las comunidades y las políticas locales en la gestión y control de los recursos hídricos. Las actividades de estas comunidades complementan la historia de la gestión del agua en el Próximo Oriente Antiguo, fuertemente ligada a las evidencias de ingeniería hidráulica construidas por comunidades sedentarias agrícolas y por grandes intervenciones estatales. De este modo, Sela es un ejemplo del desarrollo de eficientes técnicas de gestión del agua sin la necesidad de evolucionar hacia Estados y de un control del agua a nivel local que permitió la práctica de pequeñas tradiciones de gestión del agua que han sobrevivido hasta nuestros días.

Además, es de gran relevancia e interés resaltar el valor simbólico del agua en todas sus distintas expresiones y formas a lo largo del tiempo. El agua como agente activo ha creado

distintos significados que, aunque no se han podido evidenciar arqueológicamente en Sela, deben ser considerados a la hora de entender sus criterios de selección y actuación.

Por el carácter transversal del objeto de estudio, se abre un considerable número de posibles líneas de investigación. Actualmente, el proyecto *Recent Research on Southern Transjordan in the Iron Age from an Archaeological and Cultural-Historical Perspective* dirigido por K. Schmidt, R. Da Riva, P. Bienkowski y B. Hensel tiene como uno de sus objetivos la prospección arqueológica de los alrededores de Sela para determinar la existencia de dispositivos hidráulicos que pudieron aumentar o mejorar la actividad agrícola y ganadera local.

Otras líneas de investigación alternativas podrían ser: establecer una conexión entre las estructuras de agua de la cumbre y la parte inferior del yacimiento; realizar un estudio sistemático de las instalaciones hidráulicas de otros asentamientos de la meseta del sur de la Transjordania para determinar la relación a nivel cronológico, sociopolítico y económico con Sela; el estudio de nuevos artefactos que puedan ser empleados a modo de “fósil director” y así poder determinar una cronología más ajustada para las estructuras hidráulicas así como la excavación de algunas de estas instalaciones.

Asimismo, como líneas de estudio más específicas, se propone el análisis de los morteros de otras instalaciones hidráulicas que no sean las cisternas, como son los canales o el reservorio documentados en Sela. Estos estudios permitirían relacionar los morteros de las distintas instalaciones hidráulicas de Sela con los morteros utilizados en la región, para probar si existe una transferencia tecnológica. También se propone la utilización de nuevas técnicas para caracterizar petrográfica y mineralógicamente los morteros de Sela. De este modo, se podrían aportar datos más concretos sobre la morfología y procedencia de los agregados con técnicas como la microscopía electrónica de rastreo SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive X-ray spectroscopy*), entre otras, y realizar investigaciones sobre las materias primas empleadas en su composición.

Finalmente, a pesar de las dificultades con las que se ha encontrado este estudio –una evidencia arqueológica limitada y la imposibilidad de adscribir las estructuras hidráulicas a un periodo cronológico específico–, este estudio ejemplifica que las estrategias y técnicas de abastecimiento y gestión del agua fueron decisivas en los diferentes modelos de ocupación propuestos para Sela dentro de un contexto regional. Por tanto, el éxito y la

longevidad de ocupación de este asentamiento dependieron del complejo y eficaz diseño de sus sistemas hidráulicos, así como su adecuada y eficiente gestión. En este sentido, las hipótesis planteadas pretenden proporcionar nuevos datos sobre un aspecto clave en la arqueología de Jordania como es la gestión y organización de los recursos hídricos en la Antigüedad y abrir nuevas posibilidades de estudio para comprender desde un punto de vista local y regional la gestión del agua.

BIBLIOGRAFÍA

- ‘Amr, Khairieh; Al-Momani, Ahmad. 2001. Preliminary report on the archaeological component of the Wadi Musa Water Supply and Wastewater Project (1998-2000). *ADAJ* 45: 253-285.
- ‘Amr, Khairieh; Al-Momani, Ahmad; Farajat, Suleiman; Falahat, Hani. 1998. Archaeological survey of the Wadi Musa Water Supply and Wastewater Project area. *ADAJ* 42: 503-548.
- Ababsa, Myriam (ed.). 2013. *Atlas of Jordan. History, territories and society*. Beirut: Presses de l’Ifpo.
- AbdelKhaleq, Rania A.; Alhaj Ahmed, Imad. 2007. Rainwater harvesting in ancient civilizations in Jordan. *Water Sci. Technol. Water* 7(1): 85-93.
- Abu-Awwad, Ahmad. M.; Shatanawi, Muhammad R. 1997. Water harvesting and infiltration in arid areas affected by surface crust: examples from Jordan. *J. Arid. Environ.* 37: 443-452.
- Abujaber, Raouf S. 1995. Water collection in a dry farming society. *SHAJ* 5: 737-744.
- Adams, Robert McC. 1960. Early civilizations, subsistence, and environment. En: Carl H. Kraeling; Robert McC. Adams (eds.) *City invincible: a symposium on urbanization and cultural development in the Ancient Near East*: 269-295. Chicago: University of Chicago.
- 1966. *The evolution of urban society*. Nueva York: Routledge.
- 1978. Strategies of maximization, stability, and resilience in Mesopotamia society, settlement and agriculture. *PAPS* 122(5): 329-335.
- Akasheh, Talal S.; Khrisat, Bilal; Sha’er, May; Oriqat, Mahmoud; Na’es, Maram Naes; Sarayreh, Rawan. 2005. Archaeometric investigation of Nabataean mortars from Petra “PRODOMEA Project: Project on High Compatibility Technologies and Systems for Conservation and Documentation of Masonry Works in Archaeological Sites of Mediterranean Area. INCOMED PRODOMEA Project

(2003-2005). En línea: <http://www.cultech.org/documents/prodomea/Mortars.pdf>
[Consulta: 03/06/2020].

Al-Bashaireh, Khaled. 2008. *Chronology and technological production styles of Nabatean and Roman plasters and mortars at Petra (Jordan)*. Tesis doctoral (no publicada). Arizona: University of Arizona.

—2013. Plaster and mortar radiocarbon dating of Nabatean and Islamic structures, south Jordan. *Archaeometry* 55(2): 329-354.

Al-Bashaireh, Khaled; Hodgins, Gregory W. L. 2011. AMS 14C dating of organic inclusions of plaster and mortar from different structures at Petra-Jordan. *J. Archaeol. Sci.* 38 (3): 485-91.

—2012. Lime mortar and plaster: a radiocarbon dating tool for dating Nabatean structures in Petra, Jordan. *Radiocarbon* 54(3-4): 905-914.

Al-Bilbisi, Hussam. 2013. Topography and morphology. En: Myriam Ababsa (ed.) *Atlas of Jordan. History, territories and society*: 42-46. Beirut: Presses de l'Ifpo.

Alcock, Susan E.; Knodell, Alex R. 2012. Landscapes north of Petra: the Petra area and Wadi Silaysil Survey (Brown University Petra Archaeological Project, 2010-2011). En: Laïla Nehmé; Lucy Wadeson (eds.) *The Nabataeans in focus: current archaeological research at Petra. Papers from the special session of the Seminar for Arabian Studies held on 29 July 2011*: 5-15. Oxford: Archaeopress.

Al-Dbiyat, Mohamed. 2009. Eau et peuplement dans les marges arides: le cas de la région de Salamyá en Syrie centrale. En: Mohamed Al-Dbiyat; Michel Mouton (eds.) *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité*: 179-187. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.

Al-Dbiyat, Mohamed; Mouton, Michel. 2009. *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité*. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.

- Alejandre Sánchez, Francisco Javier. 2002. *Historia, caracterización y restauración de morteros*. Sevilla: Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción.
- Al-Farajat, Mohammad; Salameh, Elias. 2010. Vulnerability of the drinking water resources of the Nabataeans of Petra-Jordan. *JJCE* 4(4): 321-335.
- Ali, Akhtar; Oweis, Theib; Salkini Abdul Bari; El-Naggar, Sobhhi. 2009. *Rainwater cisterns: traditional technologies for dry areas*. Aleppo: ICARDA.
- Al-Muheisen, Zeidoun. 1986. *Techniques hydrauliques dans le sud de la Jordanie en particulier à l'époque nabatéenne*. Tesis doctoral (no publicada). París: Sorbonne Université.
- 1990. Maîtrise de l'eau et agriculture en Nabatène: l'exemple de Pétra. *ARAM* 2: 205-220.
- 1993. Studies in the hydrology at Petra. *Newsletter of the Institute of Archaeology and Anthropology* 15: 9-12.
- 2007. Water engineering and irrigation system of the Nabateans: a regional vision. *ADAJ* 51: 471-486.
- 2009. *The water engineering and irrigation system of the Nabateans*. Irbid: Publications Office, Faculty of Archaeology and Anthropology, Yarmouk University.
- Al-Muheisen, Zeidoun; Tarrier, Dominique. 1996. Menace des eaux et mesures préventives à Pétra à l'époque nabatéenne. *Syria* 73: 197-204.
- 1997. Ressources naturelles et occupation du site de Pétra. *SHAJ* 6: 143-148.
- 2002. Water in the Nabatean period. *ARAM* 14: 515-524.

- Al-Naddaf, Mustafa Mohammad; El-Khoury, Lamia Salem. 2014. Mineralogical and textural characterization of mortars and plasters from the archaeological site of Barsinia, northern Jordan. *Conserv. Sci. Cult. Heritage* 14: 63-79.
- Al-Qudah, Khaldoon. 2011. Floods as water resource and as a Hazard in arid regions: a case study in southern Jordan. *JJCE* 5(1): 148-161.
- Al-Qudah, Khaldoon; Abdelal, Qasem; Hamarneh, Catreena; Abu-Jaber, Nizar. 2016. Taming the torrents: the hydrological impacts of ancient terracing practices in Jordan. *Journal of Hydrology* 542: 913-922.
- Al-Qudah, Khaldoon; Abu-Jaber, Nizar; Jaradat, Rasheed A.; Awawdeh, Muheeb. 2015. Artificial rainfall tests, soil moisture profiles and geoelectrical investigations for the estimation of recharge rates in a semi-arid area (Jordanian Yarmouk River Basin). *Environ. Earth Sci.* 73(10): 6677-6689.
- Al-Shorman, Abdulla. 2002. Archaeological sites distribution in Jordan since the Paleolithic and the role of climatic change. *Adumatu* 5: 7-26.
- Angelakis, Andreas N.; Mays, Larry W.; Koutsoyiannis, Demetris; Mamassis, Nikos. 2012. *Evolution of water supply throughout the millennia*. Londres: IWA Publishing.
- Artioli, Gilberto; Secco, Michele.; Addis, Anna. 2019. The Vitruvian legacy: mortars and binders before and after the Roman world. En: G. Artioli; R. Oberti (eds.) *The contribution of mineralogy to cultural heritage*: 151-202. EMU Notes in Mineralogy 20. Londres: Mineralogical Society of Great Britain & Ireland.
- Avanzini, Alessandra. 1997. *Profumi d'Arabia: atti del convegno*. Roma: L'Erma di Bretschneider.
- Avinieri, Shlomo (ed.). 1969. *Karl Marx on colonialism and modernization: his despatches and other writings on China, India, Mexico, the Middle East and North Africa*. Nueva York: Anchor Books.

- Avner, Uzi. 2002. Ancient water management in the southern Negev. *ARAM* 14: 403-421.
- Bagg, Ariel M. 2000. *Assyrische Wasserbauten. Landwirtschaftliche Wasserbauten im Kernland Assyriens zwischen der 2. Hälfte des 2. und der 1. Hälfte des 1. Jahrtausends v. Chr.* BaF 24. Mainz: Philipp von Zabern.
- 2006a. Zisternen im Ostjordanland. En: Margarete van Ess; Betina Faist; Reinhard Dittmann (eds.) *“Es ist schon lange her. Das freut uns um so mehr“.* *Vorderasiatische Beiträge für Uwe Finkbeiner*: 611-631. BaM 37. Mainz: Philipp von Zabern.
- 2012. Floods in the desert: how Nabateans managed catastrophes. En: Angelika Berlejung (ed.) *Disaster and relief management*: 311-330. *Forschungen zum Alten Testament* 81. Tübingen: Mohr Siebeck.
- 2016. Wasserleitung. En: Michael P. Streck (ed.) *Reallexikon der Assyriologie und Vorderasiatischen Archäologie* 15: 15-16. Berlín / Nueva York: De Gruyter.
- 2017. Zisterne. En: Michael P. Streck (ed.) *Reallexikon der Assyriologie und Vorderasiatischen Archäologie* 15: 331-333. Berlín / Nueva York: De Gruyter.
- Bandel, Klaus; Salameh, Elias. 2013. *Geologic development of Jordan. Evolution of its rocks and life.* Ammán: National Library Amman.
- Barceló, Miquel. 1988. La arqueología extensiva y el estudio de la creación del espacio rural. En: Miquel Barceló (ed.) *Arqueología medieval. En las afueras del “medievalismo”*: 195-274. Barcelona: Crítica.
- (coord.). 1998. *The design of irrigation systems in al-Andalus.* Bellaterra: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Barceló, Miquel; Kirchner, Helena; Navarro, Carmen. 1996. *El agua que no duerme. Fundamentos de la arqueología hidráulica andalusí.* Granada: El legado Andalusí.

- Barker, Graeme. 1991. Approaches to archaeological survey. En: Graeme Barker; John Lloyd (eds.) *Roman landscapes. Archaeological survey in the Mediterranean Region*: 1-9. Archaeological Monographs of the British School at Rome 2. Londres: British School at Rome.
- 2012. The desert and the sown: nomad-farmer interactions in the Wadi Faynan, southern Jordan. *J. Arid. Environ.* 86: 82-96.
- Barker, Graeme; Adams, Russell; Creighton, Oliver; Crook, Darren; Gilbertson, David D.; Grattan, John; Hunt, Chris O.; Mattingly, David J.; McLaren, Sue J.; Mohammed, Hammad A.; Newson, Peter; Palmer, Cynthia S.; Pyatt, F. Graham; Reynolds, Tim; Tomber, Roberta. 1999. Environment and land use in the Wadi Faynan, southern Jordan: the third season of geoarchaeology and landscape archaeology (1998). *Levant* 31: 255-292.
- Barker, Graeme; Adams, Russell; Creighton, Oliver; Daly, Patrick; Gilbertson, David D.; Grattan, John; Hunt, Chris O.; Mattingly, David J.; McLaren, Sue J.; Newson, Peter; Palmer, Cynthia S.; Pyatt, F. Graham; Reynolds, Tim; Smith, Heath; Tomber, Roberta; Truscott, A. J. 2000. Archaeology and desertification in the Wadi Faynan: the fourth (1999) season of the Wadi Faynan Landscape Survey. *Levant* 32: 27-52.
- Barker, Graeme; Gilbertson, David D. 2000. Living at the margin: themes in the archaeology of drylands. En: G. Barker; D. D. Gilbertson (eds.) *The archaeology of drylands: living at the margin*: 3-17. Londres / Nueva York: Routledge.
- Barker, Graeme; Gilbertson, David D.; Mattingly, David J. (eds.). 2007. *Archaeology and desertification: the Wadi Faynan Landscape Survey, southern Jordan*. Oxford / Londres: Oxbow Books / CBRL.
- Bartlett, John R. 1972. The rise and fall of the Kingdom of Edom. *PEQ* 104: 26-37.
- 1979. From Edomites to Nabateans: a study in continuity. *PEQ* 111: 53-66.

- 1988. The Kingdom of Edom. *IBS* 10(4): 207-224.
- 1989. *Edom and the Edomites*. JSOTSup 77. Sheffield: Sheffield Academic Press.
- 1990. From Edomites to Nabateans: the problem of continuity. *ARAM* 2: 25-34.
- 1992. Biblical sources for the Early Iron Age in Edom. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 13-19. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- 1995. Edom in the nonprophetical corpus. En: Diana V. Edelman (ed.) *You shall not Abhor and Edomite for he is your brother. Edom and Seir in history and tradition*: 13-21. Atlanta: Scholars Press.
- Bazzana, Andrés; Cressier, Patrice; Guichard, Pierre. 1988. *Les châteaux ruraux d'Al-Andalus. Histoire et archéologie des husûn du Sud-Est de l'Espagne*. Madrid: Casa de Velázquez.
- Beaulieu, Paul-Alain. 1989. *The reign of Nabonidus, king of Babylon 556-539 B.C.* YNER 10. New Haven: Yale University Press.
- Beckers, Brian; Berking, Jonas; Schütt, Brigitta. 2013a. Ancient water harvesting methods in the drylands of the Mediterranean and Western Asia. *ETopoi. J. Ancient Stud.* 2: 145-164.
- Beckers, Brian; Schütt, Brigitta; Tsukamoto, Sumiko; Frechen, Manfred. 2013b. Age determination of Petra's engineered landscape—optically stimulated luminescence (OSL) and radiocarbon ages of runoff terrace systems in the Eastern Highlands of Jordan. *J. Archaeol. Sci.* 40(1): 333-348.
- Bedal, Leigh-Ann. 2002. Desert oasis: water consumption and display in the Nabatean capital. *NEA* 65(4): 225-234.
- Bellwald, Ueli. 2004a. An wilden Wassern. Die Wasserversorgung Petras in der Antike. En: Beate Salje; Nadine Riedl; Günther Schauerte (eds.) *Gesichter des Orients*:

- 10000 Jahre Kunst und Kultur aus Jordanien*: 153-160. Mainz: Philipp von Zabern.
- 2004b. Streets and hydraulics. The Petra National Trusts Siq Project in Petra 1996-1999. The archaeological results. En: Hans-Dieter Bienert; Jutta Häser (eds.) *Men of dikes and canals: the archaeology of water in the Middle East. International symposium held at Petra, Wadi Musa (H. K. Jordan), June 15-20, 1999*: 73-94. *Orient-Archäologie* 13. Rahden / Westfalia: VML.
- 2006. The hydraulic infrastructure of Petra. A model for water strategies in arid land. En: Gilbert Wiplinger (ed.) *Cura aquarum in Ephesus. Proceedings of the Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Ephesus / Selçuk, Turkey, October 2-10, 2004*: 225-235. *BABesch Supplement* 12. Leuven: Peeters.
- 2008. The hydraulic infrastructure of Petra. A model for water strategies in arid land. En: Christoph Ohlig (ed.) *Cura Aquarum in Jordanien: proceedings of the 13th International Conference on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Petra / Amman, March 31-April 09, 2007*: 47-94. *Schriften der DWhG* 12. Siegburg: DWhG.
- Ben-David, Chaim. 2001. Mountain strongholds of Edom. *Cathedra* 101: 7-18.
- 2009. Iron Age roads in Moab and Edom: the archaeological evidence. *SHAJ* 10: 723-730.
- Bender, Friedrich. 1974. *Geology of Jordan*. Beiträge zur regionalen Geologie der Erde 7. Trad. de M. K. Khdeir. Berlín: Gebrüder Borntraeger.
- Ben-Eliyahu, Eyal. 2015. What links the “daughter of Babylon” and “Sela Edom” in psalm 137? *ARAM* 27(1-2): 239-244.
- Bennett, Crystal-M. 1962. The nabateans in Petra. *Archaeology* 15(4): 233-243.
- 1966. Fouilles d’Umm el-Biyara. Rapport préliminaire. *RBibl* 73: 372-403.

- 1967-1968. The excavations at Tawilan, near Petra. *ADAJ* 12-13: 53-55.
- 1971. A brief note on excavations at Tawilan, Jordan, 1968-1970. *Levant* 3: v-vii.
- 1973. Excavations at Buseirah, southern Jordan 1971: a preliminary report. *Levant* 5: 1-11.
- 1974. Excavations at Buseirah, southern Jordan 1972: a preliminary report. *Levant* 6: 1-24.
- 1975. Excavations at Buseirah, southern Jordan 1973: third preliminary report. *Levant* 7: 1-19.
- 1977. Excavations at Buseirah, southern Jordan 1974: fourth preliminary report. *Levant* 9: 1-10.
- 1982. Neo-Assyrian influence in Transjordan. *SHAJ* 1: 181-187.
- 1983. Excavations at Buseirah (Biblical Bozrah). En: John F. A. Sawyer; David J. A. Clines (eds.) *Midian, Moab and Edom: the history and archaeology of Late Bronze and Iron Age Jordan and North-West Arabia*: 9-17. JSOTSup 24. Sheffield: JSOT Press.
- 1984. Excavations at Tawilan in southern Jordan, 1982. *Levant* 16: 1-23.
- Bennett Crystal-M.; Bienkowski, Piotr. (eds.). 1995. *Excavations at Tawilan in southern Jordan*. British Academy Monographs in Archaeology 8. Oxford: Oxford University Press.
- Bennett, Crystal-M.; Parr, Peter J. 1962. Soundings on Umm el-Biyara, Petra. *Archaeology* 15(4): 277-279.
- Benosman, Ahmed S.; Mouli, Mohamed; Taibi, Hamed; Belbachir, Mohamed; Senhadji, Yassine; Bahlouli, Ilies; Houivet, David. 2013. Studies on chemical resistance of

PET-mortar composites: microstructure and phase composition changes. *Engineering* 5(4): 359-378.

Ben-Yehoshua, Shimshon; Borowitz, Carole; Hanuš, Lumír O. 2012. Frankincense, myrrh, and balm of Gilead: ancient spices of southern Arabia and Judea. *Hortic Rev* 39(1): 1-78.

Ben-Yosef, Erez. 2010. *Technology and social process: oscillations in Iron Age copper production and power in southern Jordan*. Tesis doctoral (no publicada). San Diego: University of California.

——(ed.). 2018a. *Mining for ancient copper. Essays in memory of Beno Rothenberg*. Tel Aviv. Monograph Series of the Sonia and Marco Nadler Institute of Archaeology 37. Winona Lake / Tel Aviv: Eisenbrauns / Emery and Claire Yass Publications in Archaeology.

——2018b. The Central Timna Valley Project: research design and preliminary results. En: Erez Ben Yosef (ed.) *Mining for ancient copper. Essays in memory of Beno Rothenberg*: 28-63. Tel Aviv. Monograph Series of the Sonia and Marco Nadler Institute of Archaeology 37. Winona Lake / Tel Aviv: Eisenbrauns / Emery and Claire Yass Publications in Archaeology.

Ben-Yosef, Erez; Levy, Thomas E.; Highman, Thomas; Najjar, Mohammad; Tauxe, Lisa. 2010. The beginning of Iron Age copper production in the southern Levant: new evidence from Khirbat al-Jariya, Faynan, Jordan. *Antiquity* 84: 724-746.

Ben-Yosef, Erez; Liss, Brady; Yagel, Omri A.; Tirosh, Ofir; Najjar, Mohammad; Levy, Thomas E. 2019. Ancient technology and punctuated change: detecting the emergence of the Edomite kingdom in the southern Levant. *PLoS ONE* 14(9): e0221967.

Ben-Yosef, Erez; Najjar, Mohammad; Levy, Thomas E. 2014. New Iron Age excavations at copper production sites, mines, and fortresses in Faynan. En: Thomas E. Levy; Mohammad Najjar; Erez Ben-Yosef (eds.) *New insights into the Iron Age*

archaeology of Edom, southern Jordan: surveys, excavations and research from the University of California, San Diego & Department of Antiquities of Jordan, Edom Lowlands Regional Archaeology Project (ELRAP). Vol 2: 767-885. Monumenta Archaeologica 35. Los Angeles: The Cotsen Institute of Archaeology Press.

Berking, Jonas (ed.). 2018a. *Water management in ancient civilizations*. Berlin Studies of the Ancient World 53. Berlin: Edition Topoi.

———2018b. Introduction to Water Harvesting. En: Berking, Jonas; Schütt, Brigitta (eds.) *Water harvesting in drylands. Water knowledge from the past for our present and future: 7-28*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.

Berking, Jonas; Beckers, Brian; Knitter, Daniel; Schütt, Brigitta. 2016. Problems concerning ancient water management in the Mediterranean. *ETopoi. J. Ancient Stud.* 6: 74-101.

Berking, Jonas; Schütt, Brigitta (eds.). 2018. *Water harvesting in drylands. Water knowledge from the past for our present and future*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.

Bernbeck, Reinhard; Lamprichs, Roland; Lehmann, Gunnar; Kerner, Susanne. 1995. Wasserspeicherung in der jordanischen Steppe. *Altertum* 40: 163-174.

Beysens, Daniel A.; Milimouk, Iryna; Nikolayev, Vadim; Berkowicz, Simon M.; Muselli, Marc; Heusinkveld, Bert; Jacobs, Adrie F. G. 2006. Comment on “the moisture from the air as water resource in arid region: hopes, doubt and facts” by Kogan and Trahtman. *J. Arid. Environ.* 67: 343-352.

Bienert, Hans-Dieter. 2002. The waterways of Petra. Nabataean hydraulic installations at Petra, southern Jordan. En: Rüstem Aslan; Stephan Blum; Gabriele Kastl; Frank Schweizer; Diane Thumm (eds.) *Mauerschau. Festschrift für Manfred Korfmann: 607-621*. Remshalden-Grunbach: Bernhard Albert Greiner.

- Bienert, Hans-Dieter; Häser, Jutta (eds.). 2004a. *Men of dikes and canals: the archaeology of water in the Middle East. International symposium held at Petra, Wadi Musa (H. K. Jordan), June 15-20, 1999*. *Orient-Archäologie* 13. *Orient-Archäologie* 10. Rahden / Westfalia: VML.
- 2004b. “Jeder von euch baue sich eine Zisterne in seinem Haus”. *Wasserwirtschaft in Jordanien im Laufe der Jahrtausende*. En: Beate Salje; Nadine Riedl; Günter Schauerte (eds.) *Gesichter des Orients: 10000 Jahre Kunst und Kultur aus Jordanien*: 17-28. Mainz: Philipp von Zabern.
- Bienert, Hans-Dieter; Lindner, Manfred; Vieweger, Dieter. 2004. “Der du in Felsenklüften haust”. *Bergsiedlungen der späten Eisenzeit in SüdJordanien*. En: Beate Salje; Nadine Riedl; Günter Schauerte (eds.) *Gesichter des Orients: 10000 Jahre Kunst und Kultur aus Jordanien*: 131-136. Mainz: Philipp von Zabern.
- Bienert, Hans-Dieter; Vieweger, Dieter.; Lamprichs, Roland. 2000. Ba'ja – The archaeology of a landscape. 9000 years of human occupation: a preliminary report on the 1999 field season. *ADAJ* 44: 119-148.
- Bienkowski, Piotr. 1990. Umm el-Biyara, Tawilan and Buseirah in retrospect. *Levant* 22: 91-109.
- (ed.). 1992a. *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- 1992b. The date of sedentary occupation in Edom: evidence from Umm el-Biyara, Tawilan and Buseirah. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 99-112. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- 1992c. The beginning of the Iron Age in Edom: a reply to Finkelstein. *Levant* 24: 167-169.

- 1992d. The beginning of the Iron Age in southern Jordan: a framework. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 1-12. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- 1992e. The date of sedentary occupation in Edom: evidence from Umm el-Biyara, Tawilan and Buseirah. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 99-112. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- 1995. The Edomites: the archaeological evidence from Transjordan. En: Diana V. Edelman (ed.) *You shall not Abhor an Edomite for he is your brother: Edom and Seir in history and tradition*: 41-92. Archaeological and Biblical Studies 3. Atlanta: Scholars Press.
- 2000. Transjordan and Assyria. En: Lawrence E. Stager; Joseph A. Greene; Michael D. Coogan (eds) *The archaeology of Jordan and beyond: essays in honor of James A. Sauer*: 44-58. Winona Lake: Eisenbrauns.
- 2001. Iron Age settlement in Edom: a revised framework. En: P. M. Michèle Daviau; John W. Wevers; Michael Weigl (eds.) *The world of the Arameans: biblical, historical and cultural studies in honour of Paul-E. Dion. Vol. 2*: 257-269. Journal for the Study of the Old Testament Supplement Series 325. Sheffield: Sheffield Academic.
- 2002. *Busayra: excavations by Crystal-M. Bennett, 1971-1980*. British Academy Monographs in Archaeology 13. Oxford: Oxford University Press.
- 2007. Tribes, borders, landscapes and reciprocal relations: the Wadi Arabah and its meaning. *JMA* 20: 33-60.
- 2011 (ed.). *Umm al-Biyara. Excavations by Crystal-M. Bennett in Petra 1960-1965*. Levant Supplementary Series 10. Oxford: Oxbow Books.

- 2013. The Iron Age in Petra and the issue of continuity with Nabatean occupation. En: Michel Mouton; Stephan G. Schmid (eds.) *Men on the rocks: the formation of Nabatean Petra*: 23-34. Supplement to the Bulletin of Nabatean Studies 1. Berlín: Logos Verlag.
- 2014. Edom during the Iron Age II period. En: Margreet L. Steiner; Ann E. Killebrew (eds.) *The Oxford handbook of the archaeology of the Levant (c. 8000-332 BCE)*: 782-794. Londres: Oxford University Press.
- Bienkowski, Piotr; Bennett Crystal-M. 2003. *Excavations at Busayrah*. Oxford: Oxford University Press.
- Bienkowski, Piotr; Galor, Katharina (eds.). 2006. *Crossing the Rift. Resources, routes, settlement patterns and interaction in the Wadi Arabah*. Oxford: Oxbow Books.
- Bienkowski, Piotr; van der Steen, Eveline. 2001. Tribes, trade and towns: a new framework for the Late Iron Age in southern Jordan and the Negev. *BASOR* 323: 21-47.
- Boers Theo M. 1994. *Rainwater harvesting in arid and semi-arid zones*. Tesis doctoral. Wageningen: ILRI.
- Boers, Theo M.; Ben-Asher, Jiftach. 1982. A review of rainwater harvesting. *Agric. Water Manag.* 5: 145-158.
- Bonazza, Alessandra; Ciantelli, Chiara; Sardella, Alessandro; Pecchioni, Elena; Favoni, Orlando; Natali, Irene; Sabbioni, Cristina. 2013. Characterization of hydraulic mortars from archaeological complexes in Petra. *Period. di Mineral.* 82(2): 459-475
- Bonneau, Danielle. 1982. Le souverain d'Égypte, juge de l'usage de l'eau. En: Françoise Métral; Jean Métral (eds.) *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient II. Séminaire de recherche 1980-1981*: 69-80. Travaux de la Maison de l'Orient 3. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.

- Botarelli, Lucia. 2015. The water cisterns. En: Stefano Anastasio; Lucia Botarelli (eds.) *The 1927-1938 Italian archaeological expedition to Transjordan in Renato Bartoccini's archives: 97-100*. Oxford: Archaeopress Archaeology.
- Boyer, David. 2016. Aqueducts and birkets: new evidence of the water management system servicing Gerasa (Jarash), Jordan. En: Rolf A. Stucky; Oskar Kaelin; Hans-Peter Mathys (eds.) *Proceedings of the 9th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East, Basilea, June 9-13, 2014. Vol. 3: 517-531*. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag.
- 2018. Jarash Water Project. Report on 2015 field season. *ADAJ* 59: 369-381.
- Braemer, Frank. 1988. Prospections archéologiques dans le Hawran (Syrie) II: les réseaux de l'eau. *Syria* 65: 99-137
- Braemer, Frank; Davtian, Gourguen. 2009. L'eau du Hauran: captages et gestion depuis le Bronze ancien. En: Mohamed Al-Dbiyat; Michel Mouton (eds.) *Stratégies d'acquisition de l'eau et sociétés au Moyen-Orient depuis l'Antiquité: études de cas: 45-68*. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.
- Braemer, Frank; Geyer, Bernard; Castel, Corinne; Abdulkarim, Maamoun. 2010. Conquest of new lands and water systems in the western Fertile Crescent (central and southern Syria). *Water Hist* 2: 91-114.
- Braemer, Frank.; Genequand, Denis; Dumond Maridat, Cécile; Blanc, Pierre-Marie; Dentzer, Jean-Marie; Gazagne, Damien; Wech, Pierre. 2009. Long-term management of water in the Central Levant: the Hawran case (Syria). *WorldArch* 41(1): 36-57.
- Braudel, Fernand. 1995. History and the social sciences: the *longue durée*. En: Jacques Ravel; Lynn Hunt (eds.) *Histories: French constructions of the past: 82-88*. Nueva York: New Press.

- Briant, Pierre. 2002. L'État, la terre et l'eau entre Nil et-Syr-Darya. Remarques introductives. *Annales. Histoire, Sciences Sociales* 57(3): 517-529.
- Brinker, Werner. 1990. *Wasserspeicherung in Zisternen: ein Beitrag zur Frage der Wasserversorgung früher Städte*. Tesis doctoral. Brunswick: Mitteilungen des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig.
- Bruins, Hendrik J. 1986. *Desert environment and agriculture in the Central Negev and Kadesh-Barnea during historical times*. Nijkerk: Midbar Foundation.
- 2012. Ancient desert agriculture in the Negev and climate-zone boundary changes during average, wet and drought years. *J. Arid. Environ.* 86: 28-42.
- Bruins, Hendrik J.; Evenari, Michael; Nessler, Udo. 1986. Rainwater-harvesting agriculture for food production in arid zones: the challenge of the African famine. *Appl Geogr* 6: 13-32.
- Burdon, David J. 1959. *Handbook of the geology of Jordan*. Ammán: Government of the Hashemite Kingdom.
- Butzer, Karl. 1976. *Early hydraulic civilization in Egypt: a study in cultural ecology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cabrera, Enrique; Arregui, Francisco (eds.). 2010. *Water engineering and management through time. Learning from history*. Leiden: CRC Press / Balkema.
- Casadio, Francesca; Chiari, Giacomo; Simon, Simone. 2005. Evaluation of binder / aggregate ratios in archaeological lime mortars with carbonate aggregate: a comparative assessment of chemical, mechanical and microscopic approaches. *Archaeometry* 47: 671-689.
- Casevitz, Michel. 1981. Eaux et médecine chez Diodore de Sicile. En: Paul Sanlaville; Jean Métral; (eds.) *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient I. Séminaire de recherche 1979-1980*: 151-154. Travaux de la Maison de l'Orient 2. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.

- 1986. Les utilisations de l'eau dans les techniques en lisant Diodore de Sicile, Strabon et Pausanias. Pierre Louis (ed.) *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient III. L'eau dans les techniques. Séminaire de recherche 1981-1982*: 15-19. Travaux de la Maison de l'Orient 11. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.
- Cech, Thomas V. 2010. *Principles of water resources: history, development, management, and policy*. 3^a ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Charbonnier, Julien; al-Zaabi, Amna; Davtian, Gourguen; Costa, Sophie; Purdue, Louise. 2018. Ethnoarchaeology of water systems: first move in the framework of the OASIWAT project. En: L. Purdue; J. Charbonnier; L. Khalidi (eds.) *From refugia to oases. Living in arid environments from prehistoric times to the present day. XXXVIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*: 315-337. Antibes: Éditions APDCA.
- Charbonnier, Julien; Schiettecatte, Jérémie. 2013. Les barrages de l'Arabie méridionale préislamique. Architecture, datation et rapport au pouvoir. En: Françoise Baratte; Julien Robin; Elsa Rocca (eds.) *Regards croisés d'Orient et d'Occident: Les barrages dans l'Antiquité tardive*: 71-91. Paris: De Boccard.
- Charlesworth, S. M.; Fontaneda, Luis Ángel S.; Mays, Larry W. 2017. Rainwater harvesting in antiquity. En: Susanne M. Charlesworth; Colin A. Booth (eds.) *Sustainable surface water management. A handbook for SuDS*: 15-18. Chichester: John Wiley & Sons.
- Chatzakis, Manolis. K.; Lyrantzis, A. G.; Mara, Duncan D.; Angelakis, Andreas N. 2006. Sedimentation tanks through the ages. En: Andreas N. Angelakis; Demetris Koutsoyiannis (eds.) *Proceedings of the 1st IWA International Symposium on Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations, Herakleion, Crete, October 28-30, 2006*: 757-762. Herakleion: IWA.
- Chevalier, Arnaud; Dentzer, Jean-Marie; Leblanc, Jacques. 2009. Techniques et systèmes d'acquisition de l'eau à Bosra: initiatives de groupes et pouvoirs politiques. En:

- Mohamed Al-Dbiyat; Michel Mouton (eds.) *Stratégies d'acquisition de l'eau et sociétés au Moyen-Orient depuis l'Antiquité: études de cas*: 107-132. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.
- Chiari, Giacomo; Torraca, Giorgio; Santarelli, Maria Laura. 1996. Recommendations for systematic instrumental analysis of ancient mortars: the Italian experience. En: Stephen. J. Kelley (ed.) *Standards for preservation and rehabilitation*: 275-284. STP 1258. West Conshohocken: ASTM International.
- Childe, Gordon V. 1950. The urban revolution. *TPR* 21(1): 3-17.
- Choquette, Philip W.; Pray, Lloyd C. 1970. Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. *AAPG Bulletin* 54: 207-250.
- Ciantelli, Chiara; Sardella, Alessandro; Pecchioni, Elena; Favoni, Orlando; Bonazza, Alessandra. 2020. Herodian Machaerus Fortress (Jordan): Investigation of mortars belonging to the hydraulic constructions. *Int. J. Archit. Heritage* 14(5): 645-657.
- Clark, Douglas R.; Herr, Larry G.; LaBianca, Øysten S.; Younker, Randall W. (eds.). 2016. *The Madaba Plains Project: forty years of archaeological research into Jordan's past*. Sheffield: Equinox Publishing.
- Clark, Grahame. 1944. Water in antiquity. *Antiquity* 18(69): 1-15.
- Cobirzan, Nicoleta; Balog, Anca-Andrea. 2013. Analysis of rendering mortars decay due to salt attack. *JAES* 3(16): 21-26.
- Coinman, Nancy R. (ed.). 1998. *The archaeology of the Wadi al-Hasa, West-Central Jordan. Vol. 1: surveys, settlement and paleoenvironments*. Arizona State University Anthropological Research Papers 50. Tempe: Arizona State University.
- Coinman, Nancy R.; Clark, Geoffrey A. 1998. Introduction. En: Nancy R. Coinman (ed.) *The archaeology of the Wadi al-Hasa, West-Central Jordan. Vol. 1: surveys,*

settlement and paleoenvironments: 1-10. Arizona State University Anthropological Research Papers 50. Tempe: Arizona State University.

Cordova, Carlos E. 2007. *Millennial landscape change in Jordan: geoarchaeology and cultural ecology*. Tucson: University of Arizona Press.

Corrada, Marta L. 2019. Restauración y conservación en las actuales misiones arqueológicas españolas en Jordania. En: Escuela Superior de Arte del Principado de Asturias (ed.) *ATEMPO. Actas de la XI Jornadas Actas de Conservación y Restauración. Patrimonio arqueológico. Gestión, intervención, puesta en valor. 16-17 de marzo de 2017*, Avilés. Vol. 2: 172-189. Avilés: Escuela Superior de Arte del Principado de Asturias.

Costa, Paolo M. 1983. Notes on traditional hydraulics and agriculture in Oman. *WorldArch* 14(3): 273-295.

Critchley, Will; Siegert, Klaus (eds.). 1991. *Water harvesting. A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production*. Roma: FAO.

Crook, Darren. 2009. Hydrology of the combination irrigation system in the Wadi Faynan, Jordan. *J. Archaeol. Sci.* 36: 2427-2436.

Crouch, Dora P. 1993. *Water management in the ancient Greek cities*. Nueva York: Oxford University Press.

Crowell, Bradley L. 2004. *On the margins of history: social change and political development in Iron Age Edom*. Tesis doctoral (no publicada). Ann Arbor: University of Michigan.

———2007. Nabonidus, as-Sila' and the beginning of the end of Edom. *BASOR* 348: 75-88.

Da Riva, Rocío. 2015. Surface survey of the site of as-Sila/Sela (Tafila, Jordan): water management in the Edomite Plateau during the first millennium BC. *Newsletter WWAC* diciembre 2015: 17-20.

- 2016. El yacimiento de Sela (Jordania): La expansión imperial neo-babilónica en el altiplano de Edom a mediados del I milenio a.C. *Historiae* 13: 31-39.
- 2019a. The king of the rock revisited: the site of as-Sila (Tafila, Jordan) and the inscription of Nabonidus of Babylon. En: Pavel S. Avetisyan; Roberto Dan; Yervand H. Grekyan (eds) *Over the mountains and far away. Studies in Near Eastern history and archaeology presented to Mirjo Salvini on the occasion of his 80th birthday*: 157-170. Oxford: Archaeopress Archaeology.
- 2019b. El yacimiento de Sela en Jordania: campaña 2016. *Informes y Trabajos* 17: 269-278.
- En prensa. The Nabonidus Inscription in Sela (Jordan): epigraphic study and historical meaning. *Zeitschrift für Assyriologie und Vorderasiatische Archäologie*.
- Da Riva, Rocío; Marsal, Roser. 2017. Proyecto: “Estudio preliminar del yacimiento de Sela (Tafila, Jordania)”. *Akros* 15: 7-14.
- Da Riva, Rocío; Marsal, Roser; Madrid, Marisol; Miguel, Eva; Marín, Juan; Allué, Ethel; Lozano, Marina. En prensa. The site of Sela: archaeological campaign 2016. *ADAJ*.
- Da Riva, Rocío; Muñiz, Juan. R.; Corrada, Marta L.; Jariri, Ehab; Gaspar, Diego; Madrid, Marisol; Marsal, Roser. 2017. An archaeological survey of the site of as-Sila / Sela (Tafila). *ADAJ* 58: 623-639.
- Da Riva, Rocío; Santos, Francisco Javier; Madrid, Marisol; Tebes, Juan Manuel. En prensa. The Hydraulic Mortars of Sela (Southern Jordan): Mineralogical Characterization and Radiocarbon Dating. En: Benedikt Hensel; Ehud Ben Zvi; Diana V. Edelman (eds.) *About Idumea and Edom: Recent Research and Approaches from Archaeology, Hebrew Bible Studies and Ancient Near East Studies*. WANEM series. Sheffield: Equinox.

- Dalley, Stephanie.; Goguel, Anne. 1997. The Sela' sculpture: a Neo-Babylonian rock relief in southern Jordan. *ADAJ* 41: 169-176.
- Dalman, Gustaf H. 1908. *Petra und seine Felsheillgtümer*. Leipzig: Hinrich'sche Buchdandlung.
- 1912. *Neue Petra-Forschungen und der heilige Felsen von Jerusalem*. Leipzig: Hinrich'sche Buchdandlung.
- Daviau, Paulette M. Michèle. 2002. *Excavations at Tell Jawa, Jordan. Vols. 1-5. Culture and History of the Ancient Near East 11*. Boston / Leiden: Brill Academic Publishers.
- Davies, Matthew I. J. 2009. Wittfogel's dilemma: heterarchy and ethnographic approaches to irrigation management in Eastern Africa and Mesopotamia. *WorldArch* 41(1): 16-35.
- De Feo, Giovanni; Laureano, Pietro; Drusiani, Renato; Angelakis, Andreas N. 2010. Water and wastewater management technologies thorough the centuries. *Water Sci. Technol. Water* 10(3): 337-349.
- Dentzer, Jean-Marie. 2008. Les Nabatéens et l'eau: technologie et culture la conduit d'eau du Jebel Ithlib à Medaïn Saleh (Arabie Saoudite). *Syria* 85: 5-18.
- 2010. Espaces et communautés de culte dans le royaume nabatéen: sanctuaires rupestres et circulations rituelles à Pétra (Jordanie) et à Hégra (Arabie). En: de La Genière, Juliette; Vauchez, André; Leclant, Jean (eds.) *Les sanctuaires et leur rayonnement dans le monde méditerranéen de l'antiquité à l'époque moderne. Actes du 20ème colloque de la Villa Kérylos, 9-10 octobre 2009, Beaulieu-sur-Mer*: 161-212. Cahiers de la Villa Kérylos 21. Paris: De Boccard.
- Diodoro de Sicilia. 1954. *Diodorus of Sicily, vol. 10. Trad. de R. Geer*. The Loeb Classical Library. Londres: William Heinemann.

- Dornemann, Rudolph Henry. 1982. The beginning of the Iron Age in Transjordan. *SHAJ* 1: 135-140.
- 1983. *The archaeology of the Transjordan in the Bronze and Iron Ages*. Wisconsin: Milwaukee Public Museum.
- Downing, Theodore E.; Gibson, McGuire (eds.). 1974. *Irrigation's impact on society*. Tucson: University of Arizona Press.
- Driaux, Delphine. 2016. Water supply of ancient Egyptian settlements: the role of the state. Overview of a relatively equitable scheme from the Old to New Kingdom (ca. 2543–1077 BC). *Water Hist* 8(1): 43-58.
- Driessen, Mark; Abudanah, Fawzi. 2018. The Udhruh region: a green desert in the hinterland of ancient Petra. En: Yijie Zhuang; Mark Altaweel (eds.) *Water societies and technologies from the past and present*: 127-156. Londres: UCL Press.
- Durand, Jean-Marie. 2002. La maîtrise de l'eau dans les régions centrales du Proche-Orient. *Ann. hist. sci. soc.* 57: 561-576.
- Eadie, John W. 1984. Humayma 1983: the regional survey. *ADAJ* 28: 211-223.
- Eadie, John W.; Oleson, John Peter. 1986. The water-supply systems of Nabatean and Roman Humayma. *BASOR* 262: 49-76.
- Edelman, Diana V. (ed.). 1995. *You shall not Abhor and Edomite for he is your brother. Edom and Seir in history and tradition*. Atlanta: Scholars Press.
- Edgeworth, Matt. 2011. *Fluid past. Archaeology of flow*. Londres: Bloomsbury Academic.
- Elaye, Josette. 2014. Achaemenid Persia and the Levant. En: Margreet L. Steiner; Ann E. Killebrew, Ann E. (eds.) *The Oxford handbook of the archaeology of the Levant (c. 8000-332 BCE)*. Londres: Oxford University Press.

- Elert, Kerstin; Rodríguez-Navarro, Carlos; Sebastian Pardo, Eduardo; Hansen, Eric; Cazalla, Olga. 2002. Lime mortars for the conservation of historic buildings. *Stud Conserv* 47(1): 62-75.
- Eliade, Mircea. 1972. *Tratado de historia de las religiones*. México: Era.
- Elsen, Jan. 2006. Microscopy of historic mortars – a review. *Cement and Concrete Research* 36(8): 1416-1424.
- Evenari, Michael; Koller, Dov. 1956. Ancient masters of the desert. *Sci. Am.* 194(4): 39-45.
- Evenari, Michael; Shanan, Leslie; Tadmor, Naphtali. 1982. *The Negev. The challenge of a desert*. 2^a ed. Cambridge: Harvard University Press.
- Faro, Elissa Z. 2008. *Ritual activity and regional dynamics: towards a reinterpretation of Minoan extra-urban ritual space*. Tesis doctoral (no publicada). Washington D. C.: University of Michigan.
- Finkelstein, Israel. 1995. *Living on the fringe: the archaeology and history of the Negev, Sinai and neighbouring regions in the Bronze and Iron Ages*. Monograph in Mediterranean Archaeology 6. Sheffield: Sheffield Academic Press.
- 2005. Khirbet en-Nahas, Edom and Biblical History. *TelAviv* 32: 119-125.
- Finkelstein, Israel; Piasezky, Eli. 2011. The Iron Age chronology debate: is the gap narrowing? *NEA* 74(1): 50-54.
- Finlayson, Bill; Lovell, Jaimie; Smith, Sam; Mithen, Steven. 2011. The archaeology of water management in the Jordan Valley from the Epipalaeolithic to the Nabatean, 21,000 BP (19,000 BC) to AD 106. En: Steven Mithen; Emily Black (eds) *Water, life and civilisation: climate, environment and society in the Jordan Valley*: 191-217. Cambridge: Cambridge University Press.

- Forbes, Robert James. 1995. *Studies in ancient technology*. Vol. 2. Leiden / Boston: Brill Academic Publishers.
- Franke, Ute; Al-Ghabban, Ali; Gierlichs, Joachim; Weber, Stefan (eds). 2011. *Roads of Arabia: archäologische Schätze aus Saudi-Arabien*. Tübingen: Wasmuth.
- Frasier, Gary W.; Myers, Lloyd E. 1983. *Handbook of water harvesting*. Washington D. C.: Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Frumkin, Amos. 1997. The Holocene history of the Dead Sea levels. En: Tina M. Niemi; Zvi Ben-Avraham; Joel R. Gat (eds.) *The Dead Sea: the lake and its setting: 237-248*. Nueva York: Oxford University Press.
- Frumkin, Amos; Elitzur, Yoel. 2002. Historic Dead Sea level fluctuations calibrated with geological and archaeological evidence. *Quat. Res.* 57(3): 334-342.
- Galor, Katharina. 2006. Roman and Byzantine period ritual pools on the Sepphoris Acropolis. En: Gilbert Wiplinger (ed.) *Cura aquarum in Ephesus. Proceedings of the Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Ephesus / Selçuk, Turkey, October 2-10, 2004*: 265-271. BABesch Supplement 12. Leuven: Peeters.
- Garbrecht, Günther. 1985. *Wasser. Vorrat, Bedarf und Nutzung in Geschichte und Gegenwart*. Hamburgo: Rowohlt.
- Gatier, Pierre-Louis; Geyer, Bernard; Rousset, Marie-Odile. 2010 (eds.). *Entre nomades et sédentaires. Prospections en Syrie du Nord et en Jordanie du Sud*. Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranéen 55. Lyon: Maison de l'Orient.
- Gebel, Hans Georg K. 2004. The domestication of water. Evidences from Early Neolithic Ba'ja? En: Hans-Dieter Bienert; Jutta Häser (eds.) *Men of dikes and canals: the archaeology of water in the Middle East. International symposium held at Petra, Wadi Musa (H. K. Jordan), June 15-20, 1999*: 25-35. *Orient-Archäologie* 13. Rahden / Westfalia: VML.

- Gentelle, Pierre. 2003. *Traces d'eaux: un géographe chez les archéologues*. Paris: Belin.
- Gentili, Paolo; Saporetti, Claudio. 2001. Nabonedo a Sela. *Geo-Archeologia* 2001(1): 39-58.
- Geological Society of America. 1991. *Rock-color chart with genuine Munsell color chips*. Boulder: Geological Society of America.
- Geyer, Bernard. 2009. Pratiques d'acquisition de l'eau et modalités de peuplement dans les marges arides de la Syrie du Nord. En: Mohamed Al-Dbiyat; Michel Mouton (eds.) *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité*: 25-43. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.
- Gilbertson, David D.; Kennedy, David L. 1984. An archaeological reconnaissance of water harvesting structures and wadi walls in the Jordanian Desert, north of Azraq Oasis. *ADAJ* 28: 151-162.
- Gilboa, Ayelet; Namdar, Dvory. 2015. On the beginnings of South Asian spice trade with the Mediterranean region: a review. *Radiocarbon* 57(2): 265-283.
- Glueck, Nelson. 1933. *Explorations in Eastern Palestine I*. AASOR 14.
- 1935. *Explorations in Eastern Palestine II*. AASOR 15. New Haven: ASOR.
- 1937. Explorations in Eastern Palestine III. *BASOR* 65: 8-29
- 1939. *Explorations in Eastern Palestine III*. AASOR 18-19. New Haven: ASOR.
- 1940. *The other side of the Jordan*. New Haven: ASOR.
- Goblot, Henri. 1979. *Les qanats: une technique d'acquisition de l'eau*. Paris: École des hautes études en sciences sociales & Mouton.
- Goudie, Andrew S. 2013. *Arid and semi-arid geomorphology*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Goyon, Jean Claude. 1982. Ébauche d'un système étatique d'utilisation de l'eau: Égypte pharaonique de l'ancien au nouvel empire. En: Françoise Métral; Jean Métral (eds.) *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient II. Séminaire de recherche 1980-1981*: 61-68. Travaux de la Maison de l'Orient 3. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.
- Graf, David F. 1983. The Nabateans and the Hisma: in the footsteps of Glueck and beyond. En: Carol L. Meyers; Michael P. Connor (eds.). 1983. *The Word of the Lord shall go forth: essays in honor of David Noel Freedman in celebration of his sixtieth birthday*: 647-664. ASOR 1. Winona Lake: Eisenbrauns.
- Graslin-Thomé, Laetitia. 2009. *Les échanges à longue distance en Mésopotamie au Ier millénaire. Une approche économique*. Orient & Méditerranée 5. Paris: De Boccard.
- Graßhoff, Gerd; Meyer, Michael (eds.). 2018. *Innovationen der Antike*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Greenberg, Raphael; Wengrow, David; Paz, Sarit. 2010. Cosmetic connections? An Egyptian relief carving from Early Bronze Age Tel Bet Yerah (Israel). *Antiquity* 84(324). En línea: <http://www.antiquity.ac.uk/projgall/greenberg324/> [Consulta: 06/09/2020].
- Grigson, Caroline. 2012. Camels, copper and donkeys in the Early Iron Age of the southern Levant: Timna revisited. *Levant* 44: 82-101.
- Groom, Nigel. 1981. *Frankincense and myrrh: a study of the Arabian incense trade*. Londres / Nueva York: Longman.
- Grosby, Steven. 1997. Borders, territory and nationality in the ancient Near East and Armenia. *JESHO* 40: 1-29.

- Hammer, Emily. 2018. Water management by mobile pastoralist in the Middle East. En: Emily Holt (ed.) *Water and power in past societies*: 63-88. Nueva York: State University New York Press.
- Harlan, Jack R. 1988. Natural resources. En: Burton MacDonald (ed.) *The Wadi el Hasa Archaeological Survey 1979-1983, West-Central Jordan*: 40-48. Waterloo: Wilfred Laurier University Press.
- Harmanşah, Ömür (ed.). 2015. *Of rocks and waters: towards and archaeology of place*. Oxford / Filadelfia: Oxbow Books.
- 2018. Geologies of belonging. The political ecology of water in Central Anatolia. En: Emily Holt (ed.) *Water and power in past societies*: 259-277. Nueva York: State University New York Press.
- 2019. Cities, the underworld, and the infrastructure. The ecology of water in the Hittite world. En: Susan M. Alt; Timothy R. Pauketat (eds.) *New materialisms ancient urbanisms*: 218-244. Londres / Nueva York: Routledge.
- Harrower, Michael J. 2009. Is the hydraulic hypothesis dead yet? Irrigation and social change in ancient Yemen. *WorldArch* 41(1): 58-72.
- 2016. Water histories of ancient Yemen in global comparative perspective. En: Michael J. Harrower (ed.) *Water histories and spatial archaeology: ancient Yemen and the American West*: 51-83. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hart, Stephen. 1986a. Le pays d'Edom. *Le Monde de la Bible* 46: 30-33.
- 1986b. Some preliminary thoughts on settlement in southern Edom. *Levant* 18: 51-58.
- 1986c. Sela': the rock of Edom? *PEQ* 118: 91-95.
- 1986d. Nabateans and romans in southern Jordan. En: Philip Freeman; David Kennedy (eds.) *The defence of the Roman and Byzantine East: proceedings of a*

- colloquium held at the University of Sheffield in April 1986. Vol. 1: 337-342. BAR 297. Oxford: British Institute of Archaeology at Ankara.*
- 1987a. Five soundings in southern Jordan. *Levant* 19: 33-47.
- 1987b. The Edom Survey Project 1984-1985: the Iron Age. *SHAJ* 3: 287-290.
- 1988. Excavations at Ghrareh, 1986: preliminary report. *Levant* 20: 89-99.
- 1989. *The archaeology of the land of Edom*. Tesis doctoral (no publicada). Sydney: Macquarie University.
- 1990. The chronology of Tawilan and the “Dark Age” of Edom. *ARAM* 2: 35-44.
- 1992. Iron Age settlement in the land of Edom. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 93-98. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- Hart, Stephen; Falkner, Robin K. 1985. Preliminary report on survey in Edom, 1984. *ADAJ* 29: 255-277.
- Hauptmann, Andreas. 1986. Die Gewinnung von Kupfer: ein uralter Industriezweig auf der Ostseite des Wadi Arabah. En: Manfred Lindner (ed.) *Petra. Neue Ausgrabungen und Entdeckungen*: 31-43. Múnich / Bad Windsheim: Delp Verlag.
- 2007. *The Archaeo-metallurgy of copper. Evidence from Faynan, Jordan*. Nueva York: Springer.
- Hauptmann, Andreas; Weisgerber, Gerd. 1992. Periods of ore exploitation and metal production in the area of Feinan, Wadi ‘Arabah, Jordan. *SHAJ* 14: 61-66.
- Hausleiter, Arnulf. 2010. L’oasis de Taymâ. En: Ali Ibrahim Al-Ghabban; Béatrice André-Salvini; Françoise Demange; Carine Juvin; Marianne Cotty (eds.) *Routes d’Arabie: archéologie et histoire du royaume d’Arabie saoudite*: 219-261. París: Louvre Museum.

- Haut, Benoît; Zheng, Xiao Yun; Mays, Larry W.; Han, Mooyoung; Passchier, Cees; Angelakis, Andreas N. 2015. Evolution of rainwater harvesting and heritage in urban areas through the millennia: a sustainable technology for increasing water availability. En: Willem J. H. Willems; Henk van Schaik (eds.) *Water and heritage: material, conceptual and spiritual connections*. Leiden: Sidestone Press.
- Helms, Svend W. 1973a. Jawa: an Early Bronze Age fortress. *Levant* 5: 127-128.
- 1973b. Excavations at Jawa, 1973. A preliminary report. *ADAJ* 18: 41-44.
- 1981. *Jawa: lost city of the Black Desert*. Londres: Methuen.
- Herr, Larry G.; Najjar, Muhammad. 2001. The Iron Age. En: Burton MacDonald; Russell Adams; Piotr Bienkowski (eds.) *The archaeology of Jordan*: 323-345. Levantine Archaeology 1. Sheffield: Sheffield Academic.
- 2008. The Iron Age. En: Russell B. Adams (ed.) *Jordan: an archaeological reader*: 311-334. Londres: Equinox Publishing.
- Highman, Thomas; van der Plicht, Johannes; Ramsey, Christopher B.; Bruins, Hendrik J.; Robinson, Mark; Levy, Thomas E. 2005. Radiocarbon dating of the Khirbat en-Nahas site (Jordan) and Bayesian modelling of the results. En: Thomas E. Levy; Thomas Higham (eds.) *The Bible and radiocarbon dating. Archaeology, texts and science*: 164-178. Londres: Equinox Publishing.
- Hodge, A. Trevor. 2000a. Collection of water. En: Örjan Wikander (ed.) *Handbook of ancient water technology. Vol. 2: Technology and Change in History 2*: 21-28. Leiden / Boston: Brill Academic Publishers.
- 2000b. Wells. En: Örjan Wikander (ed.) *Handbook of ancient water technology. Vol. 2: Technology and Change in History 2*: 29-33. Leiden / Boston: Brill Academic Publishers.

- 2000c. Qanats. En: Örjan Wikander (ed.) *Handbook of ancient water technology. Vol. 2: Technology and Change in History 2*: 35-38. Leiden / Boston: Brill Academic Publishers.
- Hole, Frank. 1966. Investigating the origins of Mesopotamian civilisation. *Science* 153: 605-611.
- Holt, Emily (ed.). 2018a. *Water and power in past societies*. Nueva York: State University New York Press.
- 2018b. Water and power in past societies. An introduction. En: Emily Holt (ed.) *Water and power in past societies*: 1-15. Nueva York: State University New York Press.
- Hopkins, David C. 1985. *The highlands of Canaan: agricultural life in the Early Iron Age*. Social World of Biblical Antiquity 3. Sheffield: Almond.
- Horsfield, George; Horsfield, Agnes. 1938. Sela-Petra: the rock of Edom and Nabatene I-II. *QDAP* 7: 1-42.
- Horton, Robert E. 1933. The role of infiltration in the hydrologic cycle. *Eos, Transactions American Geophysical Union* 14(1): 446-460.
- Hübner, U. 2002. Die Stadt auf dem Vulkan. Qurayyat al-Mansur: eine edomitische Siedlung in SüdJordanien. *Antike Welt* 3: 263-276.
- 2004. Qurayyat al-Mansur und Hirbet el-Faid in SüdJordanien. *ZDPV* 120: 141-156.
- Ionides, Michael G.; Blake, George S. 1939. *Report on the water resources of Transjordan and their development. Incorporating a report on geology, soils, minerals and hydrogeological correlations*. Londres: Crown agents for the colonies.

- Issar, Arie S. 2001. The knowledge of principles of groundwater flow in the ancient Levant. Comunicación presentada en: *International Symposium OH2 Origins and History of Hydrology, May 9-11, 2001, Dijon*.
- Issar, Arie S.; Yakir, Dan. 1997. Isotopes from wood buried in the Roman siege ramp of Masada: The Roman period's colder climate. *BiblArch* 60(2): 101-106.
- Jansen, Gemma C. M. 2000. Urban water transport and distribution. En: Örjan Wikander (ed.) *Handbook of ancient water technology. Vol. 2: Technology and Change in History 2*: 103-125. Leiden / Boston: Brill Academic Publishers.
- Jobling, William J. 1983. Preliminary report on the fourth season of the 'Aqaba-Ma'an Archaeological and Epigraphic Survey, 1982-1983. *ADAJ* 27: 197-208.
- Joffe, Alexander H. 2002. The rise of secondary states in the Iron Age Levant. *JESHO* 45: 425-467.
- Jouvenel, Aurélie. 2010. Stratégie de subsistence en milieu semi-aride: implantations et aménagements hydrauliques dans le Néguev central au début de l'âge du Fer A (1200-800 av. J.-C). En: Hala Alarashi; Marie-Laure Chambrade; Sébastien Gondet; Aurélie Jouvenel; Caroline Sauvage; Hervé Tronchère (eds.) *Regards croisés sur l'étude archéologique des paysages anciens. Nouvelles recherches dans le bassin méditerranéen, en Asie Centrale et au Proche et au Moyen-Orient*: 129-138. Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée 56. Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux.
- Kamash, Zena. 2006. Recent research on dams in the Roman Near East: some dating issues. En: Gilbert Wiplinger (ed.) *Cura aquarum in Ephesus. Proceedings of the Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Ephesus / Selçuk, Turkey, October 2-10, 2004*: 219-224. BABesch Supplement 12. Leuven: Peeters.
- Kaplan, Jonathan. 2010. The Mesha inscription and Iron Age II water systems. *JNES* 69(1): 23-29.

- Kaptijn, Eva. 2018. Learning from ancient water management: archaeology's role in modern-day climate change adaptations. *WIREs Water* 5: 1-11.
- 2019. Surviving the Summer. Ancient water management in the southern Jordan Valley as Compared to the Central Jordan Valley. En: Martin Peilstöcher; Sabine Wolfram (eds.) *Proceedings of the International Conference held at the State Museum of Archaeology Chemnitz (smac), February 21-24, 2018, Chemnitz. Ägypten und Altes Testament* 96. Münster: Zaphon.
- Karmowski, Jacek. 2017. Some methodological aspects of documentation in new archaeological survey in at-Tafila District (Jordan) carried out by Jagiellonian University in Cracow (Poland). *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation* 50: 45-54.
- Keilholz, Patrick. 2007. Die Zisternen der antiken Stadt Gadara (Umm Qais, Jordanien). En: Christoph Ohlig (ed.) *Antike Zisternen*: 195-228. Schriften der DWhG 9. Siegburg: DWhG.
- 2014. The ancient cisterns of Hellenistic Gadara / Umm Qais (Jordan). En: Thomas Schäfer; Frerich Schön; Andreas Gerdes; Jens Heinrichs (eds.) *Antike und modern Wasserspeicherung. Internationaler Workshop vom 11.-14.05.2011 in Pantelleria, Italien*: 27-36. Tübinger Archäologische Forschungen 12. Rahden / Westfalia: VML.
- Kennedy, Will. M. 2013. The hills have eyes: GIS-based studies on a possible watchtower on Umm al-Biyara. En: Michel Mouton; Stephan Schmid (eds.) *Men of the rocks: the formation of Nabatean Petra*: 271-294. Supplement to the Bulletin of Nabataean Studies 1. Berlin: Logos Verlag.
- Kerner, Susanne; Krebs, Hauke; Michaelis, Dietmar. 1997. Water management in northern Jordan: the example of Gadara Umm Qays. *SHAJ* 6: 265-270.
- Killick, Alistair. 1983. Udruh – 1980, 1981, 1982 seasons: a preliminary report. *ADAJ* 27: 231-243.

- Killick, Alistair. 1986a. Udhruh and the southern frontier. En: Philip Freeman; David Kennedy (eds.) *The defence of the Roman and Byzantine East: proceedings of a colloquium held at the University of Sheffield in April 1986. Vol. 1:* 431-446. BAR 297. Oxford: British Institute of Archaeology at Ankara.
- Killick, Alistair. 1986b. Udhruh: eine antike Stätte vor den Toren Petras. En: Manfred Lindner (ed.) *Petra. Neue Ausgrabungen und Entdeckungen:* 44-57. München / Bad Windsheim: Delp Verlag.
- Killick, Alistair. 1987. Udhruh and the trade route through southern Jordan. *SHAJ* 3: 173-179.
- Kirkbride, Diana. 1961. Ten thousand years of men's activity around Petra: unknown and little known sites excavated or explored. *ILN* 239: 448-451.
- Klein, C. 1982. Morphological evidence of lake level changes, western shore of the Dead Sea. *Isr. J. Earth Sci.* 31: 67-94.
- Klimscha, Florian; Eichmann, Ricardo; Schuler, Christof; Fahlbusch, Henning (eds.). 2012. *Wasserwirtschaftliche Innovationen im archäologischen Kontext: von den prähistorischen Anfängen bis zu den Metropolen der Antike.* Menschen – Kulturen – Traditionen: Studien aus den Forschungsclustern des Deutschen Archäologischen Instituts 5; Forschungscluster 2: Innovationen: technisch, sozial. Rahden / Westfalia: VML.
- Kloner, Amos. 2002. Water cisterns in Idumea, Judaea and Nabatea in the Hellenistic and Roman periods. *ARAM* 14: 461-485.
- Knauf, Ernst Axel. 1992. The cultural impact of secondary state formation: the cases of the Edomites and Moabites. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in Southern Jordan:* 47-54. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.

- Knauf-Belleri, Ernst Axel. 1995. Edom: the social and economic history. En: Diana V. Edelman (ed.) *You shall not abhor and edomite for he is your brother. Edom and Seir in history and tradition*: 93-117. *Archaeological and Biblical Studies* 3. Atlanta: Scholars Press.
- Koenig, Klaus W.; Sperfeld, Dietmar. 2006. *Rainwater harvesting. A global issue matures*. Darmstadt: Association for Rainwater Harvesting and Water Utilisation.
- Kolodziejczyk, Piotr. 2015. Sela: rock-cut refugium in southern Jordan. The state of knowledge about the site and current research activities. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation* 42: 101-110.
- Kołodziejczyk, Piotr; Wasilewski, Michał; Czarnowicz, Marcin; Karmowski, Jacek; Kościuk, Julia; Węgrzynek, Aleksandra. 2018. KHLC Project. New Polish archaeological activity in At-Tafileh micro-region (south Jordan). En: Paweł Valde-Nowak; Krzysztof Sobczyk; Marek Nowak; Jarosław Żrałka (eds.) *Multas per gentes et multa per saecula amici magistro et collegae suo Ioanni Christopho Kozłowski dedicant*: 567-576. Cracovia: Institute of Archaeology, Jagiellonian University in Kraków.
- Koucky, Frank L.; MacDonald, Burton. 1985. The Northeast 'Araba Archaeological Reconnaissance Survey, 1985. *ADAJ* 29: 293-294.
- LaBianca, Øysten S. 1990. *Sedentarization and nomadization: food system cycles at Hesban and its vicinity in Transjordan. Hesban I*. Berrien Springs: Andrews University Press.
- 1991. Food systems research: an overview and a case study from Madaba Plains, Jordan. *Food and Foodways* 4(3-4): 221-235.
- 1993. The fluidity of tribal peoples in central Transjordan: four millennia of sedentarization and nomadization on the Madaba Plains. En: Heikki Palva; Knut S. Vikør (eds.) *The Middle East – unity and diversity: papers from the Second*

Nordic Conference on Middle Eastern Studies, 22-25 October 1992, Copenhagen: 206-215. *Nordic Proceedings in Asian Studies 5.* Copenhagen: NIAS Press.

—1995. On-site water retention strategies: solutions from the past for dealing with Jordan's present water. *SHAJ* 5: 771-776.

—1999. Salient features of Iron Age tribal kingdoms. En: Burton MacDonald; Randall W. Younker (eds.) *Studies in the History and Culture of the Ancient Near East: Ancient Ammon. Vol. 17.* Leiden / Boston: Brill Academic Publishers.

—2006. Local level water management and the progress of civilizations in the Ancient Near East: a comparative case study. En: Frode F. Jacobsen; John-Andrew McNeish (eds.) *From where life flows: the local knowledge and politics of water in the Andes:* 137-151. Trondheim: Tapir Academic Press.

—2007a. Great and little traditions: a framework for studying cultural interactions through the ages in Jordan. *SHAJ* 9: 275-289.

—2007b. Thinking globally and also locally: Anthropology, History and Archaeology in the study of Jordan's past. En: Thomas E. Levy; P. M. Michèle Daviau; Randall W. Younker; May Shaer (eds.) *Crossing Jordan: North American contributions to the archaeology of Jordan:* 3-11. Londres: Equinox Publishing.

LaBianca, Øysten S.; Herr, Larry G., Younker; Randall W., Geraty; Lawrence T.; Clark, Douglas R.; Christopherson, Gary L.; Cole, Jon A.; Daviau, P. M. Michèle; Fisher, James R.; Lawlor, John I.; Harrison, Timothy P.; Hubbard, Lorita E.; London, Gloria A.; Low, Russanne; Schnurrenberger, Douglas. 1995. Madaba Plains Project: a preliminary report on the 1989 season at Tell el-Umeiri and hinterland. En: William G. Dever (ed.) *Preliminary excavation reports: Sardis, Bir Um Fawakhir, Tell el-Umeiri, The Combined Caesarea Expeditions, and Tell Dothan:* 93-120. AASOR 52. Atlanta: Scholars Press.

LaBianca, Øysten S.; Walker, Bethany. 2007. Tall Hisban: palimpsest of great and little traditions of Transjordan and the Ancient Near East. En: Thomas E. Levy; P. M.

- Michèle Daviau; Randall W. Younker; May Shaer (eds.) *Crossing Jordan: North American contributions to the archaeology of Jordan*: 111-120. Londres: Equinox Publishing.
- LaBianca, Øysten S.; Witzel, Kristen R. 2007. Nomads, empires and civilizations: great and little traditions and the historical landscape of the southern Levant. En: Benjamin A. Saidel; Eveline J. van der Steen (eds.) *On the fringe of society: archaeological and ethnoarchaeological perspectives on pastoral and agricultural societies*: 63-74. BAR 1657. Oxford: Archaeopress.
- LaBianca, Øysten S.; Younker, Randall W. 1995. The kingdoms of Ammon, Moab and Edom: the archeology of society in Late Bronze/Iron Age Transjordan (ca. 1400-500 BCE). En: Thomas E. Levy (ed.) *The archaeology of society in the Holy Land*: 399-415. Londres: Leicester University Press.
- Lafont, Bertrand. 2009. Eau, pouvoir et société dans l'Orient ancien: approches théoriques, travaux de terrain et documentation écrite. En: Mohamed Al-Dbiyat; Michel Mouton (eds.) *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité*: 11-23. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.
- Langgut, Dafna; Finkelstein, Israel; Litt, Thomas; Neumann, Frank H.; Stein, Mordechai. 2015. Vegetation and climate changes during the Bronze and Iron Ages (~3600–600 BCE) in the southern Levant based on palynological records. *Radiocarbon* 57(2): 217-235.
- Lanning, Edward P. 1967. *Peru before the Incas*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Lapp, Paul W. 1969. The 1968 excavations at Tell Ta'annek. *BASOR* 195: 2-49.
- Lavento, Mika. 2010. Archaeological investigations of ancient water systems in Jordan. En: Willy Østreg (ed.) *Transference. Interdisciplinary communications 2008/2009*. Oslo: CAS.

- Lavento, Mika; Huotari, Mika; Jansson, Henrik; Silvonen, Sarianna; Fiema, Zbigniew T. 2004. Ancient water management system in the area of Jabal Haroun, Petra. En: Hans-Dieter Bienert; Jutta Häser (eds.) *Men of dikes and canals: the archaeology of water in the Middle East. International symposium held at Petra, Wadi Musa (H. K. Jordan), June 15-20, 1999*: 163-172. Orient-Archäologie 13. Rahden / Westfalia: VML.
- Lemaire, André. 2003. Nabonidus in Arabia and Judah in the Neo-Babylonian period. En: Oded Lipschitis; Joseph Blenkinsopp (eds.) *Judah and the Judeans in the Neo-Babylonian period*: 285-298. Winona Lake: Eisenbrauns.
- Levy, Thomas E. 2002. Tribes, metallurgy, and Edom in Iron Age Jordan. *ACOR Newsletter* 14: 3-5.
- 2004. Some theoretical issues concerning the rise of the Edomite Kingdom: searching for “pre-modern identities”. *SHAJ* 8: 63-89.
- 2009. Pastoral nomads and Iron Age metal production in ancient Edom. En: Jeffrey Szuchman (ed.) *Nomads, tribes, and the state in the Ancient Near East: cross-disciplinary perspectives*: 147-177. Oriental Institute Seminars 5. Chicago: Oriental Institute of the University of Chicago.
- Levy, Thomas E.; Adams, Russell B.; Najjar, Mohammad; Hauptmann, Andreas; Anderson, James A.; Brandl, Baruch; Robinson, Mark A.; Highman, Thomas. 2004. Reassessing the chronology of biblical Edom: new excavations and C14 dates from Khirbat en-Nahas (Jordan). *Antiquity* 78: 865-879.
- Levy, Thomas E.; Ben-Yosef, Erez; Najjar, Mohammad. 2012. New perspectives on Iron Age copper production and society in the Faynan region, Jordan. En: Vasiliki Kassianidou; George Papasavvas (eds.) *Eastern Mediterranean metallurgy and metalwork in the second millennium BC*: 197-214. Oxford: Oxbow Books.
- Levy, Thomas E.; Higham, Thomas (eds.). 2005. *The Bible and radiocarbon dating: archaeology, texts and science*: 129-163. Londres: Equinox Publishing.

- Levy, Thomas E.; Najjar, Mohammad; Highman, Thomas. 2007. Iron Age complex societies, radiocarbon dates and Edom: working with the data and debates. *AntOr* 5: 13-34.
- Levy, Thomas E.; Najjar, Mohammad; Ben-Yosef, Erez. 2014. *New insights into the Iron Age archaeology of Edom, southern Jordan: surveys, excavations and research from the University of California, San Diego & Department of Antiquities of Jordan, Edom Lowlands Regional Archaeology Project (ELRAP). Vols. 1-2.* Monumenta Archaeologica 35. Los Angeles: The Cotsen Institute of Archaeology Press.
- Levy, Thomas E.; Najjar, Mohammad; van der Plicht, Johannes; Smith, Neil; Bruins, Hendrik J.; Highman, Thomas. 2005. Lowland Edom and the high and low chronologies. Edomite state formation, the Bible and recent archaeological research in southern Jordan. En: Thomas E. Levy; Thomas Higham (eds.) *The Bible and radiocarbon dating: archaeology, texts and science*: 129-163. Londres: Equinox Publishing.
- Lewis, Douglas W.; McConchie, David. 1994. *Practical sedimentology. 2^a ed.* Nueva York / Londres: Chapman & Hall.
- Lichtenberger, Achim; Raja, Rubina. 2019. Management of water resources over time in semiarid regions: the case of Gerasa/Jerash in Jordan. *WIREs Water* 7(1): 1-19.
- Lightfoot, Dale. R. 1996. Moroccan khattara: traditional irrigation and progressive desiccation. *Geoforum* 27: 261-273.
- Lindner, Manfred. 1973. Eine archaologische Expedition nach Jordanien (1973). *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1973: 20-42.
- (ed.). 1974. *Petra und das Königreich der Nabatäer: Lebensraum, Geschichte und Kultur eines arabischen Volkes der Antike.* München: Delp.

- 1977. Die zweite archäologische Expedition der Naturhistorischen Gesellschaft nach Petra (1976). *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1977: 83-96.
- 1986. Archäologische Expedition 1986 in Jordanien. *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1986: 61-63.
- 1988. Eine antike Wasserleitung in SüdJordanien. *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1988: 33-36.
- 1989a. Es-Sela': eine antike Fliehbürg 50 km nordlich von Petra. En: Manfred Lindner (ed.) *Petra und das Königreich der Nabatäer: Lebensraum, Geschichte und Kultur eines arabischen Volkes der Antike*: 271-285. München: Delp.
- 1989b. Die "Nordterrasse" von Umm el-Biyara. En: Manfred Lindner (ed.) *Petra und das Königreich der Nabatäer: Lebensraum, Geschichte und Kultur eines arabischen Volkes der Antike*: 293-303. München: Delp.
- 1989c. Sela (el/es-Sala'). En: Denyse Homès-Fredericq; John B. Hennessy (eds.) *Archaeology of Jordan II. Field reports: sites L-Z*: 557-559. Leuven: Peeters.
- 1992. Edom outside the famous excavations evidence from surveys in the greater Petra area. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 143-166. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- 1994. Archäologische Petra-Expedition 1994. *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1994: 5-8.
- 1997. Von den Bergen Edoms bis ins Wadi Araba Aus dem archäologischen Umfeld der antiken Stadt Petra. *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1997: 25-32.
- 1998. Archäologische Expedition nach Jordanien 1998. *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1998: 93-96.

- 1999. Jordanien-Expedition 1999: Umm Saysaban, Sham ase, es-Sela' und Neues aus Petra. *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1999: 105-108.
- 2003. Hydraulic engineering and its significance in Nabatean-Roman southern Jordan: Ba'ja, as-Sâdah, Sabrâ, Umm Ratâm. *ADAJ* 47: 183-194.
- 2004. Hydraulic engineering and site planning in Nabatean-Roman southern Jordan. En: Hans-Dieter Bienert; Jutta Häser (eds.) *Men of dikes and canals: the archaeology of water in the Middle East. International symposium held at Petra, Wadi Musa (H. K. Jordan), June 15-20, 1999*: 65-72. *Orient-Archäologie* 13. Rahden / Westfalia: VML.
- 2005. Water supply and water management in ancient Sabra (Jordan). *PEQ* 137(1): 33-52.
- Lindner, Manfred; Farajat, Suleiman. 1987. An Edomite mountain stronghold north of Petra (Ba'ja III). *ADAJ* 31: 175-185.
- Lindner, Manfred; Farajat, Suleiman; Knauf, Ernest Axel; Zeitler, John P. 1990. Es-Sadeh: a Lithic-Early Bronze-Iron II (Edomite)-Nabatean site in the southern Jordan: report in the second exploratory campaign 1988. *ADAJ* 34: 193-237.
- Lindner, Manfred; Farajat, Suleiman; Zeitler, John P. 1988. Es-Sadeh: an important Edomite-Nabatean site in the southern Jordan: preliminary report. *ADAJ* 32: 75-99.
- Lindner, Manfred; Gunsam, Elisabeth; Just, Ingo; Schmid, Antonie; Schreyer, Elisabeth. 1982. Archäologische Erkundung des Der-Plateaus oberhalb von Petra. *Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 1982: 76-98.
- Lindner, Manfred; Hübner, Ulrich; Gunsam, Elisabeth. 2001. Es-Sela: 2500 Jahre Fliehburg und Bergfestung in Edom, Sudjordanien. *Altertum* 46: 243-278.

- Lindner, Manfred; Hübner, Ulrich; Hübl, Johannes. 2000. Nabatean and Roman presence between Petra and Wadi ‘Arabah. Survey Expedition 1997/1998: Umm Ratam. *ADAJ* 44: 535-567.
- Lindner, Manfred; Jansson, Henrik; Gerber, Yvonne; Fiema, Zbigniew T. 2007. Umm Rattam Survey: specialized reports. *ADAJ* 51: 243-256.
- Lindner, Manfred; Knauf, Ernest A. 1997. Between the plateau and the rocks: Edomite economic and social structure. *SHAJ* 6: 261-264.
- Lindner, Manfred; Knauf, Ernest A.; Hübl, Johannes; Zeitler, John P. 1997. An Iron Age (Edomite) occupation of Jabal al-Khubtha (Petra) and other discoveries on the “mountain of treachery and deceit”. *ADAJ* 41: 177-188.
- Lindner, Manfred; Knauf, Ernest A.; Hübner, Ulrich; Hübl, Johannes. 1998. From Edomite to Late Islamic: Jabal as-Saffha north of Petra. *ADAJ* 42: 225-240.
- Lindner, Manfred; Knauf, Ernest A.; Zeitler, John P. 1996a. An Edomite fortress and a Late Islamic village near Petra (Jordan): Khirbat al-Muallaq. *ADAJ* 40: 111-135.
- Lindner, Manfred; Knauf, Ernest A.; Zeitler, John P.; Hübl, Johannes. 1996b. Jabal al-Qseir: a fortified Iron Age (Edomite) mountain stronghold in southern Jordan, its pottery and its historical context. *ADAJ* 40: 137-166.
- Lipiński, Edward. 2013. Edom at the crossroads of “Incense Routes” in the 8th-7th centuries B.C. *RO* 2: 64-85.
- Liverani, Marco. 2003. The influence of political institutions on trade in the Ancient Near East (Late Bronze to Early Iron Age). En: Carlo Zaccagnini (ed.) *Mercanti e politica nel mondo antico*: 119-138. Saggi di Storia Antica 21. Roma: L’Erma di Bretschneider.
- Longfellow, Brenda. 2011. *Roman imperialism and civic patronage: form, meaning, and ideology in monumental fountain complexes*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Louis, Pierre. 1986 (ed.). *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient III. L'eau dans les techniques. Séminaire de recherche 1981-1982*. Travaux de la Maison de l'Orient 11. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.
- Lucke, Bernhard; Ziadat, Feras; Taimeh, Awni. 2013. The soils of Jordan. En: Myriam Ababsa (ed.) *Atlas of Jordan. History, territories and society: 72-76*. Beirut: Presses de l'Ifpo.
- Mabry, Jonathan B.; Donaldson, Marcia L.; Gruspier, Katherine; Muller, Grant; Palumbo, Gaetano; Rawlings, Michael N.; Woodburn, Marcus A. 1996. Early town development and water management in the Jordan Valley: investigations at Tell el-Handaquq North. *ASOR* 53: 115-154.
- MacDonald, Burton. 1982. The Wadi el Ḥasā Survey 1979 and previous archaeological work in southern Jordan. *BASOR* 254: 35-52.
- 1983. The Late Bronze and Iron Age sites of the Wadi el Ḥasā Survey 1979. En: John F. A. Sawyer; David J. A. Clines (eds.) *Midian, Moab and Edom: the history and archaeology of Late Bronze and Iron Age Jordan and North-West Arabia*: 18-28. JSOTSup 24. Sheffield: JSOT Press.
- 1986. Southern Ghors and northeast 'Araba Archaeological Survey, Jordan 1986. *ADAJ* 30: 407-409.
- 1988. *The Wadi el Hasa Archaeological Survey 1979-1983, West-Central Jordan*. Waterloo, Ontario: Wilfrid Laurier University Press.
- 1992a. Evidence from the Wadi el-Hasa and Southern Ghors and North-east Arabah Archaeological Surveys. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 113-142. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.

- 1992b. Settlement patterns along the southern flank of Wadi al-Hasa: evidence from “the Wadi al Hasa Archaeological Survey”. *SHAJ* 4: 73-76.
- 1997. Aerial photography and the Southern Ghors (al-Aghwar) and Northeast ‘Arabah Archaeological Survey. *SHAJ* 6: 93-95.
- 2000a. “*East of the Jordan*”: territories and sites of the Hebrew scriptures. ASOR 6. Boston: ASOR.
- 2001. Relation between paleoclimate and the settlement of southern Jordan during the Nabataean, Roman and Byzantine periods. *SHAJ* 7: 373-378.
- 2005. Edom, Edomites. En: Bill T. Arnold; Hugh G. M. Williamson (eds.) *Dictionary of the Old Testament: Historical Books*: 231-237. Downers Grove: InterVarsity Press.
- 2009. Human presence/absence in the southern segment of the Transjordanian Plateau. *SHAJ* 10: 767-786.
- 2015. *The southern Transjordan Edomite Plateau and the Dead Sea Rift Valley: the Bronze Age to the Islamic Period (3800 / 3700 BC - AD 1917)*. Oxford: Oxbow Books.
- 1998. The Wadi al-Ḥasā Survey 1979: a preliminary report. En: Nancy R. Coinman (ed) *The archaeology of the Wadi al-Hasa, West-Central Jordan. Vol. 1: surveys, settlement and paleoenvironments*: 47-59. Arizona State University Anthropological Research Papers 50. Tempe: Arizona State University.
- MacDonald, Burton; ‘Amr, Khairieh; Broeder, N. H.; Skinner, H. C. W.; Meyer, C.; Neeley, Michael P.; Reese, D. S.; Whitcomb, D. S. 1992. *The Southern Ghors and Northeast ‘Araba Archaeological Survey*. Sheffield Archaeological Monographs 5. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- MacDonald, Burton; Adams, Russell; Bienkowski, Piotr. 2001. *The archaeology of Jordan*. Levantine Archaeology 1. Sheffield: Sheffield Academic Press.

- MacDonald, Burton; Banning, Edward B.; Pavlish, Larry A. 1980. The Wadi el Ḥasā Survey 1979: a preliminary report. *ADAJ* 24: 169-183.
- MacDonald, Burton; Clark, Geoffrey A.; Neeley, Michael; Adams, Russell; Gregory, Michael. 1987. Southern Ghors and Northeast 'Araba Archaeological Survey 1986, Jordan: a preliminary report. *ADAJ* 31: 391-413.
- MacDonald, Burton; Herr, Larry G.; Quaintance, D. Scott.; Al-Hajaj, Wael; Jouvenel, Aurélie. 2011. The Shammakh to Ayl archaeological survey, Southern Jordan: the 2011 season. *ADAJ* 55: 363-76.
- MacDonald, Burton; Herr, Larry G.; Quaintance, D. Scott; Clark, G. A.; Hayajneh, Hani; Egger, Jürg. 2016. *The Shammakh to Ayl Archaeological Survey, southern Jordan (2010-2012)*. Archaeological Reports 24. Boston: ASOR.
- MacDonald, Burton; Herr, Larry G.; Quaintance, D. Scott; Lock, Hilary M. 2010a. The Shammakh to Ayl Archaeological Survey, southern Jordan: preliminary report (first season 2010). *ADAJ* 54: 329-344.
- 2010b. The Shammakh to Ayl Archaeological Survey, southern Jordan: first season (2010). *Ricerca storico-archeologica in Giordania* 29. *Liber Annuus* 60: 432-442.
- MacDonald, Burton; Herr, Larry G.; Neeley, Michael P.; Gasgos, T.; Moumani, K; Rockman, M. 2004. *The Tafila-Busayra Archaeological Survey 1999-2001, West-Central Jordan*. ASOR 9. Boston: ASOR.
- MacDonald, Burton; Herr, Larry, G.; Quaintance, D. Scott; Clark, Geoffrey A.; MacDonald, Michael. C. A. 2012. *The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey, southern Jordan (2005-2007)*. ASOR Archaeological Reports 16. Boston: ASOR.
- MacDonald, Burton; Rollefson, Gary O.; Banning, Edward B.; Byrd, Brian F.; D'Annibale, Cesare. 1983. The Wadi al-Ḥasā Archaeological Survey 1982: a preliminary report. *ADAJ* 27: 311-323.

- MacDonald, Burton; Sawtell, Wayne. 2002. The Tafila-Busayra Archaeological Survey: phase 3 (2001). *ADAJ* 46: 477-484.
- MacDonald, Burton; Rollefson, Gary O.; Roller, Duane W. 1982. The Wadi el Ḥasā Survey 1981: a preliminary report. *ADAJ* 26: 117-131.
- MacDonald, Michael C. A. 1997. Trade routes and trade goods at the northern end of the “Incense Road” in the first millennium B.C. En: Alessandra Avanzini (ed.) *Profumi d’Arabia: atti del convegno*: 333-349. *Saggi di Storia Antica* 11. Roma: L’Erma di Bretschneider.
- MacKenzie, William S.; Guilford, C. 1980. *Atlas of the rock-forming minerals in thin section*. Londres: Longman.
- Maigret, Alessandro de. 1997. *The frankincense road from Najrān to Ma‘ān: a hypothetical itinerary*. En: Alessandra Avanzini (ed.) *Profumi d’Arabia atti del convegno*: 315-332. *Saggi di Storia Antica* 11. Roma: L’Erma di Bretschneider.
- Manning, Joseph G. 2002. Irrigation et état en Egypte antique. *Ann. hist. sci. soc.* 57: 611-624.
- Mare, W. Harold. 1995. The technology of hydrological system at Abila of the Decapolis. *SHAJ* 5: 727-736.
- Marquaire, Céline; Charloux, Guillaume; Cotty, Marianne; Mensan, Romain; Schwerdtner, Ronald. 2018. Technology transfer or local invention? A water collecting system in the northern Arabian desert. En: Louise Perdue; Julien Charbonnier; Lamya Khalidi (eds.) *From refugia to oases. Living in arid environments from prehistoric times to the present day. XXXVIIIe rencontres internationales d’archéologie et d’histoire d’Antibes*: 251-268. Antibes: Éditions APDCA.
- Marston, John M. 2011. Archaeological markers of agricultural risk management. *J. Arch. & Anthropol.* 30: 190-205.

- Mattingly, Gerald L. 1996. Al-Karak Resources Project 1995: a preliminary report in the pilot season. *ADAJ* 40: 349-367.
- Mattingly, Gerald L.; Lawlor, John I.; Wineland, John D.; Pace, James H.; Bogaard, Amy M.; Charles, Michael P. 1998. Al Karak Resources Project 1997: excavations at Khirbat al-Mudaybi. *ADAJ* 42: 127-144.
- Mays, Larry W. 2010. A brief history of water technology during antiquity: before the Romans. En: Larry W. Mays (ed.) *Ancient water technologies*: 1-28. Dordrecht: Springer.
- Mays, Larry W.; Angelakis, Andreas N. 2012. Ancient gods and goddesses of water. En: Andreas N. Angelakis; Larry W. Mays; Demetris Koutsoyiannis; Nikos Mamassis (eds.) *Evolution of water supply throughout the millennia*: 1-17. Londres: IWA Publishing.
- Mays, Larry W.; Antoniou, George P.; Angelakis, Andreas N. 2013. History of water cisterns: legacies and lessons. *Water* 5: 1916-1940.
- Mays, Larry W.; Koutsoyiannis, Demetris; Angelakis, Andreas N. 2007. A brief history of urban water supply in antiquity. *Water Sci. Technol. Water* 7(1): 1-12.
- Mazar, Amihai. 2005. The debate over the chronology of the Iron Age in the southern Levant: its history, the current situation, and a suggested resolution. En: Thomas E. Levy; Thomas Highman (eds.) *The Bible and radiocarbon dating: archaeology, text and science*: 15-30. Londres: Equinox Publishing.
- 2011. The Iron Age chronology debate: Is the gap narrowing? Another viewpoint. *NEA* 74:105–111.
- Métral, Françoise; Métral, Jean. 1981. *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient I. Séminaire de recherche 1979-1980*. Travaux de la Maison de l'Orient II. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.

- 1982. *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient II. Aménagements hydrauliques, État et législation*. Travaux de la Maison de l'Orient 3. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.
- Migón, Piotr; Goudie, Andrew S. 2014. Sandstone geomorphology of south-west Jordan, Middle East. *QuaGeo* 33(3): 123-130.
- Migowski, Claudia; Stein, Mordechai; Prasad, Sushma; Negendank, Jörg F. W.; Agnon, Amotz. 2006. Holocene climate variability and cultural evolution in the Near East from the Dead Sea sedimentary record. *Quat. Res.* 66: 421-431
- Millard, Alan R. 1992. Assyrian involvement in Edom. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*: 35-39. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.
- Mithen, Steven. 2010. The domestication of water: water management in the ancient world and its prehistoric origins in the Jordan Valley. *Phil. Trans. R. Soc. A.* 368: 5249-5274.
- 2012. *Thirst: water and power in the ancient world*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mithen, Steven; Black, Emily (eds.). 2011. *Water, life and civilization. Climate, environment and society in the Jordan Valley*. Cambridge / Nueva York: Cambridge University Press.
- Moliner, María. 2007. *Diccionario de uso del español. 3ª ed.* Madrid: Gredos.
- Moreno García, Juan Carlos. 2016. Economies in transition: trade, “money”, labour and nomads at the turn of the 1st millennium BC. En: Juan Carlos Moreno García (ed.) *Dynamics of production in the Ancient Near East. 1300-500 BC*: 1-39. Oxford: Oxbow Books.
- Morricone, Andrea; Macchia, Andrea; Campanella, Luigi; David, Massimiliano; de Togni, Stefano; Turci, Marcello; Maras, Adriana; Meucci, Constantino; Ronca,

- Sara. 2013. Archeometrical analysis for the characterization of mortars from Ostia Antica. *Procedia Chem.* 8: 231-238.
- Mouton, Michel. 2009. Quelques réflexions finales en forme d'introduction. En: Mohamed Al-Dbiyat; Michel Mouton (eds.) *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité*: 7-10. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.
- Mouton, Michel; Schmid, Stephan G. 2013. *Men of the rocks: the formation of Nabatean Petra*. Supplement to the Bulletin of Nabataean Studies 1. Berlín: Logos Verlag.
- Musil, Alois. 1907. *Arabia Petraea. II: Edom. Topographische Reisebericht. Vol. II. Parte I*. Vienna: Alfred Holder.
- Neeley, Michael P.; Clark, Geoffrey A.; Daviau, P. M. Michèle (eds.). 2017. *Walking through Jordan: essays in Honor of Burton MacDonald*. Sheffield: Equinox Publishing.
- Negev, Avraham. 1972a. Water supply. En: Avraham Negev (ed.) *Archaeological encyclopedia of the Holy Land*: 332-333. Jerusalén: The Jerusalem Publishing House.
- 1972b. Selah. En: Avraham Negev (ed.) *Archaeological encyclopedia of the Holy Land*. Jerusalén: The Jerusalem Publishing House.
- Newson, Paul; Barker, Graeme; Daly, Patrick; Mattingly, David; Gilbertson, David D. 2007. The Wadi Faynan field systems. En: Graeme Barker; David D. Gilbertson; David Mattingly (eds.) *Archaeology and desertification: the Wadi Faynan Landscape Survey, southern Jordan*: 141-174. Oxford / Londres: Oxbow Books / CBRL.
- Nicholson, Sharon E. 2011. *Dryland climatology*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Nigro, Lorenzo. 2014. The Copper Routes and the Egyptian connection in the 3rd millennium BC Jordan seen from the caravan city of Khirbet al-Batrawy. *Vicino Oriente* 18: 39-64.
- 2017. Water and power. Early cities in Jordan and water control in the 3rd millennium BC: The case of Batrawy. En Lorenzo Nigro; Michele Nucciotti; Elisabetta Gallo (eds.) *Precious water. Paths of Jordanian civilizations as seen in the Italian archaeological excavations. Proceeding of the International Conference held in Amman, October 18th 2018*: 1-14. Roma: «La Sapienza» Expedition to Palestine & Jordan.
- Nigro, Lorenzo; Gallo, Elisabetta; Gharib, Romeel; Mura, Francesco; Macrì, Michele; Rinaldi, Teresa. 2020. An Egyptian green schist palette and an amazonite gemstone from the “Palace of the Copper Axes” at Batrawy, Jordan. *Vicino Oriente* 24: 1-26.
- Nigro, Lorenzo; Montanari, Daria; Mura, Francesco; Yasine, Jehad; Rinaldi, Teresa. 2018. A hoard of Nilotic nacreous shells from Egypt to Jericho (Early Bronze II, 3000-2800 BCE): Their finding, content and historical archaeological implications. *PEQ* 150(2): 110-125.
- Nigro, Lorenzo; Nucciotti, Michele; Gallo, Elisabetta (eds.). 2017. *Precious water. Paths of Jordanian civilizations as seen in the Italian archaeological excavations. Proceeding of the International Conference held in Amman, October 18th 2018*. Roma: «La Sapienza» Expedition to Palestine & Jordan.
- Nydahl, Hanna. 2002. *Archaeology and water management in Jordan*. Uppsala: Uppsala University.
- Oakeshott, Marion F. 1983. The Edomite pottery. En: John F. A. Sawyer; David J. A. Clines (eds.) *Midian, Moab and Edom: the history and archaeology of Late Bronze and Iron Age Jordan and North-West Arabia*: 53-63. JSOTSup 24. Sheffield: JSOT Press.

- Oğuz-Kirca, Eser D. 2007. *The water system at the Upper city of Hasankeyf and its impact on urban settlement*. Tesis doctoral (no publicada). Ankara: Middle East Technical University.
- 2016. The water system at the Upper city of Hasankeyf, Turkey. *GeoJournal* 81: 55-75.
- Ohlig, Christoph (ed). 2008. *Cura Aquarum in Jordanien: proceedings of the 13th International Conference on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Petra / Amman, March 31-April 9, 2007*. Siegburg: DWhG.
- Oleson, John P. 1986. The Humayma Hydraulic Survey: preliminary report of the 1986 season. *ADAJ* 30: 253-260.
- 1987. The Humayma Hydraulic Survey: preliminary report of the 1986 season. *EchCl* 31(6): 263-272.
- 1988a. The Humayma Hydraulic Survey: preliminary report of the 1987 season. *ADAJ* 32: 157-170.
- 1988b. Nabataean and Roman water use in Edom: The Humaima Hydraulic Survey, 1987. *EchCl* 32(7): 117-129.
- 1990a. Humeima Hydraulic Survey, 1989: preliminary report. *ADAJ* 34: 285-311.
- 1990b. Humeima Hydraulic Survey, 1989: preliminary report. *EchCl* 34(2): 145-163.
- 1991. Aqueducts, cisterns and the strategy of water supply at Nabataean and Roman Auara (Jordan). En: A. Trevor Hodge (ed.) *Future currents in aqueduct studies*: 45-62. Collected Classical Papers 2. Leeds: Francis Cairns.
- 1992a. Water works. En: David N. Freedman (ed.) *Vol. 6: Si-Z*: 883-893. Nueva York: Doubleday.

- 1992b. The water supply system of ancient Auara: preliminary results of the Humeima Hydraulic Survey. *SHAJ* 4: 269-275.
- 1995. The origins and design of Nabataean water supply systems. *SHAJ* 5: 707-719.
- 1997. Landscape and cityscape in the Hisma: the resources of ancient Al- Humayma. *SHAJ* 6: 175-188.
- 2001. Water supply in Jordan through the ages. En: Burton MacDonald; Russell Adams; Piotr Bienkowski (eds.) *The archaeology of Jordan*: 603-615. Levantine Archaeology 1. Sheffield: Sheffield Academic Press.
- 2008. *The Oxford handbook of engineering and technology in the classical world*. Nueva York: Oxford University Press.
- 2018. Strategies for water supply in Arabia Petraea during the Nabataean through Early Islamic Periods: local adaptations of the regional ‘technological shelf’. En: Jonas Berking (ed.) *Water management in ancient civilizations*: 17-42. Berlín: Edition Topoi.
- Oleson, John P.; ‘Amr, Khairieh; Schick, Robert. 1992a. The Humeima Excavation Project: preliminary report of the 1991 season. *EchCl* 34(2): 137-169.
- Oleson, John P.; ‘Amr, Khairieh; Schick, Robert; Foote, Rebeca M.; Somogyi-Csizmazia, John. 1992b. The Humeima Excavation Project, Jordan: preliminary report of the 1992 season. *EchCl* 37(2): 123-158.
- Ore, Gabriel; Bruins, Hendrik J.; Meir, Isaac. A. 2020. Ancient cisterns in the Negev Highlands: types and spatial correlation with Bronze and Iron Age sites. *J. Archaeol. Sci. Rep.* 30: 102227.
- Organización Meteorológica Mundial. 2012. *Glosario Hidrológico Internacional*. En línea:
https://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/publications/international_glossary/385_I_GH_2012.pdf [Consulta: 10/11/2020].

- Ortloff, Charles R. 2005. The water supply and distribution system of the Nabatean city of Petra (Jordan), 300 BC-AD 300. *CAJ* 15(1): 93-109.
- 2009. *Water engineering in the ancient world. Archaeological and climate perspectives on societies of ancient South America, the Middle East, and South-East Asia*. Oxford: Oxford University Press.
- Oweis, Theib Y.; Prinz, Dieter; Hachum, Ahmed Y. 2012. *Rainwater harvesting for agriculture in the dry areas*. Leiden: CRC Press / Balkema.
- Oweis, Theib Y.; Hachum, Ahmed; Kijne, Jacob. 1999. *Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas*. SWIM Paper 7. Colombo: International Water Management Institute.
- Pace, James H. 1996. The cisterns of the Al-Karak Plateau. *ADAJ* 40: 369-372.
- Pacey, Arnold; Cullis, Adrian. 1986. *Rainwater harvesting. The collection of rainfall and runoff in rural areas*. Londres: Intermediate Technology Publications.
- Parr, Peter. 1982. Contacts between North West Arabia and Jordan in the Late Bronze and Iron Ages. *SHAJ* 1: 127-133.
- 2008. Dating the hydraulic installations in the Siq at Petra. *PEQ* 140: 81-86.
- Peacock, David; Williams, David (eds.). 2007. *Food for the gods: new light on the ancient incense trade*. Oxford: Oxbow Books.
- Popking, Peter R. W. 2009. *The society and economy of Iron Age Transjordan: a contextual zooarchaeological analysis*. Tesis doctoral (no publicada). Londres: University College de London.
- Porter, Anne. 2012. *Mobile pastoralism and the formation of Near Eastern civilizations. Weaving together society*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Porter, Benjamin W. 2004. Authority, polity, and tenuous elites in Iron Age Edom (Jordan). *OJA* 23(4): 373-395.
- 2013. *Complex communities: the archaeology of early Iron Age West-Central Jordan*. Tucson: University of Arizona Press
- 2018. Moving beyond king Mesha: A social archaeology of Iron Age Jordan. En: Assaf Yasur-Landau; Eric H. Cline; Yorke Rowan (eds.) *The social archaeology of the Levant. From Prehistory to the present*: 324-336. Cambridge: Cambridge University Press.
- Potts, Daniel T. 1988. Trans-Arabian routes of the pre-Islamic period. En: Jean-François Salles (ed.) *L'Arabie et ses mers bordières. Vol. 1: itinéraires et voisinages. Séminaire de recherche 1985-1986*: 127-162. Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranéen 16. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.
- Pratico, Gary D. 1985. Nelson Glueck's 1938-1940 excavations at Tell el-Kheleifeh: a reappraisal. *BASOR* 259: 1-32.
- Prinz, Dieter. 1996. Water harvesting: past and future. En: Luis S. Pereira (ed.) *Sustainability of irrigated agriculture. Proceedings, NATO Advanced Research Workshop, Vimeiro, March 21-26, 1994*: 135-144. Rotterdam: Balkema.
- 2002. The role of water harvesting in alleviating water scarcity in arid areas. *Keynote Lecture, Proceedings, International Conference on Water Resources Management in Arid Regions, March 23-27, 2002. Vol. 3*: 107-122. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research.
- Qatamin, Hamed. 2001. The stele of Sela'. *Geo-Archaeologia* 1: 25-37.
- Raz, Eli; Raz, Tal; Uchitel, Alexander. 2001. Sela': the rock of Edom. *Cathedra* 101: 19-38.

- Real Academia Española. 2015. *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed. [versión 23.4]. En línea: <https://dle.rae.es> [Consulta: 26/10/2020].
- Regev, Lior; Zukerman, Alexander; Hitchcock, Louise A.; Maeir, Aren M.; Weiner, Steve; Boaretto, Elisabetta. 2010. Iron Age hydraulic plaster from Tell es-Safi / Gath, Israel. *J. Archaeol. Sci.* 37(12): 3000-3009.
- Reifenberg, Adolf. 1955. *The struggle between the desert and the sown: the rise and fall of agriculture in the Levant*. Jerusalén: Jerusalem Government Press.
- Riehl, Simone; Shai, Itzhaq. 2017. Supra-regional trade networks and the economic potential of Iron Age II sites in the southern Levant. *J. Archaeol. Sci. Rep.* 3: 525-533.
- Roberts, Neil. 1977. Water conservation in Ancient Arabia. *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies* 7: 134-146.
- Rollefson, Gary O.; MacDonald, Burton. 1982. Settlement patterns in southern Jordan: evidence from the Wadi el Ḥasā Survey 1981. *MERA Forum* 5: 19-22.
- Rosen, Arlene M. 2007. *Civilizing climate: social responses to climate change in the Ancient Near East*. Plymouth: AltaMira Press.
- Rost, Stephanie. 2017. Water management in Mesopotamia from the sixth till the first millennium B.C. *WIREs Water* 4(5), e1230: 1-23.
- Routledge, Bruce E. 2004. *Moab in the Iron Age: hegemony, polity, archaeology*. Filadelfia: University of Pennsylvania Press.
- 2013. On water management in the Mesha Inscription and Moab. *JNES* 72: 51-64.
- Ruben, Isabelle (ed.). 2003. *The Petra Siq. Nabatean hydrology uncovered*. Ammán: Petra National Trust.

- Rubin, Rehav. 1988. Water conservation methods in Israel's Negev desert in late antiquity. *J. Hist. Geogr.* 14(3): 229-244.
- Russell, Kenneth W. 1995. Traditional Bedouin agricultural at Petra: ethnoarchaeological insights into the evolution of food production. *SHAJ* 5: 693-705.
- Salameh, Elias; Shteivi, Musa; Al Raggad, Marwan. 2018. *Water resources of Jordan. Political, social and economic implications of scarce water resources*. Cham: Springer.
- Salje, Beate; Riedl, Nadine; Shauerte, Günther. 2004. *Gesichter des Orients: 10000 Jahre Kunst und Kultur aus Jordanien*: 17-28. Mainz: Philipp von Zabern.
- Sanlaville, Paul. 1981. Réflexions sur les conditions générales de la quête de l'eau au Proche Orient. En: Jean Métral; Françoise Métral; Pierre Louis (eds.) *L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient I. Séminaire de recherche 1979-1980*: 9-21. Travaux de la Maison de l'Orient 2. Lyon: GIS Maison de l'Orient et Presses Universitaires de Lyon.
- Santos Arévalo, Francisco Javier. 2018. *Instrucciones para el envío de muestras para su datación por 14C*. En línea: http://institucionales.us.es/solicitudescna/attachments/article/12/Instrucciones%20para%20el%20envio%20de%20muestras%204.0_180110.pdf [Consulta: 01/05/2020].
- Saporetti, Claudio. 2008. Sela'. En: Claudio Saporetti (ed.) *Edom. L'eterno nemico di Israele*: 197-204. Roma: Informatica Applicata.
- Sauer, James A. 1986. Transjordan in the Bronze and Iron Ages: a critique of Glueck's synthesis. *BASOR* 263: 1-26.
- Sawyer, John F. A.; Clines, David J. A. (eds.). 1983. *Midian, Moab and Edom: the history and archaeology of Late Bronze and Iron Age Jordan and North-West Arabia*. JSOTSup 24. Sheffield: Sheffield JSOT Press.

- Scarborough, Vernon L. 1991. Water management adaptations in nonindustrial complex societies: An archaeological perspective. En: Michael B. Schiffer (ed.) *Archaeological method and theory. Vol. 3*: 101-154. Tucson: University of Arizona Press.
- 2003. *The flow of power: ancient water systems and landscapes*. Santa Fe: SAR Press.
- Schaudig, Hanspeter. 2001. *Die Inschriften Nabonids von Babylon und Kyros' des Großen samt den in ihrem Umfeld entstandenen Tendenzschriften. Textausgabe und Grammatik*. AOAT 256. Münster: Ugarit Verlag.
- Schmid, Stephan G. 2008. Die Wasserversorgung des Wadi Farasa Ost in Petra. En: Christoph Ohlig (ed.) *Cura Aquarum in Jordanien. Proceedings of the 13th International Conference on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Petra / Amman, March 31-April 9, 2007*: 95-117. Siegburg: DWhG.
- 2011. Nabataean structures on top of Umm al-Biyara. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Umm al-Biyara. Excavations by Crystal-M. Bennett in Petra 1960-1965*: 127-137. Levant Supplementary Series 10. Oxford: Oxbow Books.
- Schmid, Stephan G.; Bienkowski, Piotr. 2011. The International Umm al-Biyara Project (IUBP). Preliminary report on the 2010 season. *ADAJ* 55: 101-120.
- Schmid, Stephan G.; Fiema, Zbigniew T.; Bienwoski, P.; Kolb, Bernhard. 2015. Documenting Nabatean royal residences in Petra. *Eretz-Israel: Archaeological, Historical and Geographical Studies* 31: 166-181.
- Seetzen, Ulrich J. 1854. *Reisen durch Syrien, Palästina, Phönicien, die Transjordan-Länder, Arabia Petraea und Unter-Aegypten. Vol. 2*. Berlín: G. Reimer.
- Sha'er, May. 2004. Nabatean mortars used for hydraulic constructions. En: Hans-Dieter Bienert; Jutta Häser (eds.) *Men of dikes and canals: the archaeology of water in*

the Middle East. International symposium held at Petra, Wadi Musa (H. K. Jordan), June 15-20, 1999: 143-161. Orient-Archäologie 13. Rahden / Westfalia: VML.

Shanan, Leslie. 2000. Runoff, erosion, and the sustainability of ancient irrigation systems in the Central Negev Desert. En: Marwam A. Hassan; Olav Slaymaker; Simon M. Berkowicz (eds.) *The hydrology-geomorphology interface: rainfall, floods, sedimentation, land use. A selection of papers presented at the Conference on Drainage Basin Dynamics and Morphology, Jerusalem, Israel, May 1999: 75-106. Wallingford: IAHS.*

Sharadqah, Suhail. 2014. Climate change trends in Tafila Governorate (Central West Jordan) in the period 1938-2006. *J. Nat. Sci. Res.* 4(10): 23-35.

Shehadeh, Numan. 1985. The climate of Jordan in the past and present. *SHAJ* 2: 25-37.

Sherratt, Susan. 2003. The Mediterranean economy: “globalization” at the end of the second millennium B.C.E. En: William G. Dever; Seymour Gitin (eds.) *Symbiosis, symbolism and the power of the past. Canaan, ancient Israel, and their neighbors from the Late Bronze Age through Roman Palaestina. Proceedings of the Centennial Symposium, W. F. Albright Institute of Archaeological Research and American Schools of Oriental Research, Jerusalem, May 29-31, 2000: 37-62. Winona Lake: Eisenbrauns.*

Sherratt, Susan; Sherratt, Andrew. 1993. The growth of the Mediterranean economy in the early first millennium BC. *World Archaeology* 24(3): 361-378.

Shqiarat, Mansour Abed al Zeez. 2008. The archaeology of water control in the Nabatean and Roman-Byzantine periods in Jordan: overview and case studies from key sites. En: Christoph Ohlig (ed.) *Cura Aquarum in Jordanien. Proceedings of the 13th International Conference on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Petra / Amman, March 31-April 9, 2007: 47-94. Siegburg: Schriften der DWhG.*

- 2019. Greek, Hellenistic and Roman-Byzantine water management technology: overview from Jordan. *J. Arch. & Anthropol.* 1(2): 1-15.
- Shqiarat, Mansour Abed al Zeez; Abudanh, Fawzi Qasim; Twaissi, Saad Ahmed. 2010. Water management and rock-cut cisterns with special reference to the region of Udhruh in southern Jordan. *JJHA* 4(2): 205-227.
- Singer, Charles; Holmyard, Eric J.; Hall, A. Rupert.; Williams, Trevor I. 1954. *A history of technology. Vol. 1: from the early times to fall of ancient empires.* Londres: Oxford University Press.
- Singer-Avitz, Lily. 1999. Beersheba: a gateway community in southern Arabian long-distance trade in the eight century B.C.E. *TelAviv* 26(1): 3-75.
- Smith, Neil G.; Najjar, Mohammad; Levy, Thomas E. 2014. New perspectives on the Iron Age Edom steppe and highlands. Khirbat al-Malayqtah, Khirbat al-Kur, Khirbat al-Iraq Shmaliya, and Tawilan. En: Thomas E. Levy; Mohammad Najjar; Erez Ben-Yosef (eds.) *New insights into the Iron Age archaeology of Edom, southern Jordan: surveys, excavations and research from the University of California, San Diego & Department of Antiquities of Jordan, Edom Lowlands Regional Archaeology Project (ELRAP). Vol. 1:* 247-296. *Monumenta Archaeologica* 35. Los Ángeles: The Cotsen Institute of Archaeology Press.
- Soto, María. 2017. *Informe de caracterización de los morteros de las estructuras hidráulicas del yacimiento de Sela (Jordania).* Informe técnico inédito. 43 pp. Tarragona: IPHES. Financiación: Fundación PALARQ.
- Spellman, Greg. 2000. The dynamic climatology of drylands. En: Graeme Barker; David Gilbertson (eds.) *The archaeology of drylands: living at the margin:* 19-41. Londres: Routledge.
- Stager, Lawrence E. 1976. Farming in the Judean Desert during the Iron Age. *BASOR* 221: 145-158.

- Starcky, Jean. 1966a. Pétra et la Nabatène. En: Henri Cazelles (ed.) *Supplément au dictionnaire de la Bible 7*: 886-1017. Paris: Letouzey et Ané.
- 1966b. Notes and news. *PEQ* 98: 125-126.
- Steiner, Margreet L. 2014. Introduction to the Levant during the Iron Age II period. En: Margreet L. Steiner; Ann E. Killebrew (eds.) *The Oxford handbook of the archaeology of the Levant (c. 8000-332 BCE)*: 677-682. Londres: Oxford University Press.
- Steiner, Margreet L.; Killebrew, Ann E. (eds.). 2014. *The Oxford handbook of the archaeology of the Levant (c. 8000-332 BCE)*. Londres: Oxford University Press.
- Steward, Julian H. 1955. *Theory of culture change: the methodology of multilinear evolution*. Urbana: University of Illinois Press.
- Steward, Julian H.; Adams, Robert M.; Collier, Donald; Palerm, Angel; Wittfogel, Karl A.; Beals, Ralph L. (eds.). 1955. *Irrigation civilisations: a comparative study. A symposium on method and result in cross-cultural regularities*. Washington, D. C.: Pan American Union.
- Stiebing, William H. 1989. *Out of the desert? Archaeology and the Exodus / Conquest narratives*. Nueva York: Prometheus.
- Stoops, Georges; Marcelino, Vera; Mees, Florias (eds.). 2010. *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*. Ámsterdam: Elsevier.
- Strang, Veronica. 2008. The social construction of water. En: Bruno David; Julian Thomas (eds.) *Handbook of Landscape Archaeology*: 123-130. Nueva York: Routledge.
- 2015. Fluid consistencies. Material relationality in human engagements with water. *Archaeological Dialogues* 21:133-150.

- Such, W.; Bernhardt, H. 1993. Wasserversorgung. En: Hans Bretschneider; Kurt Lecher; M. Schmidt (eds.) *Taschenbuch der Wasserwirtschaft: 763-845*. Hamburgo: Verlag Paul Parey.
- Szuchman, Jeffrey (ed.). 2009. *Nomads, tribes, and the state in the Ancient Near East: cross-disciplinary perspectives*. Oriental Institute Seminars 5. Chicago: Oriental Institute of the University of Chicago.
- Tebes, Juan Manuel. 2006. Trade and nomads: the commercial relations between the Negev, Edom, and the Mediterranean in the Late Iron Age. *JSAS* 22: 45-62.
- 2011. The potter's will: spheres of production, distribution and consumption of the Late Iron Age southern Transjordan-Negev pottery. *Strata: BAIAS* 29: 61-101.
- (ed.). 2014. *Unearthing the wilderness: studies on the history and archaeology of the Negev and Edom in the Iron Age*. ANES Supplement 45. Leuven / París / Walpole: Peeters.
- 2016. The Kingdom of Edom? A critical reappraisal of the Edomite state model. En: Ianir Milevski; Thomas E. Levy (eds.) *Framing archaeology in the Near East. The application of social theory to fieldwork*: 113-122. New Directions in Anthropological Archaeology. Londres: Equinox Publishing.
- 2018. The Mesha inscription and relations with Moab and Edom. En: Jonathan S. Greer; John W. Hilber; John H. Walton (eds.) *Behind the scenes of the Old Testament: historical, cultural, and social contexts of ancient Israel*: 286-292. Grand Rapids, Michigan: Baker Academic.
- Tholbecq, Laurent. 2001. The hinterland of Petra from the Edomite to the Islamic period: the Jabal ash-Shara Survey (1996–1997). *SHAJ* 7: 399-405.
- Thompson, Henry O.; De Vries, Bert. 1972. A water tunnel at Muqibleh. *ADAJ* 17: 89-90.

- Trigger, Bruce G. 1989. *A history of archaeological thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tölle-Kastenbein, Renate. 1990. *Antike Wasserkultur*. München: C. H. Beck.
- 2005. *Archeologia dell'acqua: la cultura idraulica nel mondo classico*. Milán: Longanesi-Collana Biblioteca di archeologia.
- Tsuk, Tsvika. 2001-2002. Urban water reservoirs in the land of the Bible during the Bronze and the Iron Ages (3000 B.C. – 585 B.C.). *ARAM* 13-14: 377-401.
- Tucker, Maurice E. 1988. *Techniques in sedimentology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Turner, Victor. 1974. Liminal to liminoid in play, flow, and ritual: An essay in comparative symbology. *Rice Institute Pamphlet-Rice University Studies* 60(3). En línea: <https://hdl.handle.net/1911/63159> [Consulta: 01/08/2020].
- Ullendorff, Edward. 1958. The Moabite Stonein. En: D. Winton Thomas (ed.) *Documents from Old Testament times: 195-199*. Londres: Thomas Nelson and Sons.
- van der Kooij, Gerrit. 2007. Irrigation systems at Dayr ‘Alla. *SJAH* 9: 133-144.
- van der Steen, Eveline; Bienkowski, Piotr. 2006. How old is the kingdom of Edom? A review of new evidence and recent discussion. *AntOr* 4: 11-20.
- Vibert-Guigue, Claude. 2002. La question de l'eau à l'époque omeyyade en Jordanie. Approches iconographique et architecturale. *ARAM* 14: 535-567.
- Vitrubio Polión, Marco. 1995. *Los diez libros de arquitectura*. Traducción de José Luis Oliver Domingo. Madrid: Alianza Forma.
- Wählin, Lars. 1995. Springs and water cisterns in northern al-Balqa', Jordan, and the re-introduction of rock-cut cisterns as a supplementary source of household water. En: *Research proposal to SAREC. Stockholm, 10 January 1995*. Mimeo.

- 1997. The family cistern: 3000 years of household water collection in Jordan. En: M'hammed Sabour; Knut S. Vikør (eds.) *Ethnic encounter and culture change: papers from the Third Nordic Conference on Middle Eastern Studies, Joensuu: 233-249*. Nordic Research on the Middle East 3. Bergen: Nordic Society for Middle Eastern Studies.
- Walmsley, Alan G. 2001. Fatimid, Ayyubid and Mamluk Jordan and the Crusader Interlude. En: Burton MacDonald; Russell Adams; Piotr Bienkowski (eds.) *The archaeology of Jordan. Vol. 1: 515-559*. Levantine Archaeology 1. Sheffield: Sheffield Academic Press.
- Wartke, Ralf-B. 2004. Das babylonische Felsrelief von Sela'. En: Beate Salje; Nadine Riedl; Günter Schauerte (eds.) *Gesichter des Orients: 10000 Jahre Kunst und Kultur aus Jordanien: 129-130*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Watt, Simon B.; Wood, W. E. 1979. *Hand dug wells and their construction*. Londres: Intermediate Technology Publications Ltd.
- Weber, Thomas Maria 1991. Gadara of the Dekapolis. Preliminary report on the 1990 season at Umm Qeis. *ADAJ* 35:223-235.
- Weiner, Stephen. 2010. *Microarchaeology. Beyond the visible archaeological record*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Weippert, Manfred. 1982. Remarks on the history of settlement in southern Jordan during the Early Iron Age. *SHAJ* 1: 153-162.
- Wellbrock, Kai; Grottker, Matthias. 2017. Hydrological investigations at Tayma. En: Ricardo Eichmann; Arnulf Hausleiter; Muhammad H. al-Najem; Said F. al-Said (eds.). 2017. *Tayma 2008 - 5th Report on the Joint Saudi Arabian - German Archaeological Project: 31-78*. Riyadh: Saudi Commission for Tourism and National Heritage.

- Wellbrock, Kai; Grottker, Matthias; Gebel, Hans Georg K. 2017. Archaeohydrological investigation in NW Arabia. Potentials, problems, needs and goals. En: Walid Yasin al-Tikriti; Paul Alan Yule (eds.) *Proceedings of the Water & Life in Arabia Conference, Abu Dhabi, December 14th-16th, 2014*: 27-44. Abu Dhabi: Abu Dhabi Tourism and Culture Authority.
- Wellbrock, Kai; Strauß, Martin; Weigel, Friedrich; Grottker, Matthias. (en prensa). Archaeohydrological investigations in the oasis of Tayma, Saudi-Arabia, during seasons 2013 to 2015. *ATLAL*.
- Wellbrock, Kai; Voß, Peter; Grottker, Matthias. 2012. The evolution of water management methods in north-western Arabia and the southern Levant from the Neolithic Age through antiquity. *Schriften der DWhG* 20(1): 29-48.
- Whiting, Charlotte M. 2006. The South Jordan Iron Age II Excavation and Survey Project. *BCBRL* 1: 36-38.
- 2007. *Complexity and diversity in the Late Iron Age southern Levant: the investigation of "Edomite" archaeology and scholarly discourse*. BAR 1672. Oxford: Archaeopress.
- Wikander, Örjan (ed.). 2000. *Handbook of ancient water technology. Technology and Change in History 2*. Leiden / Boston: Brill Academic Pub.
- Wilkinson, Tony J. 2003. *Archaeological landscapes of the Near East*. Tucson: University of Arizona Press.
- Wilkinson, Tony J.; Rayne, Louise.; Jotheri, Jaafar. 2015. Hydraulic landscapes in Mesopotamia: the role of human niche construction. *Water Hist* 7: 397-418.
- Wilson, Andrew I. 2008. Hydraulic engineering and water supply. En: John P. Oleson (ed.) *The Oxford handbook of engineering and technology in the classical world*: 285-318. Oxford: Oxford University Press.

- Wiplinger, Gilbert (ed.). 2006. *Cura aquarum in Ephesus. Proceedings of the Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Ephesus / Selçuk, Turkey, October 2-10, 2004*. BABesch Supplement 12. Leuven: Peeters.
- Wittfogel, Karl A. 1955. Developmental aspects of hydraulic societies. En: Julian H. Steward (ed.) *Irrigation civilizations: a comparative study*: 43-52. Social Science Monographs 1. Washington D. C.: Pan American Union.
- 1956. The hydraulic civilizations. En: William L. Thomas (ed.) *Man's role in changing the face of the earth*: 152-164. Chicago: University of Chicago Press.
- 1957. *Oriental despotism: a comparative study of total power*. New Haven: Yale University Press.
- Yasur-Landau, Assaf; Cline, Eric H.; Rowan, Yorke M. (eds.). 2018. *The social archaeology of the Levant. From Prehistory to the present*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yazar, Attila; Ali, Akhtar. 2017. Water harvesting in dry environments. En: Muhammad Farooq; Kadambot Siddique (eds.) *Innovations in dryland agriculture*. Cham: Springer International Publishing.
- Yon, Jean-Baptiste. 2009. La gestion de l'eau à Palmyre: l'exemple de la source Efqa. En: Mohamed Al-Dbiyat; Michel Mouton (eds.) *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité*: 97-106. BAH 186. Beirut: Presses de l'Ifpo.
- Zayadine, Fawzi. 1999. Le relief néo-babylonien à Sela' près de Tafileh: interprétation historique. *Syria* 76: 83-90.
- Zeitler, John P. 1992. "Edomite" pottery from the Petra region. En: Piotr Bienkowski (ed.) *Early Edom and Moab: the beginning of the Iron Age in southern Jordan*:

167-176. Sheffield Archaeological Monographs 7. Sheffield: J. R. Collis Publications.

Zhuang, Yijie; Altaweel, Mark (eds.). 2018a. *Water societies and technologies from the past and present*. Londres: UCL Press.

———2018b. Introduction: interdisciplinary research into water management and societies. En: Yijie Zhuang; Mark Altaweel (eds.) *Water societies and technologies from the past and present*: 1-13. Londres: UCL Press.

Zohary, Michael. 1962. *Plant life of Palestine*. Nueva York: Ronald Press.

ANEXOS

Los datos topográficos de las estructuras hidráulicas de Sela presentes en los anexos A se tomaron con la estación total en 2015 y 2016, en cuyas campañas participaron: Marta L. Corrada (2015 y 2016), Rocío Da Riva (2015-2016), Ehab Jariri (2015-2016), Joaquín García (2015), Diego Gaspar (2015), Roser Marsal (2016) y Juan Muñiz (2015 y 2016). R. Da Riva, J. Santos, M. Madrid y J. M. Tebes han publicado los datos topográficos junto con las referencias al informe de M. Soto en la siguiente obra: *The Hydraulic Mortars of Sela (Southern Jordan): Mineralogical Characterization and Radiocarbon Dating* (Da Riva *et al.*, en prensa).

Anexo A. Datos topográficos de las estructuras hidráulicas de Sela

Área	Sector	Referencia de la estructura	Año de documentación	E (x)	N (y)	Elevación (z)
G	S11	D01	2015	746550,386	3408412,480	869,35
G	S11	D02	2015	746539,725	3408414,700	870,41
G	S12	D03	2015	746521,498	3408384,280	873,45
F	S8	D10	2015	***		
F	S7	D13	2015	746612,927	3408310,086	861,94
F	S5	D15	2015	746629,816	3408312,728	859,41
E	S1	D18	2015	746545,943	3408401,970	862,62
E	S1	D20	2015	746567,180	3408406,657	859,14
H	S16	D22	2015	746504,937	3408262,422	875,93
H	S17	D24	2015	746489,162	3408243,599	878,07
K	S33	D25	2015	746446,982	3408286,569	877,99
H	S19	D26	2015	746495,031	3408158,939	860,28
I	S21	D27	2015	746234,249	3408085,445	853,19
I	S21	D33	2015	746223,361	3408084,492	852,65
I	S22	D35	2015	746201,965	3408091,055	849,62
I	S22	D36	2015	746199,477	3408087,727	849,61
K	S27	D37	2015	746330,103	3408321,375	867,75
K	S27	D38	2015	746328,117	3408324,114	868,24
K	S27	D40	2015	746339,228	3408330,074	864,58
K	S28	D43	2015	746304,828	3408295,149	864,65

I	S20	D45	2015	746217,538	3408110,592	852,33
K	S29	D47	2015	746297,209	3408220,239	859,16
H	S16	D49	2015	746501,220	3408263,005	877,91
L	S39	D51	2015	746227,694	3408355,725	853,23
L	S39	D52	2015	746172,742	3408324,707	839,42
L	S37	D55	2015	746114,651	3408283,252	849,66
L	S37	D58	2015	746118,868	3408268,270	852,25
I	S20	D64	2015	746205,550	3408105,268	851,29
K	S31	D67	2015	746393,325	3408298,988	874,61
F	S8	D85	2015	746598,506	3408312,364	863,96
L	S39	D95	2015	746225,881	3408315,146	860,56
L	S38	D98	2015	746217,722	3408291,455	858,46
L	S38	D99	2015	746201,914	3408302,793	853,14
L	S39	D100	2015	746170,662	3408284,801	848,51
G	S13	D05	2016	746509,547	3408377,570	873,67
H	S15	D07	2016	746512,275	3408370,100	876,31
G	S13	D09	2016	746528,882	3408370,260	871,47
G	S10	D16	2016	746563,323	3408385,550	865,79
H	S14	D23	2016	746493,048	3408346,640	878,82
I	S21	D30	2016	746245,731	3408168,870	853,33
I	S21	D34	2016	746234,145	3408171,540	851,07
K	S27	D41	2016	746353,281	3408412,230	865,00
K	S30	D44	2016	***		
K	S30	D46	2016	***		
L	S35	D53	2016	***		
L	S37	D57	2016	746134,986	3408382,120	845,92
L	S37	D59	2016	746089,059	3408376,910	838,45
G	S11	D63	2016	746553,648	3408409,050	865,76
G	S13	D68	2016	746508,174	3408377,340	874,00
E	S3	D73	2016	746425,874	3408538,810	843,84
E	S2	D75	2016	746404,485	3408585,170	837,68
E	S2	D76	2016	746448,842	3408501,610	849,34
E	S2	D78	2016	746456,207	3408516,540	848,56
E	S2	D79	2016	746466,178	3408504,190	851,71
E	S4	D80	2016	746462,859	3408559,550	844,71
E	S4	D81	2016	746473,185	3408557,050	844,54

E	S4	D82	2016	746471,531	3408582,210	841,41
E	S4	D83	2016	746487,073	3408544,050	849,31
F	S6	D86	2016	746636,899	3408382,610	858,00
L	S36	D87	2016	746092,490	3408317,540	852,10
L	S36	D88	2016	746095,431	3408319,080	853,11
L	Indet.	D90	2016	***		
G	S12	D91	2016	746511,996	3408389,320	874,62
L	S39	D96	2016	746240,841	3408360,310	856,60
L	S38	D97	2016	746235,605	3408359,050	855,98
F	S6	D103	2016	746636,301	3408383,590	857,99

Tabla 1. Cisternas documentadas por años con sus coordenadas UTM. Las estructuras no documentadas topográficamente se indican con tres asteriscos (***).

Fuente de los datos topográficos: Proyecto Arqueológico de Sela.

Área	Sector	Referencia de la estructura	Año de documentación	E (x)	N (y)	Elevación (z)
E	S1	D21	2015	746560,098	3408396,573	862,83

Tabla 2. Reservorios documentados por años con sus coordenadas UTM.

Fuente de los datos topográficos: Proyecto Arqueológico de Sela.

Área	Sector	Referencia de la estructura	Año de documentación	E (x)	N (y)	Elevación (z)
I	S21	D28	2015	746234,769	3408083,260	853,20
I	S21	D31	2016	746237,759	3408172,570	854,09
G	S10	D70	2016	746557,990	3408384,760	868,76
E	S1	D72	2016	746560,292	3408498,570	862,38
F	S5	D111	2015	746629,675	3408313,497	859,39
L	S37	D112	2015	746116,436	3408281,948	850,05
L	S35	D124	2016	***		
G	S12	D126	2016	746496,735	3408304,860	873,65
H	S16	D128	2015	746501,086	3408263,230	877,76
I	S20	D136	2015	746201,960	3408107,825	851,59

Tabla 3. Depósitos de sedimentación documentados por años con sus coordenadas UTM. Las estructuras no documentadas topográficamente se indican con tres asteriscos (***).

Fuente de los datos topográficos: Proyecto Arqueológico de Sela.

Área	Sector	Referencia de la estructura	Año de documentación	E (x)	N (y)	Elevación (z)
I	S23	D60	2016	746169,435	3408189,250	841,77
I	S24	D61	2015	746100,929	3408100,290	842,57

I	S24	D62	2015	746102,051	3408091,622	840,47
I	S20	D65	2015	746235,462	3408103,696	854,81

Tabla 4. Piscinas documentadas por años con sus coordenadas UTM.
Fuente de los datos topográficos: Proyecto Arqueológico de Sela.

Área	Sector	Referencia de la estructura	Año de documentación	E (x)	N (y)	Elevación (z)
G	S12	C04	2015	746520,639	3408383,910	873,46
F	S8	C11	2015	746595,383	3408316,787	865,18
F	S8	C12	2015	746605,247	3408310,926	862,42
F	S5	C14	2015	746629,013	3408311,313	859,40
D	<i>Siq</i>	C17	2015	746506,198	3408347,320	856,50
E	S1	C19	2015	746545,497	3408402,183	862,52
I	S21	C29	2015	746233,902	3408081,512	852,71
K	S27	C39	2015	746330,365	3408328,273	868,64
K	S27	C42	2015	746336,842	3408339,218	863,40
K	S29	C48	2015	746299,280	3408223,126	859,87
K	S32	C50	2015	746113,481	3408094,209	843,24
L	S37	C56	2015	746115,216	3408281,297	850,18
I	S20	C66	2015	746230,587	3408104,971	854,70
E	S1	C71	2015	746538,455	3408414,805	864,66
K	S27	C94	2015	746334,011	3408331,349	866,03
I	S20	C109	2015	746218,027	3408111,645	852,45
L	S37	C113	2015	746115,107	3408282,878	849,80
H	S16	C129	2015	746500,936	3408263,070	877,75
H	S15	C06	2016	746510,875	3408367,920	876,95
G	S13	C08	2016	746509,547	3408377,570	873,67
I	S21	C32	2016	746236,599	3408171,130	853,44
L	S35	C54	2016	746064,106	3408304,530	850,85
G	S10	C69	2016	746559,478	3408385,710	867,92
E	S4	C74	2016	746432,632	3408541,350	847,04
E	S2	C77	2016	746450,136	3408503,740	849,24
E	S2	C84	2016	746470,786	3408484,950	857,34
L	S36	C89	2016	746094,084	3408318,980	853,24
G	S12	C92	2016	746511,522	3408389,121	874,29
G	S12	C93	2016	746511,295	3408390,930	873,85

L	S39	C101	2016	746093,778	3408320,540	853,86
L	S36	C102	2016	746092,465	3408323,480	858,18
F	S8	C104	2016	746612,517	3408402,510	863,91
C	S8	C105	2016	746750,908	3408282,190	764,92
E	S2	C108	2016	746448,737	3408500,900	849,39
L	S37	C110	2016	746134,986	3408382,120	845,92
L	S36	C114	2016	746092,490	3408317,540	852,10
G	S11	C116	2016	746540,397	3408413,710	870,19
G	S12	C117	2016	746509,399	3408376,410	874,44
F	S7	C118	2016	746613,430	3408309,800	861,85
F	S7	C119	2016	746613,555	3408309,110	861,88
F	S7	C120	2016	746612,795	3408308,350	861,92
F	S7	C121	2016	746611,589	3408309,100	862,34
K	S31	C122	2016	746392,560	3408298,770	874,64
L	S35	C123	2016	746066,829	3408304,510	850,91
E	S3	C125	2016	746425,416	3408539,480	843,79
F	S5	C131	2016	746630,901	3408314,133	859,44
K	S31	C132	2016	746390,425	3408299,800	874,47
E	S20	C133	2016	746456,915	3408517,070	848,35
G	S10	C134	2016	746558,623	3408384,300	868,73
F	S5	C135	2016	746630,368	3408312,954	859,42
I	S20	C137	2016	746202,081	3408108,737	851,56

Tabla 5. Canales documentados por años con sus coordenadas UTM.

Fuente de los datos topográficos: Proyecto Arqueológico de Sela.

Área	Sector	Referencia de la estructura	Año de documentación	E (x)	N (y)	Elevación (z)
H	S14	D107	2015	746485,152	3408281,652	880,61
G	S12	D127	2015	746497,969	3408300,410	873,74
F	S8	D115	2016	746611,332	3408408,720	860,96

Tabla 6. Posibles estructuras hidráulicas indeterminadas documentadas por años con sus coordenadas UTM.

Fuente de los datos topográficos: Proyecto Arqueológico de Sela.

Anexo B. Datos descriptivos de las estructuras hidráulicas de Sela

Referencia de la estructura	Forma de la boca / forma de la entrada	Observaciones	Presencia de cuello			Cámara de almacenamiento	Forma propuesta	Observaciones
			Sí	No	Indet.			
D01	Indeterminada	La parte NE es semicircular pero el resto es irregular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D02	Ovalada	La boca de entrada está excavada en la pared vertical.			x	Podría ensancharse respecto a la boca.	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D03	Ovalada	Presenta el cuello más pronunciado en la parte SE.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	La presencia del cuello es clara y se ha podido documentar el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D05	Apuntada	La boca de entrada está excavada en la pared vertical.			x	Indeterminada	Indeterminada	Está muy colmatada, aunque la cámara de almacenamiento podría ensancharse.
D07	Ovalada	Presenta el cuello más pronunciado en la parte SW.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella / piriforme	También podría proponerse una forma piriforme, ya que el cuello es muy irregular y corto.
D09	Ovalada / rectangular	La boca presenta los laterales largos ovalados y los cortos bastante rectos. La fachada de la entrada a la cisterna presenta negativos de otras estructuras construidas con materiales perecederos. Presenta un escalón		x		Podría mantener el mismo diámetro que la boca.	Indeterminada	Podría proponerse una forma cilíndrica, pero al estar tan colmatada no se puede confirmar.

		que da acceso a la boca de la cisterna.						
D10	Cuadrangular	La boca presenta una forma cuadrangular ligeramente irregular.	x			Se ensancha respecto a la boca y el cuello, pero, posteriormente, mantiene su diámetro.	Forma de botella cilíndrica	Se ha podido documentar parte de la cámara de almacenamiento, cuyo diámetro es homogéneo.
D13	Ovalada	La parte NE de la boca es irregular.			x	Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	No se puede determinar la presencia del cuello. Quizás el cuello estaba formado por bloques de arenisca, como se puede observar en uno de sus lados, pero no se ha conservado la totalidad de la estructura. Se ha podido documentar el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D15	Cuadrangular	La boca presenta una forma cuadrangular ligeramente irregular.	x			Se ensancha respecto a la boca y el cuello, pero, posteriormente, mantiene su diámetro.	Forma de botella cilíndrica	La forma de esta estructura es muy parecida a la documentada en la cisterna D10.
D16	Semiovalada	Presenta un rebaje a modo de “cúpula” en la parte superior.			x	Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Podría tener un gran tamaño debido al gran ensanchamiento documentado hasta la colmatación de la estructura.
D18	Ovalada	En la parte SW de la boca se ubica el canal C19.			x	Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D20	Ovalada	La boca de entrada está excavada en la pared vertical.			x	Indeterminada	Indeterminada	Está muy colmatada, aunque la cámara de almacenamiento podría ensancharse.

D22	Indeterminada	Presenta un rebaje en la parte superior bastante rectangular con los lados en ángulo. La parte inferior se estrecha.		x		Indeterminada	Indeterminada	Está muy colmatada, aunque la cámara de almacenamiento podría ensancharse.
D23	Ovalada / ovalada	La parte superior de la abertura de la entrada es un poco más ancha que la inferior. Tiene dos escalones que dan acceso a la boca de la cisterna.			x	Indeterminada	Indeterminada	Podría presentar una forma cilíndrica como la cisterna D09, pero se encuentra muy colmatada.
D24	Ovalada	La parte N es irregular.		x		Podría ensancharse respecto a la boca.	Indeterminada	Está totalmente colmatada, pero podría corresponder a una forma piriforme por la ausencia del cuello y el posible ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D25	Ovalada	La parte NE es irregular.		x		Se ensancha ligeramente respecto a la boca.	Indeterminada	Está muy colmatada, pero podría corresponder a una forma piriforme por la ausencia del cuello y el posible ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D26	Ovalada	La parte NE es irregular.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Indeterminada	Está muy colmatada, pero podría corresponder a una forma piriforme por la ausencia del cuello y el posible ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D27	Ovalada	La parte NE y SW es bastante irregular.		x		Se mantiene el diámetro respecto a la boca.	Cilíndrica	Se ha podido documentar gran parte de la cámara de almacenamiento.
D30	Ovalada	La parte SW es muy irregular. Probablemente esté destruida.		x		Se mantiene el diámetro respecto a la boca.	Cilíndrica	Se ha podido documentar gran parte de la cámara de almacenamiento.

D33	Ovalada	La boca es bastante regular.		x		Se mantiene el diámetro respecto a la boca.	Cilíndrica	Se ha podido documentar gran parte de la cámara de almacenamiento.
D34	Semiovalada	El lateral SE se apoya en la pared y el lateral NE presenta una parte un tanto apuntada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D35	Semicircular	El lateral E se apoya en la pared.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	Tras la excavación de la entrada en una pared vertical, la cámara de almacenamiento se ensancha.
D36	Cuadrangular	El lateral E se apoya en la pared.		x		Se mantiene el diámetro respecto a la boca.	Semicilíndrica	Se ha podido documentar parte de la cámara de almacenamiento, cuyo diámetro es homogéneo, aunque mantiene un lateral recto.
D37	Semicircular	La parte que se ha documentado parece ser semicircular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se ha podido establecer una tipología.
D38	Ovalada	La parte SW es irregular.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	Presenta una abertura en su parte SE que podría conectar con la cisterna D37.
D40	Indeterminada	Parece una forma ovalada, pero está demasiado colmatada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Está muy colmatada, aunque la cámara de almacenamiento podría ensancharse.
D41	Indeterminada	Parece una forma semicircular, pero está demasiado colmatada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D43	Ovalada	La cobertura vegetal no permite documentar de forma más precisa la boca, aunque parece corresponder a una forma ovalada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Está muy colmatada y cubierta con mucha vegetación. Sin embargo, podría intuirse un posible cuello y, por tanto, pertenecer al tipo 1a.

D44	Circular	Parece bastante regular.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D45	Semiovalada	Su lado S es recto.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está muy marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D46	Circular	Parece bastante regular.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D47	Semiovalada	Su lado NE es bastante recto.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D49	Semiovalada	No ha sido posible documentar de forma más precisa la boca, aunque parece corresponder a una forma ovalada.		x		Se mantiene el diámetro respecto a la boca.	Cilíndrica	Aunque está muy colmatada, el diámetro de la boca podría ser constante respecto a la boca.
D51	Circular	Presenta una forma más apuntada en la parte W.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra totalmente colmatada y llena de agua. No se puede determinar si tiene cuello o no.
D52	Ovalada	Es irregular en la parte NE.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D53	Ovalada	Presenta una forma apuntada en la conexión con el canal C54.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.

D55	Circular	Es bastante regular.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está muy marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento. Se puede acceder a su interior por un acceso lateral.
D57	Ovalada	Presenta una forma apuntada en la conexión con el canal C110.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está muy marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento. Se puede entrar en el interior por un acceso lateral.
D58	Circular	Es bastante regular.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está bastante marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento. Se puede acceder a su interior por un acceso lateral.
D59	Ovalada	Su forma es bastante irregular			x	Indeterminada	Indeterminada	Podría presentar una forma piriforme o incluso cilíndrica, pero está demasiado colmatada.
D63	Indeterminada	La boca de entrada de la cisterna es irregular. Presenta una forma alargada, más recta por la parte superior y más curvada en la parte inferior.		x		Indeterminada	Indeterminada	Podría presentar una forma piriforme o incluso cilíndrica, pero está demasiado colmatada.
D64	Indeterminada	Podría tratarse de una boca ovalada muy alargada.		x		Podría tener el mismo diámetro en toda la estructura.	Indeterminada	Es muy alargada y, debido a su colmatación, no se puede determinar su tipología.
D67	Ovalada	Su forma es bastante irregular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra totalmente colmatada y llena de agua.

D68	Indeterminada	La boca está muy colmatada y podría presentar una forma más bien circular u ovalada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D73	Circular	Es bastante regular.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está bastante marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D75	Circular	Es bastante regular.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D76	Circular	Es bastante regular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra totalmente colmatada y llena de agua.
D78	Ovalada	Su forma es bastante irregular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra totalmente colmatada y llena de agua.
D79	Circular	Es bastante regular.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está bastante marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D80	Indeterminada	La parte documentada presenta una forma semicircular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D81	Indeterminada	La parte documentada presenta una forma semicircular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D82	Ovalada	La cobertura vegetal impide documentar mejor este depósito.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra colmatada con un arbusto dentro que impide ver su morfología.
D83	Ovalada / indeterminada	La entrada tiene una parte más rectangular por la parte superior y más redondeada por la parte inferior. La fachada donde se ubica presenta negativos de otras			x	Indeterminada	Indeterminada	Podría presentar una forma cilíndrica, pero al estar tan colmatada no se puede confirmar.

		estructuras construidas con materiales perecederos. Presenta un escalón que da acceso a la boca de la cisterna.						
D85	Indeterminada	La parte documentada presenta una forma semiovalada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D86	Semicircular	Su lado SW se apoya en una pared vertical.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D87	Ovalada	Es bastante regular.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está bastante marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D88	Indeterminada	La parte documentada presenta una forma semiovalada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Podría ser que la parte excavada fuera el rebaje de la roca y que la boca quedara totalmente colmatada.
D90	Circular	Es bastante regular.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D91	Ovalada	Es bastante regular.		x		Se ensancha respecto a la boca.	Piriforme	Se ha podido documentar la ausencia del cuello y el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D95	Ovalada / ovalada	El acceso de la entrada es bastante ovalado y la boca de la cisterna también.		x		Podría ensancharse respecto a la boca.	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D96	Indeterminada	La parte documentada presenta una forma semiovalada.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.

D97	Ovalada	Se intuye la forma por la vegetación que se encuentra en su interior.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D98	Ovalada / trapezoidal	Su forma es bastante regular.		x		Podría ensancharse respecto a la boca.	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D99	Circular	Su forma es bastante regular.	x			Se ensancha respecto a la boca.	Forma de botella	El cuello está bastante marcado, así como el ensanchamiento de la cámara de almacenamiento.
D100	Semicircular	Se encuentra muy tapada por bloques y vegetación.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.
D103	Ovalada	Su forma es bastante regular.			x	Indeterminada	Indeterminada	Se encuentra muy colmatada y no se puede establecer una tipología.

Tabla 1. Descripción de la forma de la boca y de la entrada de las cisternas, presencia o ausencia de cuello, forma propuesta, así como las observaciones pertinentes.
Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Referencia de la estructura	Tipología	Medidas según las tipologías propuestas (m)											Profundidad (z)	Volumen (L)
		Tipo 1 y bocas tipo 2, 3a, 3c, 3Indet. y 4				Tipo 2				Tipo 3b				
		a	b	c	d	E.a	A	B	E.c	E.a	a	b		
D01	3a	1,23	1,02										0,79	Indeterminado
D02	3b								0,99	1,44	1,46		0,73	Indeterminado
D03	1a	1,22	0,98										1,41	973
D05	3b								1,03	1,5	1,36		0,66	Indeterminado
D07	1a	1,13	1,05										1,69	1193
D09	2a	0,70	0,43			0,63	0,75	0,7	0,25				3,23	Indeterminado
D10	4a	0,67	0,80	0,70	0,80								3,66	2744
D13	1Indet.	2,05	1,59										1,3	5509

D15	1a	0,60	0,78	0,63	0,82						4,5	3403
D16	3a	2,47	1,56								1	7381
D18	1b	1,55	1,07								***	3642
D20	3b	0,92	0,44								0,57	Indeterminado
D22	3b							0,37	0,73	0,56	***	Indeterminado
D23	2a	0,55	0,49			0,47	1,08	0,58	0,77		0,66	Indeterminado
D24	1b	2,24	1,84								***	Indeterminado
D25	1b	2,11	1,97								***	Indeterminado
D26	1b	1,52	1,33								***	Indeterminado
D27	3a	1,25	0,80								1,17	917
D30	3c	1,07	0,73								1,11	870
D33	1c	1,45	1,27								***	Indeterminado
D34	1d	0,65	0,46								0,59	Indeterminado
D35	1e	1,02	0,91								***	Indeterminado
D36	1e	0,63	0,82	0,59	0,65						***	Indeterminado
D37	3Indet.	1,13	0,62								***	Indeterminado
D38	1a	1,09	0,93								***	Indeterminado
D40	3Indet.	1,10	0,61								***	Indeterminado
D41	3Indet.	1,73	0,49								0,12	Indeterminado
D43	1Indet.	1,39	0,86								0,55	Indeterminado
D44	1b	***									***	Indeterminado
D45	1a	1,22	1,18								***	Indeterminado
D46	1b	***									***	Indeterminado
D47	3b							1,3	0,68	1,34	***	Indeterminado
D49	3c	0,69	0,44								***	Indeterminado

D51	1Indet.	1,26	0,96							***	Indeterminado
D52	4a	1,29	0,85							***	2826
D53	1b	***								***	Indeterminado
D55	4b	1,20	1,17							***	Indeterminado
D57	1a	0,84	0,65							1,15	775
D58	1a	0,88	0,79							***	Indeterminado
D59	1Indet.	1,19	0,95							0,98	Indeterminado
D63	3b					0,43	1,38	1,18		***	Indeterminado
D64	3c	2,34	1,4							1,34	Indeterminado
D67	1Indet.	2,30	1,89							***	Indeterminado
D68	3Indet.	1,50	1,31							0,76	Indeterminado
D73	1a	0,90	0,88							1,97	1415
D75	1b	1,05	1,03							1,32	2167
D76	3a	1,36	1,30							2,18	Indeterminado
D78	1Indet.	1,37	1,35							0,8	Indeterminado
D79	1a	0,93	0,87							2,75	2029
D80	3Indet.	0,82	0,38							0,3	Indeterminado
D81	3Indet.	1,46	0,83							0,36	Indeterminado
D82	1Indet.	1,36	1,23							4,07	Indeterminado
D83	2a	0,79	0,53		0,64	1,28	0,83	0,84		2,37	Indeterminado
D85	3Indet.	0,63	0,37							0,2	Indeterminado
D86	1d	0,57	0,51							0,98	Indeterminado
D87	1e	0,90	0,82							2,17	1575
D88	3c					0,72	1,53	0,80		1,74	Indeterminado
D90	1e	***								***	Indeterminado

D91	1b	1,69	1,30								2,38	4125	
D95	2b	***				0,79	Indet.	Indet.	0,4			***	Indeterminado
D96	3Indet.	1,58	0,63								***	Indeterminado	
D97	1Indet.	***									0,41	Indeterminado	
D98	3b							1,40	1,23	1,48	***	Indeterminado	
D99	1a	0,87	0,76								***	Indeterminado	
D100	1Indet.	0,98	0,73								***	Indeterminado	
D103	1Indet.	0,92	0,75								0,31	Indeterminado	

Tabla 2. Medidas y capacidades de las cisternas según su tipología. Las estructuras que no se midieron se indican con tres asteriscos (***).

Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Referencia de la estructura	Orientación de la boca de la cisterna	Patrón	Referencia de la estructura	Orientación de la boca de la cisterna	Patrón
D01	NE-SW	Individual	D51	NW-SE	Individual
D02	NW-SE	Individual	D52	NW-SE	Individual
D03	N-S	Individual	D53	NE-SW	Individual
D05	NE-SW	Doble (?)	D55	N-S	Individual
D07	NE-SW	Individual	D57	NE-SW	Individual
D09	NE-SW	Individual	D58	E-W	Individual
D10	NW-SE	Individual	D59	NE-SW	Individual
D13	NE-SW	Individual	D63	N-S	Individual
D15	NW-SE	Individual	D64	NE-SW	Individual
D16	NW-SE	Individual	D67	NW-SE	Individual
D18	NE-SW	Individual	D68	N-S	Doble (?)
D20	NE-SW	Individual	D73	NE-SW	Individual

D22	NE-SW	Individual	D75	N-S	Individual
D23	E-W	Individual	D76	NE-SW	Individual
D24	E-W	Individual	D78	NW-SE	Individual
D25	N-S	Individual	D79	E-W	Individual
D26	N-S	Individual	D80	NE-SW	Individual
D27	NE-SW	Individual	D81	NW-SE	Individual
D30	NE-SW	Individual	D82	NE-SW	Individual
D33	N-S	Individual	D83	NE-SW	Individual
D34	NW-SE	Individual	D85	NE-SW	Individual
D35	NE-SW	Individual	D86	NW-SE	Doble (?)
D36	NE-SW	Individual	D87	NE-SW	Individual
D37	NE-SW	Doble (?)	D88	NW-SE	Individual
D38	NW-SE	Doble (?)	D90	E-W	Individual
D40	NW-SE	Individual	D91	NW-SE	Individual
D41	N-S	Individual	D95	NW-SE	Individual
D43	NW-SE	Individual	D96	NW-SE	Individual
D44	E-W	Individual	D97	NE-SW	Individual
D45	NW-SE	Individual	D98	NW-SE	Individual
D46	E-W	Individual	D99	E-W	Individual
D47	N-S	Individual	D100	NW-SE	Individual
D49	NW-SE	Individual	D103	NE-SW	Doble (?)

Tabla 3. Orientación y patrón de las cisternas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Estado de conservación							
Referencia de la estructura	Colmatación	Erosión					
	Tipo de colmatación	1	2	3	a)	b)	Observaciones
C04	No presenta	x				x	Se pierde toda la sección oeste por la erosión, aunque se intuye su forma en la conexión con la cisterna D03.
C06	Sedimento y vegetación	x				x	Se pierde toda la sección oeste, aunque se intuye su forma en la conexión con la cisterna D07.
C08	Sedimento	x				x	Se desdibuja un posible canal, que se encuentra cubierto por el sedimento. No es posible precisar si se trata de un canal o bien es el límite del sustrato geológico.
C11	Sedimento, rocas y vegetación		x		x		Se conserva un tramo del canal que podría conectar con la estructura H1.
C12	Sedimento, rocas y vegetación		x		x		Se conserva un tramo del canal que no sabemos con qué otra estructura conecta.
C14	Sedimento, rocas y vegetación	x			x		Se conserva el tramo que conecta con D111. Quizás se conserva todo el canal, pero está tapado y no se puede reseguir en su tramo SW.
C17	Sedimento, rocas y vegetación	x			x		Se conserva un tramo del canal que no sabemos con qué otra estructura conecta.
C19	Sedimento y vegetación	x			x		Se conserva el tramo que conecta con la cisterna D18.
C39	No presenta	x				x	Se ha erosionado parte de la sección oeste, pero se intuye su recorrido y relación con la cisterna D38
C42	Sedimento y rocas		x		x		Se conserva un tramo que no sabemos con qué otra estructura conecta.
C48	No presenta	x			x		Se conserva buena parte del tramo del canal hasta que se pierde su pista.
C50	Sedimento, rocas y vegetación		x		x		Algunos tramos están mejor conservados que otros.
C54	No presenta	x			x		Se desdibuja el tramo del canal a medida que se distancia de la cisterna D53.
C56	Sedimento, rocas y vegetación			x	x		Se conserva parte de las dos secciones en el tramo con conexión a la balsa de D55. Se rompe la conexión en un tramo que queda cubierto por la vegetación

C66	Sedimentos y rocas		x		x	Se conserva un tramo que no se sabe con qué otra estructura conecta.
C69	No presenta	x			x	Se ha erosionado parte de la sección oeste, pero se intuye su recorrido que conecta el depósito de sedimentación D70 con la cisterna D16.
C71	Sedimento y vegetación		x		x	Se pierde parte de la sección sur por la erosión y el canal queda colmatado por sus dos extremos.
C74	No presenta		x		x	Se pierde parte de la sección norte por la erosión.
C77	No presenta	x			x	Se conserva parte de las dos secciones en el tramo que conecta con la cisterna D76, después su pista desaparece.
C84	Sedimento		x		x	Se conserva bastante bien un tramo de este canal, después su pista desaparece.
C89	Sedimento y rocas	x			x	Se conservan sus dos secciones, pero ambas están muy erosionadas. Podría conectar con la cisterna D88.
C92	No presenta	x			x	Aunque se conserva en su totalidad, se encuentra muy erosionado.
C94	No presenta	x			x	Se pierde la sección norte del canal y el trazado del canal en la entrada con la cisterna D40.
C101	No presenta		x		x	El canal se encuentra bastante erosionado, aunque se observan sus dos secciones. Quizás conectaba con el canal C89.
C102	No presenta		x		x	El canal se encuentra bastante erosionado, aunque se observan sus dos secciones.
C104	Sedimento, rocas y vegetación		x		x	El canal se encuentra bastante colmatado, pero se observan ambas secciones.
C105	Sedimento, rocas y vegetación		x		x	Se conserva un buen tramo hasta que queda colmatado por el sedimento.
C108	No presenta	x			x	Solamente se conservan unos pocos centímetros del canal en la conexión con la boca de la cisterna D76.
C109	Sedimento y vegetación	x			x	No conecta directamente, pero por la pendiente del canal, podría conectar con la cisterna D45.
C110	Sedimento y vegetación	x			x	Se conserva el tramo que conecta con la cisterna D57.
C114	Sedimento y vegetación	x			x	Solamente se conservan unos pocos centímetros del canal en la conexión con la boca de la cisterna D87.

C116	Sedimento y rocas	x			x	Solamente se conservan unos pocos centímetros del canal en la conexión con una abertura lateral de la cisterna D02.
C117	No presenta	x			x	Se pierde la sección oeste del canal y su trazado a los pocos centímetros des de la conexión con la boca de la cisterna D03.
C122	No presenta	x			x	Se intuyen ambas secciones del canal, pero están muy erosionadas. Solamente se ha observado el tramo que conecta con la cisterna D67.
C125	No presenta	x			x	Se intuyen ambas secciones del canal, pero están muy erosionadas. Solamente se ha observado el tramo que conecta con la cisterna D73.
C131	Sedimento, rocas y vegetación	x			x	Está completamente colmatado y apenas se observa la conexión con el depósito de sedimentación D111.
C132	No presenta	x			x	Se intuyen ambas secciones del canal, pero están muy erosionadas. Solamente se ha observado el tramo que conecta con la cisterna D67.
C133	Sedimento y vegetación	x			x	Solamente se conservan unos pocos centímetros del canal en la conexión con la boca de la cisterna D78.
C134	Sedimento, rocas y vegetación	x			x	Está completamente colmatado y apenas se ve la conexión con el depósito de sedimentación D70.

Tabla 4. Estado de conservación de los canales de Sela, señalando las características de la colmatación y de la erosión.
Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Referencia de la estructura	Longitud (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)	Anchura en la conexión con una estructura hidráulica (m)		Observaciones
				Cisterna	Depósito de sedimentación	
C04	>2,50	0,24	0,15-0,20	0,21	-	-
C06	>3,35	Indeterminado	Indeterminada	0,10-0,15	-	-
C08	>0,60	Indeterminado	Indeterminada	Indeterminado	-	-
C11	>3,20	0,16-0,36	>0,10	-	-	El canal se estrecha en su extremo NE.

C12	>0,96	0,12-0,25	>0,10	-	-	El canal se estrecha en su extremo NE. Podría ser que estuviera tapado como el canal C11.
C14	>5,20	0,37-0,53	Indeterminada	-	0,42	Si conectara con C118, podría tener 13,20 m más de longitud.
C17	>28,11	0,57-1,28	>0,30	-	-	-
C19	>0,93	0,10-0,70	0,20-0-30	0,10	-	-
C29	*1,36	0,10-0,28	0,10-0,20	0,28	0,10	-
C32	*2,66	0,11-0,31	0,10-20	0,11	0,31	Es más profundo y estrecho en su conexión con D34.
C39	>12,65	0,26-0,42	Indeterminada	0,42	Indeterminada	El tramo que conecta con la cisterna D40 está muy erosionado.
C42	>3,04	0,28-0,31	0,10	-	-	Se estrecha unos centímetros en su extremo NW.
C48	>10,04	0,3-1,10	Indeterminada	0,13	-	Se estrecha en su extremo NE.
C50	>60,17	0,2	Indeterminada	-	-	No se documentó topográficamente.
C54	>6,08	0,10-0,20	0,10	0,15	-	El tramo que conecta con la cisterna D53 presenta restos de mortero.
C56	>2,24	0,50-0,60	0,24 / 0,10	-	0,57	-
C66	>1,73	0,15	Indeterminada	-	-	-
C69	*2,13	0,15-0,20	Indeterminada	Indeterminado	Indeterminada	Los tramos que conectan con otras estructuras se encuentran muy erosionados.
C71	>1,86	0,23	0,10	-	-	-
C74	>7,61	0,20-0,40	0,15-0,20	-	-	-
C77	>3,57	0,10-0,15	0,10	0,08	-	-
C84	>24,28	0,20-0,25	0,10	-	-	-
C89	>5,67	0,2	0,10	-	-	-
C92	*0,61	0,08-0,15	0,05	0,08	-	Conecta con una estructura indeterminada.
C93	*0,27	0,12-0,15	0,08-0,10	0,12	0,15	-
C94	>10,06	0,11-0,42	Indeterminada	0,42	-	Se estrecha en su extremo W.
C101	>1,50	0,2	Indeterminada	-	-	-

C102	>2,69	0,37-0,56	0,20-0,30	-	-	-
C104	>6,17	0,19-0,66	Indeterminada	-	-	-
C105	>16,5	0,15-0,20	0,15-0,10	-	-	-
C108	>1,37	0,10-0,15	Indeterminada	0,10	-	-
C109	>1,04	0,10-0,20	0,05-0,08	Indeterminado	-	-
C110	>0,40	0,15-0,20	Indeterminada	0,12	-	-
C113	*0,32	0,22-0,26	0,10-0,15	0,26	0,22	-
C114	>0,25	0,1	Indeterminada	Indeterminado		Se encuentra muy erosionado.
C116	>0,10-0,15	0,08-0,10	0,08-0,10	0,10	-	-
C117	>0,60	Indeterminado	Indeterminada	Indeterminado	-	Se encuentra muy erosionado.
C118	Indeterminado	0,15	0,10	0,10	-	No se han podido documentar ya que son subterráneos.
C119		0,15	0,10	0,10	-	
C120		0,15	0,10	0,10	-	
C121		0,15	0,10	0,10	-	
C122	>0,73	0,30-0,38	0,08-0,10	0,30	-	-
C123	*0,45	0,20-0,25	0,08	0,25	0,20	-
C125	0,50	0,15	0,05	0,15	-	-
C129	*0,26	0,16	0,10	0,15	-	-
C131	>0,30	0,15	Indeterminada	0,15	-	-
C132	>0,65	0,23-0,65	0,08-0,10	0,65	-	-
C133	>0,60	0,20-0,25	0,10-0,12	0,25	-	-
C134	>0,60	Indeterminado	Indeterminada		Indeterminada	
C135	*0,36	0,09-0,13	Indeterminada	0,13	0,09	-
C137	Indeterminado	0,20	Indeterminada	-	0,20	-

Tabla 5. Medidas (longitud x anchura x profundidad) de los canales y de la anchura en la conexión con otra estructura hidráulica con sus observaciones pertinentes. Se marca con un asterisco (*) los canales que presentan sus dimensiones completas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Técnicas constructivas						
Referencia de la estructura	Excavado directamente o a través de la:		Abierto	Cerrado	Sección	Presencia de mortero
	Superficie rocosa	Partición de la roca				
C04	x		x		Semicircular	
C06	x		x		Indeterminada	
C08	x		x		Indeterminada	
C11	x			x	Cuadrada con losa	
C12	x			x	Cuadrada	
C14	x			x	Cuadrada / ¿Cuadrada con losa?	
C17	x			x	Rectangular	x
C19	x		x		Triangular	
C29	x		x		Semicircular (conexión con D28) / Cuadrada (conexión con D30)	
C32	x			x	Indeterminada (conexión con D31) / Cuadrada con losa (en medio) / Semicircular (conexión con D34)	
C39		x	x		Ángulo de 100°-110°	
C42	x		x		Trapezoidal	
C48		x	x		Ángulo de 100°-110°	
C50		x	x		Irregular (ángulo de 100°-110°) / rectangular / cuadrada)	
C54	x		x		Semicircular	x (solo conservado en la conexión con cisterna)
C56	x		x		Irregular (rectangular / cuadrada)	
C66	x		x		Cuadrada	
C69		x	x		Ángulo de 100°-110°	

C71	x		x		Irregular (trapezoidal / ángulo de 100°)	
C74		x	x		Ángulo de 100°-110°	
C77	x		x		Semicircular	
C84	x		x		Rectangular	
C89	x		x		Semicircular	
C92	x		x		Indeterminada	
C93	x		x		Semicircular	
C94		x	x		Ángulo de 100°-110°	
C101	x		x		Indeterminada	
C102	x		x		Irregular (rectangular / cuadrada / semicircular)	
C104	x		x		Indeterminada	
C105	x		x		Irregular (trapezoidal / cuadrada)	
C108	x		x		Semicircular	
C109	x		x		Rectangular	
C110	x		x		Semicircular	
C113	x		x		Semicircular	
C114	x		x		Indeterminada	
C116	x			x	Semicircular	
C117	x		x		Indeterminada	
C118	x			x	Semicircular	
C119	x			x	Semicircular	x
C120	x			x	Semicircular	
C121	x			x	Semicircular	
C122	x		x		Indeterminada	
C123	x		x		Indeterminada	
C125	x		x		Indeterminada	
C129	x		x		Semicircular	
C131	x			x	Indeterminada	

C132	x		x		Indeterminada	
C133	x		x		Indeterminada	
C134	x		x		Indeterminada	
C135	x			x	Semicircular (conexión con D111) / Circular (conexión con D15)	
C137	x			x	Indeterminada	

Tabla 6. Tipo de excavación en la roca, sección y presencia o ausencia de motero de cal en los canales de Sela.

Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Referencia de la estructura	Orientación	Pendiente	% Pendiente
C04	NE-SW	SW	10,92
C06	NE-SW	NE	18,20
C08	E-W	Indeterminada	Indeterminada
C11	NE-SW	NE	6,6
C12	NE-SW	SW	4,17
C14	NE-SW	NE	8,63
C17	NW-SE	SE	25,77
C19	NE-SW	NE	34
C29	NE-SW	SW	49
C32	E-W	W	40,74
C39	E-W	W-SW	6,68
C42	NW-SE	SE	16,1
C48	NE-SW	SW	8,72
C50	NE-SW	SW	54,16
C54	E-W	W (ligeramente)	4,57

C56	NE-SW	NE	6,21
C66	Ligeramente NE-SW	SW	22,43
C69	NE-SW	NE	58,69
C71	NW-SE	SE	18,28
C74	E-W / NW-SE	W / SW	10,56
C77	NE-SW	NE	0,34
C84	E-W / N-S	W / N	12,1
C89	NE-SW	SW	8,7
C92	NE-SW	SW	9,57
C93	NW-SE	SE	6,67
C94	NE-SW / SW-SW	NE / SE	23,10
C101	NW-SE	SE	21,01
C102	NW-SE	SE	45,1
C104	NW-SE	SE	13,9
C105	E-W	Indeterminada	Indeterminada
C108	NE-SW	NE	3,62
C109	E-W	W (cierta inclinación hacia SW)	16,4
C110	NW-SE	Indeterminado	Indeterminada
C113	E-W	W	29,69
C114	E-W	Indeterminada	Indeterminada
C116	NE-SW	Indeterminada	Indeterminada
C117	NE-SW	Indeterminada	Indeterminada
C118	NE	Indeterminada	Indeterminada
C119	E	Indeterminada	Indeterminada

C120	S	Indeterminada	Indeterminada
C121	SW	Indeterminada	Indeterminada
C122	E-W	E	11,23
C123	E-W	Indeterminada	Indeterminada
C125	NW-SE	Probablemente NW	Indeterminada
C129	NW-SE	SE	9,23
C131	NE-SW	Indeterminada	Indeterminada
C132	E-W	W	2,46
C133	E-W	Indeterminada	Indeterminada
C134	NE-SW	NE	Indeterminada
C135	NE-SW	SW	Indeterminada
C137	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada

Tabla 7. Orientación y pendiente de los canales en sus diferentes tramos y porcentaje de la pendiente.
Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Referencia de la estructura	Estructura con la que conecta	Lado o esquina de conexión con la estructura hidráulica
C04	Cisterna D03	Por su lado SW
C06	Cisterna D07	Por su lado W
C08	Probablemente conectaba la cisterna D05 con la cisterna D68.	De este a oeste
C11	Indeterminada	Quizás conectaba con la H1.
C12	Indeterminada	Quizás conectaba, por su lado W, con el canal C104 y, por su lado este, con la cisterna D13.
C14	Depósito de sedimentación D111	Esquina SW
C17	Indeterminada	-
C19	Cisterna D18	Por su lado SW

C29	Conecta el depósito de sedimentación D28 con la cisterna D30.	Por la esquina SE de D28 y con la parte E de D30
C32	Conecta el depósito de sedimentación D31 con la cisterna D34.	Por la esquina SW de D31 y con la parte E de D34
C39	Cisterna D38	Por su lado NW
C42	Indeterminada	-
C48	Cisterna D47	Por su lado NW
C50	Indeterminada	-
C54	Cisterna D53	Por su lado W
C56	Depósito de sedimentación D112	Por su esquina SW
C66	Indeterminada	-
C69	Conecta el depósito de sedimentación D70 con la cisterna D16.	Por la esquina NE de D70 y por la parte SW de D16
C71	Indeterminada, aunque por la pendiente, podría conectar con el depósito de sedimentación D72.	-
C74	Indeterminada, aunque la cisterna D73 se encuentra muy cerca.	-
C77	Cisterna D76	Por su lado N
C84	Indeterminada	-
C89	Indeterminada. Quizás corresponde a un tramo del canal C101 y conectaba con la cisterna D88.	Con el canal por su extremo SE y la con cisterna por su lado NW
C92	Conecta la cisterna D91 con una estructura rectangular indeterminada.	Con la cisterna por su lado S y con la estructura indeterminada por su lado N
C93	Conecta la cisterna D91 con un posible depósito de sedimentación (D126).	Con la cisterna por su lado NW y con un posible depósito de sedimentación por su esquina SW
C94	Cisterna D40	Por su lado NW
C101	Indeterminada. Probablemente conecta con el canal C89.	Por su extremo SE
C102	Indeterminada	-
C104	Indeterminada	Quizás conecta con H1 por su extremo NW o con C12 por su extremo SE.

C105	Indeterminada	-
C108	Cisterna D76	Por su lado SW
C109	Cisterna D45	No se conserva la conexión directa, pero por la orientación del canal, ésta sería por la parte SW de la cisterna.
C110	Cisterna D57	Por el lado NW
C113	Conecta la cisterna D55 con el depósito de sedimentación D112.	De este a oeste
C114	Cisterna D87	Por su lado SW
C116	Cisterna D02	Por su lado S
C117	Cisterna D03	Por su lado NW
C118	Cisterna D13	Por su lado NE
C119	Cisterna D13	Por su lado E. Quizás este es el mismo que C14 que conduciría el agua al depósito de sedimentación D111.
C120	Cisterna D13	Por su lado S
C121	Cisterna D13	Por su lado SW
C122	Conecta la cisterna D67 con una estructura indeterminada que podría ser un depósito de sedimentación.	Por su lado E
C123	Conecta la cisterna D53 con un posible depósito de sedimentación D124.	De este a oeste
C125	Cisterna D73	Por su lado NW
C129	Depósito de sedimentación D128 con cisterna D49	De NW a SE
C131	Depósito de sedimentación D111	Por su esquina NE
C132	Cisterna D67	Por su lado W
C133	Cisterna D78	Por su lado NE
C134	Depósito de sedimentación D70	Por su extremo SW
C135	Conecta el depósito de sedimentación D111 con la cisterna D15.	Por el lado sur del depósito de sedimentación y por el extremo N de la cisterna

C137	Indeterminada. Se trata de un canal que empieza o finaliza su recorrido en la piscina D136.	Conecta con la piscina por su extremo NW.
-------------	---	---

Tabla 8. Conexión de los canales con otras estructuras hidráulicas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Referencia de la estructura	Tipo 1	Tipo 2				Tipo 3	Tipo 4		
		a	b	c	d		a	b	c
C04						x			
C06	x			x					
C08								x	
C11					x				
C12					x				
C14		x							
C17	x		x						
C19				x					
C29							x		
C32							x		
C39	x		x						
C42					x				
C48	x		x						
C50					x				
C54						x			
C56				x					
C66					x				
C69							x		
C71					x				
C74					x				
C77						x			
C84					x				
C89					x				
C92						x			
C93							x		
C94	x		x						

C101	x				x				
C102					x				
C104					x				
C105					x				
C108				x					
C109				x					
C110				x					
C113							x		
C114				x					
C116				x					
C117				x					
C118				x					
C119				x					
C120				x					
C121				x					
C122						x			
C123							x		
C125				x					
C129							x		
C131				x					
C132						x			
C133				x					
C134				x					
C135							x		
C137									x

Tabla 9. Tipología de los canales según su función.

Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Referencia de la estructura	Tipo y subtipo	Medidas (longitud x anchura) (m)	Profundidad (m)	Pendiente (%)	Sección
C06	1 - 2c	>3,35 x indeterminado	Indeterminada	18,20	Indeterminada
C17	1 - 2bc	>28,11 x 0,57-1,28	>0,30	25,77	Rectangular
C39	1-2b	>12,65 x 0,26-0,42	Indeterminada	6,68	Indeterminada
C48	1-2b	>10,04 x 0,3-1,10	Indeterminada	8,71	Ángulo de 100-110°
C74	1-2d	7,61 x 0,20-0,40	0,15-0,20	10,56	Ángulo de 100-110°
C94	1-2b	>10,06 x 0,11-0,42	Indeterminada	23,09	Ángulo de 100-110°
C101	1-2d	>1,50 x 0,2	Indeterminada	21,01	Indeterminada
C11	2d	>3,20 x 0,16-0,36	>0,10	6,59	Cuadrada con losa
C12	2d	>0,96 x 0,12-0,25	>0,10	4,17	Cuadrada
C14	2a	>5,2 x 0,37-0,53	Indeterminada	8,63	Cuadrada / cuadrada con losa
C19	2c	>0,93 x 0,10-0,70	0,20-0-30	33,98	Triangular
C42	2d	3,04 x 0,31	0,1	16,09	Trapezoidal
C50	2d	60,17 x 0,2	Indeterminada	54,16	Irregular (ángulo de 100-110° / rectangular / cuadrangular)
C56	2c	2,24 x 0,50-0,60	0,24	6,21	Irregular (rectangular / cuadrangular)
C66	2d	1,73 x 0,15	Indeterminada	22,43	Cuadrangular
C71	2d	1,86 x 0,23	0,1	18,28	Irregular (trapezoidal / ángulo de 100°)
C84	2d	24,28 x 0,20-0,25	0,1	12,07	Rectangular
C89	2d	5,67 x 0,2	0,1	8,69	Semicircular
C102	2d	2,69 x 0,37-0,56	0,20-0,30	45,01	Irregular (rectangular / cuadrangular / semicircular)
C104	2d	5,87 x 0,19-0,66	Indeterminada	13,89	Indeterminada
C105	2d	16,5 x 0,15-0,20	0,20-0,30	Indeterminada	Irregular (trapezoidal / cuadrangular)
C108	2c	1,37 x 0,10-0,15	Indeterminada	3,62	Semicircular
C109	2c	1,04 x 0,10-0,20	0,05-0,08	16,44	Rectangular
C110	2c	0,40 x 0,15-0,20	Indeterminada	Indeterminada	Semicircular

C114	2c	0,25 x 0,1	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada
C116	2c	0,10-0,05 x 0,08-0,10	0,08-0,10	Indeterminada	Semicircular
C117	2c	0,60 x indeterminado	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada
C118	2c	Indeterminado x 0,15	0,1	Indeterminada	Semicircular
C119	2c	Indeterminado x 0,15	0,1	Indeterminada	Semicircular
C120	2c	Indeterminado x 0,15	0,1	Indeterminada	Semicircular
C121	2c	Indeterminado x 0,15	0,1	Indeterminada	Semicircular
C125	2c	0,50 x 0,15	0,05	Indeterminada	Indeterminada
C131	2c	0,30 x 0,15	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada
C133	2c	0,60 x 0,20-0,25	0,10-0,12	Indeterminada	Indeterminada
C134	2c	0,60 x indeterminado	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada
C04	3	>2,50 x 0,24	0,15-0,20	10,92	Semicircular
C54	3	6,08 x 0,10-0,20	0,1	4,57	Semicircular
C77	3	3,57 x 0,10-0,15	0,1	0,34	Semicircular
C92	3	0,61 x 0,08-0,15	0,05	9,57	Indeterminada
C122	3	0,73 x 0,30-0,38	0,08-0,10	11,23	Indeterminada
C132	3	0,65 x 0,23-0,65	0,08-0,10	2,46	Indeterminada
C08	4b	>0,60 x indeterminado	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada
C29	4a	*1,46 x 0,10-0,28	0,10-0,20	48,97	Semicircular (conexión con D28) / cuadrada (conexión con D30)
C32	4a	>2,42 x 0,11-0,31	0,10-20	51,11	Indeterminada (conexión con D31) / cuadrada con losa (en medio) / semicircular (conexión con D34)
C69	4a	*2,12 x 0,15-0,20	Indeterminada.	58,69	Ángulo de 100-110°
C93	4a	*0,27 x 0,12-0,15	0,08-0,10	6,67	Semicircular
C113	4a	*0,32 x 0,22-0,26	0,10-0,15	48,44	Semicircular
C123	4a	*0,45 x 0,20-0,25	0,08	Indeterminada	Indeterminada

C129	4a	*0,26 x 0,16	0,1	9,23	Semicircular
C135	4a	*0,36 x 0,09-0,13	Indeterminada	Indeterminada	Semicircular (conexión con D111) / circular (conexión con D15)
C137	4c	Indeterminado x 0,20	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada

Tabla 10. Dimensiones, pendiente y sección de los diferentes tipos y subtipos de canales.
Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela.

Anexo C. Datos sobre la caracterización petrográfica y mineralógica de los morteros de Sela

Área	Sector	UE	Referencia de la muestra	Estructura	Referencia de la estructura	Ubicación de la muestra	Descripción macroscópica		Tipo
							Color	Grosor	
F	S7	-	SL'16.D13.1	Cisterna	D13	Cámara de almacenamiento	Blanco (N9 <i>White</i>)	11-20 mm	1
G	S10	-	SL'16.D16.2	Cisterna	D16	Cámara de almacenamiento	Anaranjado muy pálido (10YR 8/2 <i>Very Pale Orange</i>)	8-23 mm	2
G	S11	-	SL'16.D63.3	Cisterna	D63	Cámara de almacenamiento	Gris oliva claro (5Y 6/1 <i>Light Olive Gray</i>)	4-11 mm	3
G	S11	-	SL'16.D01.4	Cisterna	D01	Lo que podría ser el inicio de la cámara de almacenamiento	Gris muy claro (N8 <i>Very Light Gray</i>)	10-14 mm	1
G	S12		SL'16.D03.5	Cisterna	D03	Inicio de la cámara de almacenamiento	Gris rosado (5YR 8/1 <i>Pinkish Gray</i>)	5-12 mm	2
G	S12	-	SL'16.D09.6	Cisterna	D09	Cámara de almacenamiento	Gris muy claro (N8 <i>Very Light Gray</i>)	5-10 mm	2
G	S13	-	SL'16.D05.7	Cisterna	D05	Inicio de la cámara de almacenamiento	Anaranjado muy pálido (10YR 8/2 <i>Very Pale Orange</i>)	4-14 mm	2
H	S16	-	SL'16.D22.8	Cisterna	D22	Cámara de almacenamiento	Anaranjado muy pálido (10YR 8/2 <i>Very Pale Orange</i>)	7-15 mm	3

K	S27	-	SL'16.D38.9	Cisterna	D38	Cámara de almacenamiento	Anaranjado muy pálido (10YR 8/2 <i>Very Pale Orange</i>)	7-20 mm	3
L	S37	-	SL'16.D57.10	Cisterna	D57	Cámara de almacenamiento	Naranja grisáceo (10YR 7/4 <i>Grayish Orange</i>)	12-24 mm	3
L	S37	-	SL'16.D59.11	Cisterna	D59	Cuello o cámara de almacenamiento	Gris azulado (5B 5/1 <i>Medium Bluish Gray</i>)	10-20 mm	3
H	S14	-	SL'16.D107.13	Indeterminada	D107	Uno de los laterales de la estructura	Naranja grisáceo (10YR 7/4 <i>Grayish Orange</i>)	9-28 mm	5
F	S8 (H1)	UM3	SL'16.H1.UM3.1	Indeterminada	D115	Una de las esquinas de la estructura	Naranja grisáceo (10YR 7/4 <i>Grayish Orange</i>)	7-15 mm	1
F	S8 (H1)	UM3	SL'16.H1.UM3.2	Indeterminada	D115	Una de las esquinas de la estructura	Naranja grisáceo (10YR 7/4 <i>Grayish Orange</i>)	7-12 mm	1
F	S8 (H1)		SL'16.H1.2.498	Indeterminada	-	Indeterminada	Naranja grisáceo (10YR 7/4 <i>Grayish Orange</i>)	10-20 mm	1
F	S8 (H1)		SL'16.H1.6.169	Indeterminada	-	Indeterminada	Naranja grisáceo (10YR 7/4 <i>Grayish Orange</i>)	10-25 mm	4

Tabla 1. Ubicación, descripción macroscópica y tipología asignada a las muestras de mortero.

Fuente: Elaboración propia a partir de los materiales del Proyecto Arqueológico de Sela. Coloraciones descritas a partir de la Tabla Munsell (Geological Society of America, 1991), incluidas en el informe de Soto, 2017.

N.º de muestra	Matriz/aglutinante	% Matriz/aglutinante	Agregados	% Agregados	Ratio aglutinante/agregados
SL'16.H1.UM3.1	Calcita micrítica (1-5 µm) y minerales de arcilla	70-80%	Calcita microesparítica (100-200 µm)	10 %	3:1
			Cuarzo detrítico subredondeado (400 µm)	5 %	
			Sílex (1 mm), cerámica (1-2 mm), cenizas (1-2 mm) y óxidos de hierro, probablemente hematites (50 µm)	1-2%	
SL'16.H1.UM3.2	Micrita y esparita (1-10 µm)	70-80%	Cuarzo detrítico subangular (500-600 µm) y caliza microesparítica 600 µm)	10-20%	3:1
			Feldespatos (500-600 µm), sílex (300 µm), ceniza (100 µm) y hematites masiva (100 µm)	1-2%	
SL'16.H1.2.498	Calcita microesparítica (5-10 µm)	70-80%	Calcita microesparítica (300-400 µm)	5-10 %	3:1
			Cuarzo detrítico subredondeado (300-400 µm)	2-5 %	
			Fragmentos vegetales (1 mm), cerámica (3-4 mm), yeso secundario (200-300 µm) y piedra volcánica con feldespatos	1-2%	
SL'16.D01.4	Micrita y microesparita (1-10 µm)	70-80%	Cuarzo detrítico subredondeado (100-300 µm), caliza microesparítica (800 µm), sílex termoalterado (1-3 mm), carbones (500 µm), hematites masiva (150 µm), cerámica (1-2 mm), cenizas (100 µm) y fitolitos con oxalatos (50-100 µm)	1-2%	3:1
SL'16.D13.1	Micrita (1-10 µm)	60-70%	Cuarzo detrítico subredondeado (200-300 µm)	10-20%	3:1
			Calcita micrítica/microesparítica (1-2 mm), restos vegetales (500 µm) y óxidos de hierro	2-5%	

Tabla 2. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 1.
Fuente: Elaboración propia a partir de Soto, 2017 y Vallverdú com. personal.

N.º de muestra	Matriz/aglutinante	% Matriz/aglutinante	Agregados	% Agregados	Ratio aglutinante/agregados
SL'16.D05.7	Microesparita (1-10 µm)	70-80%	Calcita micrítica-microesparítica (500 µm)	5-10 %	3:1
			Cuarzo detrítico subangular (500 µm), fragmentos de cerámica (500 µm - 1 mm), restos vegetales (400 µm), carbones (> 20 µm), hematites (> 20 µm), yeso secundario (500 µm - 1 mm) y arenisca (500 µm)	2-5%	
SL'16.D09.6	Micrita (1-10 µm)	70-80%	Cuarzo detrítico subredondeado (50-100 µm) y caliza microesparítica (500 µm)	2-5%	3:1
			Fitoclastos (200 µm)		
			Arenisca roja (500 µm - 1 mm)	1-2%	
			Sílex microcristalino (1 µm)		
SL'16.D16.2	Calcita micrítica-microesparítica (1-10 µm) y minerales de arcilla	60-70%	Calcita micrítica y esparítica (800 µm - 1 mm)	5-10%	3:1
			Cuarzo detrítico (10-20 µm)	2-5%	
			Hematites masiva (3-5 µm)	1-2%	
			Cerámica (1-2 mm)		
SL'16.D03.5	Micrita y calcita microesparítica (1-10 µm)	60-70%	Calcita esparítica (100-500 µm)	10-15%	3:1
			Cuarzo detrítico subangular (200-300 µm)	5-10%	
			Restos vegetales (400 µm), cerámica (1 mm) y hematites fina (10-100 µm)	1-5%	

Tabla 3. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 2.
Fuente: Elaboración propia a partir de Soto, 2017 y Vallverdú com. personal.

N.º de muestra	Matriz/aglutinante	% Matriz/aglutinante	Agregados	% Agregados	Ratio aglutinante/agregados
SL'16.D57.10	Micrita (1-10 µm) y minerales de arcilla	70-80%	Cuarzo detrítico (100-200 µm)	5-10%	3:1
			Cerámica (1-3 mm)	2,5%	
			Restos vegetales (200 µm), yeso (100-200 µm) y posible fitolito reemplazado o microresto vegetal (50-100 µm)	1-2%	
SL'16.D22.8	Micrita (1-10 µm)	70-80%	Cuarzo detrítico (300-500 µm), calcita esparítica (1 mm), cristales de yeso (800 µm), cenizas (500 µm) y hematites masiva (50 µm)	2-5%	3:1
SL'16.D59.11	Micrita (1-10 µm) y minerales de arcilla	70-80%	Cuarzo detrítico subangular (30-40 µm)	5-10%	3:1
			Calcita microesparítica (1 mm)	2-5%	
			Cristales de yeso subeudrico y lenticular (100-200 µm), cerámica (1-3 mm) y roca de textura biomicrítica (300-400 µm)	1-2%	
SL'16.D63.3	Micrita (1-10 µm)	60-70%	Cuarzo detrítico subangular (50 µm)	5-10%	3:1
			Calcita microesparítica (1 mm)	2-5%	
			Cerámica (1-3 mm), roca de textura biomicrítica (300-400 µm) y cristales de yeso lenticular (100-200 µm)	1-2%	
SL'16.D38.9	Calcita microesparítica (1-10 µm)	80-90%	Cuarzo detrítico subredondeado (400 µm)	5-10%	3:1
			Fango micrítico (100-200 µm)	2-5%	
			Restos vegetales (1-2 mm), cerámica (1 mm), ceniza (500 µm), yeso (100-200 µm) y sílex (1 mm)	1-2%	

Tabla 4. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 3.
Fuente: Elaboración propia a partir de Soto, 2017 y Vallverdú com. personal.

N.º de muestra	Matriz/aglutinante	% Matriz/aglutinante	Agregados	% Agregados	Ratio aglutinante/agregados
SL'16.H1.6.169	Calcita microesparítica (10-20 µm)	50-60%	Caliza microesparítica (3-5 cm) y cuarzo subredondeado (200-300 µm)	10-30%	2:1
			Restos vegetales (100 µm - 3 mm), cerámica (500 µm - 1 mm), carbón (2-3 mm), cenizas (1-2 mm), posible fitolito/diatomea (50-100 µm), huesos, fragmentos de adobe y fango micrítico (100-200 µm)	2-5%	

Tabla 5. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 4.

Fuente: Elaboración propia a partir de Soto, 2017 y Vallverdú com. personal.

N.º de muestra	Matriz/aglutinante	% Matriz/aglutinante	Agregados	% Agregados	Ratio aglutinante/agregados
SL'16.D107.10	Calcita micrítica (1-5 µm)	50-60%	Caliza microesparítica (500 µm - 1 mm), cuarzo detrítico subredondeado (500 µm - 2 mm), feldespato (500 µm - 1 mm), ceniza (1 mm) y hematites masiva (50 µm)	1-5%	2:1

Tabla 6. Composición de la matriz/aglutinante y de los agregados, sus respectivos porcentajes y la ratio aglutinante/agregados del tipo 5.

Fuente: Elaboración propia a partir de Soto, 2017 y Vallverdú com. personal.

Difractogramas tipo 1

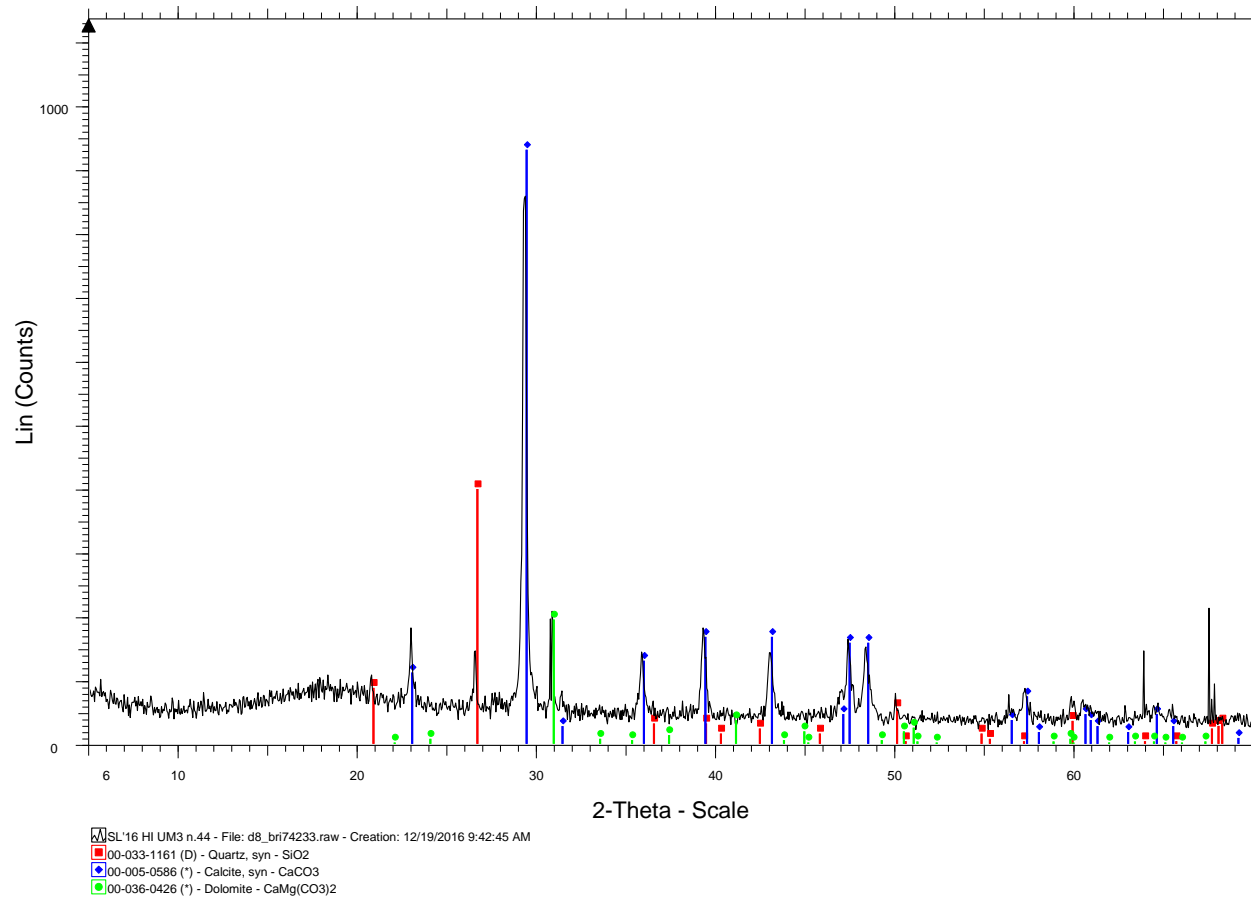


Figura 1. Difractograma de la muestra SL'16.H1.UM3.1.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

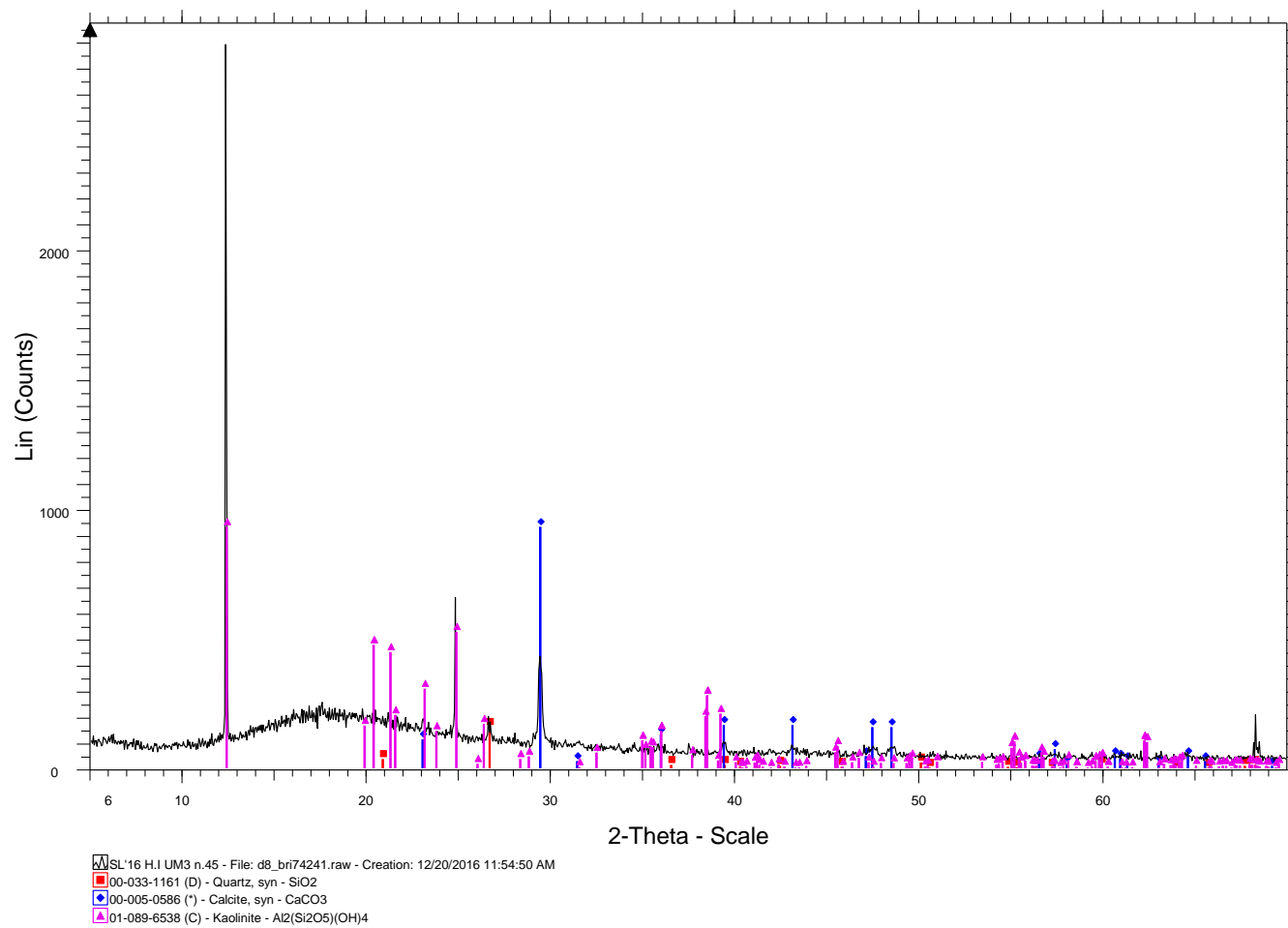


Figura 2. Difractograma de la muestra SL'16.H1.UM3.2.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

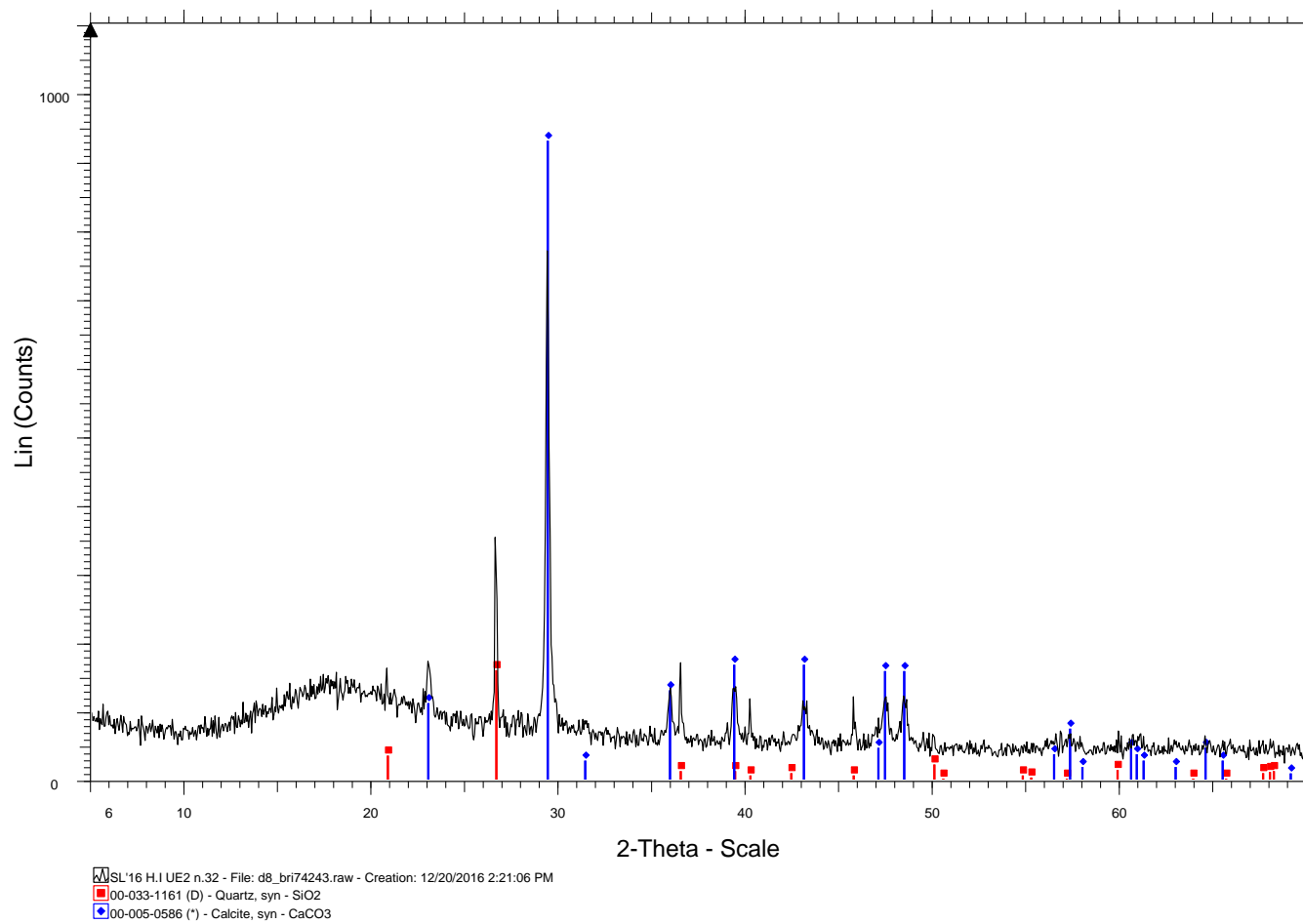


Figura 3. Difractograma de la muestra SL'16.H1.2.498.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics* (SRCiT) de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

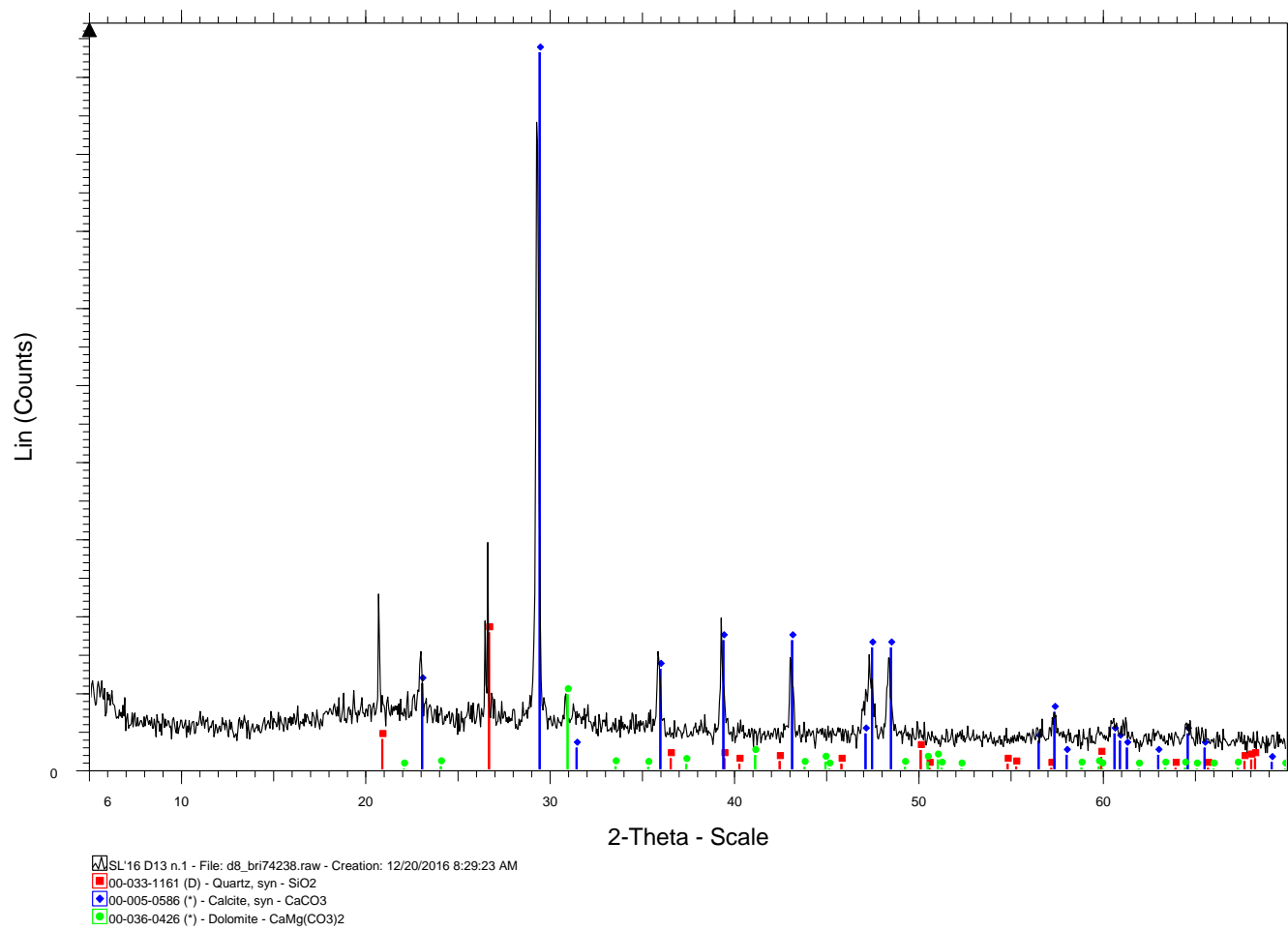


Figura 4. Difractograma de la muestra SL'16.D13.1.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

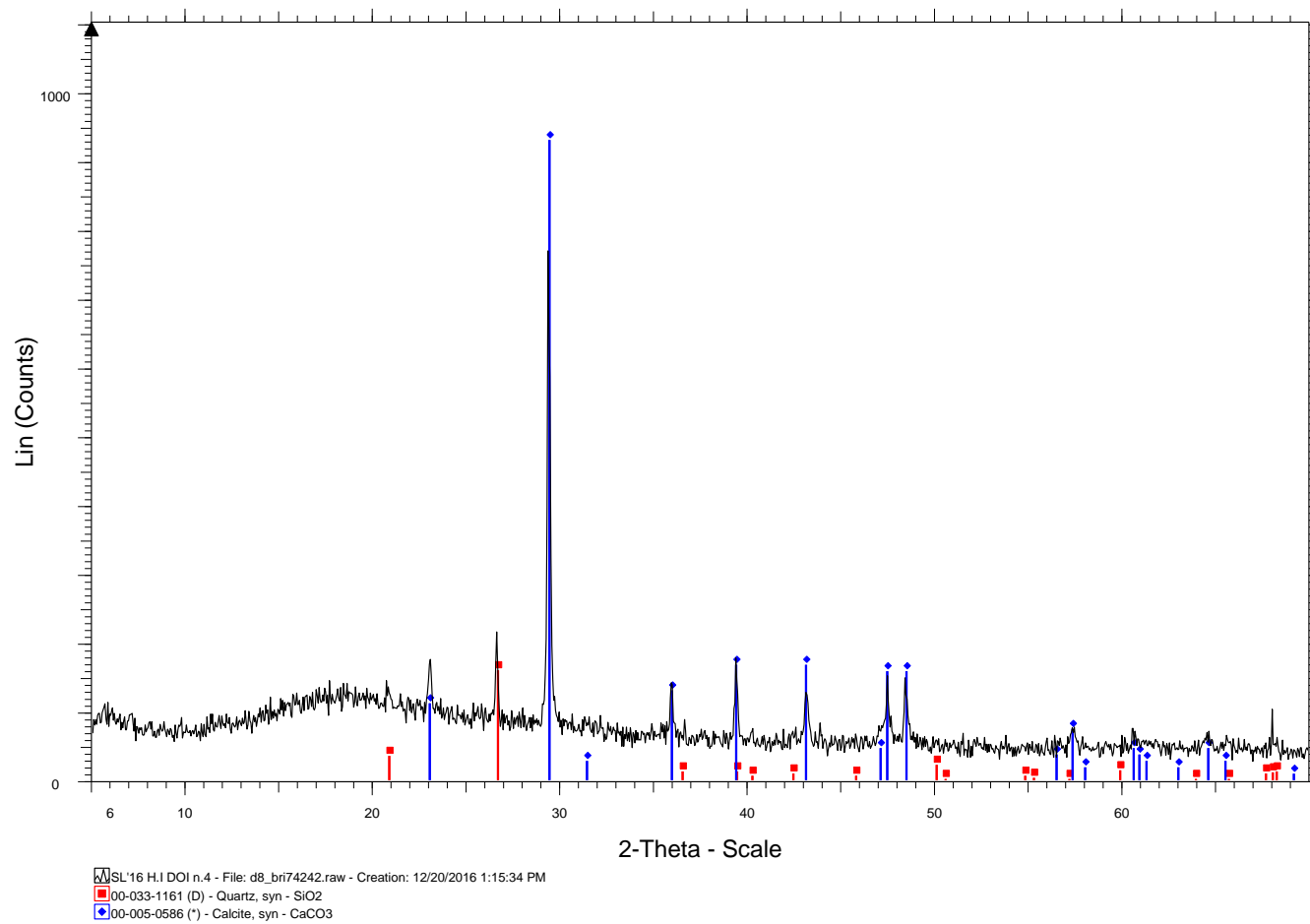


Figura 5. Difractograma de la muestra SL'16.D01.4.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

Difractogramas tipo 2

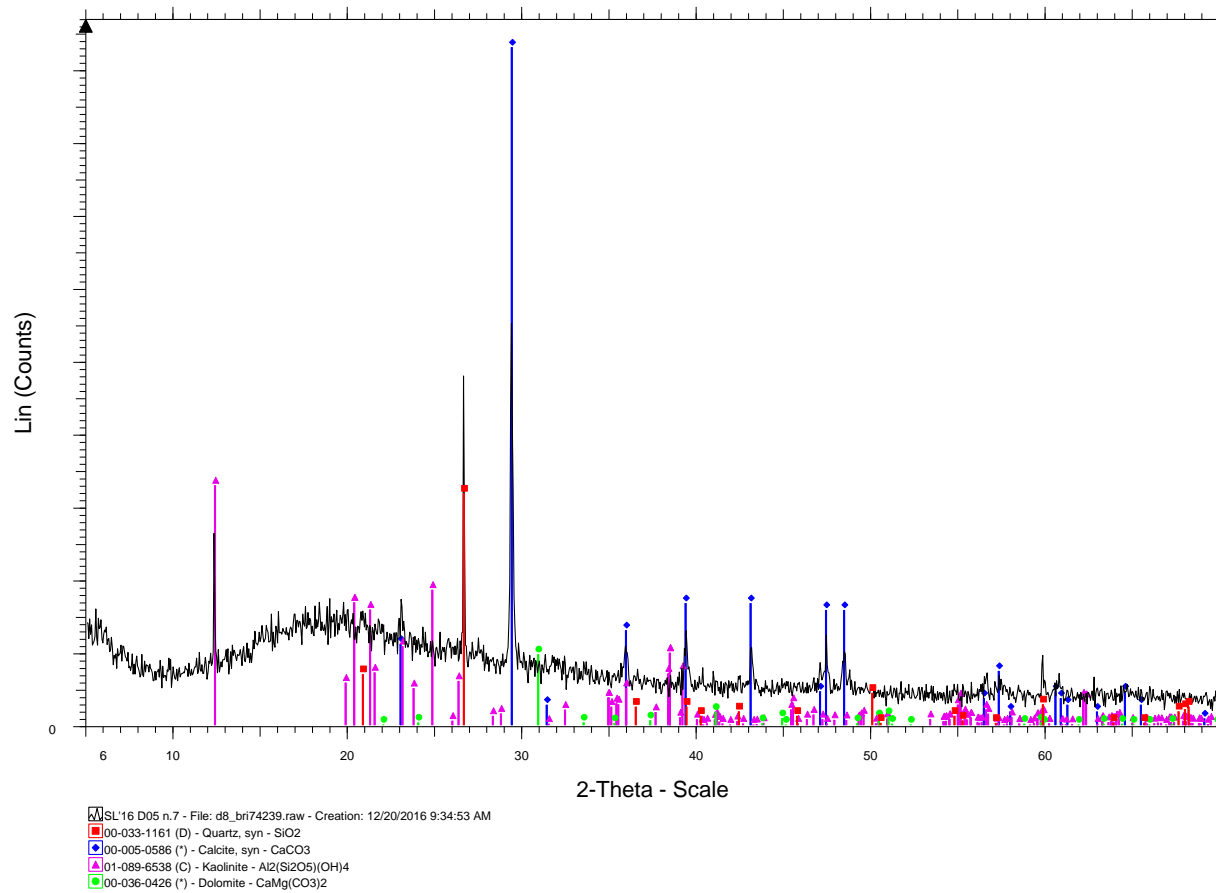


Figura 6. Difractograma de la muestra SL'16.D05.7.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

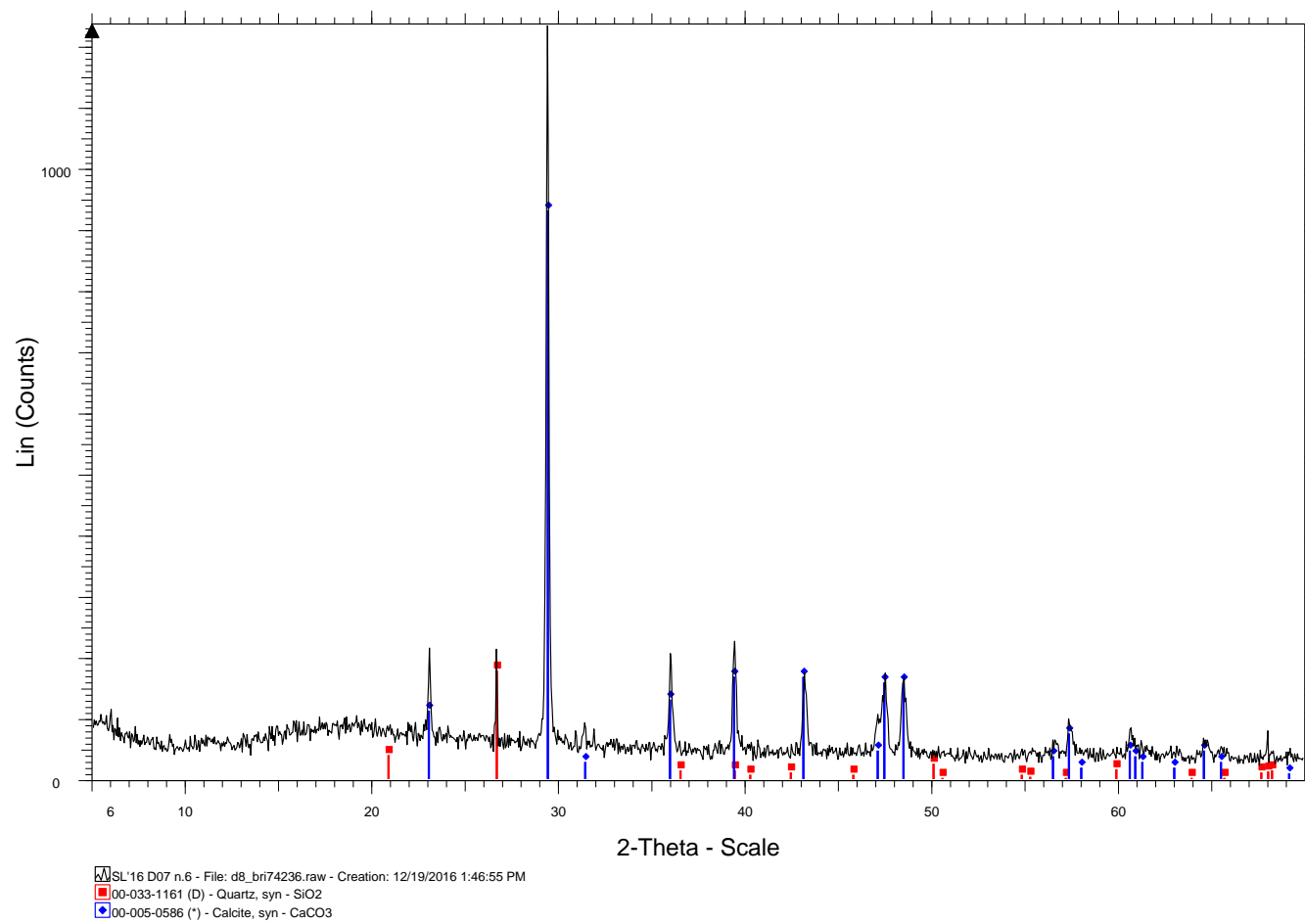


Figura 7. Difractograma de la mostra SL'16.D09.6.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

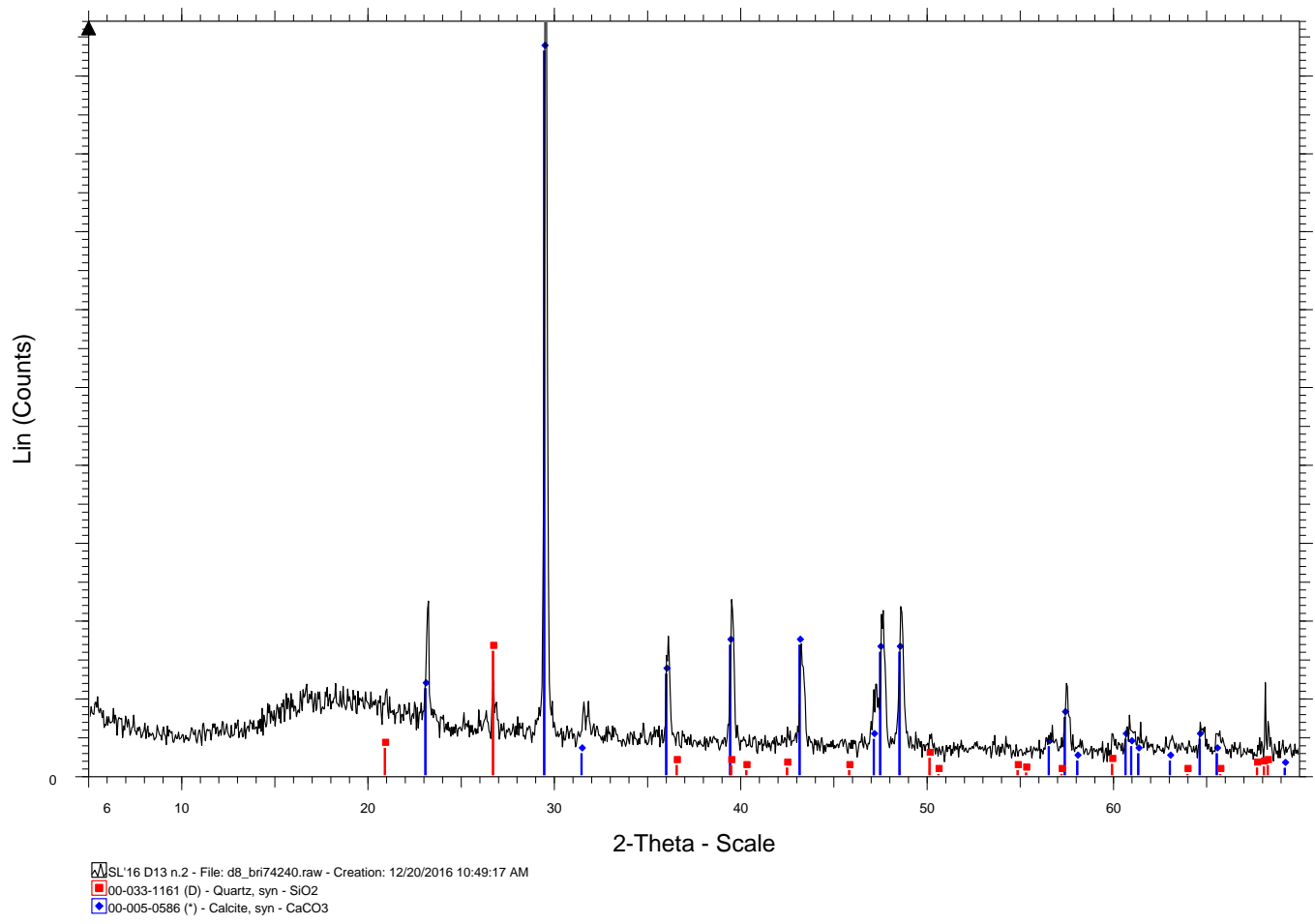


Figura 8. Difractograma de la muestra SL'16.D16.2.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

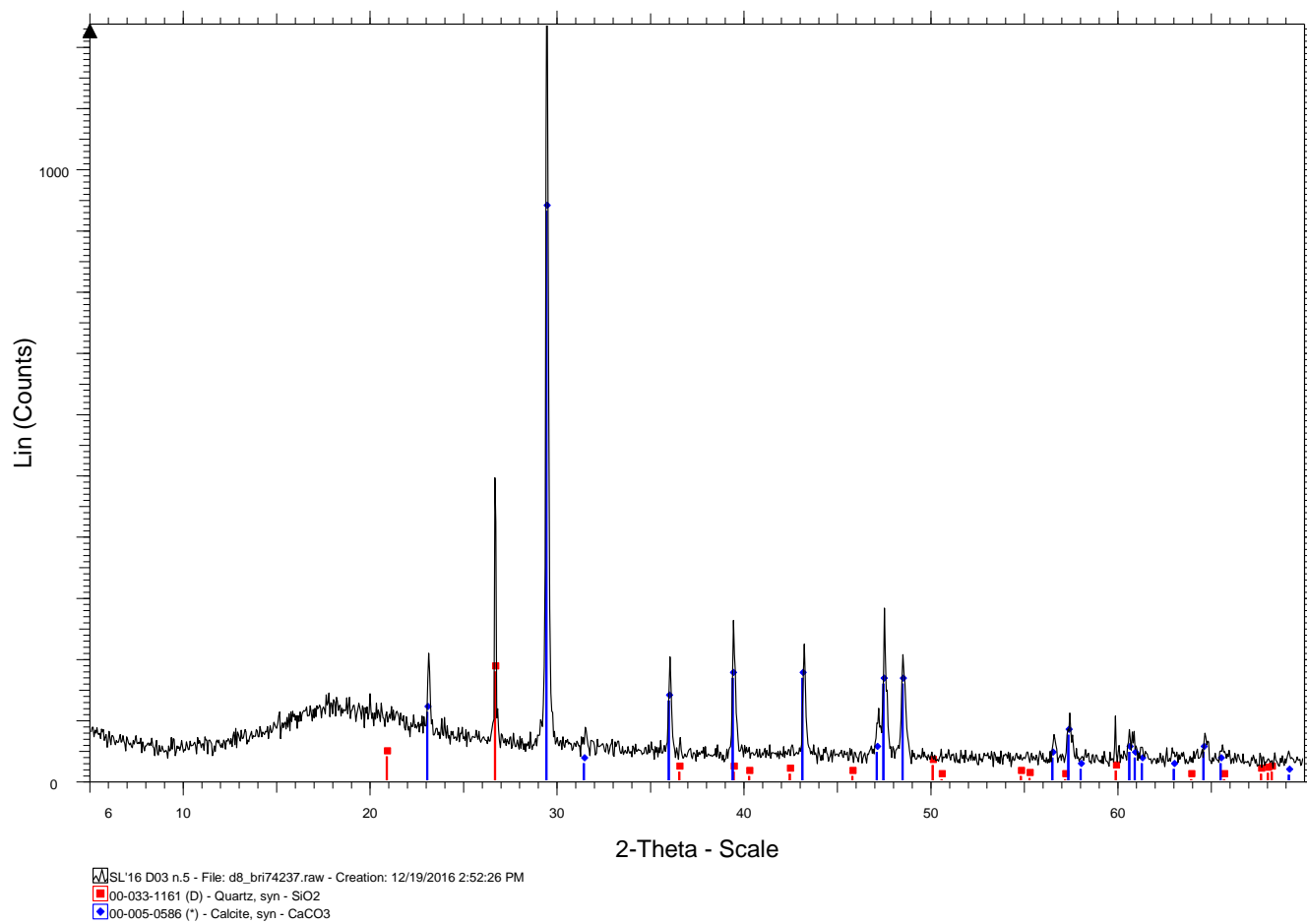


Figura 9. Difractograma de la muestra SL'16.D03.5.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

Difractogramas tipo 3

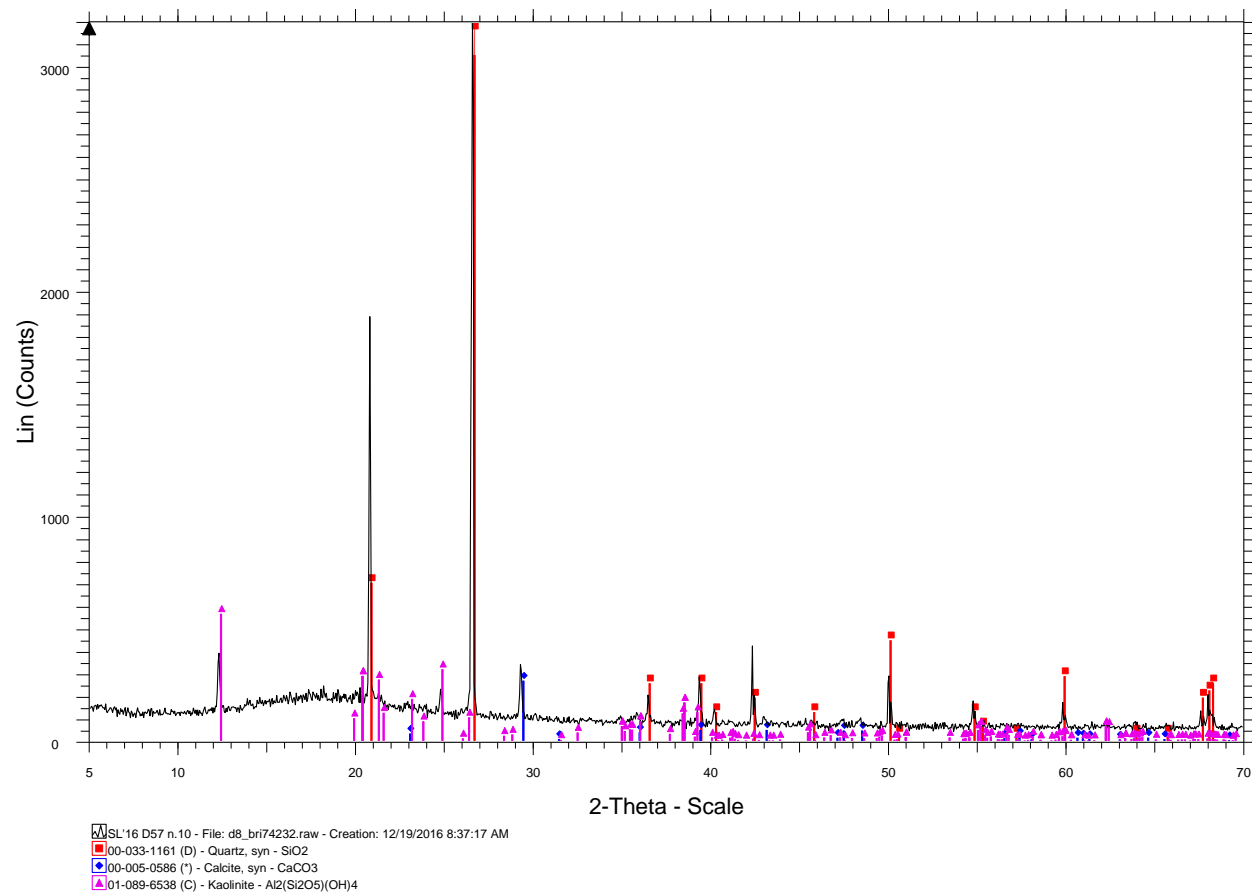


Figura 10. Difractograma de la muestra SL'16.D57.10.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

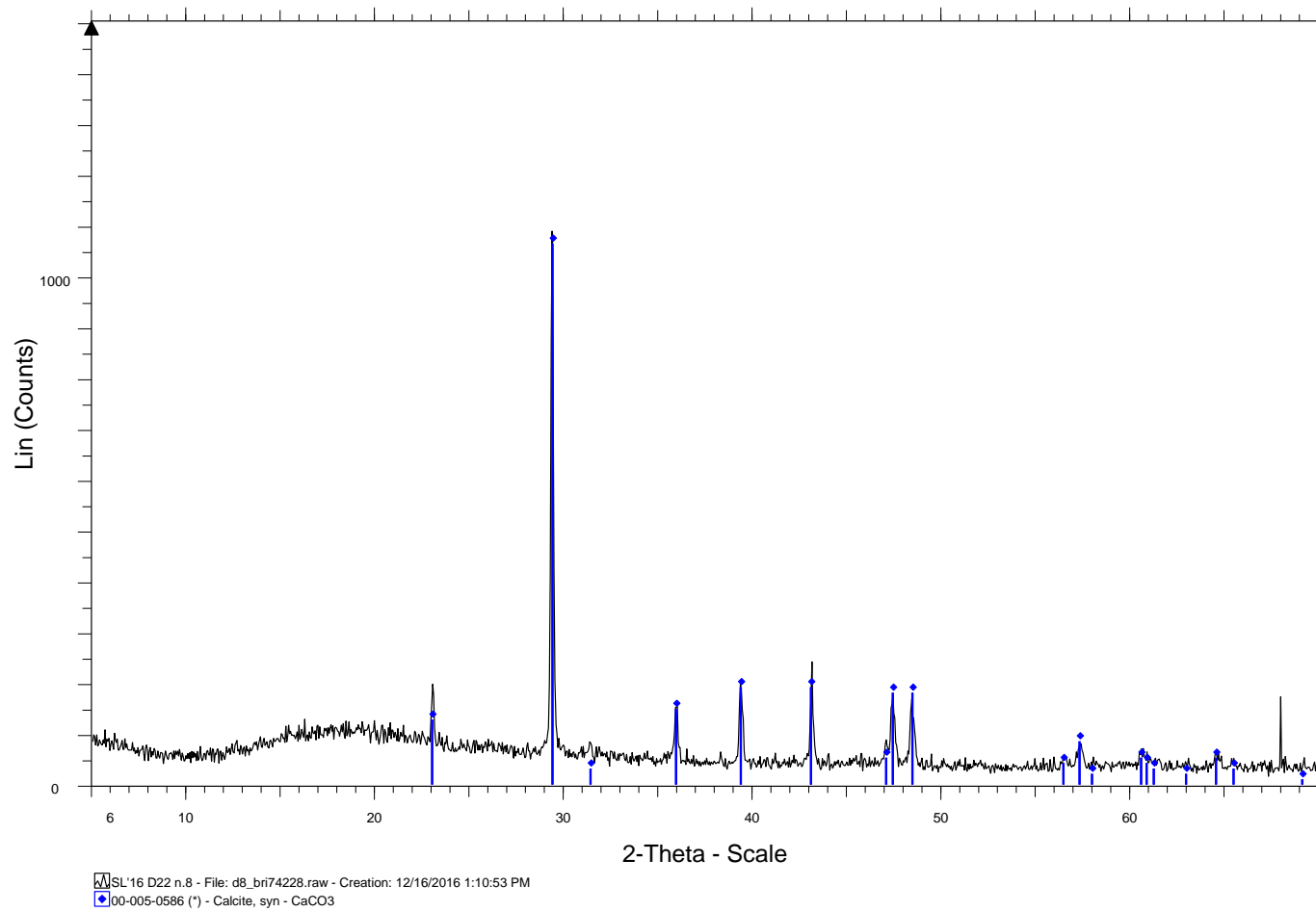


Figura 11. Difractograma de la muestra SL'16.D22.8.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

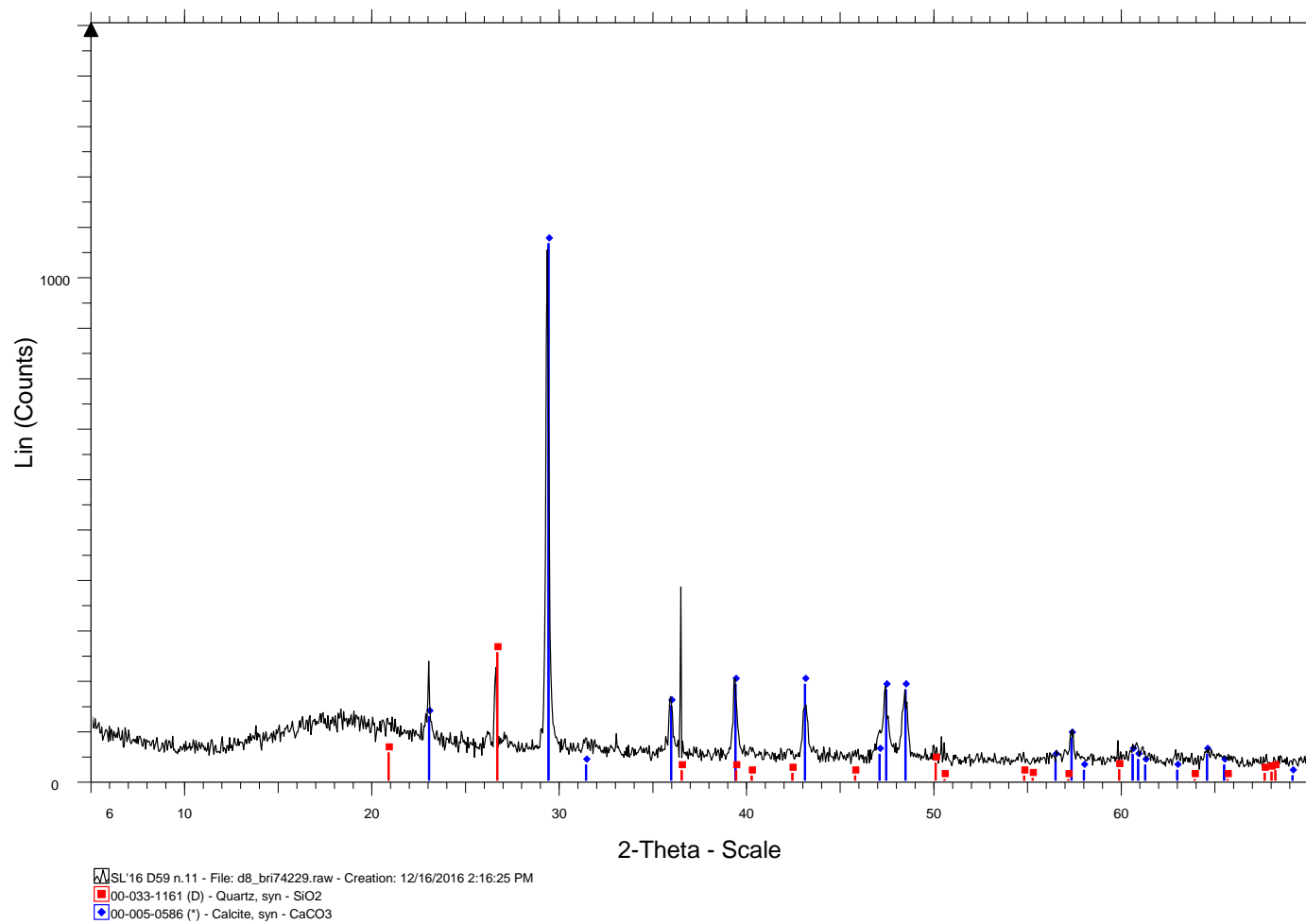


Figura 12. Difractograma de la muestra SL'16.D59.11.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

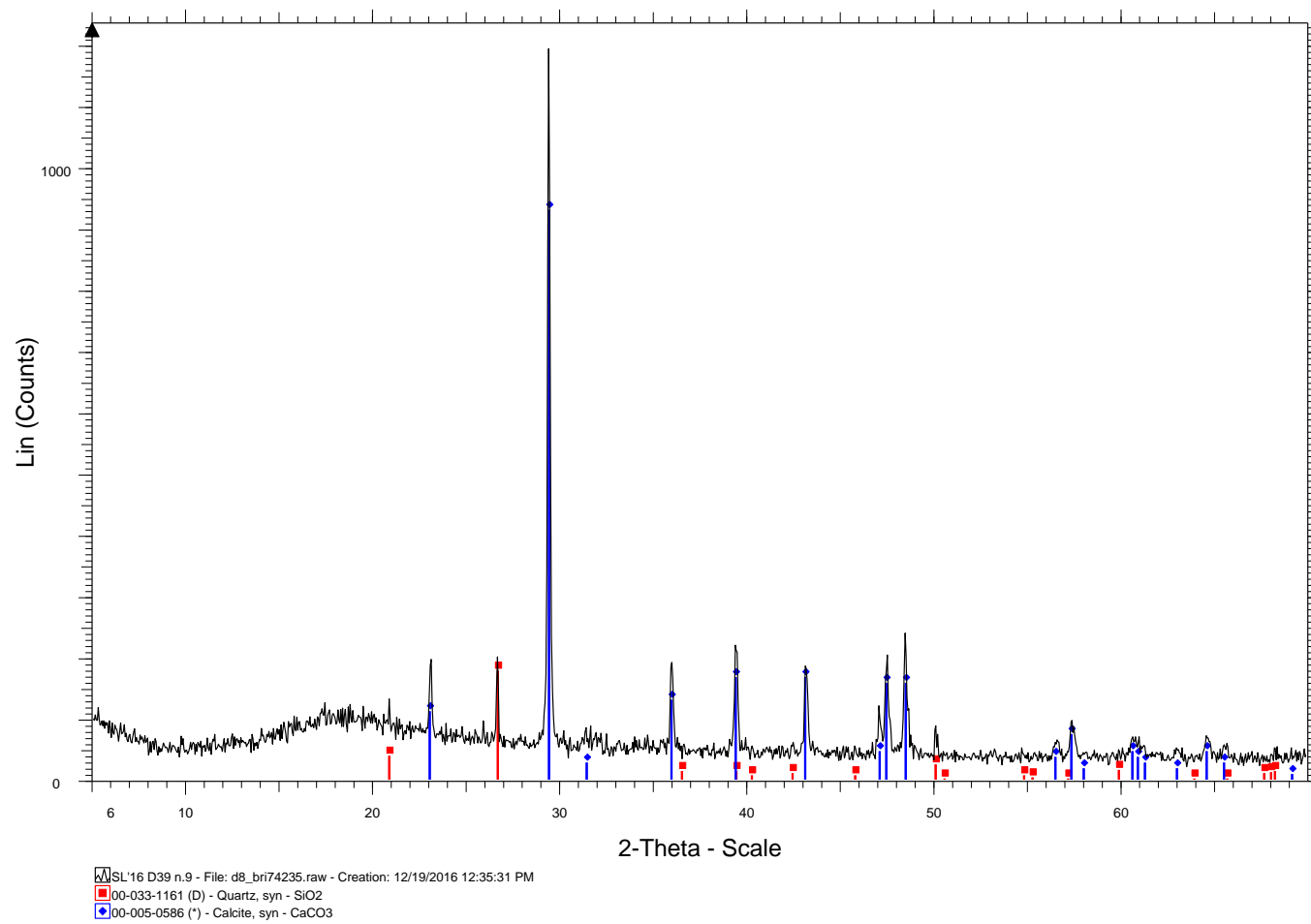


Figura 14. Difractograma de la muestra SL'16.D38.9.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

Difractograma tipo 4

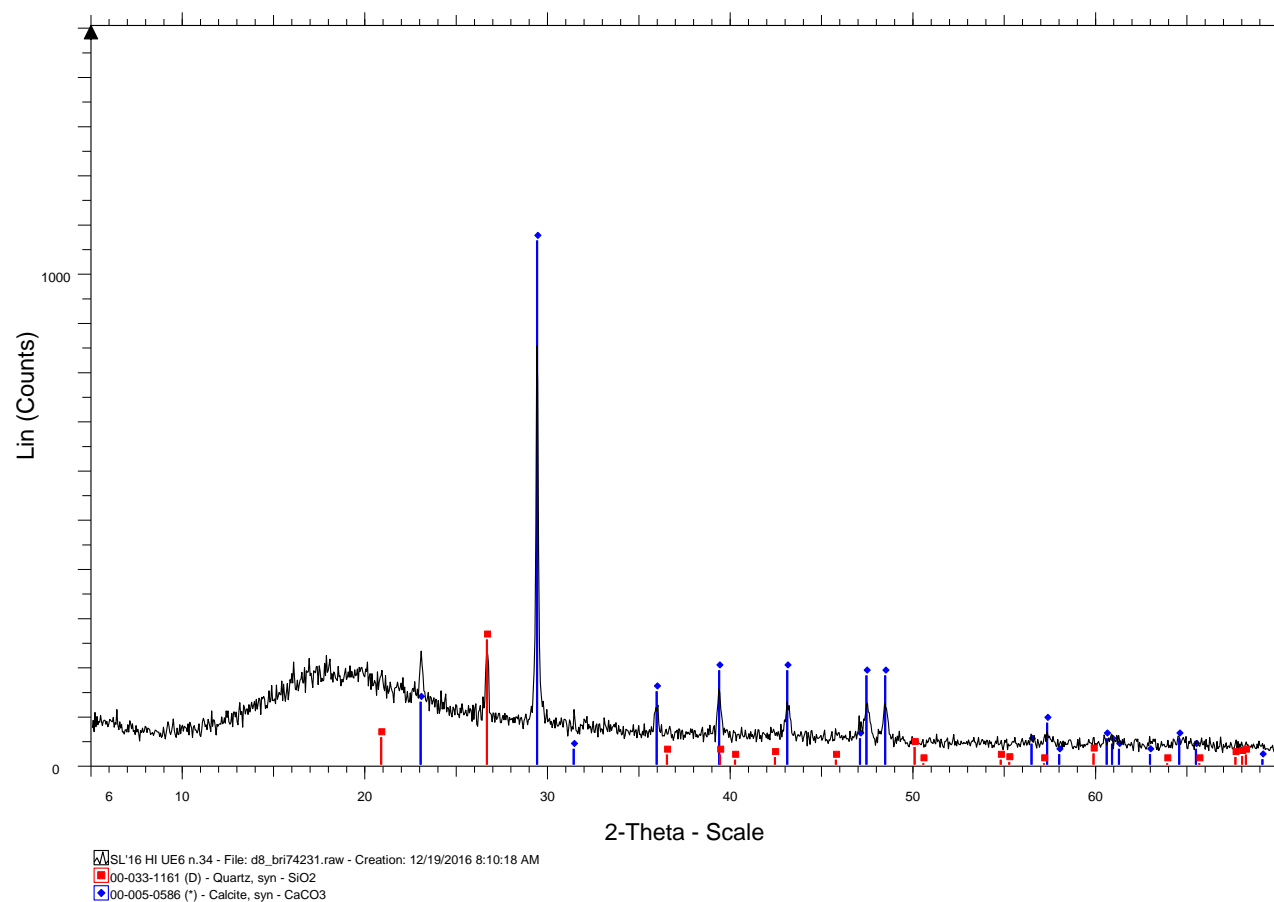


Figura 15. Difractograma de la muestra SL'16.H1.6.169.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

Difractograma tipo 5

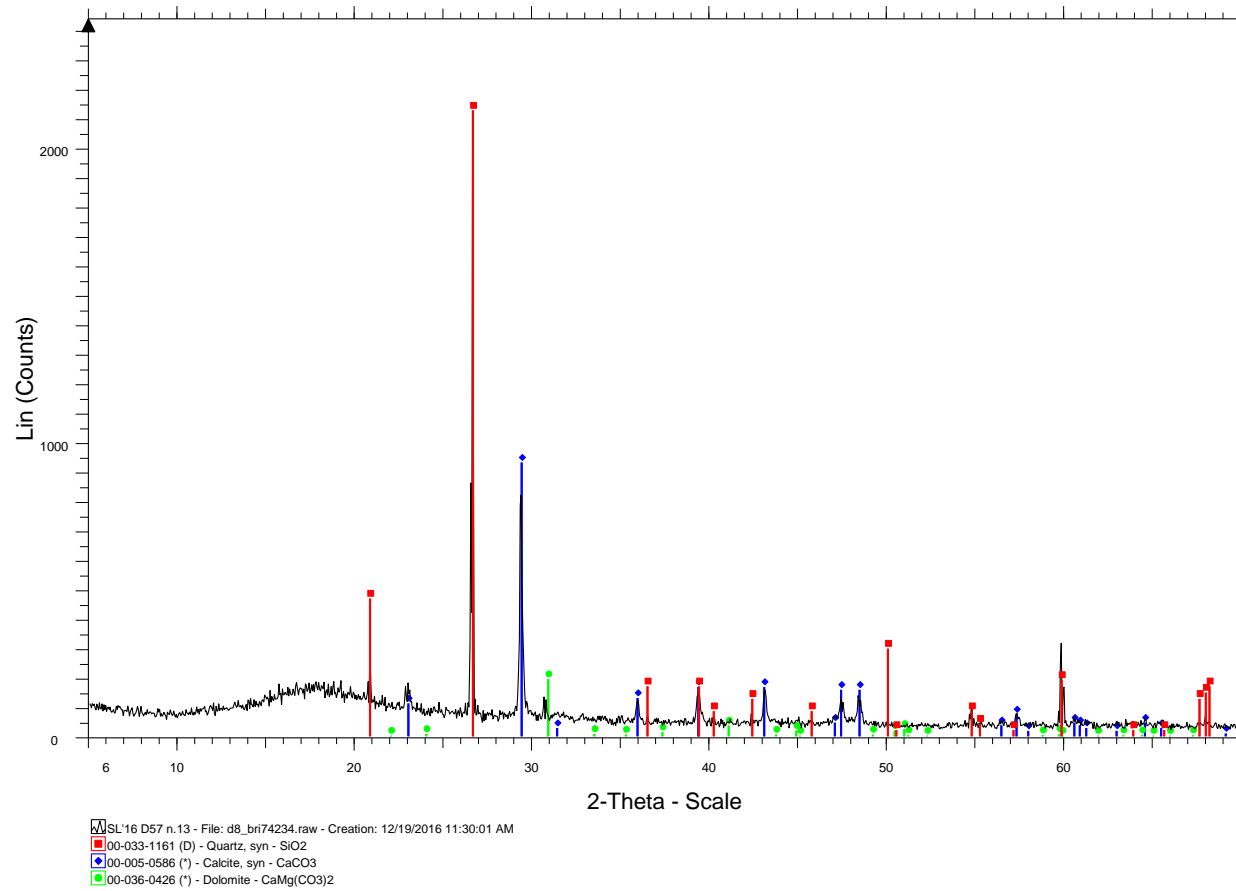


Figura 16. Difractograma de la muestra SL'16.D107.13.

Fuente: *Servei de Recursos Científics i Tècnics (SRCiT)* de la Universitat Rovira i Virgili y IPHES, en Soto, 2017.

Anexo D. Datos sobre las estructuras hidráulicas de los asentamientos prospectados en el sur de la Transjordania

The Wadi al-Hasa Archaeological Survey (WHS)

Yacimiento	N.º proyecto	Elevación (m)	Coordenadas 1:25,000	Periodo	Referencias	Tipo de yacimiento	Estructura/s hidráulica/s	Breve descripción de la/s estructura/s hidráulica/s
Kh. es Sap'a	1	1183	2103/0320	IA II, Nab, LRom, Byz, EIsl, Isl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 364	Poblado	1 cisterna	Periodo indeterminado
-	4	1140	2107/0328	Ud	MacDonald, 1988: 364	Torre (?)	1 cisterna	Periodo indeterminado
Nayel	5	1183	2100/0324	Byz, Ud	MacDonald, 1988: 364	Granja (?)	1 cisterna	Periodo bizantino
'Aisarah	9	1180	2098/0338	MPL, UPL, EB, LB, IA I, Byz, MIsl, Isl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 364	Cueva, montones de piedras, etc.	1 cisterna	Periodo indeterminado
Umm Qnan al-Qarn	13	1190	2093/0355	MPL, Byz, MIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 364; MacDonald <i>et al.</i> , 1980: 180	Poblado	Cisternas y/o cuevas	Localizadas en la parte sur y este de las estructuras documentadas.

Jummah	17	1170	2085/0351	Ud	MacDonald, 1988: 364	Cuevas; Pozo	1 cisterna	Periodo indeterminado
Huboul al Hardhoun	18	1200	2091/0360	MPL, IA I, Nab, LRom, Byz, Ud	MacDonald, 1988: 176-177, 364	Poblado (?)	1 cisterna (como mínimo)	Periodo indeterminado
Kh. Naukha	20	1220	2114/0300	IA I, IA II, LRom, Byz, MIsI, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 364	Poblado	2 cisternas	Periodo indeterminado
-	22	1170	2130/0315	LRom, Byz, MIsI, Ud	MacDonald, 1988: 364	Cisternas, dispersión de cerámicas	Cisternas	Periodo indeterminado
Mashmil / El Mushimmin	23	1155	2131/0332	MPL, EB-MB, IA I, LRom, Byz, MIsI, Isl, Ud	MacDonald, 1988: 364; MacDonald <i>et al.</i> 1980: 179	Poblado	Cisternas y/o cuevas	Una cisterna se ubica en la parte sur del área principal del yacimiento.
Rujm Karaka	24	1148	2138/0343	IA I, IA II, IA, Hell, Nab, LRom, Byz, Isl, Ud	MacDonald, 1988: 364	Torre	1 cisterna y 1 acueducto	Periodo indeterminado
Kh. Karakā	31	1117	2133/0350	IA I, IA II, Byz, Isl, Mod, Ud	Glueck, 1935: 108-109;	Granja (?); Torre (?)	1 cisterna	Periodo indeterminado. En Rugm Karaka, ubicado a unos 9 km al norte de Tafila, se

					MacDonald, 1988: 180- 181, 365			identificó una gran cisterna (Glueck 1935: 109).
-	34	1105	2147/0359	Nab, Byz, Isl, Ud	MacDonald, 1988: 365	Cuevas y/o cisternas	Cisternas y/o cuevas	Periodo indeterminado
Kh. Jerādin	39	1095	2145/0343	IA I, IA II, Nab, Byz, Isl, Ud	MacDonald, 1988: 365	Poblado (?)	1 cisterna	Periodo indeterminado
-	49	675	2121/0382	EB	MacDonald, 1988: 161, 383	Aldea	2 cisternas y 1 canal	El sistema hidráulico consiste en 2 cisternas de <i>ca.</i> 7 m de diámetro, con un canal entre ellas.
-	57	810	2112/0358	Ud	MacDonald, 1988: 365	Molino de agua (?)	1 acueducto	Periodo indeterminado
-	59	775	2119/0367	Ud	MacDonald, 1988: 365	Acueducto (?)	1 acueducto	Periodo indeterminado
Kh. Ain Saubala	61	569	2112/0403	PL, EB, LB, IA II, Nab, Byz, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 365	Granja (?)	1 acueducto	Periodo indeterminado
Al Habs South	70	1110	2106/0339	Byz, Ud, Isl, LIsl, Ud	MacDonald, 1988: 241	Granja	2 cisternas	Una de las cisternas sigue en uso en la actualidad.

Kh. Al Mugheyir	75	1195	2116/0326	Byz, Isl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 370, MEGA Jordan	Granja (?)	2 cisternas	Periodo indeterminado
-	93	1165	2151.5/0349	Nab, Isl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 261	Torre (?); Granja (?)	2 cisternas	Periodo indeterminado
-	98	1130	2139/0337	PL, Byz, Ud	MacDonald, 1988: 242	Hilera de piedras	1 cisterna y/o cueva y cisternas	Periodo indeterminado
Umm Buweir West	99	1130	2143/0332	Nab, Byz, Isl, Ud	MacDonald, 1988: 260	Poblado (?)	2 cisternas / 1 acueducto	Periodo indeterminado. Una cisterna se sitúa en la parte oeste del yacimiento y la otra a unos 50 m al sur de los campos cultivados. Una de ellas presenta una capa de mortero en sus paredes. Un acueducto construido con bloques de piedra conduce el agua desde la parte superior de la colina hasta una de las cisternas.
Rujm al Qittah	100	1085	2143/0339	LRom, Isl, Ud	MacDonald, 1988: 222, 366	Fortaleza (?)	1 cisterna o cueva	Actualmente, parece una cueva, pero podría haber funcionado como una cisterna.
Khirbet 'Ain al Ghuzlān	145	635	2140/0411	LP, MPL, LB, IA I, IA II, Nab,	MacDonald <i>et al.</i> , 1980: 178;	Poblado	2 acueductos	Uno de los acueductos se adscribe al periodo nabateo y el otro es indeterminado.

				LRom, Isl, LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 368				
Muafa	169	180	2111/0438.5	LB, IA I, Nab, LRom, Byz, Ud	MacDonald, 1988: 368	Molino; Poblado (?)	1 acueducto y 1 cisterna	Periodo indeterminado	
Al Manatir West	176	1155	2063/0383	PL, Byz, LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 368	Torre (?); Cisterna	1 cisterna	Periodo indeterminado	
Mleiḥ	182	840	2033/0388	EB, IA I, Byz, Isl, LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 368	Poblado	1 cisterna	Periodo indeterminado	
-	196	1170	2121/0299	EB, LB, Hell, Byz, Ud	MacDonald, 1988: 369	Campamento (?)	1 cisterna	Periodo indeterminado	
Umm Buweir East	198	1125	2145/0334	IA II, Per, Nab, LRom, Byz, Isl, Ud	MacDonald, 1988: 369	Poblado / Granja (?)	Cisternas	Periodo indeterminado	
-	224	325	2160/0422	Ud	MacDonald, 1988: 369	Acueducto; Terrazas	1 acueducto	Periodo indeterminado	
-	238	325	2168/0431	LIsl, Ud	MacDonald, 1988: 370	Acueducto	1 acueducto	Periodo indeterminado	

Rujm Muhawish	248	1198	2147/0306	IA I, IA II, Nab, Rom, Ud	MacDonald, 1988: 183-184, 370	Fortaleza (?)	Posibles cisternas	Se han identificado lo que podrían ser cuevas en la cima, pero estas, al mismo tiempo, podrían haber sido cisternas.
Kh. edh Dharih	254	700	2172/0352	MPL, Nab, LRom, Rom, EByz, Byz, EIsl, Isl, LIsl, Ud	MacDonald, 1988: 367	Poblado	1 acueducto, 1 cisterna, 1 presa o muro y 1 pozo	Acueducto y cisterna nabateos, presa o muro indeterminados y pozo bizantino
-	262	850	2162/0326	Ud	MacDonald, 1988: 370	Acueducto (?)	1 acueducto	Periodo indeterminado
-	263	875	2162/0322	Ud	MacDonald, 1988: 370	Cuevas; Acueducto	1 acueducto	Periodo indeterminado
-	287	1090	2167/0326	UPL, EB, IA II, Nab, LRom, Rom, Ud	MacDonald, 1988: 371	Recintos; Cisternas	1 cisterna	Periodo indeterminado
Ras al Siq	307	415	2203.5/0414.5	MPL, NL, Nab, Rom, Byz, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 371	Poblado (?)	1 reservorio (<i>birket</i>)	Periodo indeterminado
-	525	525	3365/0381	Ud	MacDonald, 1988: 376	Acueducto	1 cisterna	Periodo indeterminado

-	607	625	2271/0365-3369/0370.5	Ud	MacDonald, 1988: 377	Acueducto	1 reservorio (<i>birket</i>)	Periodo indeterminado
-	608	615	2270.5/0363-2269/0369.8	Mod, Ud	MacDonald, 1988: 378	Acueducto	2 acueductos	Uno es moderno y el otro no se ha podido determinar su cronología.
-	632	810	2277.5/0345	Byz, LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 276, 378	Granja (?)	1 acueducto	Se ubica a través de un pequeño <i>wadi</i> al sur del recinto más grande.
-	653	805	2277/0340	EB, Ud	MacDonald, 1988: 378	Acueducto (?)	2 acueductos	Periodo indeterminado
Al Masbah	656	790	2275/0348	Nab, Rom, LByz, MIsl, LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 219, 379	Poblado	1 cisterna y 1 cisterna o pozo	La cisterna se ubica por debajo de la terraza del yacimiento y su cronología es indeterminada.
-	701	795	2382/0288	LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 379	Cisternas (?)	Cisternas, 1 acueducto y 1 presa o muro	Periodo indeterminado
-	735	850	2350/0284	Nab, Rom, LIsl, Ud	MacDonald, 1988: 380	Cueva; Campamento	1 acueducto	Periodo indeterminado
-	754	740	2278/0355	Ud	MacDonald, 1988: 381	Cisterna con revoco	Cisternas (?)	Una de las cisternas presenta revocos en sus paredes. No se ha podido determinar su cronología.

-	843	951	2297/0298	Ud	MacDonald, 1988: 382	Torre/Tumba	1 presa o barrera	Periodo indeterminado
-	855	952	2297/02975	EB, LIsl Mod, Ud	MacDonald, 1988: 161, 383	Aldea	1 canal y 2 cisternas (como mínimo)	La cisterna es de un periodo indeterminado y mide unos 7 m de diámetro. El canal se sitúa entre ambas cisternas.
-	860	600	2264/0372.5	Ud	MacDonald, 1988: 383	Granja (?)	1 cisterna	Periodo indeterminado
-	971	670	2318/0348	Byz, Isl, LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 385	Terrazas o presas	1 canal, 2 cisternas (como mínimo), terrazas o presas	Periodo indeterminado
-	990	855	2365/0311.5	LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 385	Granja; Campamento	1 acueducto	Periodo indeterminado
-	1025	860	2338.5/0293	LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 386	Presa; Terraza	1 presa o barrera	Periodo indeterminado
-	1064	815	2382.5/0283	Nab, Isl, LIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1988: 387	Aldea	1 acueducto	Periodo indeterminado

Al Hasa Castle	1074	797	2392.5/0278	LIsI	MacDonald, 1988: 387	Fortaleza	1 presa o barrera y 1 <i>qanat</i>	Las estructuras se relacionan con el inicio del periodo otomano.
-------------------	------	-----	-------------	------	-------------------------	-----------	--	---

Tabla 1. Yacimientos prospectados por el proyecto WHS con estructuras hidráulicas.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en MacDonald, 1988.

The Southern Ghors and Northeast `Arabah Archaeological Survey (SGNAS)

Yacimiento	N.º proyecto	Elevación (m)	Referencia del mapa	Coordenadas 1:50,000	Periodo	Referencias	Función	Estructura/s hidráulica/s	Breve descripción de la/s estructura/s hidráulica/s
Tawahin al-Sukkar / Qasr al-Tub(ah)	1	-340	3052 II, K737; 3052/II/C/6 (23)	3634/348	EB, Nab, Byz, Byz-Um, EIsl, MIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1992: 249	Molino de azúcar	Acueductos	Se han hallado restos de acueductos cerca del cementerio de la Edad del Bronce de al-Safi.
Umm al-Tawabin / Kh. Labrush / al-Ebrosh	6	-200-130	3052 II, K737; 3052/II/C/6 (23)	379/337	Chal/EB, Nab, Hell/ERom, Rom, Byz, MIsl, Ud	MacDonald, 1992: 249-250	Fortaleza	2 reservorios	Restos de al menos 2 reservorios que se encuentran en el segmento inferior del yacimiento, especialmente, a lo largo de los lados W y S. Según la información del MEGA-Jordan, hay dos, uno es de época nabatea y el otro del periodo bizantino.
-	7	-300	3052 II, K737; 3052/II/C/6 (23)	379/344	Byz, Ud	MacDonald, 1992: 249-250	Ermita bizantina	1 cisterna	Está excavada en la roca y se ubica a unos 5 m al SE de unas cámaras excavadas también en la roca. Mide unos 2,2 m x 3,5 m y presenta revocos en sus paredes. Se encuentra colmatada de escombros.
-	16	-10-0	3051 II, K737	95.7 - 95.9/27.5 - 28.7	Ud	MacDonald, 1992: 251	Acueducto	1 acueducto	Sus restos se hallan a ambos lados de la garganta del Wadi Fidán, cerca

de los yacimientos n.º 10-12. Está construido sobre bloques de piedra.

-	17	-210-240	3051 II, K737: 3051/I/B/2 (26)	378/319	Ud	MacDonald, 1992: 251	Cementerio, cisterna y campamento	1 cisterna	El yacimiento y sus estructuras se encuentran bordeadas por un <i>wadi</i> .
-	21	0-20	3051 II, K737	290/957	NL, EB, Nab, Ud	MacDonald, 1992: 251	Campo agrícola	1 acueducto y posibles presas o represas	Lo que podrían ser presas o represas se encuentran en un lado del Wadi Fidán.
Al-Jor	27	-320	3052 II, K737; 3052/II/C/6 (23)	358/364	Byz, Isl (prob.), MIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1992: 252	Reservorio	1 posible reservorio y canales	Se conservan las paredes norte y sur del reservorio. Los canales, quizás modernos, se documentaron al este del yacimiento.
-	77	-270	3051 I, K737; 3051/I/B/4 (29)	359/253	EB, Isl (?), Ud	MacDonald, 1992: 257	Construcciones de piedras y acueducto asociado	1 acueducto y 1 piscina	El acueducto mide 1 m de anchura y se dirige desde unas estructuras arquitectónicas hacia el SE. Finaliza después de unos 450 m en una presa moderna. La construcción de un reservorio moderno ha dañado la estructura antigua. A unos 500 m al SE se documentó una piscina.

-	112	-280	3051 I, K737; 3051/I/B/5 (31)	328/197	Ud	MacDonald, 1992: 261	Acueducto	1 acueducto y un dispositivo de captación de agua	Presenta erosión en muchos lugares. La estructura inicia su recorrido al lado de un dispositivo de captación de agua moderno ubicado en el Wadi Khuneizir y se puede seguir unos 60 km hasta un <i>wadi</i> tributario. Su canal de agua, mide aproximadamente 90 cm de anchura y 75 cm de profundidad. La construcción se parece a la del yacimiento Site 77 en el Wadi Feifa.
Qasr al-Tilah	155	-140	3051 I, K737	306/134	IA II, Hell, Nab, ERom, Rom, Byz, EIsl, Mod, Ud	MacDonald, 1992: 265	Campos agrícolas asociados con reservorio y fortaleza	1 reservorio	Está asociado a una fortaleza y a campos agrícolas. El reservorio se llenaba de agua a través de un acueducto que se disponía por la vertiente norte del Wadi al-Tilah.

Tabla 2. Yacimientos prospectados por el proyecto SGNAS con estructuras hidráulicas.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en MacDonald, 1992.

The Tafila-Busayra Archaeological Survey (TBAS)

Yacimiento	N.º proyecto	Coordenadas	Elevación (m)	Periodo	Referencia publicación	Función	Estructura/s hidráulica/s	Breve descripción de la/s estructura/s hidráulica/s
Khirbat Qasar ad-Dayr I	2	747700/3410100	1361	IA II, Byz/EIsl, MIsl-LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 154	Instalaciones de captación de agua	Posible cisterna	Una excavación ilícita ha revelado una sala abovedada. Esta podría haber sido una cisterna en la Antigüedad.
Khirbat Qasar ad-Dayr II	3	747625/3410100	1371	Rom, Byz, MIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 155	Granjas y/o poblados	Cisternas	Dos de las cisternas siguen en uso.
Khirbat al-Fraydays (Khirbat as-Sa'weh)	4	750424/3406468	1250	CPL, IA I, ERom, LRom, Byz	Glueck, 1934: 79; MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 156	Granjas y/o poblados	2 cisterna y 1 cisterna y/o cueva	Una de ellas se sitúa al N del área principal, está excavada en la roca y presenta mortero en sus paredes. La otra, también situada en el N del yacimiento, presenta unas dimensiones de 3 x 2 m.
Khirbat 'Ayn al-Beida'	5	749196/3407318	1220	Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 158	Iglesias / capillas y / o posibles monasterios	Cisterna y/o cueva	La cisterna tiene muros asociados y se ubica en el extremo oeste del yacimiento.
Khirbat Abil	7	748900/3411400	1270	Rom, Byz/EIsl, MIsl/LIsl, Isl, Ud	Glueck, 1935: 100; MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 162	Granjas y/o poblados	Muchas cisternas	El yacimiento está lleno de cisternas, muchas de las cuales están erosionadas.

Khirbat Umm ash-Sh'ayr	8	747010/3412700	1259	LRom, Byz	Glueck, 1935: 100; MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 163	Granjas y/o poblados	Cisternas	Las cisternas se ubican en la cumbre del yacimiento y en los acantilados que lo rodean. Están muy erosionadas y llenas de escombros.
-	12	751393/3403438	1260	CPL, IA II, LRom/Byz, Byz, EIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 170-171	Iglesias / capillas y / o posibles monasterios	1 cisterna	Se trata de una cisterna de grandes dimensiones, situada al sur de la estructura principal del yacimiento.
-	16	746200/3416200	820	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 174	Terrazas	Dispositivos de desviación del agua	Se observaron varias líneas de un muro que bajaban por la pendiente. Probablemente, sirvieron como marcadores de límites y/o para desviar el agua.
-	23	749171/3404835	951	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 177	Cueva(s)	Túnel	Presenta unos 90 m de altura y 1,20 m de anchura en su entrada y se asocia a una surgencia de agua. Una tubería plástica canaliza actualmente el agua por la pendiente hacia el NE.
Ma'tan (Old Village)	32	748450/3406800	1140	LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 179	Granjas y/o poblados	Canales	Están tallados en la roca y están abiertos.

Ramsis I	36	746512/3406221	891	IA II, Rom, Byz, Byz/EIsl, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 184	Fortalezas o posibles fortalezas	1 cisterna o cueva	Se sitúa al SW de una gran estructura de 38,5 x 15,5 m con muros que quizás formaban parte de una fortaleza o torre de vigilancia ubicada en la confluencia del Wadi al-Janin y Qarqur.
Umm at-Tawabin	39	747734/3410771	1204	CPL, IA II, Hell/ERom (Nab), Byz, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 186-187	Granjas y/o poblados	Cisternas, canales y 2 piscinas	Los canales están excavados en la roca y se sitúan al N, E y S del yacimiento. Estos conducen el agua a dos piscinas circulares, que probablemente se usaron para captar el agua. Algunas cisternas presentan entradas en la parte superior del yacimiento y conectan con otras cisternas del acantilado adyacente.
Khirbat al-Meteh	40	751863/3405105	1278	LRom, Byz, MIsl, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 190-191	Granjas y/o poblados	1 cisterna o cueva	Se ubica en el segmento norte del yacimiento.
Khirbat al-Mabrak	44	747688/3402760	1141	CPL, Chal (?); IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 192	Granjas y/o poblados	4 cisternas y canales	Una de las cisternas se ubica en la parte superior del asentamiento. Una de ellas presenta agujeros asociados y mortero de cal. Los canales están excavados y sirvieron para desviar el agua.
Khirbat al-Fatat	49	748528/3401279	1200	IA II, ERom, LRom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 194-195	Granjas y/o poblados	1 cisterna o cueva	Se sitúa al norte de una estructura de 6 x 5,65 m que se ubica al este del yacimiento.

Khirbat Umm Za'urureh	50	749995/3401406	1245	IA II, ERom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 200	Granjas y/o poblados	1 cisterna	Situada en la parte N del yacimiento, estaba colmatada en el momento de su documentación.
-	52	745567/3404191	1105	CPL, IA I, IA II, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 201-203	Terrazas	1 cisterna	Se ubica en la parte SW del yacimiento.
-	59	743170/3405944	820	CPL, IA, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 204-205	Iglesias / capillas y/o posibles monasterios	1 cisterna o reservorio	Se ubica en la parte E del yacimiento y mide <i>ca.</i> de 7 x 12 m.
Rujm al-Musaykaneh	61	743800/3405264	953	CPL, IA II, ERom (Nab)	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 208	Torres de vigilancia o probables torres de vigilancia	Canales	Uno de ellos procede del SE y conduce el agua a una cisterna moderna. Los otros son líneas de piedras que proceden del NE del yacimiento.
-	63	741726/3407877	630	CPL, IA, LRom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 210-211	Recintos / campamentos estacionales con arquitectura	1 muro de contención	Mide al menos 15 m de longitud (N-S).

-	64	741192/3407918	681	PL, CPL, IA II, LRom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 212	Cueva (s)	1 cisterna o cueva	Se trata de una cueva de poco más de 1 m que podría haber sido originalmente una cisterna que suministraba el agua a la torre de vigilancia del yacimiento TBAS 65, ubicado al SE.
Khirbat al-Qa'ayr	72	746247/3401661	1110	CPL, IA I, IA II, Byz, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 215	Granjas y/o poblados	Cisternas	Actualmente, muchas de ellas se encuentran colmatadas.
-	75	740117/3408887	620	PL, CPL, LChal, IA, Byz, Ud, Isl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 216	Instalaciones de captación de agua	1 posible instalación de captación de agua	Se encontraría en el área ubicada en la cima del promontorio.
Khirbat al-'Is ('Ays)	82	752176/3414042	1350	Hell, ERom, LRom, Nab, LIsl, Mod	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 224-225	Granjas y/o poblados	4 cisternas (como mínimo)	-
-	90	764952/3390679	1120	CPL, IA, LRom/Byz, EByz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 229	Canteras	Canales y 1 posible reservorio	Los canales son hiladas de piedras orientadas de E a W respecto a la cantera que podrían ser usados para canalizar o recolectar el agua. Lo que parece ser un pequeño reservorio se ubica al E de la cantera.

Khirbat Zubr	117	750942/3408578	1337	IA II, IA, Byz, EIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 236-237	Granjas y/o poblados	Cisternas	Algunas de ellas se encuentran colmatadas y se ubican junto a la terraza que baja hacia la parte inferior del yacimiento.
Khirbat Bizhayqeh	119	753217/3409495	1310	IA II, Rom, Rom/Byz, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 257-258	Granjas y/o poblados	Cisternas	Una de ellas se ubica debajo de la pendiente y las otras son actualmente cuevas adyacentes al yacimiento que podrían haber sido cisternas.
Mughareh Malafays	122	753262/3406571	1438	Rom-Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 260-261	Cueva (s)	1 cisterna	La cisterna estaba asociada a una cueva por el lado NE, cerca de su entrada. La cisterna presenta revocos y podría haber sido recientemente excavada. Mide 2 x 1,5 m en su parte superior. Su forma podría ser rectangular y tiene un escalón en su lado S.
Tor 'Abil Hamam	124	752461/3409115	1365	Rom-Byz, EIsl, MIsl-LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 261	Cueva (s)	1 cisterna y canales	La cisterna presenta unas dimensiones de al menos 4-5 m profundidad. Los canales son de desviación de agua y conducen el agua hacia la boca de la cisterna, que ha sido reconstruida recientemente.
-	125	753800/3408162	1345	IA II, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 2564	Cueva (s)	Cisternas o cuevas	-

Khirbat Nagad	126	753698/3407925	1344	EIA II, Byz/EIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 265	Granjas y/o poblados	Cisternas o cuevas	Se distribuyen por todo el yacimiento.
Khirbat Umm al-Malafays	137	754110/3406702	1442	IA II, Rom (Nab), Byz, LIsl, Ud	Glueck, 1934: 78-79, 81, 1935: 97; Bennett, 1973, 1974; MacDonald, 2000: 189-190; MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 278-279	Granjas y/o poblados	Cisternas o cuevas	Muchas se ubican en las laderas del asentamiento. Son bastante grandes, tienen nichos y algunas presentan habitaciones secundarias.
Qasar al-Bint	140	774914/3397959	1037	MPL, IA II, ERom, LRom	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 280-281	Torres de vigilancia o probables torres de vigilancia	1 posible cisterna	-
Jurf ad-Darawish Castellum	141	774544/3398590	952	CPL, Hell/Rom (no Nab)	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 282-283	Fortalezas o posibles fortalezas	1 posible cisterna	La cisterna se ubica en la ladera E del yacimiento. Es moderna, pero podría haber sido antigua.

Khirbat Harir	142	755812/3408009	1278	CPL, Chal/EB (?), EB, IA I, IA II, IA, ERom, (Nab), Rom, Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 284-285	Granjas y/o poblados	Cisternas o cuevas	Se ubican a lo largo del segmento oriental del yacimiento. También pudieron usarse para encerrar animales o almacenar alimentos.
Khirbat Umm al-Harmal	143	756204/3407669	1317	IA, Rom, Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 285	Granjas y/o poblados	Cisternas o cuevas	Se encuentran distribuidas por todo el yacimiento, especialmente en su parte S.
Khirbat as-Sahbaniyah	146	755435/3407500	1342	LIA I, IA II, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 286-287	Granjas y/o poblados	Cisternas	-
Khirbat Masala	147	755907/3406831	1337	IA, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 288	Granjas y/o poblados	3 cisternas y 1 instalación de captación de agua	Todas las cisternas presentan evidencias de revocos. Una de ellas, es rectangular y mide 7,45 x 3,90 m. Otra cisterna tiene escalones talados en la roca que conducen hacia abajo. La tercera es circular y mide 6 x 6 m. La instalación de captación de agua se sitúa en la parte E del yacimiento.

-	148	753382/3405342	1430	PL (?), CPL, Rom-Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 291-293	Instalaciones de captación de agua	3 posibles estructuras de captación de agua	Las estructuras son circulares y se sitúan en la parte alta del yacimiento. Podrían servir para captar el agua de durante la época de lluvias.
-	150	753715/3404878	1432	Byz, MIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 294-297	Granjas y/o poblados	Cisternas	Una de ella queda encerrada por una estructura indeterminada y las otras se encuentran distribuidas por toda el área. Son antiguas y modernas.
Qal'at at- Tafila	151	748918/3414717	1067	IA II, Rom, Byz, EIsl, LIsl, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 298	Castillo	1 cisterna	Se encuentra dentro de la estructura principal del yacimiento.
-	152	749866/3411776	1209	Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 299	Cueva (s)	1 cisterna y canales	La cisterna tallada en la roca se ubica al SW de la entrada de la cueva. Tiene dos entradas, una por la parte superior y la otra a lo largo de su lado orientado al W. Las paredes presentan revocos. Los canales se ubican cerca de la entrada superior de la cisterna y habrían servido para dirigir el agua a la cisterna.
-	156	753398/3403233	1333	IA II	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 300-302	Línea (s) de pared, entre ellas	1 muro de desviación de agua	-

Khirbat Umm Sarab	157	752528/3403485	1280	IA II, LRom, Byz, EIsl, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 303	Iglesias / capillas y / o posibles monasterios	1 posible cisterna o pozo	Agujero excavado ubicado en la esquina SE de la estructura principal de este yacimiento que podría haber sido una cisterna o un pozo.
Khirbat ash-Shari'ah	160	755615/3403870	1448	IA II, ERom (Nab), LRom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 305	Granjas y/o poblados	Posibles cisternas o cuevas	-
-	163	753767/3407244	1384	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 306-307	Recintos / campamentos estacionales con arquitectura	Muros	Las diferentes líneas de muros halladas podrían ser usadas para evitar la erosión y el control del agua.
Khirbat at-Tawlaniyah	164	756433/3405499	1444	CPL (?), ERom (Nab), LRom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 310-311	Fortalezas o posibles fortalezas	Cisternas o cuevas	-
Khirbat Til'aah as-Sa'aiyr/Khirbat az-Znanayn	165	753792/3412130	1291	IA II, Hell, ERom (Nab), Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 313	Granjas y/o poblados	Cisternas o cuevas	Las cisternas o cuevas contenían agua en el momento de la visita.

Khirbat al-Frayj	166	754747/3410120	1358	ERom (Nab), Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 313-315	Granjas y/o poblados	Cisternas o cuevas	-
Khirbat al-'Adawin	167	757118/3415538	1167	IA II, ERom (Nab), LRom, Byz, EIsl, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 316-317	Granjas y/o poblados	1 cisterna	La cisterna, de grandes dimensiones, se ubica a las afueras de la esquina NW del segmento principal del yacimiento.
Khirbat an-Nasraniyah	168	756822/3413400	1203	CPL, IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 318-319	Granjas y/o poblados	Cisternas	Se encuentran distribuidas por todo el yacimiento.
Khirbat as-Sir	169	757684/3413552	1185	IA II, Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 320	Granjas y/o poblados	1 cisterna y represas	Las represas se ubican a lo largo de un <i>wadi</i> .
Khirbat 'Abur	170	759705/3410519	1276	IA I/II, ERom, Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 321-322	Granjas y/o poblados	2 cisternas	Una de ellas se encuentra dentro de una habitación que quizás forma parte del edificio principal otomano del yacimiento.

-	174	757004/3409124	1302	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 323-325	Tumbas/ceme- nterios	1 cisterna, cueva o tumba	La roca donde se ubicaría esta posible estructura tiene medio metro de espesor y una entrada lateral en lugar de una entrada superior.
-	175	757185/3407788	1386	IA II, ERom	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 326-328	Fragmentos cerámicos dispersos (con una cisterna asociada)	1 cisterna	La cisterna se extiende aproximadamente 20 m hacia el N. Tiene una pared escalonada de <i>ca.</i> de 3 m de altura y mide <i>ca.</i> 4 m de ancho y <i>ca.</i> 3,50 m de altura. Una segunda cámara, dentro de la cisterna, se extiende 3 m hacia su esquina SW y mide aproximadamente 4 m de largo, <i>ca.</i> 3 m de ancho y 3 m de alto.
None	181	762712/3411814	1173	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 331	Petroglifos	1 posible cisterna	Se sitúa al NE de unos morteros.
Khirbat al- Khunaysrah	190	760103/3403436	1325	CPL, ERom, LRom, Byz, MIsI	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 332	Fortalezas o posibles fortalezas	1 cisterna	Situada al NW de la estructura principal.
Khirbat at- Tuwanah	192	760865/3405214	1243	CPL (?), IA II, ERom (Nab), Byz, EIsl, MIsI/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 337	Caravanserai	Cisternas	Se encuentran distribuidas por todo el yacimiento.

-	219	769978/3407824	1068	CPL, Post-BA, pre-MIsl (IA II)	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 345-347	Recintos / campamentos estacionales con arquitectura	Canales	Se trata de canales de captación de agua.
-	221	769915/3410941	1050	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 348-354	Instalaciones de captación de agua	1 instalación de recolección agua o pozo	Mide <i>ca.</i> 25 m (NW-SE) x 12 m (SW-NE). Es semicircular y su lado W se encuentra abierto para recibir el agua.
-	239	766632/3403360	1181	LPL, CPL, Chal, IA, Byz, MIsI/LIsI, Mod	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 369	Instalaciones de captación de agua	Instalaciones de captación de agua	Situadas en el área al S de la carretera principal de at-Tafila a Jurf ad-Darawish. Cada instalación se compone de una pared de piedra en forma de media luna y tiene 9,5-10 m de diámetro.
-	243	771800/3403130	1005	CPL	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 369	Instalaciones de captación de agua	1 instalación de captación de agua	Es parecida a las halladas en los yacimientos TBAS 221 y 239. El agua se drenaría desde el W y se adentraría en la instalación, que mide <i>ca.</i> 16 (N - S) x 9 m (E-W).
-	244	771628/3403032	1008	CPL	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 370	Granjas y/o poblados	1 cisterna	Se encuentra situada al S del yacimiento.

-	246	774284/3408194	945	CPL, Pre-EB IV, Chal	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 378-379	Recintos / campamentos estacionales con arquitectura	1 muro de contención	Muro de piedras que quizás sirvió para desviar el agua y/o prevenir la erosión.
Khirbat ad-Dabbah	273	759819/3400256	1480	CPL, LIA II, ERom, LRom/Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 381	Fortalezas o posibles fortalezas	Cisternas	Se distribuyen por todo el yacimiento. Muchas de ellas presentan revocos.
-	274	760088/3400792	1357	IA II, Byz, MIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 382	Estructura rectilínea con función indeterminada	2 cisternas (como mínimo)	Una de las cisternas es moderna, se usó en la Antigüedad. La otra está asociada a una estructura rectangular de 4 x 4 m con revocos en sus paredes exteriores e interiores. Una abertura en su pared N da acceso a la cisterna.
-	289	764175/3402827	1240	CPL, IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2004: 382	Instalaciones de captación de agua	Instalaciones de captación de agua	Se ubican en un área que mide <i>ca.</i> 30 m (N-S) y 36 m (E-W), al sur de la carretera principal de Gharandal a Jurf ad-Darawish. Las instalaciones se encuentran en mal estado de conservación. Los canales están tallados en la roca en el extremo S del yacimiento.

Tabla 3. Yacimientos prospectados por el proyecto TBAS con estructuras hidráulicas.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en MacDonald *et al.*, 2004.

The Ayl to Ras an-Naqab Archaeological Survey (ARNAS)

Yacimiento	N.º proyecto	Elevación (m)	Coordenadas UTM	Periodo	Referencias	Tipo de yacimiento	Estructura/s hidráulica/s	Breve descripción de la/s estructura/s hidráulica/s
Site 003	3	1533	743214/3345049	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 30	Restos de acueducto y muros de contención (?)	1 posible acueducto	Según los habitantes de la zona, se hallarían los restos de un acueducto que llevaba agua de los manantiales del Wadi Mabrak a Kh. Ayl.
Kh. Umm Na'as	016	1471	738562/3338580	IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 44	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Depresiones, algunas cercadas por paredes, que probablemente sirvieron como cisternas.
Kh. Bīr Yābis	025	1683	736014/3341274	Nab, ERom, Rom, Rom-Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 53	Poblado agrícola	1 cisterna	Se ubica al este del yacimiento. Estaba sin agua y llena de restos de ovicápridos en el momento de la visita del equipo. Medía <i>ca.</i> 10 m de profundidad y 10 m de ancho y, en la parte central, había una columna.
Site 026	026	1642	736643/3339184	IA II	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 54 y Glueck 1935: 72	Embalse y canal de agua	1 reservorio y 1 canal	Reservorio con un canal de agua asociado que se ubica al S de la carretera principal de as-Sadaqa y al S de Kh. Juwayza. El reservorio mide unos 4 m y, en su extremo W, se documentaron unos 25 m del canal, que estaba cubierto con piedras. Una línea de piedras al SW del complejo

								podría haber canalizado el agua superficial hacia el reservorio. El depósito se llenó parcialmente, pero se documentó la pared este y sur, así como revocos en sus paredes, posiblemente moderno.
Site 029	029	1689	735214/3340622	Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 58	Poblado agrícola	1 cisterna/cueva y 1 posible cisterna	Cisterna y/o cueva de unos 10 m profundidad y una depresión que podría ser una cisterna.
Kh. Hubays	036	1474	737840/3345199	Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 66	Poblado agrícola	Posibles canales	Existen algunas indicaciones de la presencia de canales.
Site 046	046	1706	738646/3344856	IA II, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 76-77	Poblado agrícola	Cuevas/cisternas	-
Site 056	056	1582	737470/3336843	Rom, Byz, EIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 87	Granja	Posibles cisternas o cuevas	Una serie de depresiones pueden indicar la ubicación de cisternas o cuevas.
Kh. at-Taḡtaḡiyya	058	1577	736574/3338136	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 88-89	Poblado o aldea agrícola	Posibles cisternas	Varias depresiones podrían ser antiguas cisternas.

Site 063	063	1595	738274/3334985	IA II, Byz, LIsl (prob.)	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 91	Granja y/o manantial	Canales de agua	Se ubican en un <i>wadi</i> y se dirigen hacia el SE donde hay un reservorio. Podrían estar relacionados con un manantial de agua.
Kh. al-Khaskhas	068	1563	737402/3334478	IA I, IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 95-96	Poblado agrícola	Posibles cisternas y/o cuevas	Una serie de depresiones en el NE y NW del yacimiento podrían indicar la ubicación de cuevas y/o cisternas.
Kh. ad-Dūr West	073	1502	736517/3334359	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 100	Fortaleza (?)	Posible cisterna	Hay dos depresiones dentro de una estructura que podría ser o bien los restos de una excavación ilícita o bien una posible cisterna.
Kh. al-Mansūra East	074	1569	736199/3334254	Ud (lítica), Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 101	Aldea agrícola	Posible cisterna	Un segmento amurallado del yacimiento podría haber sido la ubicación de una cisterna.
Kh. al-Mansūra West	075	1626	735766/3334042	IA II, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 101-102	Aldea agrícola	1 canal	Una gran piedra partida en dos trozos presenta parte de un canal circular.
Kh. al-Bayyādāt	081	1654	735074/3335498	IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 107-108	Poblado agrícola	Posibles cisternas y/o cuevas	Depresiones en el yacimiento parecen indicar la localización de cisternas y/o cuevas.

Site 090	090	1577	733798/3335179	MPL (prob.), IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 114-115	Poblado agrícola	Posible cisterna	Situada en una estructura “excavada” en la parte NW del yacimiento.
Site 095	095	1652	735901/3337496;	IA II, Nab, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 118	Aldea agrícola	Posible cisterna	Bajando la pendiente desde los restos de unas estructuras se halló una excavación ilícita que parece ser la ubicación de una antigua cisterna.
Kh. Umm Zaytūna	097	1646	735584/3336885;	IA II, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 120	Poblado agrícola	Canales	Están asociados a un manantial de agua situado a través del <i>wadi</i> al SW.
Site 100	100	1475	738344/3332681	IA II, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 122	Poblado o aldea agrícola	1 cisterna y canales	Edificio de estilo otomano que alberga una cisterna que actualmente no está en uso. Podría ser que, en algún momento, hubiera una fuente de agua cerca del yacimiento por los canales hallados que están por todo el yacimiento.
Kh. Hamdān	108	1582	737191/3331879;	Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 126-127	Poblado agrícola	Cisterna	Se ubica en la pendiente al W del yacimiento.

Kh. 'Iyāl 'Alī	114	1611	736550/3329791	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 131	Poblado agrícola	Instalación de captación de agua	Una cueva podría funcionar para captar el agua de la lluvia.
Kh. al-Mayz	119	1664	735180/3332814	IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 135-136	Poblado agrícola	Posible cisterna	Yacimiento muy expoliado donde hay una trinchera y dentro una fosa que podría ser una cisterna.
Kh. Umm Rujūm	121	1586	736413/3332160	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 136-137	Poblado agrícola	Cisterna/cueva	Se halla en la pendiente W del yacimiento y mide unos 4 m altura y unos 5,50 m (N-S). Su interior está revestido con mortero y estaba sin agua en el momento de la visita.
Site 122	122	1595	736269/3332700	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 137	Cisterna	1 cisterna	Cisterna excavada en la roca que tiene una entrada construida con piedra tallada. El acceso mide 85 cm y, debido a la caída de la roca, actualmente tiene 1 m de altura. En el interior de la cisterna hay un pilar principal para dividir la cámara de almacenamiento. La cisterna mide unos 5 m (N-S) y 8 m (E-W) con una profundidad de unos 2 m. No tenía agua en el momento de la visita.
Kh. Umm Baradiya South	125	1570	735631/3329904	Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 139-140	Poblado agrícola	1 cisterna/cueva	Situada en la parte SE del yacimiento, se encontraba colmatada.

Kh. Shadīd = Shdayd	131	1706	741793/3321255	IA I, IA II, Rom, Byz, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 147-148	Fortaleza	1 cisterna	Se ubica en la pendiente NE del yacimiento.
Kh. Abū an-Nusūr	132	1446	738780/3322884	Rom, Byz, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 148	Torre de vigilancia; pueblo/aldea agrícola (?)	Terrazas	Servían para captar el agua de la escorrentía utilizando muros de piedra.
‘Ayn Juwaybil	143	1488	732862/3333155	IA, Byz, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 154	Dispersión de cerámica	Canales de agua y estructuras de retención de agua	Las estructuras de agua están relacionadas con un manantial.
Site 146	146	1557	734015/3333312	MPL, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 155-156	Granja	1 cisterna y 1 canal	Cisterna con forma circular que tiene un canal asociado en su lado S.
Site 148	148	1574	738233/3340199	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 157-158	Poblado o aldea agrícola	Posible cisterna	Situada en la parte central del yacimiento, podría ser una cisterna o bien una “excavación” ilegal.
Site 159	159	1638	735300/3332193	IA II, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 167-168	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Depresiones en el yacimiento parecen indicar la localización de cisternas.

‘Ayn al-Hays	162	1409	743709/3343266	MPL, UPL, Ud (lítica)	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 170	Dispersión de industria lítica	1 cisterna	La cisterna está en desuso cerca de un manantial.
Kh. at-Tūliyya	190	1519	740774/3345611	IA II, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 189-190	Poblado agrícola	1 cisterna	Ubicada en la parte W del yacimiento, presenta 1 m de diámetro.
Kh. ‘Urayta	191	1601	740098/3344938	IA II, LRom; Byz (prob.), LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 191	Poblado agrícola	Canales e instalaciones de captación de agua	Todas las estructuras hidráulicas se relacionan con un manantial.
Abū al-Lusun	199	1523	740529/3326799	Nab, Rom, Byz, Ud (cerámica)	MacDonald <i>et al.</i> , 201-202	Poblado agrícola	Posible cisterna y 1 reservorio	Posible cisterna en el lado E del yacimiento y un reservorio de 5 x 5 m asociado a un manantial.
Site 201	201	1644	735539/3329245	IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 203-204	Aldea agrícola o granja	Varias cisternas	Varias cisternas se sitúan en todo el yacimiento. Una de ellas se ubica en el borde occidental y otra, con revocos en sus paredes, en el extremo N. Ambas cisternas están llenas de escombros. Otra depresión en el N podría ser la ubicación de otra cisterna.
Site 202	202	1624	736011/3329747	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 204	Granja	Varias cisternas	Se ubican varias cisternas en todo el yacimiento.

Site 217	217	1598	733507/3338867	Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 214	Granja estacional	Varias presas	Se ubican en un <i>wadi</i> .
Site 220	220	1516	733056/3335825	IA I o EIA II, IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 216-218	Instalación defensiva (?)	1 cisterna	Se hallaron diferentes y una es una cisterna porque tiene al menos 1 m de profundidad y revoco en sus paredes. Otras podrían ser tumbas.
Site 221	221	1592	733837/3331519	Nab, Rom, Byz, LIsl, Ud (cerámica)	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 218-219	Granja	1 cisterna	Se halló en la parte E del yacimiento y tenía agua en el momento de la visita.
Kh. Quray'a	222	1384	730789/3330418	Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 219-20	Poblado agrícola	Canales y muros en las terrazas	Los canales se ubican al S del yacimiento. Se encuentran asociados muros en las terrazas, algunos de 2 m de altura. Estos, probablemente, sirvieron para canalizar el agua y prevenir la erosión.
Site 229	229	1490	732889/3328483	Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 228-229	Poblado o aldea agrícola	Represas	Ubicadas en un pequeño <i>wadi</i> cercano, servían de control de las inundaciones.
Kh. Abū Rā'id	253	1162	728985/3331155	IA II, Rom, Byz, EIsl, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 248	Poblado agrícola	1 cisterna y canales	La cisterna contenía agua en el momento de la visita y se ubica en el lado NW del yacimiento. También se

								documentaron varios canales que conducen el agua a la cisterna.
Kh. Umm Nasra	258	1421	730651/3328356	IA II, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 251-252	Poblado agrícola	1 instalación de captación de agua y 1 canal	Diversas estructuras circulares podrían ser áreas de captación de agua y una depresión en el yacimiento podría ser una cisterna.
Site 269	269	1110	731622/3321012	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 258	Acueducto	1 canal	Tramo de un canal que conducía el agua del NE a Humayma.
Site 281	281	1517	745222/3321745	Ud (lítica), Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 267	Instalación de captación de agua	1 instalación de captación de agua y 1 canal	Cuenca de captación de agua y canal de agua ubicado en la estructura W.
Site 282	282	1512	745304/3322014	MPL, Ud (lítica), Chal, IA II, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 267-268	Instalación de captación de agua	1 cueva y/o cisterna y un posible canal	Estructura que parece una cueva o una posible cisterna con un canal de agua ubicado cerca. La estructura general podría servir como una instalación de captación de agua de la lluvia.
Site 285	285	1609	743452/3321290	Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 269-270	Poblado agrícola	1 cisterna	Se ubica en la parte NE del yacimiento.

Site 286	286	1517-1522	744574/3322238	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 270	Instalación de captación de agua	2 instalaciones de captación de agua	Se compone de dos segmentos al S y al N del yacimiento para captar el agua.
Site 287	287	1519	744614/3321563	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 270	Instalación de captación de agua	1 instalación de captación de agua	Esta estructura mide unos 10 x 10 m.
Site 288	288	1509-1511	744193/3323590	Rom, Byz, LIsl (fragmento otomano de conducto)	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 270-271	Área de captación de agua	1 instalación de captación de agua	Se sitúa en un terreno montañoso y rocoso.
Site 291	291	1588	739404/3324564	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 273	Granja	1 cisterna	Se ubica al SE del primer edificio de la granja.
Site 301	301	1643	736387/3324897	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 280-281	Instalación de captación de agua	1 instalación de captación de agua	-
Site 320	320	1614	733471/3337520	Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 297	Torre de vigilancia	1 cisterna	Se ubica al N de una posible torre de vigilancia y no tenía agua en el momento de la visita.

Site 321	321	1655	733789/3337223	IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 298	Granja	1 posible cisterna	Se sitúa en medio del yacimiento.
Site 326	326	1343	747883/3342727	Hell-Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 302	Cueva y recinto, campamento estacional	1 estructura de recolección de agua	-
Site 328	328	1306	749720/3340816;	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2012: 302-303	Inscripción y arte rupestre	1 estructura de recolección de agua	Podrían ser estructuras de recolección de agua rectangulares que miden unos 15 m ² .

Tabla 4. Yacimientos prospectados por el proyecto ARNAS con estructuras hidráulicas.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en MacDonald *et al.*, 2012.

The Shammakh to Ayl Archaeological Survey (SAAS)

Yacimiento	N.º proyecto	Elevación	Coordenadas UTM	Periodo	Publicación	Tipo yacimiento	Estructuras de agua	Descripción de la/s estructura/s hidráulicas
Tal'at Sayf	5	1413	744242/3345149	IA II, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 119	Edificio de uso agrícola (?)	1 posible instalación de captación de agua	Estructura rectilínea (ca. 24 x 21 x 1,5 m) de caliza ubicada en un área de cultivo de trigo al NE de Ayl y al SE de Basta.
-	10	1714	738655/3344867	IA I, IA II, Nab, Byz, MIsl/LIsl, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 121-125	Poblado agrícola	1 posible cisterna	Una depresión dentro del yacimiento parece indicar la ubicación de una cisterna.
-	11	1734	739017/3345249	IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 126-129	Aldea o poblado agrícola	1 posible cisterna	Una depresión dentro del yacimiento parece indicar la ubicación de una cisterna.
-	13	1525	740832/3345656	IA II, Nab, Rom, Rom/Byz, Byz, Byz/LIsl, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 148-149	Aldea o poblado agrícola	1 posible cisterna	Una depresión dentro del yacimiento parece indicar la ubicación de una cisterna.
-	27	1637	736830/3351282	Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 148-149	Instalación hidráulica	1 posible cisterna o pozo	Se encuentra inmediatamente en la parte S del yacimiento.

Ayn Ghazal	28	1408	737291/3349921	Nab, Rom, Lisl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 149	Instalación hidráulica	1 presa y 1 cisterna	Estructuras situadas en el borde SW del yacimiento. La cisterna fue alimentada por el agua de un manantial, situado en la ladera de una montaña, a unos 20 m al NE. Fuentes locales afirmaron que una excavación destruyó un túnel, que conducía el agua.
Kh. Dhba'	29	1464	737592/3348795	Nab/Rom, LByz/EIsl, Ayy/Mam, EOtt	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 149-150	Pozo, canales, cementerio, etc.	2 canales, 1 pozo y 1 cisterna	El proyecto WMWSWP informa de estructuras bien construidas por los nabateos / romanos en la sección norte del yacimiento y un canal de agua orientado hacia una cisterna que todavía estaba en uso para irrigar huertos en las cercanías. El pozo de agua es del periodo bizantino final o islámico inicial.
Kh. Braq	30	1297	736930/3355721	Nab, Byz, Lisl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 150-151	Poblado agrícola	1 cisterna	Se ubica en un área relativamente desollada en la ladera de la montaña a lo largo de la carretera de Wadi Musa-at Tayyibah.

Kh. Hubays	35	1435	736921/3347507	Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 154-155	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Dentro de diferentes estructuras hay depresiones que pueden ser excavaciones ilícitas o cisternas.
Kh. Al-Mabrak	36	1669	739274/3347753	Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 156	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Dentro de diferentes estructuras hay depresiones que pueden ser excavaciones ilícitas o cisternas.
-	38	1525	741376/3345956	Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 157-158	Granja	1 instalación de captación de agua	-
Ar-Rasif	39	1553-1556	741677/3357249	Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 158-159	Intersección de caminos	1 reservorio y 1 cisterna	El reservorio es para la ciudad de Wadi Musa y la cisterna presenta muros construidos alrededor de su entrada occidental.
Bir al-Bitar	40	1509	743217/3357202	EB, IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 160-161	Poblado agrícola	Posibles cisternas y 1 cisterna	Dentro de diferentes estructuras hay depresiones que pueden ser excavaciones ilícitas o cisternas. En la parte SW de la zona residencial se localizó una gran cisterna.
Umm at-Tiran	45	1489	743495/3356843	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 165-167	Granja o aldea agrícola	1 cisterna / cueva	Situada bajando la pendiente en el S.

-	47	1495	743796/3356216	Nab, Nab/Rom, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 167-169	Campamento de pastores	1 posible reservorio	Posible reservorio o fuente en el centro del yacimiento.
-	48	1512	743773/3355967	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 169-170	Campamento agrícola - estacional	1 posible cisterna o fuente de agua y 1 cueva o cisterna	La posible cisterna o fuente de agua se sitúa dentro de una cueva, cuya entrada fue excavada. La otra cisterna o cueva se sitúa dentro de las estructuras documentadas.
-	58	1490	744181/3355175	Nab, Nab/Rom, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 179-182	Poblado agrícola/aldea	1 cisterna	Localizada al SE de unas estructuras rectilíneas.
Umm al- Futas	60	1443	744156/3354001	Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 182	Pozo/reservorio	1 pozo o reservorio, 1 depósito de sedimentación y 1 canal	El pozo o reservorio es circular y está excavado en la roca y presenta escaleras y restos de mortero en su interior.
Dar 'Ali ar- Rabi	61	1391	746168/3356840	IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 183-185	Granja	4 cisternas (como mínimo)	-
Dar 'Ali Mu'ammār	62	1426	745244/3356619	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 185-186	Granja	2 cisternas	Una gran cisterna, ahora a 5 m de profundidad, se encuentra en el patio. Una segunda cisterna / cueva se ubica en el lado S del yacimiento.

Kh. Al-Hamah	70	1386	737029/3349105	EB, IA II, LIsl, NL ?, Nab ?, Byz ?, EIsl, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 188-190	Poblado agrícola	Posibles cisternas	En la parte E del yacimiento existen huellas de muchas estructuras, probablemente antiguas viviendas. Algunas tienen depresiones dentro. Esto podría ser debido al colapso del techo o bien a la presencia de cisternas.
-	71	1528	741239/3346967	Classical	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 190	Cisterna	1 cisterna y 1 canal	Ambos se encuentran en el interior de una estructura rectangular de 40 x 15 m. El canal llevaría agua de 'Ayn Mabrak (SAAS 036), uicado al este de Kh. Ayl (ARNAS Site 001).
Bir Sarih	72	1300	739020/3355502	Nab, Nab/Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 190-91	Pozo y edificios asociados (?)	1 pozo, 1 instalación de drenaje de agua y 1 piscina	El pozo está excavado en la roca caliza. Una instalación de drenaje, para llevar el agua a una "piscina", se encuentra su lado NE. Pudo utilizarse para el consumo de agua por parte del ganado.
Mughur ar-Ruhban	75	1370	738500/3355064	IA, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 194	Construcción agrícola	1 posible cisterna	Se localiza a unos 25 m al N del yacimiento y tiene muro asociados. Un afloramiento de piedra caliza forma parte de la protección de la cisterna.

-	78	1419	738868/3354403	Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 196	Cisterna	1 cisterna	Mide aprox. 1,5 m. Las paredes que están alrededor de la cisterna, de 50 m de espesor, están construidas con grandes piedras talladas. Sus paredes interiores SE y S presentan revocos. La cisterna se encuentra llena de rocas caídas.
-	83	1349	739216/3354075	Ud (posible Ott)	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 203	Molino de agua	1 canal	La antigua base del canal que una vez llevó el agua al molino sigue intacta y es paralela a los canales modernos.
-	84	1425	738971/3353627	MPL/UPL, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 203-204	Granja: Cisterna y construcciones asociadas	1 posible cisterna	Pequeña estructura que podría ser una cisterna. Imposible de determinar.
-	86	1413	740334/3354338	Rom, Byz, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 207	Defensivo – relativo a defensa de recursos hídricos	1 posible cisterna	Lo que pudo haber sido una cisterna, formada a partir una cueva natural, se encuentra en el extremo S del yacimiento. Su abertura, actualmente colapsada, mide <i>ca.</i> 1 x 1,5 m. El yacimiento probablemente cumplió una función de protección en relación con la fuente cercana.

-	88	1495	741134/3353452	Nab, Nab/Rom, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 208-210	Poblado agrícola- estacional	1 cisterna	Situada al S del yacimiento, presenta revocos en sus paredes interiores, tiene 2 m de diámetro y está colmatada.
-	90	1624	741135/3350659	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 211	Cisterna y estructuras asociadas	2 cisternas y 1 canal	Al menos dos cisternas se ubican en una pendiente orientada al S. El canal excavado en la roca se dirige hacia un complejo situado al NW.
Kh. Al- Muharaq	93	1591	739897/3351736	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 213-214	Instalación a lo largo de la carretera (?)	2 posibles cisternas y 1 cisterna/cueva	Lo que parecen ser dos cisternas están en un complejo. La otra cisterna o cueva colmatada se sitúa en una pendiente hacia el N.
Kh. Al- Farqadiyyah	94	1430	740584/3354339	Nab/Rom, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 214-215	Defensivo – relativo a defensa de recursos hídricos	2 cisternas / cuevas (como mínimo)	Se ubican dentro del yacimiento.
Kh. Tal'at 'Umar	98	1626	740537/3350108	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 218-220	Poblado agrícola	Posibles cisternas / cuevas	Agujeros, bajo el acantilado en el centro del yacimiento, podrían corresponder a antiguas cisternas o cuevas.
-	99	1623	740572/3350930	Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 220-221	Cisternas y/o cuevas	2 cisternas / cuevas (como mínimo)	Se encuentran colmatadas y en un área de cultivo de trigo.

-	104	1579	741793/3346853	Rom, Rom/Byz, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 223	Cisterna	1 cisterna	Se ubica en un área que mide 6 x 3 m al N de la carretera principal de Ayl-at-Tayyibah. La cisterna mide unos 3 x 3 m y está saqueada. Hay un muro de contención al N de la cisterna que habría evitado la entrada de escombros.
Kh. Wadi Hassi	106	1389	746817/3352080	IA II, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 224	Granja familiar extendida	Cisternas y posibles cisternas/cuevas	Algunas de ellas están colmatadas y se sitúan en la parte posterior de las construcciones arquitectónicas del N. Una cisterna más grande, y, aparentemente más antigua, se ubica al W de otra que parece más reciente. Hay cuevas, en su mayoría colapsadas, asociadas a los edificios que también podrían haber sido utilizadas como cisternas. Un beduino del área informó que, en algún momento, una familia vivía en una de ellas.

Kh. Al-Mu'ani	107	1366	746987/3351101	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 224-226	Cisternas	Cisternas	Cisternas asociadas a paredes en un área de <i>ca.</i> 29 x 28 m. Se encuentran colmatadas y se relacionan con una posible área de captación de agua en la parte baja del complejo. El yacimiento pudo haber sido una fuente de agua para los pastores de la región.
Kh. Zaharah I	121	1592	743157/3349187	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 237-239	Poblado agrícola	1 posible cisterna	Se ubica en la parte S del yacimiento.
Kh. Zaharah II	122	1573	743215/3349305	Rom, Byz, EIsl, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 239-240	Poblado agrícola	Cisternas / cuevas	Se documentan en todo el yacimiento.
Ayn Zaharah	123	1552	743209/3348579	Classical	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 240	Manantial	1 canal y 1 reservorio	Se observó agua en un canal que conduce el agua a lo que antes era un reservorio.
Ayn Tallat 'Ali	125	1529	742543/3350295	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 241	Manantial	Canales y 1 piscina o reservorio	Se asocian a una fuente de agua situada en la parte E del yacimiento. Hay paredes relacionadas con la piscina o reservorio.

Kh. Umm Aj-Jarad	127	1552	742705/3351507	Nab, Rom, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 242-243	Poblado agrícola-estacional	Posibles cisternas	Depresiones en el yacimiento podrían ser cisternas. Una está limitada por un muro de piedra que mide unos 7 m de diámetro.
Kh. Al-Hateh	132	1597	742075/3352588	Chal/EB, IA II, Nab, Rom, Byz, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 246-248	Poblado agrícola	1 posible cisterna o cueva	Una se ubica en la parte W del yacimiento y la otra en la parte NE.
-	138	1573	742556/3358302	Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 251-252	Poblado agrícola	Instalaciones de captación de agua y 1 cisterna	La cisterna se ubica en la parte E del yacimiento y tiene 1 m de diámetro. Una instalación de captación de agua se encuentra en la parte NW y la otra en el E.
-	140	1543	742760/3357913	IA II, Nab	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 254	Manantial y recinto asociado	1 cisterna / cueva	Se ubica en la parte E del yacimiento y mide 3 m de anchura y 1 m de altura en su entrada.
-	142	1207	754144/3356197	IA, Byz, Llsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 254-255	Acueducto	Acueducto	Se ubica en la parte N y S del <i>wadi</i> y quizás se asocia con el yacimiento n.º 143. Mide unos 1,25-1,50 m de ancho y presenta restos de mortero en su interior.

-	145	1364	737966/3359297	UPL, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 259	Torre de vigilancia (?)	1 posible cisterna	Una depresión en la parte SE del recinto podría ser la ubicación de una cisterna
Kh. Ad-Dubays	152	1332	750391/3358215	IA II, Hell	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 266-267	Torre de vigilancia	1 cisterna y posibles estructuras de captación de agua	La cisterna presenta unas dimensiones considerables y se ubica al S de la torre de vigilancia.
Umm Tiran	160	1521	744690/3360705	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 275-276	Poblado agrícola	1 posible cisterna	La cisterna podría estar ubicada en una depresión.
Mulgan West	161	1550	744052/3361803	MPL, UPL, IA I/II, IA II, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 276-279	Poblado agrícola	Posibles cisternas / cuevas	Podrían ser también lugares de almacenamiento o corrales.
Kennedy Khidad Ruin 4	174	1583	742533/3358311	IA II, Nab, Rom, Byz, Byz/EIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 289-290	Complejo agrícola	1 cisterna	Tiene mortero en sus paredes.
-	178	1558	741783/3364526	LPL, Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 293-294	Estación de paso (?) en la Via Nova Traiana	1 instalación de captación de agua	Se ubica en la parte E del complejo principal.

-	180	1625	739906/3361641	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 295-296	Poblado agrícola	1 posible cisterna	Una depresión en la parte E del yacimiento podría ser la localización de una cisterna.
-	186	1604	742064/3360132	MPL, UPL, IA II, Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 301	Poblado agrícola	1 posible cisterna	La cisterna se ubica dentro de una cueva de grandes dimensiones.
-	191	1435	746353/3363280	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 305	Instalación de agua por los pastores	1 cisterna	La cisterna presenta revocos en sus paredes internas y está parcialmente excavada.
Udhuruh Qanat 2	195	1308	748745/3355154	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 306-307	Sistema de canalización de agua	Sistema de <i>qanats</i> y sistema de canales	Se trata de siete montones de piedras que se disponen en dirección NW a SE, a lo largo de la pendiente NE de un pequeño <i>wadi</i> . Probablemente, sirvió como un sistema de canalización de agua.
Arja	207	1529	743084/3365161	IA II, Nab, Rom, Byz, Byz/EIsl, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 314-315	Pueblo agrícola tradicional jordano	Cisternas	-
Kh. Ad- Dabba	209	1576	744238/3365920	IA II, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 315-316	Poblado agrícola	1 posible cisterna	Un gran patio en el lado noroeste del yacimiento podría ser la ubicación de una cisterna.

-	212	1334	738649/3371473	IA II, Nab, Rom, Byz, MIsl/LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 320-322	Instalación agrícola - granja (?)	1 posible instalación de captación de agua	Se ubica en un área despejada.
-	213	1383	739071/3370824	IA II, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 323-324	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Las depresiones halladas podrían indicar la presencia de cisternas.
-	215	1490	739709/3370484	IA II, Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 325	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Las depresiones halladas podrían indicar la presencia de cisternas.
Kh. Al-Kur	216	1457	739947/3372228	IA II, Nab, Rom, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 325-326	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Las depresiones halladas podrían indicar la presencia de cisternas.
Ayn Al-Iraq	217	1413	739986/3372947	UPL, Chal/EB, EB, IA II, Nab	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 327	Área de un manantial	1 reservorio y canales	El reservorio podría ser moderno. Existen estructuras de agua asociadas a una fuente de agua.
Kazan Aswayeh	223	1533	743717/3366057	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 329-330	Cisterna; molino (?), área de almacenamiento (?)	1 posible cisterna o instalación de captación de agua	Un camino de tierra pasa inmediatamente al E de la estructura, que podría haber sido un depósito de almacenamiento de agua / cisterna.

Kh. Aswayeh	224	1552	743650/3366272	Rom, Byz, Byz/EIsl, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 330-331	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Algunas depresiones dentro de estructuras rectilíneas anteriores pueden estar donde se ubicaron las cisternas.
Kh. Bir al-Rmeel	226	1543	744334/3366435	IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 334-336	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Algunas de las depresiones dentro de las estructuras podrían indicar la ubicación de las antiguas cisternas
Kh. Al-Remelat	228	1535	744700/3367057	IA II, Nab, Rom, Byz, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 337	Instalaciones agrícolas	Instalaciones de extracción / trilla y / o captación de agua y 1 cisterna	-
-	230	1521	744972/3366371	IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 339-341	Instalaciones agrícolas	Instalaciones de extracción / trilla y / o captación de agua	La cisterna se ubica en la parte NW.
-	231	1485	744897/3366051	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 342-243	Poblado agrícola/aldea	Posibles cisternas	Algunas de las depresiones dentro de las estructuras podrían indicar la ubicación de las antiguas cisternas.

-	233	1543	744568/3365728	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 344-345	Poblado agrícola	1 cisterna	Situada en la cara este del yacimiento presenta mortero en su interior.
-	236	1473	746697/3371180	UPL, IA, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 347-348	Defensivo (?)	1 cisterna	Se ubica a una distancia de aprox. 75 m de la estructura principal del yacimiento.
-	240	1455	746674/3371447	IA, Nab, Classical	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 349	Granja (?)	2 cisternas y 1 canal	Una de las cisternas mide 8 x 8 m y presenta mortero en sus paredes. Frente a la cisterna se identificó un canal.
Kh. Jarba	241	1328	750532/3362473	Rom, Byz, EIsl, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 349-250	Poblado agrícola	1 posible cisterna	Una zanja ilícita revela la ubicación de lo que probablemente fue una cisterna.
Al-Koweez	242	1429	746685/3367544	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 350-351	Instalación agrícola	1 posible cisterna	Lo que parece ser una gran cisterna se ubica en la parte NE del yacimiento y está excavada en la roca.
Al Quleeb al-Garby (West)	245	1449	746359/3367011	UPL, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 354-357	Cementerio (?), recintos, cisterna (?)	1 posible cisterna	Un área grande y excavada, también en la cima del yacimiento, muestra un muro que se encuentra debajo del nivel del suelo actual. ¿Podría ser la ubicación de una cisterna?

-	246	1481	745648/3367740	Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 357	Campamento estacional de pastores	1 instalación de captación de agua	Situada en el centro del yacimiento.
-	247	1621	743585/3368489	IA, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 358	Recinto alrededor de una cisterna	1 posible cisterna	Una depresión podría ser la ubicación de una cisterna.
-	249	1639	743272/3368275	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 359-360	Recintos, cisternas, habitación (?) Cueva	1 cisterna / cueva	La cueva, situada más al oeste presenta mortero en su interior, lo que podría indicar que se usara como una cisterna. El área sobre esta cueva se usaba para canalizar el agua.
-	250	1628	743453/3368134	IA II, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 360-361	Área de conservación de agua, cueva habitacional	1 posible instalación de captación de agua y posibles cisternas	El yacimiento consiste en líneas de muros alrededor de lo que podría haber sido un área de captación de agua. Las paredes están construidas de caliza tallada. Hay varias depresiones dentro del yacimiento que podrían indicar la ubicación de las antiguas cisternas.
-	251	1648	742852/3368808	IA I, IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 361-362	Poblado agrícola y defensivo	1 posible cisterna	Una depresión podría ser la ubicación de una cisterna.

Kh. Bir Khidad	254	1569	744232/3370650	IA II, Nab, Rom, Byz, Mod, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 363-364	Ciudad agrícola	Posibles cisternas	Hay muchas cuevas en el yacimiento. Algunas de ellas pudieron funcionar como cisternas y/o viviendas en el pasado.
Kh. al-Teen	255	1577	744668/3369899	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 364-365	Defensivo-observación	1 posible cisterna	Lo que probablemente fue una cisterna, en la esquina NE del sitio, ha sido ilegalmente excavada.
Kh. Al-Rafaha	256	1470	745247/3372401	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 365-366	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Al menos se han documentado seis cuevas que podrían haber funcionado como cisternas.
-	259	1637	743100/3369626	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 367	Albergues y cisternas de pastores	Posibles cisternas	Cinco de las cisternas son pequeñas y circulares, mientras que la que se ubica al E es más grande y rectilínea. La circular podría haber servido como un refugio para los pastores.
Kh. Maqdesum Suwan	261	1590	741166/3369436	IA, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 370-371	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Hay varias cuevas grandes, especialmente, en la parte E y S del yacimiento. Algunas podrían haber funcionado como cisternas.

-	263	1662	740467/3368193	Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 368-370	Complejo familiar de pastores	2 cisternas y canales	Las dos cisternas se ubican en la parte NE del yacimiento y tienen canales que conducen el agua hacia su interior.
-	270	1556	740662/3372346	Nab	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 377	Granja	1 posible cisterna	Cueva situada en la parte NE del yacimiento que podría haber funcionado como una cisterna.
-	271	1348	739748/3372446	Chal, MB/LB, IA II, IA, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 377-378	Campamento estacional de pastores	1 posible cisterna y canales	Hay una cueva colapsada en su extremo N, que podría haber funcionado como una cisterna en algún momento. Parece que el agua fue canalizada hacia este depósito mediante canales.
Rujm al-Mentar	278	1525	740897/3373420	UPL, IA, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 382-383	Torre de observación	1 posible instalación de captación de agua	Se ubica en la parte NW de la torre.
-	279	1530	741429/3374241	IA II, Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 383-384	Aldea agrícola (?)	1 posible cisterna	Una cisterna colmatada se ubica en la parte E del área arrasada.
Kh. Al-Fajaj	292	1621	740843/3371615	IA II, Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 391-392	Edificios agrícolas, tumba, punto de observación	1 cisterna	Se ubica en la parte SE del yacimiento.

Kh. Hawala	293	1539	740918/3372696	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 392-393	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Varias depresiones podrían indicar la ubicación de antiguas cisternas.
-	295	1537	741680/3371502	Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 393-394	Complejo asociado con la Via Nova Traiana	Posibles cisternas y 1 cisterna	Varias depresiones podrían indicar la ubicación de antiguas cisternas.
Al-Shraifihe Shmaliya	297	1515	742995/3372317	Chal/EB, IA, Nab	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 395	Estructuras asociadas con la Via Nova Traiana	1 posible cisterna	Una cueva colmatada podría ser una cisterna.
-	305	1378	738120/3368907	EB, IA II, Nab, Rom, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 400-401	Instalación agrícola	Cisternas y canales	Se sitúan en la parte sur del yacimiento. Los canales, tallados en la roca, conectan con las cisternas.
Kh. Al-Bageedra	312	1716	739516/3367699	Nab. Rom, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 406	Poblado agrícola	2 cisternas	Situadas en la cara E, una de ellas se encuentra a más de 2 m por debajo del nivel del suelo actual.
-	313	1470	739572/3358756	IA II, Nab, Rom, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 407-408	Observación/defensivo	1 posible cisterna	Lo que parece ser una cisterna saqueada, se ubica en la parte NE del yacimiento.
-	314	1467	739756/3359193	IA II, Nab, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 408-409	Granja (?)	1 posible cisterna	La depresión en la parte S del yacimiento podría ser una cisterna.

Kh. Jabal Basta	323	1443	744141/3346801	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 416-417	Poblado agrícola	1 reservorio	-
Sadr Abu Ayadeh	325	1653	741822/3365888	Nab, Byz, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 419	Cueva, cisterna (?), tumba	1 posible cisterna	Cueva que podría haber funcionado como una cisterna en el pasado.
Kh. Enjasah	328	1621	742353/3365004	IA II, Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 421-423	Instalación agrícola	Posibles cisternas	Cuevas que podrían haber funcionado como cisternas en el pasado.
-	333	1586	742506/3353691	Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 426-427	Instalaciones para agricultores y pastores	1 posible cisterna	-
-	337	1590	742151/3354913	Nab, Rom, LIsl, Ud	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 428-429	Cisterna, recinto, muro	1 posible cisterna	Una depresión podría ser la ubicación de una cisterna. Un recinto habría protegido el agua.
-	340	1545	742086/3350609	Nab, Rom, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 431-432	Campamento de campesinos y pastores	Pequeñas represas	Hay pequeñas presas de control de la erosión en el valle y el área cultivada.
-	341	1555	742559/3350814	Rom, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 432	Campamento estacional de pastores	1 posible cisterna o cisternas	En la parte E del yacimiento, podrían localizarse diversas cisternas.

-	345	1556	742711/3351486	Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 434-435	Poblado agrícola	Posibles cisternas	Varias depresiones podrían indicar la ubicación de cisternas.
-	351	1690	740291/3366992	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 438-439	Poblado agrícola	1 posible cisterna	Lo que fue una antigua cisterna se encuentra en un punto alto del yacimiento, al lado de una cueva.
-	353	1636	739143/3366732	Hell/Nab, Nab, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 439-440	Poblado agrícola	1 posible cisterna o cueva	La ubicación de una antigua cisterna / cueva se encuentra al SW del yacimiento.
-	364	1547	743078/3354152	Nab, Rom, Byz	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 448-449	Instalaciones para agricultores y pastores.	2 cisternas	Ambas están protegidas por muros y revocos.
Udhuruh Qanats 1	365	1268	750665/3356532	IA II, Nab, Rom	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 449-450	Sistema de canalización de agua	Sistema de <i>qanats</i> y sistema de canales	Se ubica al S de Udhuruh y al W de la carretera de Udhuruh- ash-Shawbak.
Faqi Qanats	366	1232	752705/3355911	IA, LIsl	MacDonald <i>et al.</i> , 2016: 450	Sistema de canalización de agua	Sistema de <i>qanats</i> y sistema de canales	Se ubica al S de Udhuruh y al E de la carretera de Udhuruh-ash- Shawbak.

Tabla 5. Yacimientos prospectados por el proyecto SAAS con estructuras hidráulicas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en MacDonald *et al.*, 2016.

Yacimientos seleccionados

Yacimiento	Periodo	Localización	Elevación	Estructuras de agua (parte alta / parte baja)	Características	Ubicación de las fuentes de agua cercanas
Ba'ja III	Hierro II	10 km al norte de Petra	1160 m	6 cisternas	Tres se ubican en la parte alta y tres en la garganta que conduce al peñasco. Todas se encuentran revestidas con morteros de cal. Una de ellas presenta una forma piriforme.	Al otro lado del promontorio hay un manantial.
Kutle II	Hierro II	15 km al norte de Petra, en el extremo E de Jabal al- Suffaha	1290 m	4 cisternas	Dos de ellas presentan morteros de cal en sus paredes y están reforzadas por bloques de piedras.	Ayn Kutle está muy cerca del asentamiento.
Umm al-‘Ala (as-Sadah)	Hierro II (ss. VII-VI a.C.)	13 km al sur de Jabal Harun y a 15 km al suroeste de Petra	820 m	1 cisterna y canales	La cisterna presenta una boca cuadrangular. Los canales conducen el agua desde la cima del peñasco a la parte baja del asentamiento.	Manantial en el Wadi as-Sadah
Umm al- Biyara	Hierro II (desde el s. VII a.C.)	En la meseta más alta del área Petra	1158 m	8 cisternas / canales	Las cisternas presentan formas internas piriformes y bocas redondas con canales de suministro que las alimentan.	Manantial en el Wadi as-Siyagh
Jabal al- Khubtha	Final del Hierro	En el lado oriental de la cuenca de Petra	1132 m	5 cisternas como mínimo	Una de ellas está excavada en una cavidad, otras cuatro se ubican en la ladera del macizo y otra tenía una pared frontal que ha desaparecido.	Manantial muy cerca del Wadi Musa

Sheikh er-Rish	Hierro (?), Nabateo	5 km al suroeste de Dana	-	1 cisterna y montículos naturales	La cisterna está excavada en el interior de una cavidad natural y mide 3,6 x 2,5 m. Otra cisterna está excavada en un montículo natural.	No se especifica
				Depósitos e instalaciones de agua	Situados en la cima del promontorio.	
Qurayyat al-Mansur	Hierro II	5 km al oeste de la cordillera de Jebel Ridge	720-730 m	2 cisternas	Podrían presentar revocos.	Manantial de Wadi al-Faid a los pies del asentamiento
Jabal al-Qseir	Hierro II	2,5 km al suroeste de at-Tayyibah y a 2 km al suroeste de Sayl Bathat	1140 m	Unas 20 cisternas, canales y reservorios / terrazas y presas en el <i>wadi</i>	Las cisternas presentan formas internas piriformes, con revoco en sus paredes y bocas circulares. Los canales están excavados en la roca y son de corto recorrido.	A unos 2,5 km, en at-Tayyibah, hay manantiales.

Tabla 6. Resumen de las características principales de los asentamientos estudiados.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados de los distintos yacimientos.

