

Las cubiertas planas de tierra en la comarca del Campo de Cartagena (España). Caracterización material y definición constructiva

Flat earthen roofs in the region of Campo de Cartagena (Spain). Material characterisation and constructive definition

Vincenzina La Spina (*), David Navarro-Moreno (**), Joaquín Martínez Gil (***)

RESUMEN

La ejecución de cubiertas planas de tierra ha sido una técnica frecuente en el Mediterráneo. El Campo de Cartagena no queda ajeno a esta práctica, empleándose una tierra local conocida como láguena. Aunque las cubiertas planas de tierra han sido objeto de diversos estudios, ninguno ha abordado de forma conjunta y monográfica sus características materiales y constructivas en esta comarca. El objetivo del artículo es identificar sus particularidades, tanto materiales, mediante la caracterización química y mineralógica de la láguena, como técnicas, a partir de las soluciones constructivas identificadas. La metodología seguida se fundamenta en una investigación histórica, una toma de datos *in situ* y un estudio de laboratorio. Los resultados confirman que la láguena procede de la meteorización de la filita, atribuyendo su coloración violácea al óxido férrico. Además, corroboran su empleo desde la Antigüedad hasta el s.XX y han permitido establecer similitudes constructivas con otras zonas del ámbito español.

Palabras clave: láguena; launa; tierra roya; terrado; arquitectura tradicional; técnica constructiva.

ABSTRACT

The construction of flat earthen roofs has been a common technique in the Mediterranean. The Campo de Cartagena is no stranger to this practice, using a local earth called "láguena". Although flat earthen roofs have been the subject of several studies, none has addressed their material and constructive characteristics in this region in a joint and monographic way. The aim of this article is to identify their particularities, both material, by means of the chemical and mineralogical characterisation of the "láguena", and technical, from the constructive solutions identified. The methodology followed is based on a historical research, an in situ data collection and a laboratory study. Results confirm that the "láguena" comes from the weathering of phyllite, attributing its violet colour to ferric oxide. Furthermore, they corroborate its use from Antiquity to the 20th century and have made it possible to establish constructive similarities with other areas in Spain.

Keywords: láguena; launa; tierra roya; flat roof; traditional architecture; construction technique.

(*) Doctor Arquitecto. Profesor Titular de Universidad. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (España).

(**) Doctor Ingeniero de Edificación. Profesor Contratado Doctor. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (España).

(***) Ingeniero de Edificación. Cartagena (España).

Persona de contacto/Corresponding author: vincenzina.laspina@upct.es (V. La Spina)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8917-2156> (V. La Spina); <https://orcid.org/0000-0001-9132-4710> (D. Navarro-Moreno); <https://orcid.org/0000-0002-4344-327X> (J. Martínez Gil)

Cómo citar este artículo/Citation: Vincenzina La Spina, David Navarro-Moreno, Joaquín Martínez Gil (2023). Las cubiertas planas de tierra en la comarca del Campo de Cartagena (España). Caracterización material y definición constructiva. *Informes de la Construcción*, 75(572): e516. <https://doi.org/10.3989/ic.6178>

Copyright: © 2023 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 12/06/2022
Aceptado/Accepted: 11/09/2023
Publicado on-line/Published on-line: 26/10/2023

1. INTRODUCCIÓN

La tierra es uno de los materiales naturales de construcción más abundantes, estando disponible en la mayor parte del territorio. A lo largo de la historia, ha sido utilizada por diferentes civilizaciones para la construcción de edificios de todo tipo y asociados tanto a la arquitectura vernácula como a la monumental. Su uso más conocido y generalizado ha sido para la formación de muros portantes empleando técnicas como el adobe y la tapia. Si bien, ha sido también utilizada, aunque en menor medida, y sobre todo en zonas de climas templados y cálidos, para otras soluciones constructivas como el aislamiento y la impermeabilización de cubiertas planas o terrados. En este sentido, en el área mediterránea, caracterizada por una escasa pluviosidad, con precipitaciones poco frecuentes y más bien de tipo torrencial, la cubierta plana de tierra ha sido una solución habitual en países como Grecia, Chipre, Turquía, Líbano, Jordania, Palestina, Israel, Egipto, Argelia, Marruecos y España (1).

La construcción de cubiertas planas de tierra en las regiones del mediterráneo ha sido objeto de diversas investigaciones más o menos extensas y específicas sobre la materia. Entre ellas destaca el proyecto CORPUS (CONstruction, Réhabilitation, Patrimoine et USage), que ha abordado el estudio, entre otros, de estos sistemas constructivos de cubierta (2).

Centrando la atención en las cubiertas de tierra ubicadas dentro del ámbito español, se han realizado diferentes estudios monográficos sobre todo en la región histórica de las Alpujarras (Granada y Almería), las provincias de Almería y Castellón, la isla de Ibiza y la comarca del Campo de Cartagena (Murcia) (1). Especial mención merece la investigación llevada a cabo por Escudero Font (1, 3, 4) sobre las cubiertas de “argila” (arcilla) de Ibiza. Asimismo, cabe destacar el trabajo de Gil Albarracín (5) sobre la arquitectura popular de Almería en el que detalla varias tipologías de cubiertas planas de “launa”, también conocidas como de “tierra roya” o terrados de “malhecho”, localizadas principalmente en zonas costeras y en las Alpujarras. De igual modo, ya en áreas montañosas de la provincia de Granada, destaca el estudio de López Osorio y Abadía Molina (6), así como el de Sorroche Cuerva (7) y, en específico el trabajo de Salmerón Escobar (8), que profundiza en la composición y prestaciones de la tierra empleada.

Del Campo de Cartagena se han realizado varias investigaciones, pero limitadas geográficamente a algunas poblaciones, como Perín (9, 10) y La Azohía (11), a áreas territoriales muy concretas, como la sierra de La Muela (12) o el municipio de Mazarrón (13), o también enfocadas a determinadas tipologías edificatorias, como las pocilgas (14, 15) y las casas rurales (16). Se adolece, por tanto, del Campo de Cartagena de una investigación más completa, que abarque todo su territorio, y monográfica, que aborde de forma específica las características materiales y constructivas de las cubiertas planas de tierra. De igual modo, existe cierta confusión o falta de unanimidad a la hora de definir la composición material de la tierra de láguena entre los autores mencionados. Por ello, el objetivo principal de este artículo es dar a conocer las particularidades de las cubiertas planas de tierra del Campo de Cartagena, tanto desde el punto de vista material, a partir de la caracterización química y mineralógica de la láguena, como técnico, en base a las diferentes soluciones constructivas identificadas. También establecer relaciones composi-

vas, constructivas, formales o tipológicas con otras cubiertas planas de tierra en España.

2. ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Naturaleza y composición de la láguena

En general, los textos publicados sobre el uso de la láguena para la construcción de terrados no profundizan en la caracterización de dicho material, que es definido de forma somera como: una arcilla magnesiana (16, 17); un tipo de tierra que resulta del desmoronamiento de la laja (roca metamórfica denominada pizarra micotalcosa) y que además “es muy azulada, amoratá, y la tocas y te deja los dedos pringosos, como el talco” (14); o un sedimento que procede de la filita, un tipo de roca metamórfica que presenta un grado de metamorfismo entre la pizarra y el esquisto, compuesta principalmente de cuarzo, mica sericita y clorita, y con una coloración muy particular que suele ser gris, azul o violeta (10). Además, en estas publicaciones no se especifican los ensayos o estudios que sustentan dicha composición material de la láguena.

Por otro lado, de entre las investigaciones desarrolladas sobre la geología de la Región de Murcia, conviene mencionar el Estudio Metalogénico de la Sierra de Cartagena realizado en 1927 por el IGME, en el cual al abordar la estratigrafía se dedica un apartado a “las láguenas, las pizarras laguenosas, talcosas y sericitosas y las micacitas”. El análisis químico de las láguenas y su examen petrográfico corroboran que estas son un producto de descomposición de lo que denomina pizarras laguenosas, que se alteran y disgregan en contacto con las calizas triásicas. Estas pizarras laguenosas son totalmente cristalinas y están constituidas principalmente por cuarzo, conteniendo en menor proporción sericita, magnetita, turmalina, zircón y óxidos de hierro. Las láguenas que proceden de esta pizarra tienen cantidades abundantes de moscovita transformada en su mayor parte en sericita y gránulos de cuarzo escasos con cristales pequeños y bien definidos de hematites, que es la forma mineral del óxido férrico. El contenido variable de hierro en las pizarras laguenosas y las láguenas, ya sea en forma de óxido o de carbonato según el grado de metamorfismo, es el responsable de su característica coloración violácea (18).

Estudios más recientes señalan que la láguena se obtiene de la filita, que es una roca que corresponde a un grado de metamorfismo intermedio entre el esquisto y la pizarra (19). Del esquisto se diferencia por el tamaño de grano: en el esquisto se observan minerales a simple vista; en la filita su textura es de grano muy fino, no visible al ojo desnudo, pero sí al microscopio petrográfico, donde se pueden distinguir sus minerales más comunes (micas, principalmente moscovita, cuarzo, talco, albita y clorita, entre otros). De la pizarra se diferencia por su aspecto: la pizarra, debido al menor tamaño de sus minerales, no brilla y tiene un tacto áspero (20, 21); la filita presenta un brillo satinado y sedoso, y tiene una superficie ondulada que ofrece un tacto untuoso semejante al del talco, además, su color varía entre el gris, gris-verdoso, gris-azulado, violeta e incluso marrón o rojizo, siendo muy característicos en Murcia los colores grises y violetas (19).

2.2. La láguena como material de construcción

Según las evidencias arqueológicas, en el Campo de Cartagena la tierra de láguena ha sido utilizada desde la Antigüedad

para la construcción de cubiertas (22), así como para ejecutar pavimentos, revestimientos de paredes (23) y de conducciones de agua, de aljibes y de cisternas (24).

Incluso fue usada en las obras del puerto de la ciudad de Cartagena durante el s.XVIII, ya que mezclada con cal se obtenía un mortero económico y con propiedades impermeabilizantes. A su vez, se prohibió su uso para la ejecución de azoteas para evitar el vertido de sus detritos en la nueva dársena (25).

Durante el s.XX, el uso de la láguena continuó siendo muy frecuente, e incluso para la fabricación de otros elementos constructivos, como por ejemplo ladrillos, ya que se consideraba que la láguena los hacía más resistentes e impermeables (26). Es el caso de los ladrillos y cuñas con un 15% de tierra láguena empleados para la construcción de chimeneas en fábricas conserveras del municipio de Ceutí (27). Asimismo, se utilizó como aislante térmico entre las dos hojas, de ladrillo y mampostería, de los hornos circulares de calcinación de minerales (28).

La importancia de la láguena, no solo como material de construcción, sino también como actividad de subsistencia para muchas familias del Campo de Cartagena, ha quedado recogida en algunas sesiones celebradas por el Ayuntamiento de Cartagena durante el s.XIX (29). Además, según los fondos del AGRM, en 1979 todavía se solicitó la explotación industrial de una cantera de láguena en el municipio de Cartagena (30).

2.3. Las cubiertas planas de tierra: una revisión de la literatura

Según la información extraída al consultar los principales tratados sobre la arquitectura, la albañilería o la construcción escritos desde 1639 hasta 1939, son muy escasos los autores que contemplan la posibilidad de realizar cubiertas planas de tierra.

Pereir y Gallego (31) al describir las azoteas o terrados señala la práctica constructiva de cubrirlas con tierra en zonas montañosas del interior. Además, especifica que esta es grasosa, azulada y se llama launa.

Valdés (32) aunque no contempla las cubiertas exclusivamente de tierra, permite conocer la utilidad de disponer una capa intermedia de barro areno-arcilloso en una cubierta plana: "...primero por hacer la cubierta completamente impermeable; segundo por impedir por su elasticidad que las vibraciones de la madera, por causa del peso adicional, se transmitan a la capa inferior o solería; y tercero porque cuando se presenta alguna grieta por donde se introduzca el agua, esta ablanda el barro y tapa momentáneamente hasta que se hace el recorrido de juntas" (32).

Marcos y Bausá en su *Manuel del Albañil* de 1879 detalla cómo se forman los terrados y recomienda extender varias capas de arcillas. La primera de ellas de 15 cm sobre el entablado de la armadura y compuesta por arcilla y pelote a partes iguales (33).

Respecto a la ciudad de Cartagena y sus alrededores, se tiene constancia de que la Sala de Cabildos de la primitiva casa consistorial (s.XVI) estaba cubierta con "terrados" que precisaban de constantes reparaciones para evitar las filtraciones

de agua (34). Se trata de una tradición constructiva que sigue siendo completamente vigente en pleno s.XX, ya que hasta los años 50 se solicitaron permisos al Ayuntamiento de Cartagena para "enlagueñar" las cubiertas existentes. Mientras que con posterioridad, lamentablemente, se pedía su sistemática sustitución. No obstante, las cubiertas de láguena continuaron ejecutándose en construcciones de nueva planta, como en promociones de Casas Baratas de principios del s.XX (35) o en el Poblado de Pescadores de Santa Lucía de 1955, donde por motivos económicos se optó por esta solución constructiva (36). En consecuencia, hasta prácticamente 1970 las cubiertas de láguena abundaban en la ciudad de Cartagena y su campo, tal y como demuestran diversas evidencias fotográficas históricas (Figura 1).



Figura 1. Arriba, vista general del barrio del Molinete. h. 1930 (Cehiform, Archivo Casaú, nº inventario AC-090-008495).
Abajo, vista general del barrio de Santa Lucía, 1969 (AGRM, Ref. GOB,7247_036).

Asimismo, la bibliografía consultada, que describe con cierto detalle las cubiertas de láguena en determinadas localidades del Campo de Cartagena, pone de manifiesto diferentes soluciones constructivas dependiendo del uso o función del edificio. En el caso específico de las pocilgas en la diputación de Perín (14), debido a sus singularidades formales (construcciones circulares de escasa altura) y funcionales (destinadas a la cría y engorde de cerdos), presentan cubiertas pesadas, sólidas y resistentes para soportar los posibles envistes de los animales. Estas se componen de una primera capa de losas de piedra caliza de poco espesor y gran superficie, que apoyan en unos troncos dispuestos en paralelo o entrecruzados, sobre las que se extiende una capa de *Posidonia oceánica* y finalmente un piso de láguena con una ligera inclinación o pendiente para permitir la evacuación de las aguas de lluvia a través de una gárgola en forma de teja de medio cañón.

En cambio, en las viviendas de Perín (9, 10) o de La Azohía, junto al mar (11), caracterizadas por sus formas cúbicas, la solución constructiva de las cubiertas de láguena es más elaborada. Estas cubiertas están resueltas mediante: unas colañas

apoyadas sobre los muros de carga perimetrales; unas esteras de caña entrelazadas con esparto; una capa vegetal o cenizas; una capa de tierra o malhecho; y una capa de láguena fratasada con ayuda de un poco de agua para lograr una superficie sólida, compacta y poco porosa. Además, en la coronación de los muros presentan lajas a modo de sufrideras que constituyen una albardilla que conduce el agua de lluvia hacia la cubierta.

3. METODOLOGÍA

La investigación se ha fundamentado en una metodología empírico-experimental de análisis deductivo que ha partido de la identificación y estudio de los principales casos de referencia a nivel nacional, para seguidamente centrarse en el objeto de estudio, concretado en la comarca del Campo de Cartagena, del que se han recopilado y analizado los resultados de investigaciones previas. Sobre esa base de conocimiento acerca del uso de la tierra para la ejecución de cubiertas planas, se ha profundizado en el estudio de la láguena y los terrados con ella construidos.

Una revisión bibliográfica y de diferentes fuentes documentales escritas, tanto primarias como secundarias, ha sido llevada a cabo con el fin de tener una visión completa del estado de la cuestión. Se han consultado desde las más antiguas a las más recientes publicaciones que tratan el tema, de forma directa o indirecta, hasta varios documentos custodiados en el Archivo Municipal de Cartagena (AMC) y en el Archivo General de la Región de Murcia (AGRM), como actas capitulares, expedientes de licencias de obras, proyectos de edificación, periódicos antiguos, etc.

Asimismo, se ha realizado un trabajo de campo que ha sido desarrollado desde un doble enfoque: material, centrado en el estudio de la láguena a partir de la localización de antiguas canteras y la toma de muestras; y constructivo, orientado al estudio de los terrados mediante la identificación, inspección y toma de muestras de edificaciones con dicha solución constructiva. Cabe destacar que la realización de este trabajo de campo ha permitido tener contacto directo con fuentes orales y recabar interesantes testimonios sobre cómo tradicionalmente se ha utilizado la láguena para la construcción de cubiertas planas. Parte indisociable del trabajo *in situ* ha sido el complementario análisis experimental llevado a cabo en laboratorio sobre las muestras obtenidas.

3.1. Definición del objeto de estudio

La definición del objeto de estudio ha sido abordada en base a la formulación de un doble criterio de selección espacial y temático. La delimitación territorial responde a la vinculación inherente de la construcción tradicional con la etnografía y los recursos naturales de la zona. Por ello, se ha acotado como ámbito geográfico la comarca del Campo de Cartagena. Esta es una comarca natural que se encuentra en el sureste de la península ibérica, formando una llanura que se extiende desde la Sierra de Carrascoy hasta el mar Mediterráneo (Figura 2).

La formación geológica de esta gran llanura es bastante reciente, ya que afloró del fondo del mar en el Mioceno superior, durante la denominada crisis salina del Mesiniense en la que el mar Mediterráneo se desecó por completo. No obstante, en ella se localizan formaciones detríticas del Triásico pertenecientes al Complejo Alpujárride (37). Por su parte, la temática determina el objeto de estudio que ha sido tanto las



Figura 2. Localización de la Región de Murcia (izquierda) y la comarca del Campo de Cartagena (derecha). (Autores).

construcciones resueltas con cubierta plana de láguena como los propios yacimientos de los que esta era extraída, conocidos popularmente como laguenetas.

3.2. Trabajo de campo: toma de datos

La identificación de antiguas canteras de láguena existentes en la comarca, se ha realizado en base a la localización previa de los yacimientos de dicho material consultando los Mapas Geológicos elaborados por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Lamentablemente, al tener una escala 1:50.000 solo aparecen grafiados los yacimientos de mayor potencia y más grandes de metapelitas, término geológico con el que se designan las rocas procedentes del metamorfismo de rocas arcillosas, como es el caso de las filitas, a partir de las cuales se obtiene la láguena. Para completar esta búsqueda ha resultado útil el estudio tectónico y estratigráfico de la sierra de Cartagena realizado por Guardiola (18); por señalar la ubicación de algunos yacimientos de láguena y por apuntar que las láguenas aparecen siempre en contacto con las formaciones de calizas triásicas, definidas con precisión en los mapas del IGME. Tras la inspección *in situ* de los emplazamientos en los que la existencia de yacimientos de láguena ha sido constatada y aquellos otros en los que era probable, han sido identificadas 10 laguenetas (Figura 3).



Figura 3. Lagueneta (arriba) y edificación con cubierta plana de láguena (abajo) en La Azohía. (Autores).

La búsqueda de ejemplos de arquitectura tradicional con este sistema constructivo se ha llevado a cabo consultando las ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) en las zonas cercanas a las laguenetas. Gracias a su particular coloración violácea y al trabajo de campo ha sido posible localizar un total de 15 edificaciones (Figura 3).

Las laguenetas y edificaciones identificadas se encuentran referenciadas en la Tabla 1, en la que se especifica su localización en coordenadas UTM30s (ETRS89). De ambas se han realizado visitas de reconocimiento y se han tomado diversas muestras para su posterior análisis en laboratorio: laguenetas LA1 y LCB1, seleccionando de cada una de ellas dos fracciones diferentes (láguena –entre 0,06 mm y 2 mm– y filita –entre 50 mm y 100 mm–), así como una muestra de láguena en color blanco de la LCB1; y 2 muestras de la edificación ECN1, una de la capa de acabado de láguena, y otra de la capa inferior de regularización, correspondiendo ambas a una vivienda parcialmente derruida, para respetar las edificaciones que se encuentran en buen estado de conservación (Figura 4).

Tabla 1. Identificación y localización de laguenetas y de edificaciones con cubierta de láguena en el Campo de Cartagena. (Autores).

Localización	Tipología	Coordenadas UTM (X; Y)	Ref.
<i>Alumbres</i>			
Alumbres	Lagueneta	683746; 4163685	LA1
	Almacén	684014; 4163820	EA1
<i>Calblanque</i>			
Cabezo de los Martínez	Lagueneta	698934; 4165484	LCB1
La Jordana	Lagueneta	697050; 4165380	LCB2
<i>Canteras</i>			
Sierra de Pelayo	Lagueneta	674811; 4163265	LCN1
Cabezo del Caño	Lagueneta	675657; 4161995	LCN2
Los Patojos	Vivienda	675373; 4165436	ECN1
	Vivienda	675371; 4165413	ECN2
	Vivienda	675359; 4165415	ECN3
<i>Cartagena Casco</i>			
Cerro de Despeñaperros	Lagueneta	678425; 4163600	LCT1
Monte Sacro (Cantarranas)	Lagueneta	678185; 4163856	LCT2
<i>Perín</i>			
Perín	Lagueneta	666483; 4164500	LP1
	Lagueneta	667555; 4166060	LP2
	Vivienda	667617; 4166010	EP1
	Vivienda	665910; 4165617	EP2
	Vivienda	665565; 4166066	EP3
Campillo de Adentro	Vivienda	662500; 4159721	EP4
	Almacén	662598; 4159813	EP5
La Azohía	Lagueneta	661654; 4157706	LP3
	Vivienda	661628; 4158617	EP6
	Vivienda	661690; 4157710	EP7
	Vivienda	661777; 4157621	EP8
	Almacén	661749; 4158520	EP9
	Almacén	661764; 4157595	EP10
	Cobertizo	661661; 4158528	EP11

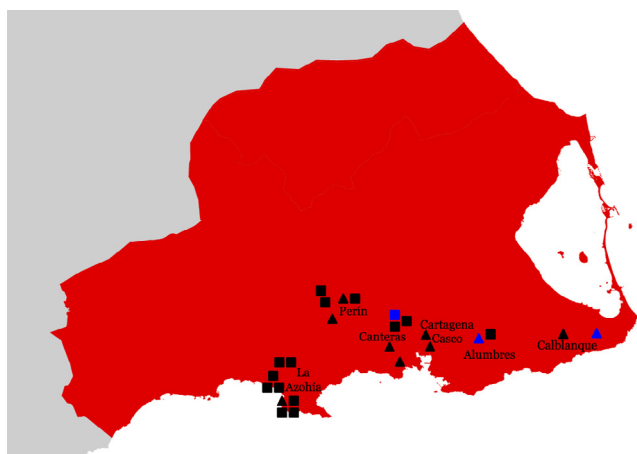


Figura 4. Localización de laguenetas (triángulo) y de edificaciones con cubierta de láguena (cuadrado) identificadas en el Campo de Cartagena. En azul se evidencian aquellas zonas de las que se han tomado muestras para su análisis en laboratorio. (Autores).

3.3. Estudio experimental: análisis de laboratorio

Con el fin de obtener su caracterización química elemental, las muestras recogidas han sido sometidas a un estudio multi-analítico mediante Difracción de Rayos X (XRD), Fluorescencia de Rayos X (XRF) y Termogravimetría (TG), realizado por el Servicio de Instrumentación Tecnológica (SIT) de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Los componentes minerales se han identificado mediante Difracción de Rayos X utilizando un difractor Bruker D8 Advance en modo θ - θ operando a 40 kV y 30 mA. Las muestras para la XRD han sido secadas previamente al aire y molidas suavemente a mano con un mortero de ágata.

La composición química se ha evaluado mediante Fluorescencia de Rayos X con un espectrómetro de fluorescencia Bruker S4 Pioneer. Las muestras han sido preparadas mediante molienda en molino de disco para obtener un polvo fino y homogéneo, y desecadas a 60°C hasta obtener una masa constante, conformándose por prensado pastillas con 8 g de muestra y 2 g de cera. Los componentes volátiles como el CO₂ y el H₂O se han cuantificado mediante termogravimetría con un analizador termogravimétrico TGA/DSC 1 HT Mettler-Toledo.

4. RESULTADOS

4.1. Naturaleza y composición de la láguena

Completan la información bibliográfica sobre la naturaleza y composición de la láguena los resultados del estudio multi-analítico realizado en laboratorio. Mediante la técnica de Difracción de Rayos X se ha realizado un análisis cualitativo y cuantitativo de los minerales presentes en las muestras obtenidas de dos laguenetas y de la cubierta de una edificación (Tabla 2).

La Fluorescencia de Rayos X, complementada con la Termogravimetría, ha proporcionado información sobre los elementos químicos y óxidos presentes en las muestras analizadas (Tabla 3).

Tabla 2. Fases minerales detectadas por XRD (+++: presente de forma dominante, ++: presente de forma moderada, +: presente en cantidades menores, ±: trazas). (Autores).

Tipología	Muestra	Imagen	Minerales
Laguneta	LA1-1		Moscovita +++ Cuarzo ++ Albita + Clorita-serpentina + Dolomita ± Hematita ±
	LA1-2		Moscovita +++ Cuarzo ++ Clorita-serpentina + Hematita + Albita ± Edenita ±
Laguneta	LCB1-1		Moscovita +++ Cuarzo ++ Dolomita ++ Hematita + Albita ± Talco ± Calcita ± Clorita-serpentina ±
	LCB1-2		Moscovita +++ Cuarzo +++ Dolomita ++ Hematita + Albita ±
	LCB1-3		Cuarzo +++ Dolomita ++ Moscovita ++
Edificación	ECN1-1		Cuarzo +++ Moscovita ++ Yeso ++ Dolomita ++ Calcita + Hematita + Fayalita + Clorita-Serpentina + Talco +
Edificación	ECN1-2		Yeso +++ Cuarzo ++ Moscovita ++ Dolomita ++ Calcita + Talco + Albita + Clorita-Serpentina ± Edenita ± Goetita ±

Tabla 3. Óxidos detectados por XRF considerando también los resultados del análisis TG (los valores se expresan en porcentajes en peso). (Autores).

Óxidos	LA1-1	LA1-2	LCB1-1	LCB1-2	LCB1-3	ECN1-1	ECN1-2
H ₂ O	1.3	0.6	0.5	0.4	0.1	3.5	13.9
CO ₂	6.5	4.7	13.7	11.2	6.5	10.2	4.8
Na ₂ O	1.0	0.7	0.8	0.9	0.2	1.1	0.2
MgO	2.3	1.6	2.3	2.8	2.7	2.3	0.9
Al ₂ O ₃	23.4	22.4	17.2	16.8	7.6	15.3	4.2
SiO ₂	46.3	51.3	45.9	49.5	73.2	35.2	10.0
SO ₃	0.7	0.1	0.1	0.1	-	9.0	32.8
Cl	1.1	0.6	0.5	0.4	0.1	0.2	-
K ₂ O	7.7	6.9	4.3	4.1	2.1	3.0	0.9
CaO	1.8	1.0	7.7	7.1	5.8	12.7	29.3
TiO ₂	1.1	1.2	0.8	0.8	0.4	0.8	0.3
Fe ₂ O ₃	6.7	8.7	6.0	5.7	1.1	6.2	2.4
SrO	-	-	-	-	-	0.1	0.2
Otros	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2
Total	100	100	100	100	100	100	100

4.2. Las cubiertas planas de láguena en el Campo de Cartagena

La arquitectura tradicional del Campo de Cartagena está íntimamente ligada a la geografía de la comarca, porque, entre otras circunstancias como la topografía o el poblamiento, los materiales empleados han sido los autóctonos. Toda construcción ha dependido, principalmente de la piedra, la cal, la arena, la láguena y el yeso, que, salvo este último, se extienden de manera general por todo el territorio (38).

La denominada casa “cúbica” o de cubierta plana (o de “*terrero*”), que es un tipo de vivienda muy generalizado en el marco mediterráneo, se halla profundamente vinculada a esta área geográfica y puede encontrarse tanto en las zonas costeras como en las del interior (39). Se trata de edificaciones de planta cuadrada o rectangular compuestas por una simple crujía o dos yuxtapuestas, y de una sola altura, por lo que conforman volúmenes cúbicos (40). Los muros son, o bien de mampostería de piedra caliza trabada con mortero, o bien de tierra. En ellos se apoya la cubierta plana de tierra compuesta por elementos sustentantes horizontales, un tablero y varias capas, siendo la última de ellas de láguena. Además, perimetralmente el conjunto queda protegido por un antepecho con la misma composición material que los muros portantes, pero de menor sección, que finalmente está rematado con una albardilla, bien de lajas de piedra o de mortero, y presenta diversas gárgolas para la evacuación del agua de lluvia.

En el Campo de Cartagena se ha identificado el empleo de diferentes materiales para la ejecución de un mismo elemento constructivo. Por una parte, históricamente los elementos sustentantes horizontales utilizados han sido las colañas (rollizos de madera), las vigas de madera escuadrada y las piteras (escapo del *Agave americana*) (41). El tablero podía estar compuesto por un entramado de cañas (*Arundo*

donax) atadas con esparto o también de carrizo (*Phragmites australis*), así como por tablas de madera clavadas en las vigas. Sobre este se extendía una capa de regularización que cumplía la función de cubrir y tapar las hendiduras que pudiera haber en el tablero y evitar así la caída de la tierra en el interior, además de servir, en algunos casos, de aislante térmico y de protección frente a la posible humedad procedente de las capas superiores. Esta capa intermedia podía estar formada por diversos materiales, tanto de origen orgánico como inorgánico. En las edificaciones cercanas a la costa, el material empleado eran las hojas de *Posidonia oceánica*. En cambio, en las construcciones más alejadas del litoral se usaba otro tipo de vegetación, como el residuo resultante de la limpieza de las cañas. Esta capa de regularización podía también estar compuesta por malhecho (tierra mezclada con plantas secas o simple tierra) así como por ceniza o yeso (42). Sobre esta se asentaba un estrato final compuesto por láguena como material impermeabilizante con el que además se ejecutaba la formación de ligeras pendientes para la evacuación del agua de lluvia que oscilan entre el 2% y el 5%. Por ello, su espesor, según las evidencias analizadas en el trabajo de campo, puede variar considerablemente. En el encuentro con la gárgola solía ser de 5 cm, mientras que en el extremo opuesto podía alcanzar los 15 o 20 cm. Las gárgolas han sido con frecuencia simples tejas de medio cañón (tejas árabes) puestas a canal o tubos cerámicos de considerable longitud (30-40 cm) con el objetivo de alejar lo máximo posible el agua de los muros portantes y su cimentación. La coronación del antepecho perimetral podía ser de mortero o de lajas de piedras, pero siempre con pendiente hacia el interior.

En función de los materiales empleados para cada elemento y la combinación de estos en su conjunto, destacan dos tipologías de cubiertas planas de tierra (Figura 5).

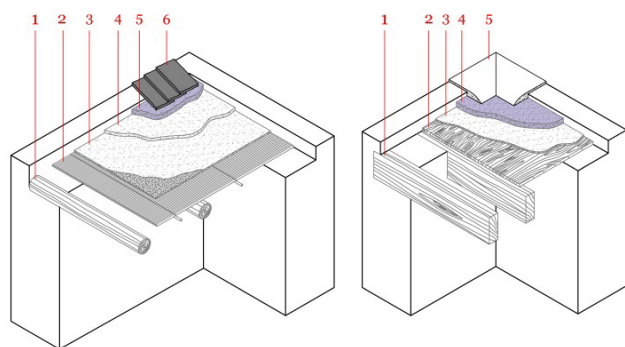


Figura 5. Izquierda, tipología A: 1, rolizo de madera; 2, estera de cañas; 3, *Posidonia oceánica*; 4, malhecho (simple tierra o mezclada con plantas secas); 5, láguena; 6, lajas de piedra. Derecha, tipología B: 1, viga de madera escuadrada; 2, entablado de madera; 3, mortero de yeso; 4, láguena; 5, mortero de cal (Autores).

La primera variante se caracteriza por el uso de colañas (o en ocasiones madera escuadrada) separadas entre sí unos 50 cm y de una estera de cañas dispuesta en dirección perpendicular sobre la que se disponía una capa vegetal de *Posidonia oceánica* compactada mecánicamente mediante pisado, a continuación, una de tierra o malhecho y finalmente, la láguena. Esta última capa se compactaba por tongadas de unos 2 cm de espesor y su superficie se rociaba con un poco de agua para formar una costra dura que pudiera resistir la erosión del viento.

La segunda variante se define por la utilización de vigas y viguetas de madera escuadrada, con una sección de unos 5 o 7 cm de ancho por unos 20 cm de canto y separadas entre sí unos 30 cm, sobre las que se clavaban unas tablas de madera de unos 2 cm de espesor, pero con longitud y ancho variable en función de las dimensiones de la cubierta a ejecutar. Sobre el entramado de tablas se vertía una capa de mortero de yeso en toda su superficie, y por último, la capa de láguena, que se aplicaba y finalizaba de igual modo que en la tipología anterior. Cabe destacar que la ejecución de esta variante implicaba, además, un nivel económico superior en comparación con la anterior debido a la calidad y el coste de los materiales empleados.

En cualquiera de ellas era necesaria la recarga periódica con láguena para reponer la pérdida de material producida por el viento y la lluvia.

5. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Análisis de la caracterización del material

Aunque la bibliografía consultada sobre terrados de tierra en España no aborda la caracterización química de la tierra utilizada, sí aporta información acerca de su naturaleza. De las cubiertas de argila (arcilla) ibicencas señala (1, 3, 4) que para su construcción se emplea una tierra que es una marga caliza (material formado por arcilla y carbonato cálcico). En cuanto a los terrados de launa de La Alpujarra granadina, esta es calificada como una arcilla magnesiana de origen metamórfico que al interactuar con el agua crea una pasta impermeable (6); una arcilla que proviene de la descomposición natural de la pizarra (7); una arcilla y, como tal, su estructura laminar es la responsable de su impermeabilidad, siendo su principal ventaja respecto a otros tipos de arcillas similares, que la presencia de cierto contenido de limos hace que admita menor cantidad de agua y, por ende, experimente menores contracciones y fisuraciones, además del aislamiento térmico proporcionado gracias a la reflexión producida por su coloración plateada (8). En referencia a los terrados de launa de La Alpujarra almeriense, se indica que se trata de “arcillas magnéticas de color gris verdoso-azulado-amorado que, mezclado con material pizarroso, es el resultado de la descomposición de las filitas, incluyendo entre sus componentes el cuarzo, la moscovita-ilita y la caolinita, aunque la composición de la launa varíe según los yacimientos” (5).

Acerca de la tierra empleada en el Campo de Cartagena, los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio corroboran, por la similitud detectada en su composición, que la láguena procede de la meteorización de la filita. Desde el punto de vista químico la láguena está compuesta principalmente de silicio (Si), aluminio (Al), oxígeno (O) e hidrógeno (H), por lo que es un silicoaluminato hidratado, es decir, una arcilla (Figura 6). Su contenido en calcio y magnesio es variable, predominando uno u otro según la lagueneta. El óxido férrico (Fe_2O_3) en su forma mineral hematita es el responsable del aspecto violáceo y plateado de la láguena. De hecho, la comparativa de los resultados entre las muestras LCB1-2 (violácea) y LCB1-3 (blanca) confirma que, a excepción de la hematita, su composición es similar, por lo que ambas son láguena. A este respecto, cabe señalar que en otras zonas del interior de la Región de Murcia (ej. Campos del Río) la láguena empleada en construcción es de tono blanquecino.

De igual modo, se observan considerables diferencias entre las dos muestras extraídas de la edificación ECN1. Mientras que la capa de acabado (ECN1-1) posee una composición muy similar al resto de muestras de láguena, en la capa inferior de regularización (ECN1-2), el protagonista es el yeso, debido a la abundancia de H_2O , CaO y SO_3 (Figura 6). Ello ratifica, además, la segunda tipología de cubierta identificada y que no está recogida en la bibliografía específica consultada sobre el Campo de Cartagena.

Teniendo en cuenta estos datos, y que tanto la comarca de las Alpujarras como la del Campo de Cartagena se sitúan sobre una zona geológica denominada como Complejo Alpujárride, en el que destacan las filitas, muy características por su color gris, azul o incluso violeta, se infiere que la launa y la láguena son el mismo material.

Sin embargo, respecto a las cubiertas planas de la isla de Ibiza, la argila empleada y la launa-láguena son materiales de composición mineralógica distinta, ya que mientras que la primera deriva de margas calizas, una roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita y arcilla, la segunda procede de filitas, un tipo de roca metamórfica, es decir, formada a partir de otras rocas preexistentes, en este caso sedimentos arcillo-limosos, que se han visto sometidos a altas presiones y/o altas temperaturas.

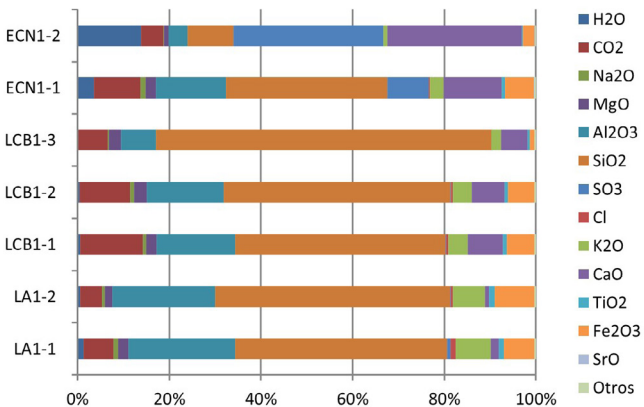


Figura 6. Gráfico que muestra la composición química de todas las muestras analizadas, a partir de los óxidos detectados (Autores).

5.2. Análisis constructivo de las cubiertas de tierra

En el Campo de Cartagena, se ha evidenciado el uso de las cubiertas planas de láguena en diversos tipos de construcciones históricas, desde edificios representativos, hasta simples pocilgas, incluidas las abundantes y sencillas viviendas cúbicas. En todas ellas, la láguena es el material empleado para su impermeabilización y acabado, no obstante, sí que existen diferencias en relación a las demás capas que conforman el sistema constructivo de cobertura y que están íntimamente ligadas con el uso y la función del edificio. En consecuencia, las cubiertas planas de tierra pueden estar compuestas únicamente por un tablero, una capa vegetal y finalmente una de láguena (caso de las pocilgas), o en cambio, pueden estar formadas por mayor número de estratos con diferente materialidad, desempeñando, además, una función específica y determinada.

Básicamente, en el Campo de Cartagena, las principales capas que componen una cubierta plana de láguena son: un tablero plano; una primera capa de protección frente a la humedad y la caída de partículas de tierra en el interior de las construcciones que presenta dos variantes, en algunos casos está compuesta por un elemento vegetal o cenizas (dependiendo de la localización geográfica) y se complementa con una capa de regularización de tierra o malhecho, mientras que en otros lo está simplemente por una capa de yeso que cumple ambas funciones (protección y regularización); y finalmente una capa impermeabilizante de láguena que conforma a su vez el acabado superficial. Cabe destacar que la capa de protección también desempeña una potencial función de aislamiento térmico, al igual que la propia láguena.

Atendiendo a las posibles diferencias y semejanzas que presentan las cubiertas del Campo de Cartagena con aquellas que han sido objeto de estudio a nivel nacional (Figura 7), desde el punto de vista material, destaca el uso compartido de las lajas de piedra para la ejecución del tablero tanto en la Alpujarra almeriense y granadina (5, 6) como en las pocilgas en el Campo de Cartagena (14). Asimismo, la aplicación de una capa de yeso antes de extender la láguena es una práctica compartida con las zonas de Almería en la que también abunda este material (Pechina, Cuevas del Almanzora, Huércal de Almería, Mojácar, Níjar, Turre, Vera, Benínar y Paterna

		Ibiza	Granada	Almería	Cartagena
	1. Acabado final	Margas	Launa cernida o apretada	Launa o tierra roya	Láguena
	1. Capa de impermeabilización		Launa		
	2. Capa de protección regularización y aislamiento	Tierra carbonera	Barro y paja	Capa vegetal (broza), yeso, mezcla de cal, barro	Tierra / -
		Capa vegetal (Posidonia oceanica)			Capa vegetal (Posidonia oceanica) o ceniza / yeso
	3. Tablero	Tegel o teixell (vvdas) / sapell (corrales)*	Cañizo / Piedra	Cañizo o zarzo / teja o piedra	Piedra / cañizo / madera
	4. Estructura	Madera	Madera	Madera	Madera

*Tegel o teixell: tablillas de sabina, con tableros de marés y Sapell: cañizo o ramas de sabina o brezo (3)

Figura 7. Esquema comparativo de la materialidad de diferentes cubiertas de tierra en España (Autores, A partir de 1, 3-11).

del Río) (5). Sin embargo, es significativo el hecho de que tan solo en las zonas alejadas de la costa del Campo de Cartagena se ha empleado la ceniza para sustituir la capa vegetal de protección aplicada sobre el tablero, una posibilidad que tampoco se menciona en ninguna otra zona de España. En cambio, desde el punto de vista constructivo y teniendo en consideración las diferentes capas que componen, en general, una cubierta plana, se observan claras similitudes en cuanto a la respectiva función de cada una: estructural, protectora, regularizadora, aislante, e impermeabilizante. Los materiales empleados difieren, pero en su conjunto dan lugar a una solución constructiva que permite la realización de cubiertas planas con muy bajas pendientes y que resisten los efectos adversos de la climatología al tener también propiedades aislantes e impermeabilizantes.

Por último, cabe mencionar que al igual que se ha evidenciado en Ibiza (1, 3, 4), en el Campo de Cartagena existen diferencias materiales y compositivas en las cubiertas planas de tierra dependiendo del uso específico de la construcción o de los recursos económicos disponibles.

6. CONCLUSIONES

La ejecución de cubiertas planas de láguena ha sido durante siglos una práctica habitual en el Campo de Cartagena, existiendo constancia de su utilización desde la Antigüedad hasta mediados del s.XX.

Desde el punto de vista constructivo existe una significativa similitud material y constructiva con las cubiertas de launa almerienses, aspecto que puede atribuirse a razones de proximidad geográfica y climática, así como a la existencia de vínculos históricos entre ambos territorios (43).

El progresivo abandono de esta técnica constructiva puede relacionarse con la configuración en 1957 de un marco jurídico para regular el sector de la edificación mediante las normas técnicas conocidas como MV, entre las que se encontraba

la NORMA MV 301-1B70, aprobada por Decreto 2752/1971, relativa a la impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos, quedando las cubiertas de tierra, por su menor utilización en el ámbito nacional, fuera de regulación.

El paso del tiempo, unido a la evolución social y los avances tecnológicos, ha puesto en peligro de desaparición esta técnica constructiva, que forma parte del imaginario colectivo de la sociedad cartagenera por ser un elemento identificador de las construcciones tanto de su campo como de su ciudad.

Esto ocurre a pesar de que se trata de un patrimonio etnográfico de gran valor cultural tanto desde la perspectiva material como inmaterial por el saber constructivo vinculado no exclusivamente con su ejecución sino también con su mantenimiento y conservación. Por tanto, se considera necesario promover iniciativas para preservar y poner en valor este saber tradicional y las edificaciones que aún se conservan.

Por otro lado, en el contexto actual de cambio climático y de necesidad de desarrollo de una construcción más respetuosa con el medio ambiente, la recuperación de la técnica tradicional de cubiertas planas de tierra se presenta como una estrategia interesante, pues se basa en la utilización de recursos locales y sostenibles.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto de investigación “RISK-Terra. La arquitectura de tierra en la Península Ibérica: estudio de los riesgos naturales, sociales y antrópicos y estrategias de gestión e incremento de la resiliencia” (financiado por MCIU/AEI/FEDER, UE; Ref.: RTI2018-095302-B-I00; IPs: Camilla Mileto y Fernando Vegas López-Manzanares). Se agradece el apoyo del grupo de investigación “Historia de la construcción” de la Universidad Politécnica de Cartagena y la colaboración de Pedro Bravo Navarro con el trazado de los detalles constructivos.

REFERENCIAS

- (1) Escudero Lafont, M.E., García Morales, S., y Roig, S. (2019). Las cubiertas planas de tierra en Ibiza. Aproximación histórico-constructiva. En S. Huerta y I.J. Gil (Eds.), *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción: Soria, 9 - 12 octubre 2019*, vol. 1 (pp. 349-358). Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- (2) Nourissier, G. [et al.]. (2002). *Arquitectura tradicional mediterránea*. Barcelona: Colegio de Aparejadores de Barcelona.
- (3) Escudero Lafont, M.E., y García Morales, S. (2019). Cubiertas históricas planas de tierra en el mediterráneo. Investigación para la caracterización del comportamiento hídrico de los materiales de las cubiertas de Ibiza. *Informes de la Construcción*, 71(555), e301. <https://doi.org/10.3989/ic.62786>.
- (4) Escudero Lafont, M.E. (2019). *La cubierta plana de tierra en la arquitectura vernácula mediterránea. Estudio constructivo y de su comportamiento frente al agua* (Tesis Doctoral). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- (5) Gil Albarracín, A. (1992). *Arquitectura y tecnología popular en Almería*. Almería: G.B.G. Editora.
- (6) López Osorio, J.M., y Abadía Molina, J. (1998). Cuevas, cubiertas y muros de tierra en la provincia de Granada. En *Arquitectura de tierra: Encuentros internacionales Centro de investigación Navapalos* (pp. 267-269). Madrid: Centro de Publicaciones Ministerio de Fomento.
- (7) Sorroche Cuerva, M.A. (2004). *Poblamiento y Arquitectura Tradicional en Granada* (pp. 136-149). Granada: COATG.
- (8) Salmerón, P. (1991). La construcción en las Alpujarras. En *Sierra Nevada. Granada* (pp. 1301-304). Granada: Editorial Andalucía.
- (9) Martínez Bernal, L., y Almela Legorburu, I. (2015). A los pies de la Sierra de la Muela: aspectos constructivos de la vivienda tradicional y propuestas de actuación. En *IV Congreso Nacional de Etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena* (pp. 108-119). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.
- (10) Almela Legorburu, I., y Martínez Bernal, L. (2015). Láguena, a roofing technique in Campo de Cartagena. En C. Mileto et al. (Eds.), *Vernacular Architecture. Towards a Sustainable Future* (pp. 45-50). Londres: Taylor&Francis Group.

- (11) López Martínez, F.J., y La Spina, V. (2017). Earthen roofs in the Region of Murcia, Spain: La Azohía. En C. Mileto et al (Eds.), *Vernacular and Earthen Architectur Conservation and Sustainability* (pp. 159-164). Londres: Taylor&Francis Group. <http://dx.doi.org/10.1201/9781315267739-27>
- (12) Más Belén, B. (2015). Entalle natural y talle humano en las ramblas Murteñas que a la rambla del Albuñón van. En *IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena* (pp. 490-503). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.
- (13) Gutiérrez García, Martínez García, Mirete Hernández (2015). La rambla de Valdelentisco como muestra del patrimonio etnográfico de Mazarrón. En *IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena* (pp. 196-209). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT.
- (14) Ortega Madrid, J. (2015). Pocilgas tradicionales en la Diputación de Perín. En *IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena* (pp. 96-107). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.
- (15) Rabal Saura, G. (2015). Pocilgas circulares en el entorno del Campillo de Adentro (Cartagena). En *IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena* (pp. 210-219). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.
- (16) Luján Ortega, M., y García Martínez, T. (2015). Aproximación al estudio de la casa rural en el Campo de Cartagena. En *IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena* (pp. 256-268). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.
- (17) Hervás, J.M., y Segovia A. (1989). *Arquitectura y color en Murcia*. Murcia: Consejería de Política Territorial y Obras Públicas.
- (18) Guardiola, R. (1927). *Memorias del Instituto Geológico de España. Estudio Metalogénico de la Sierra de Cartagena*. Madrid: 's.n.'
- (19) AA.VV. (2014). *Boletín de Espacios Naturales Protegidos. Naturalmente conectados, invierno 2013-14*. Murcia: Región de Murcia.
- (20) Región de Murcia digital (15 de mayo 2022). *Filitas*. Recuperado de https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=-c,365,m,2012&r=ReP-16229-DETALLE_REPORTAJES.
- (21) Región de Murcia digital (15 de mayo 2022). *Geología. Zonas intermedias*. Recuperado de https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=-c,365,m,108&r=ReP-16260-DETALLE_REPORTAJESPADRE.
- (22) Ramallo Asensio, S.F., y Ruiz Valderas, E. (2013). Carthago de Hispania, emporio comercial del Mediterráneo occidental. En R. González Villaescusa, y J. Ruíz de Arbulo (Eds.), *Simulacra Romae II. Rome, les capitales de province (capita prouinciarum) et la création d'un espace commun européen. Une approche archéologique* (pp. 95-110). Reims: Societe Archeologique Champenoise.
- (23) Antolinos Marín, J.A. (2007). El complejo arqueológico del cabezo de la Atalaya (El Algar, Cartagena). En *Intervenciones en el patrimonio arquitectónico, arqueológico y etnográfico de la Región de Murcia. Cartagena, Lorca, Mula y Murcia, XVIII Jornadas de Patrimonio Cultural. Vol. I Paleontología, Arqueología y Etnografía* (pp. 151-162). Murcia: Ligia Comunicación y Tecnología, SL.
- (24) Ramallo Asensio, S.F., y Ros-Sala, M.M. (2012). La gestión del agua en una ciudad romana de la Hispania semiárida: Carthago Nova como ejemplo de adaptación al medio. En *Patrimonio hidráulico y cultura del agua en el Mediterráneo* (pp. 77-104). Murcia: Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia, Fundación Séneca.
- (25) Peñalver, M.J. (2012). *La génesis de la dársena del puerto de Cartagena a lo largo del siglo XVIII*. (Tesis Doctoral). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- (26) AMC (1926). *Cartagena nueva*, 08/12/1926, Anuncio, p.7
- (27) Marín Mateos, J. A. (2014). Las chimeneas de Ceutí. En *Las fábricas de conservas vegetales de Ceutí y sus chimeneas*. (pp. 56-61). España: Autor editor.
- (28) Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena (2012). Plan General Municipal de Ordenación Cartagena (Versión actualizada 2012.1). Catálogo de edificios y elementos protegidos, ficha 160916: Horno de calcinación de manganeso en Mina Santa Filomena.
- (29) AMC (1837). *Libro de Actas Capitulares*, fol. 39v, 38o, 392v, 460v y 461.
- (30) AGRM (1979). *Expediente de registro industrial nº 14178 incoado por Emeterio Escarabajal Llor para cantera de láguena en Cartagena*. INDUSTRIA, 51561/39.
- (31) Pereir y Gallego, P. (1853). *Tesoro de albañiles*. Madrid: Imprenta de Antonio Martínez.
- (32) Valdés, N. (1870). *Manual del ingeniero y arquitecto*. Madrid: Imprenta de Gabriel Alhambra.
- (33) Marcos y Bausá, R. (1879). *Manual del albañil*. Madrid: Dirección y Administración.
- (34) AMC. *Libro de Actas Capitulares 1598-1602*, sesión de 2 de septiembre de 1600; *Libro de Actas Capitulares 1615-1616*. Sesión de 23 de febrero de 1616.
- (35) Ródenas López, M. A. (2016). *Los orígenes de la vivienda social en la Región de Murcia. 1900-1936. Las iniciativas de las casas baratas en Cartagena y Murcia* (Tesis Doctoral). València: Universitat Politècnica de València.
- (36) La Spina, V. (2021). A fishing village in Cartagena (Spain) by Carlos de Miguel (1947-1955). *VLC Arquitectura, research journal*, 8 (2), 183-217. <https://doi.org/10.4995/vlc.2021.14256>.
- (37) González Ortiz J.L. (1999). *Geografía de la Región de Murcia*. Murcia: Editora Regional de Murcia.
- (38) Martínez Hernández, C. (2015). Las Yeseras, un paisaje geográfico cultural en abandono ligado al sistema constructivo tradicional. En *IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena* (pp. 464-477). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.
- (39) García Mercadal, F. (1981). *La casa popular en España*. Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- (40) Mas Hernández, A. (1987). *Arquitectura Popular del Campo de Cartagena*. En A. Gea Gutiérrez, M. Fernández Montes y L.Á. Sánchez Gómez. (Eds.), *Arquitectura Popular en España* (pp. 541-550). Madrid: CSIC.

- (41) Águila Guillén, M., Díaz Carrasco, B., y Núñez Herrero, M.Á. (2005) 3. Litoral. En *Guías de itinerarios didácticos por los espacios naturales de la Región de Murcia*. Murcia: CREA, Centro de Recursos de Educación Ambiental.
- (42) Mami, A. (2006). *Il gesso*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli editore.
- (43) Gómez Ortiz, J.L. (2007). La comarcalización regional. En *Atlas global de la Región de Murcia* (pp. 398-403). Murcia: La Verdad-CMM.