

# CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS APLICADOS A LA BIOCONSTRUCCIÓN. ARQUITECTURA EXCAVADA.

**Elia González Lázaro.**

Grado en Fundamentos de la Arquitectura.  
Tutor: Juan Carlos Carrión Mondéjar.

“Casas cueva como una nueva tipología para reconciliarnos con la naturaleza”

#### RESUMEN:

Las cuevas, se pueden denominar como la primera arquitectura que fue habitada por el ser humano con el fin de refugiarse. La arquitectura nace con el fin de satisfacer las necesidades del ser humano, en este caso de resguardarse de las inclemencias meteorológicas.

La investigación está basada en las casas cuevas de Paterna y en las casas cueva de Alcalá del Júcar, tras visitas al lugar, en las cuales se ha recopilado datos y mediciones. Se ha realizado un estudio exhaustivo realizando la planimetría de los lugares, y el análisis bioclimático de cómo se comportan estas viviendas.

Palabras clave: cueva, bioconstrucción, criterios bioclimáticos, arquitectura excavada, análisis bioclimáticos.

#### RESUM

Les coves, es poden denominar com la primera arquitectura que va ser habitada per l'ésser humà amb la finalitat de refugiar-se. L'arquitectura naix amb la finalitat de satisfer les necessitats de l'ésser humà, en aquest cas de resguardar-se de les inclemències meteorològiques.

La investigació està basada en les cases coves de Paterna i a les cases cova d'Alcalá del Xúquer, després de visites al lloc, en les quals s'ha recopilat dades i mesuraments. S'ha realitzat un estudi exhaustiu realitzant la planimetria dels llocs, i l'anàlisi bioclimàtica de com es comporten aquests habitatges.

Paraules clau: cova, \*bioconstrucció, criteris bioclimàtics, arquitectura excavada, anàlisi bioclimàtiques.

#### ABSTRACT

The caves can be called the first architecture that was inhabited by human beings in order to take refuge. Architecture was born in order to satisfy the needs of the human being, in this case to protect itself from inclement weather.

The research is based on the cave houses of Paterna and the cave houses of Alcalá del Júcar, after visits to the place, in which data and measurements have been collected. An exhaustive study has been carried out by making the planimetry of the places, and the bioclimatic analysis of how these houses behave.

Key words: cave, bio-construction, bioclimatic criteria, excavated architecture, bioclimatic analysis.

“La arquitectura pretende trascender la simple necesidad de refugio y seguridad convirtiéndose en una expresión de arte” - **Jay A. Pritzker** <sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAY A.. PRITZKER (1979) discurso de la primera ceremonia de los premios pritzker

# 1

OBJETIVOS  
Pág 14

# 2

## INTRODUCCIÓN

**1.Contexto Histórico arquitectura excavada rupestre.** Pág. 17

**2.Contexto Histórico arquitectura casas cueva** Pág. 18

2.1. Recorrido por la arquitectura excavada por el mundo Pág. 18

2.2. Recorrido por las casas cueva España Pág. 21

# 3

## TIPOLOGIAS CONSTRUCTIVAS

**1. Casas cueva por aprovechamiento del terreno** Pág. 25

**2.Casas Cueva por sustracción** Pág. 26

**3.Casas Cueva por aportación de materia** Pág. 27

# 4

## VISITAS DE CAMPO

**1. Alcalá de Júcar** Pág.. 31-37

1.1. Planimetría

1.2. Documentación gráfica

1.3. Sistema de ventilación

1.4. Sistema de iluminación

1.5. Mediciones de temperatura internas y externas

**2. Paterna** Pág.. 39-52

2.1. Planimetría

2.2. Documentación gráfica

2.3. Sistema de ventilación

2.4. Sistema de iluminación

2.5. Mediciones de temperatura internas y externas

# 5

## CONCLUSIONES

**1. Introducción criterios bioclimáticos** Pág.. 55-56

**2. Pautas de un análisis bioclimático** Pág.. 57-59

**3. Análisis Bioclimático casa cueva Paterna** Pág.. 60-61

**4.Conclusiones finales** Pág. 62

# 1

## OBJETIVO

O

En el presente trabajo se pretende hacer un análisis de cómo funcionan en diversos aspectos las casas cueva.

En primer lugar, se realizará una breve introducción sobre el contexto histórico y tipológico de las diferentes arquitecturas subterráneas "casas cueva". Se pretende así establecer las bases, y los conceptos de cómo se comporta esta tipología constructiva.

En el siguiente apartado se describirán las visitas a campo tanto de paterna como Alcalá de Júcar, ambas viviendas quedarán descritas desde el punto de vista funcional, de iluminación, ventilación etc proporcionando la documentación gráfica necesaria para entender las viviendas. También se explicará la materialidad y la ejecución de las mismas.

En tercer lugar se pondrá especial atención al aspecto bioclimático de las casas cueva de paterna, con una detallada descripción del comportamiento bioclimático. A continuación, se adjuntarán todos los datos recopilados de temperaturas.

En el bloque más importante del trabajo se analizará y se comparará los resultados obtenidos mediante las comprobaciones de temperatura in situ. Sobre el comportamiento de estas viviendas frente a los criterios bioclimáticos

El trabajo busca como objetivo principal conocer las ventajas y las desventajas de esta topología constructiva.

# 2

INTRODUCCIÓN

## 1. Contexto histórico arquitectura excavada rupestre.

Desde el inicio de los tiempos el ser humano habitó el refugio ofrecido por la naturaleza, en forma de grutas y cuevas, para refugiarse de las inclemencias climáticas. Una de las primeras cuevas habitadas es la de Altamira en Cantabria, no existe un acuerdo en la datación sobre las diferentes pruebas arqueológicas, se estima que pudo estar ocupada sobre el año 15.000 a.C.



Este tipo de arquitectura excavada damos por hecho que no existió ningún tipo de intervención arquitectónica más allá de la decoración de las paredes mediante pinturas. Pero con el tiempo si fue mejorando las condiciones de hábitat de las mismas. Allanando los suelos, ampliando espacios y tapando huecos con elementos extraídos de la naturaleza.



Figura 1 y 2. Interior de las cuevas de altamira



Figura 3 y 4 Interior de las cuevas de altamira

Las cuevas de Altamira se encuentra situadas a una altura de 158.6 m sobre el nivel del mar. Su Geología está formada por estratos horizontales de calcarenitas, de hasta un metro de espesor, separadas por finas capas de arenas. Estas cuevas tenían un paso de agua subterráneo, del que apenas queda rastro, se debe a desplomes del techo y hundimientos gravitacionales del terreno. Estos desplomes se realizan en grandes bloques. Hace unos 13.000 años uno de estos desplomes taponó un acceso sepultando parte de la entrada, lugar donde se produjeron los asentamientos habitacionales en el periodo paleolítico. En la actualidad la cueva tiene un recorrido de 290 m de longitud. Se distribuye en una gran sala y finaliza en una estrecha galería.

## 2. Contexto histórico arquitectura casas cueva

No conocemos exactamente, cuándo comenzó a existir una arquitectura excavada tal y como la conocemos ahora las casas cuevas.

Esta arquitectura nace en lugares, los cuales la naturaleza ha proporcionado una buena orografía, estos lugares suelen tener algo en común, suelen situarse en lugares áridos, pero que no hacen difícil su excavación.

### 2.1 Recorrido por la arquitectura excavada por el mundo

#### Skara Brae. Escocia

Asiento neolítico que consta de 10 casas agrupadas, ocupadas entre el 3100 y el 2500 a. C.

Se construyó con la técnica de la arquitectura subterránea y piedra seca. Aprovechando montículos preexistentes. Estos yacimientos se descubrieron tras unas tormentas, las cuales dejaron parte al descubierto



Figura 5. Plano de planta Skara Brae



Figura 6 y 7. Imágenes de Skara Brae

Las casas cueva de este lugar estaban formadas por una sola habitación circular, las cuales tenían un tamaño de unos 20 o 30 m<sup>2</sup>.

Todas las viviendas se encontraban unidas por un sistema de túneles de menos de un metro de alto por uno y medio de ancho.

El acceso a la cueva se realizaba mediante un pequeño pasillo el cual estaba equipado con una puerta, esta podía cerrarse desde el interior.

Alrededor de esta habitación se encontraban pequeñas celdas, las cuales podían servir de almacenamiento, también había algunas con pequeños desagües que conducían al exterior. Todas las viviendas tenían una chimenea en el centro. Debido a la escasez de madera utilizaban la piedra para realizar todo el mobiliario.

## Petra. Jordania

Se fundó sobre el año 300 a. C. La ciudad se encuentra tallada en roca arenisca de color rosa. De ahí su nombre de la ciudad rosa. Se encuentra en Jordania y actualmente es una de las 7 maravillas del mundo. Esta ciudad está por descubrir debido a que solo se encuentra al descubierto un veinte por ciento de la ciudad. Debido a las tormentas de arena y las lluvias esta ciudad ha permanecido oculta.

Esta ciudad fue una gran capital comercial. Fue creada por la tribu de los nabateos, esta tribu beduina nómada emergieron como poder político entre los siglos II y IV a C y comenzaron a construir su capital, el nombre original de Petra era Raqmu. La ciudad en su punto álgido fue habitada por 30.000 personas .

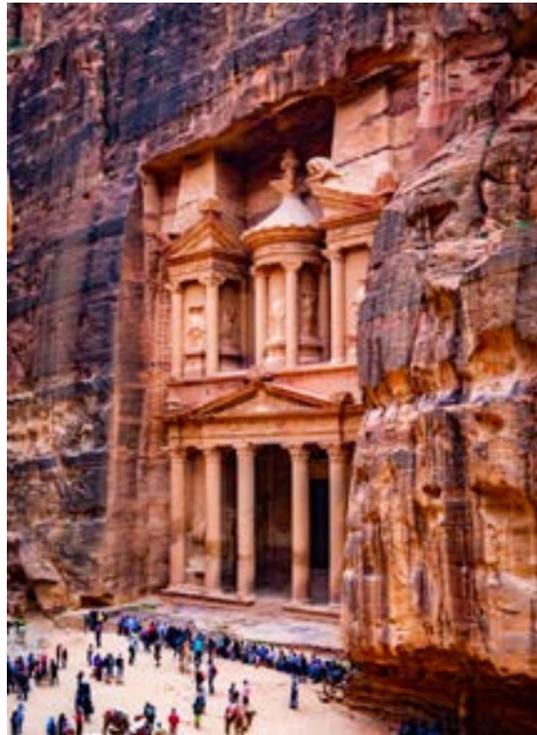


Figura 8. Imagen entrada a Petra

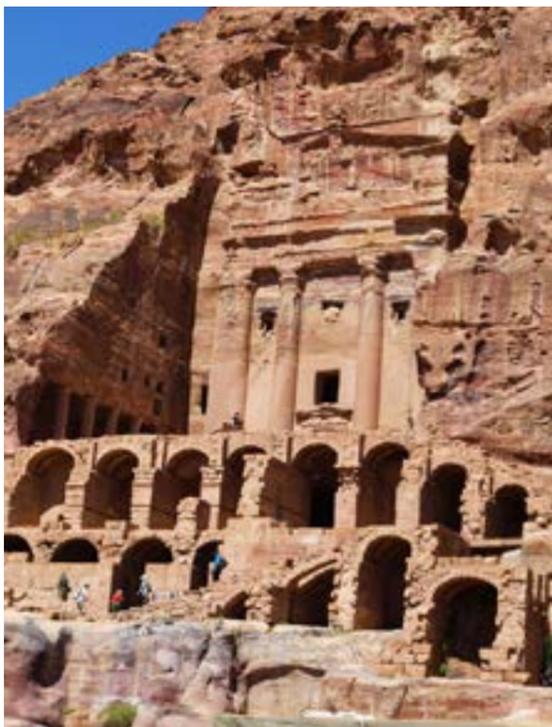


Figura 9. Imagen Calle de las Fachadas

Por su ubicación estratégica fue difícil de conquistar, aunque más tarde fue conquistada por los romanos. Estos dejaron sus huellas en la arquitectura del lugar. Petra fue abandonada en el S VIII d C.

Una de sus estructuras más emblemáticas de este lugar es Al Khazneh, su significado es tesoro, se cree que esta estructura pertenecía a una tumba. Está tallada en la cara de la roca arenisca roja, tiene 38 metros de alto y casi 25 metros de largo. Es la entrada más importante, destacada por su decoración de estilo helenístico, los elementos arquitectónicos como las columnas recuerdan a los antiguos templos griegos.

## Yaodong. China

Desde hace más de 4000 años la gente ha estado habitando estas viviendas denominadas yaodong, en chino quiere decir "casa cueva". Se pueden encontrar en la meseta de Loess en Luoyang y Sanmenxia.

Hace más de 2000 años los campesinos de la etnia han, que habitan en Loess descubrieron que vivir en un yadong, que se traduce "cueva horno" era la forma más práctica de subsistir en esta región. La falta de herramientas para crear estructuras complejas y la facilidad de excavación, fueron determinantes para el desarrollo de las casas cueva de esta región. Esta tipología constructiva se fue transmitiendo de generación en generación, y hoy en día esta tipología constructiva que yacen en un altiplano de 400.000 kilómetros cuadrados y recorre



Figura 10 y 11. Imágenes aéreas de Yadong

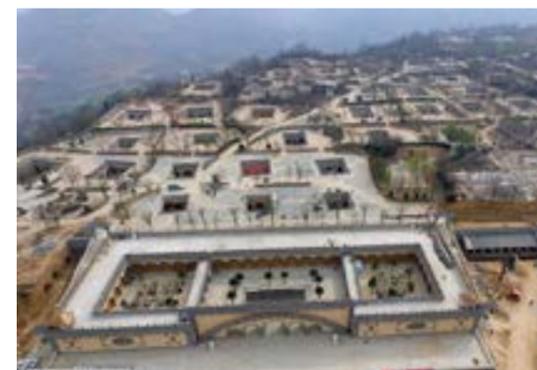


Figura 12 y 13 Imágenes aéreas de Yadong

seis provincias de China da alojamiento aproximadamente de 30 millones de personas. Los yadong son bóvedas con entradas semicirculares como las cavernas y se pueden construir de dos maneras: la primera consiste en una sustracción de terreno en las laderas de las montañas, y la segunda es excavando un "patio interior" de aproximadamente 100 metros cuadrados. Desde este patio se cavan directamente las estancias de la vivienda.

Los yadong han subsistido gracias a su comodidad de construcción, su sistema natural para regular la temperatura y por su aprovechamiento del terreno. Ya que estas viviendas no ocupan superficie en planta, y utilizan todo el espacio posible para el cultivo.

## 2.2. Recorrido por la arquitectura excavada por España

### Guadix. Granada

La tradición de estas casas cueva se remonta a los orígenes romanos y árabes, tras la reconquista de los reyes católicos surge esta tipología constructiva, más de 2000 casas cuevas conforman este barrio. Esta tipología constructiva a diferencia de otras casas cueva se comenzaba a picar desde el techo hasta abajo. Esta tipología consta de un portal, al cual se le abren el resto de habitaciones, evitan el uso de puertas sustituyéndolo por cortinas para facilitar la ventilación.

Debido a su estrato blando se ha podido ir excavando desde hace siglos hasta dar con las actuales cuevas. Según diversos estudios como hemos comentado anteriormente las primeras casas cueva datan de 1452, justo después de la toma



Figura 14 y 15. Imágenes de las casas cueva de Guadix

de Granada por parte de los Reyes Católicos, cuando los moriscos huyendo de la ciudad, se cobijaron en pueblos como Guadix.

Actualmente muchas de estas viviendas siguen habitadas como viviendas y muchas de ellas han sustituido su uso por otros más turísticos, como un museo, un tablao flamenco. Este pueblo cuenta incluso con una ermita cueva, esta recibe el nombre de ermita nueva-cueva santa virgen de Gracia de Guadix.

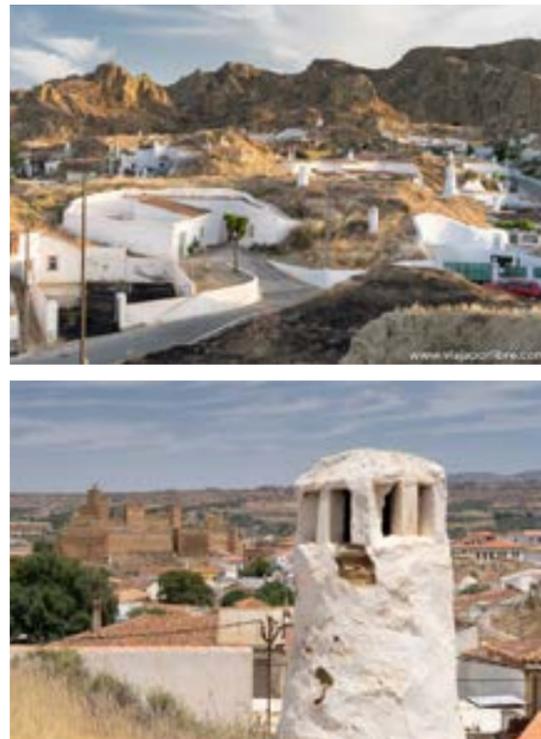


Figura 16 y 17. Imágenes de las casas cueva de Guadix

### Alcalá de Júcar. Albacete.

Este pequeño municipio de Albacete lleva habitando en sus casas cueva excavadas en la pared desde hace más de 750 años. Muchas de estas cuevas tenían fines militares debido a que era un paso obligado para llegar al levante. Toda la gente que quería ir de Castilla la Mancha al levante debía pagar un tributo, y ahora muchas de estas cuevas se han convertido en museos y locales de restauración y ocio.

La orografía del terreno permite una buena iluminación de estas viviendas. Este tipo de roca facilita su excavación por lo que proliferó este sistema constructivo ya que facilitaba su construcción.



Figura 18 y 19. Imágenes de las casas cueva de Alcalá de Júcar



Figura 19 y 20 Imágenes de las casas cueva de Paterna

### Paterna. Valencia

Las casas cueva de Paterna tienen su origen morisco, en la población no se datan de S XVIII y XIX.

En paterna según Ernesto Manzanedo se distinguen dos tipologías de casas cueva la primera coves afrontades tienen una fachada exterior con una puerta y una ventana. Estas viviendas se enlucían con mortero por el exterior. Esta tipología cuenta con un patio de ventilación. La segunda tipología "cova enclotada", se encuentra situada sobre un patio comunal para unas pocas cuevas, con acceso en rampa y sin fachada a la calle. <sup>2</sup>

<sup>2</sup>Ernesto Manzanedo Llorente. Arqueólogo municipal. Director del Museo Municipal de Cerámica de Paterna.

# 3

TIPOLOGÍAS

## 1. Casas cueva mediante aprovechamiento de recursos

Se trata de una tipología constructiva bastante frecuente hablando de casas cueva, muchas de ellas aprovechan las grietas y cavidades ya existentes en la montaña para facilitar su ejecución. Dentro de esta tipología constructiva existen variaciones formales dependiendo de las condiciones del terreno y las condiciones climáticas de la zona, en las que se implanta.

En diversas referencias bibliográficas esta tipología la subdivide en tipologías, como por ejemplo J.P.Loubes<sup>3</sup> propone la siguiente clasificación de casas cueva, dentro del primer tipo que el define como las casas cueva que aprovechan el emplazamiento y las configuraciones naturales subclasificación para esta tipología:

“El abrigo bajo la roca: que puede quedar construida cerrado o no con una pared construida”

Viviendas entre rocas estas sirven de sujeción para las viviendas.

Viviendas adosadas forman a veces un pueblo completo que aprovecha la protección de una muralla para abrigarse o para apoyarse.”



Figura 24. Ejemplo de esta tipología, en visita de campo Alcalá de Júcar



Figura 21. Cueva natural.



Figura 22. Cavidad natural cerrada por una pared construida

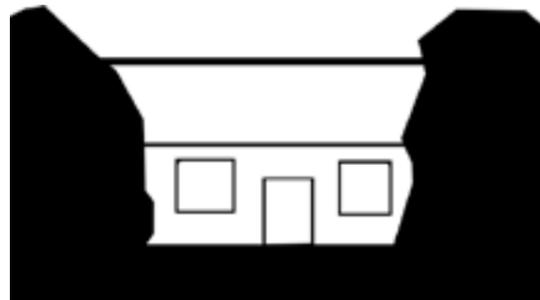


Figura 23. Vivienda entre rocas.



Figura 25. Vivienda adosada a montaña.

<sup>3</sup>J.P. Loubes . << Arquitectura subterránea. Aproximación a un hábitat natural>>. Barcelona.

## 2. Casas cueva de sustracción

En este caso J P Loubes<sup>4</sup> nos habla de las casas cueva que se construyen mediante la sustracción de material. Vuelve a dividir en tres grupos esta tipología creando nuevamente una subtipología constructiva.

“La excavación de formaciones situadas por encima del suelo.”

“La excavación de pareces verticales. La excavación se desarrolla en dirección horizontal, atacando el frente de un acantilado.”

“La excavación vertical en el terreno.”



Figura 26. Excavación de formaciones por encima del terreno



Figura 27. Excavación vertical en el terreno



Figura 28. Excavación horizontal de paredes.



Figura 29. Excavación vertical + excavación horizontal.



Figura 25. Cabaña semienterrada.

Un ejemplo de esta arquitectura de sustracción es la de los mencionados anteriormente Yadongs, su construcción parte de la sustracción de un patio del cual luego extraen las paredes para formar la vivienda.

<sup>4</sup>J.P. Loubes . << Arquitectura subterránea. Aproximación a un hábitat natural>>. Barcelona.

### 3. Casas cueva mediante aportación de materia

Por último la tercera tipología que propone J.P. Loubes <sup>5</sup> es arquitecturas de terraplenado.

“En este caso no existe excavación, sino al contrario, se aportan materiales para modificar el relieve.”

Existen más clasificaciones sobre estas construcciones, seleccione esta clasificación por ser la que mejor se comprenden las distintas formas de construcción para este tipo de viviendas



Figura 31. Construcciones semienterradas sobrepuestas

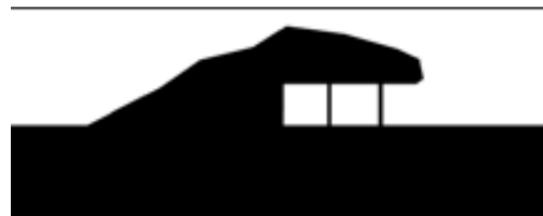


Figura 32. Construcción + terraplen.

<sup>5</sup>J.P. Loubes . << Arquitectura subterránea. Aproximación a un hábitat natural>>. Barcelona.

# 4

VISITAS DE CAMPO

## 1. Alcalá de Júcar

### 1.1 Tipología constructiva

La tipología constructiva que predomina en Alcalá de Júcar es la de aprovechamiento de los recursos, de echo en el pueblo se encuentran las tres subtipologías mencionadas por J.P. Loubes<sup>6</sup>.

Alcalá de Júcar es un municipio de Albacete, con una altitud de 596m sobre el nivel del mar, la mayor parte del pueblo se sitúa en pendiente alrededor del castillo, siguiendo el recorrido del río Júcar. Decidí visitar el pueblo para estudiar a fondo las casas cueva debido a que las cuevas que se generaban naturalmente, habían sido habitadas en diferentes momentos de la historia, distintos yacimientos en estas cuevas han determinado las diversas épocas en las que se habitaron.

Como menciona Gregorio Lopez Sanz<sup>7</sup> un tipo de hábitat o función vinculada con algunas de las alquerías o caseríos islámicos son las cuevas-ventana o cuevas-granero fortificadas, excavadas en la parte media o alta de acantilados, en los que se abre a mitad de la pared vertical un hueco rectangular, con o sin ventana lateral o superior y unos huecos circulares en la base o a los laterales, que permitía instalar un sistema de andamiaje o poleas con los que subir los bienes a custodiar, habitualmente grano y otros productos agrícolas no perecederos, y a la persona encargada de su acomodo y distribución por la cueva excavada a pico en la roca.

<sup>6</sup> J.P. Loubes . << *Arquitectura subterránea. Aproximación a un hábitat natural*>>. Barcelona.

<sup>7</sup> Gregorio Lopez Sanz . << *Alcalá de Júcar Piedra, tierra agua y sus gentes*>>.

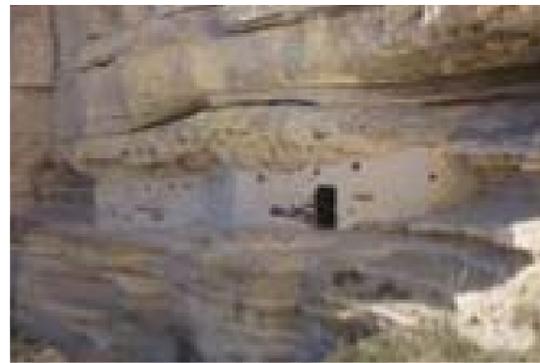


Figura 34. Cuevas centinella



Figura 34. Cuevas Alcalá de Júcar

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	6.6	7.4	10.1	12.4	15.9	20.4	23.8	23.7	20.5	15.3	10.6	7.5
Temperatura min. (°C)	1.9	2.4	4.4	6.8	10.2	14.2	17.2	17.2	14.3	9.6	5.3	2.8
Temperatura máx. (°C)	11.4	12.5	15.8	18.1	21.6	28.6	32.5	30.3	26.7	21	15.9	12.3
Temperatura media (°F)	43.9	45.3	50.2	54.3	60.6	68.7	74.8	74.7	68.9	59.5	51.1	45.5
Temperatura min. (°F)	35.4	36.3	39.9	44.2	50.4	57.6	63.0	63.0	57.7	49.3	41.5	37.0
Temperatura máx. (°F)	52.5	54.5	60.4	64.6	70.9	79.9	89.9	86.5	80.1	69.8	60.6	54.1
Preipitación (mm)	25	27	33	45	44	35	11	15	37	51	39	31

Figura 35. Tabla climática



Figura 36. Paraje de Alcalá de Júcar



Figura 37. Paraje de Alcalá de Júcar

### 2.1 Registro histórico de temperaturas

Las temperaturas de este municipio según climate-data 7 pueden variar hasta 17.2°C durante el año.

Como podemos apreciar en la figura 35, la temperatura media del mes más caluroso es de 23.8°C mientras que la temperatura media del mes más frío es de 6.6°C , no obstante el día de la visita de campo había una temperatura exterior entorno a los 33°C, como más adelante veremos.

Se trata de un clima suave, y bastante húmedo debido al paso del río Júcar.

## ALCALÁ DE JÚCAR TABLA CLIMÁTICA - DATOS HISTORICOS

### 1.3 Situación y descripción de la vivienda

La vivienda se encuentra en la ladera este del castillo, a esta accede por una pequeña puerta, junto a esa puerta se encuentra una pequeña ventana.

Lo primero que nos encontramos es un habitáculo en el cual se encuentra el hogar de la vivienda, esto debía funcionar de cocina y a la vez su función de calentar toda la vivienda.

Este habitáculo hace a su vez de distribuidor de la vivienda, según entramos nos encontramos con los tres dormitorios en las tres estancias, el techo tiene una altura inferior que el resto de la vivienda. En los dormitorios la altura no sobrepasa los 1.70 m de altura en el distribuidor tiene una altura de 2.05 m.

En este tipo de vivienda no se colocaban puertas, para así facilitar su ventilación debido a las pocas aperturas con el exterior. Según avanzamos en paralelo a la montaña encontramos otra estancia, que tiene función de sala de estar y de distribuidor, esta estancia tiene una pequeña ventana que sirve de iluminación y de ventilación. Esta estancia da a la habitación principal y tiene una salida al exterior, esta salida da a lo que en esta vivienda era el corral.



Figura 39. Casa cueva Alcalá de Júcar



Figura 40. Situación casa cueva Alcalá de Júcar



Figura 38. Casa cueva Alcalá de Júcar

### 1.4. Planimetría

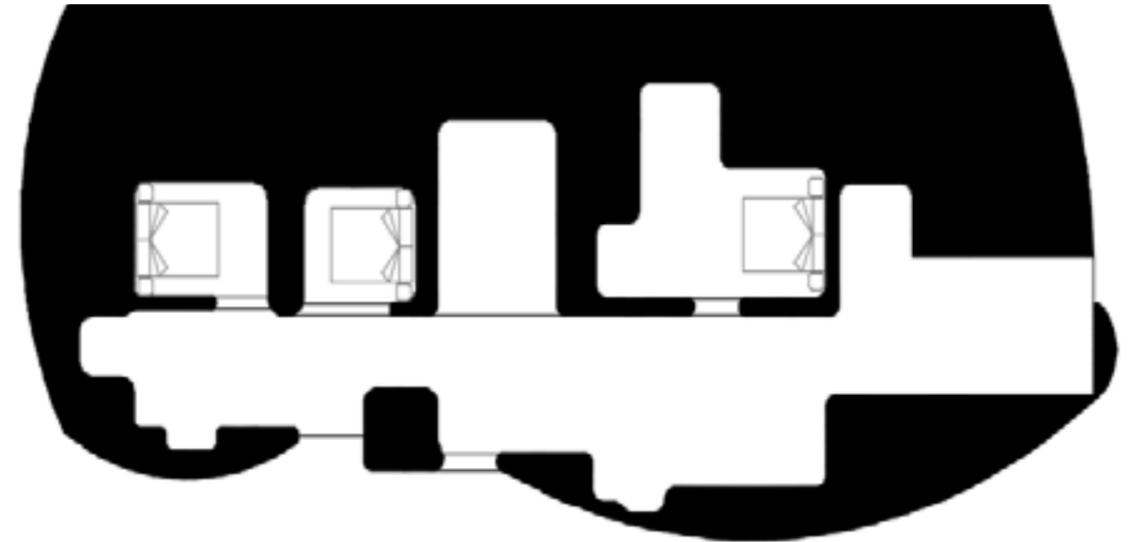


Figura 41. Casa cueva Alcalá de Júcar

### 1.5. Sistema de iluminación

Como podemos apreciar en el plano en esta vivienda está claramente separada la zona de día y la zona de noche. La zona de día actúa como zona de estar, comedor, cocina en un espacio bastante diáfano y paralelo a la ladera de la montaña, en esta zona de día incide luz natural.

En esta vivienda la iluminación procedente del exterior solo recaía en la zona de día.

### 1.6. Sistema de ventilación

La ventilación de esta vivienda se realiza por una ventilación cruzada, para facilitar esta ventilación no se colocaban puertas, se sustituían por las cortinas, debido a que estas dejan pasar más aire.



Figura 42. Casa cueva Alcalá de Júcar salida al corral

### 1.7. Toma de datos

Los materiales usados para esta medición fueron los siguientes. Un láser para acotar toda la vivienda. Figura 43. Y un termómetro el cual mide la temperatura y la humedad en el ambiente. Figura 44. El procedimiento para la toma de datos fue el siguiente, en primer lugar realicé una inspección visual de la vivienda. Tras esta inspección visual realice la planimetría a mano alzada, para posteriormente acotar toda la vivienda.

Una vez acotada tomé las temperaturas de todas las estancias.

La casa cueva se visitó el 22 de septiembre la temperatura interna tanto externa se tomó a las 14:00 h. La temperatura exterior era de unos 33° C.

A continuación relatamos las medidas obtenidas por estancias,

#### *Dormitorio*

Lectura 52.91 % de humedad y 25.93°C, es la estancia más pequeña con el techo más bajito y más cercano al hogar, y a la puerta de entrada a la vivienda.



Figura 45 . Toma de datos



Figura 43. Termómetro utilizado.



Figura 44. Láser

#### *Dormitorio 2*

Lectura 60.80 % de humedad y 22.49 °C de temperatura. Este dormitorio se encuentra justo en frente de la entrada, se trata de un dormitorio más pequeño que el anterior mencionado, pero con mayor altura.



Figura 46 . Toma de datos

#### *Dormitorio 3*

Lectura 67.02 % de humedad y 20.94 °C de temperatura. Este dormitorio es el principal cuenta con un apartado más metido en el terreno, donde está colocada la cuna. Este dormitorio es el más grande de todos.



Figura 47 . Toma de datos

#### *Recibidor estar comedor.*

Lectura 67.22 % de humedad y 21.52° de temperatura, esta temperatura se mantenía constante en su recorrido. Bajando décimas de grados. El recibidor tiene una altura media de 2.03 m



Figura 48 . Toma de datos

#### *Alacena y salida al corral*

Lectura 54,55% de humedad y 24.43°C de temperatura. Esta temperatura se mantenía también constante en el recorrido.



Figura 49 . Toma de datos

### Temperatura exterior.

Era de 31.45°C con una humedad de 39.66%.

### 1.8. Conclusiones previas

La temperatura media de la vivienda es de 23 °C mientras que la temperatura exterior es de 31.45°C como podemos observar la temperatura interna y externa varia en casi 10°C. La media de la humedad relativa en el ambiente es de 60.50 mientras que en el exterior es de 39.66 °C.

La temperatura y la humedad optima en verano es de 23- 25°C y una humedad 40-60% como podemos observar en condiciones de verano la cueva cumple con ambas condiciones.



Figura 50 Toma de datos

Estancia	Humedad (%)	T (°C)	L (m)	A (m)	h (m)	V (m <sup>3</sup> )
Dormitorio 1	52.91	25.93	3.11	2.14	1.65	10.98
Dormitorio 2	60.80	22.49	1.88	2.60	1.91	9.33
Dormitorio 3	67.02	20.94	4.31	4.44	1.69	32.34
Recibidor	67.22	21.52	12.76	2.56	2.05	66.96
Alacena	54.55	24.43	1.70	1.33	1.63	3.68

Figura 51 Tabla de resumen de datos obtenidos.

## 2. Paterna

El presente trabajo se centra en el análisis Bioclimático de las casas cueva situadas en Paterna. La casa cueva que se va a estudiar en adelante es la casa cueva tipo que se encuentra en las cuevas del Batán.

### 2.1 Tipología constructiva

La tipología constructiva que predomina en Paterna es la de casas cuevas generadas mediante sustracción tanto vertical como horizontal, mencionadas por J.P. Loubes<sup>6</sup>, las casas cueva de Paterna suelen distribuirse al rededor de un patio interior, aunque como en Alcalá de Júcar hay diferentes tipologías. En el presente trabajo se estudia La casa cueva del Batán se trata de un espacio cultural en el cual hay una reproducción de una vivienda de este tipo.

Paterna es un municipio de Valencia, que se encuentra a 5km de la capital, la extensión aproximada de Paterna es de unos 47 m<sup>2</sup>. Esta población tiene una altitud de 70 m sobre el nivel del mar. Decidí realizar el estudio de estas casas cueva debido a la cercanía.

El origen exacto de las casas cueva es incierto, muchos de los textos consultados datan estas cuevas de origen morisco.<sup>8</sup> El origen de las casas cueva en este municipio puede remontarse a finales del S XVIII, aunque no quede constancia de ello hasta el S XIX.

La construcción de estas cuevas surgen por una necesidad económica durante S XVIII y S XIX, en esa época Valencia y los municipios aledaños sufrieron un implemto de la población debido a la migración de población del interior de la península a la costa. Este tipo surgió como sistema constructivo debido a la facilidad de ejecución y su bajo coste. La mayoría

de las casas cueva que aún se encuentran en Paterna se encuentran en el caso urbano, de los cuales aún se conservan varios conjuntos. En el siglo XX más del 40 % de la población residía en estas cuevas. La población comenzó a mejorar su economía y a su vez a abandonar estas cuevas a finales de la década de los 50. Paterna llegó a contar hasta con 500 casas cuevas, divididas en 7 principales núcleos, estos núcleos eran los siguientes:

1. Zona de cuevas de la Torre
2. Zona de cuevas de Alborchí
3. Zona de cuevas Camino de Godella
4. Zona de cuevas del Palacio
5. Zona de cuevas Camino del Batán
6. Zona de cuevas Camino de la Mina
7. Zona de cuevas Camino Arrendad

Para la realización del trabajo, se han recopilado datos de los dos más grandes que de los cuales quedan varias casas cueva, que son las cuevas de la torre y las cuevas del Batán.

<sup>8</sup> "Notas para la historia de Paterna" de Rafael Alfonso Barbera (cronista de la villa), "Villa de Paterna. Historia y toponimia" de José Escrich Lázaro, así como el testimonio en primera persona de Mercedes Mesquida García (arqueóloga del municipio de Paterna durante 25 años), los cuales defienden que el origen de este tipo de vivienda no es morisco, por la inexistencia de pruebas que lo demuestren.

<sup>9</sup> Ernesto Manzanedo Llorente. Arqueólogo municipal. Director del Museo Municipal de Cerámica

Las cuevas de Paterna están situadas en la transición entre lo seco y la huerta aprovechando los desniveles propios del terreno.

Como hemos visto estas viviendas se distinguen dos tipologías, como menciona Ernesto Manzanedo Llorente<sup>9</sup>, las excavadas directamente en desnivel del terreno "coves afrontades", estas suelen tener un acceso desde la calle y varios huecos de ventilación e iluminación en fachada. Y por otro lado están las que se se excava un patio común para varias viviendas "cova enclotada", no tienen fachada al exterior. A estas se accede mediante una rampa.

### 2.1 Registro histórico de temperaturas

Las temperaturas de este municipio según climate-data pueden variar hasta 23 °C durante el año.

Como podemos apreciar en la figura 52, la temperatura media del mes más caluroso es de 29.1°C mientras que la temperatura media del mes más frío es de 6.4°C, no obstante el día de la visita de campo había una temperatura exterior entorno a los 30°C, como más adelante veremos.

### PATERNA TABLA CLIMÁTICA - DATOS HISTÓRICOS

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	10.8	10.8	13.2	18.1	18.1	21.8	24.8	24.9	22.7	18.8	14.1	11.4
Temperatura min. (°C)	6.4	6.0	8.3	10.4	13.6	17.2	20.2	20.7	18.2	13.0	9.8	7
Temperatura máx. (°C)	18.3	14.8	18.1	19.8	22.8	28.0	28.8	29.1	27.2	23.2	18.7	18.0
Temperatura media (°F)	51.4	51.4	55.8	64.6	64.6	71.2	76.6	76.8	72.9	65.3	57.4	52.5
Temperatura min. (°F)	43.5	44.4	46.9	50.7	56.5	63.0	68.4	69.3	64.8	57.0	49.3	44.6
Temperatura máx. (°F)	59.5	56.5	64.6	67.6	72.7	78.6	83.8	84.4	81.0	73.8	65.7	60.8
Precipitación (mm)	32	32	34	35	33	24	11	18	53	83	51	42

Figura 52. Tabla climática



Figura 53. Casas cueva de la torre



Figura 54 Casas cueva de la torre

### 2.3 Situación y descripción de la vivienda

La vivienda se encuentra en el núcleo conformado por viviendas casas cueva aún existente denominado Cuevas del Batán a esta accede por una puerta, junto a esa puerta se encuentra una pequeña ventana.

Debemos tener en cuenta que esta reproducción de casa cueva no es exactamente como se habitaban, debido a que es parte de un museo del ayuntamiento, no obstante se han obtenido diferentes planimetrías de las casas cueva de la torre, realizadas por el arquitecto municipal de Paterna J.H. Garrido Pérez<sup>10</sup>, que más adelante podremos observar con detenimiento. Figura 56 y 57

Para realizar este trabajo se re interpreta esta vivienda-museo, y se adjunta la planimetría de este. En este museo, en la zona visible se encuentran unidas al menos tres casa cueva, la que describimos ahora se trata del ejemplo que nos propone el ayuntamiento de como se habitaban estas cuevas. En la figura 58 observamos la división del espacio cultural definiendo las cuevas que se han unido para generar este espacio.

Hay que recordar que partir de 1960 la población que se recupera económicamente comienza a ocupar nuevos pisos, modernos y nuevos, dentro del término municipal comenzando de este modo el abandono de las cuevas. Hasta esta fecha el número de cuevas datado por algunos libros es de 1600 aproximadamente, pero a partir de estos años, las cuevas comienzan a encontrarse en un estado pésimo de conservación. Muchas

de ellas ya son propiedad del ayuntamiento, el cual las está rehabilitando y utilizando como bien cultural. Muchas de las casas cueva que aún quedan en propiedad se encuentran prácticamente en estado ruinoso. En el caso de este trabajo se estudian estas cuevas. Debido a la posibilidad de visitar con frecuencia el lugar.

Como se aprovechaban los desniveles del terreno para poder acceder a estas casas cueva se realiza mediante unas escaleras, estas escaleras dan a una pequeña plaza.

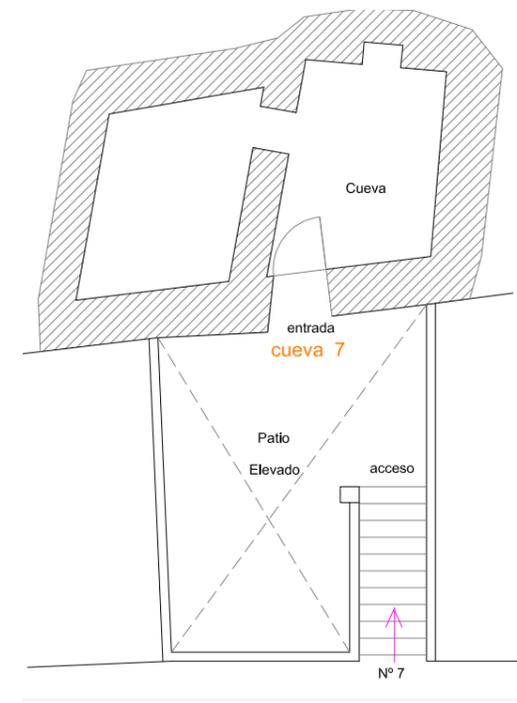


Figura 55 Situación casa cueva Paterna

<sup>8</sup> J.H. Garrido Pérez Arquitecto municipal Paterna

### 2.4. Planimetría

#### 2.4.1 Casas cueva de la torre



Como podemos observar en la figura 56 planimetría realizada por J. H Garrido Pérez<sup>9</sup>, se trata de una tipología simple, es decir la casa cueva cuenta con un solo acceso con dos salas, el tamaño de esta vivienda es de 63 m<sup>2</sup>, probablemente la habitación era la sala que vemos a la izquierda de la imagen, y el salón comedor cocina era la estancia que se encuentra al entrar.

En la figura 57 observamos que se trata de una cueva mucho más amplia y completa. A esta se accede igual que la anterior, mediante un patio el cual tiene una escalera para acceder a este, esta vivienda por su amplitud necesita más iluminación y ventilación por eso se crea otro patio al extremo de esta.



Figura 56 y 57 Planimetría realizada por J.H. Garrido Pérez

<sup>9</sup> J.H. Garrido Pérez Arquitecto municipal Paterna

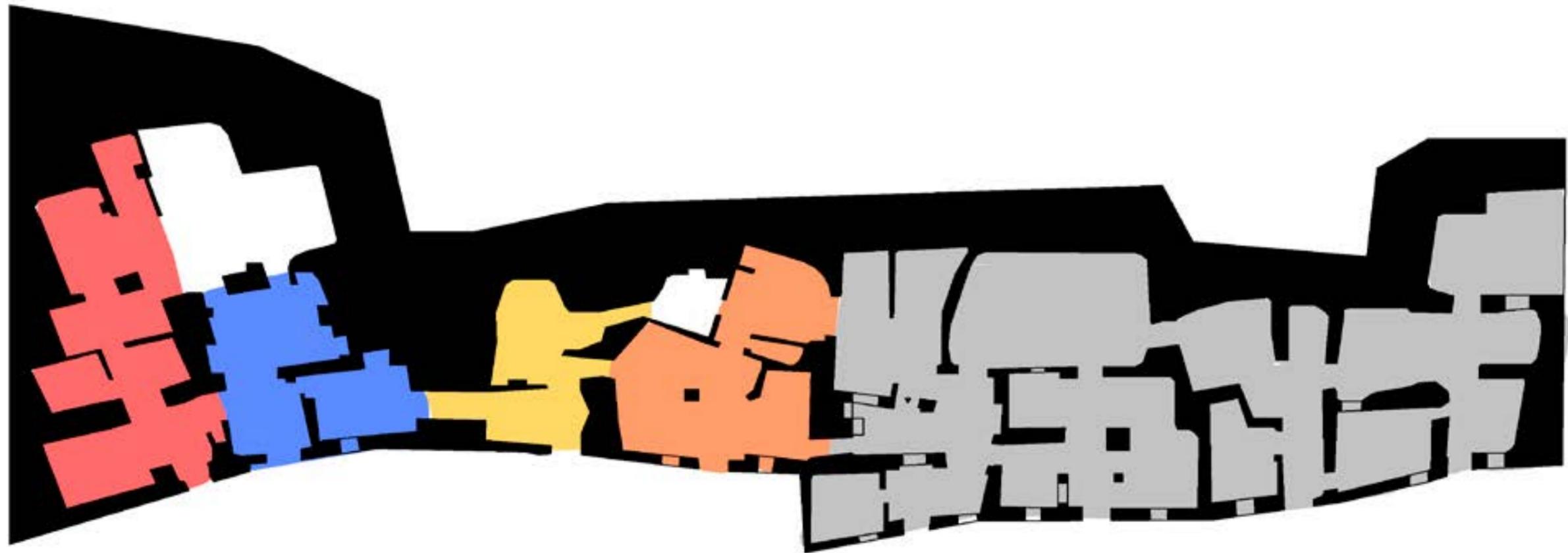
### 2.4.2 Casas cueva del Batán

Este espacio cultural creado por el ayuntamiento de Paterna cuenta con varias casas cueva unidas entre sí, a las cuales se accede mediante unas escaleras que dan a una plaza bastante amplia. Este espacio cultural, en la zona visible tiene cuatro accesos desde el exterior, por lo que se entiende que eran cuatro casas

cueva independientes. Todos estos accesos a su vez cuentan con una o dos ventanas hacía el exterior. La mayoría de estas casas cueva cuentan con patio interior, bien suyo propio o compartido con otra casa cueva, en el caso de la vivienda que vamos a estudiar, la cual es la que el ayuntamiento ha querido

recrear el como se vivía en estas tipologías. Es la zona marcada en azul vivienda 2. Por los diferentes planos cedidos por el ayuntamiento de paterna, de las cuevas que aún quedan habitadas y la reproducción de la visitada podemos analizar la vivienda. Durante la visita se han recogido diversos datos por un lado

se realizó una planimetría in situ de la zona señalada en azul, para poder estudiar los volúmenes de la vivienda, se realizaron mediciones de alturas. Y también se procedió a medir temperaturas tanto las aéreas como la temperatura de superficies en varias zonas. Como más adelante veremos.



- Vivienda 1
- Vivienda 2
- Vivienda 3
- Vivienda 5
- Zona no visitable

Figura 58 Planimetría fuente propia, coves del Batá, Paterna

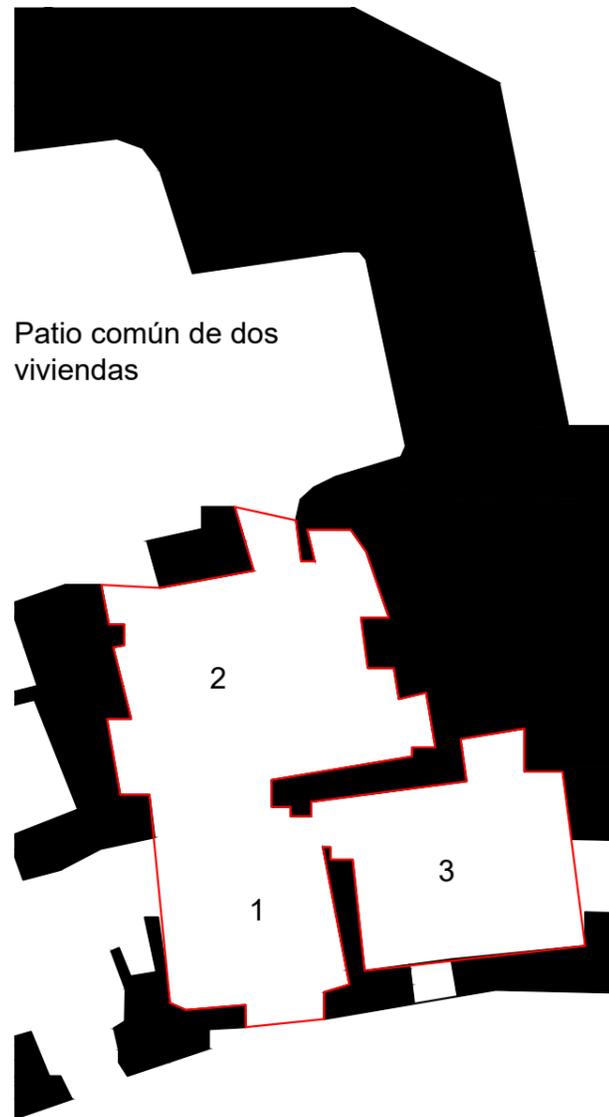


Figura 59 Planimetría fuente propia, coves del Batá, Paterna



Figura 60 coves del Batá, Paterna

## Vivienda 2

La vivienda que nos ocupa en el presente trabajo, se trata la tipología constructiva de sustracción, como hemos comentado al inicio del apartado.

Esta vivienda que cuenta con un acceso, por el cual se entra a una especie de distribuidor en la figura corresponde al número 1, este según entramos de frente nos encontramos la cocina, comedor-salón en la figura corresponde al número 2, es decir la zona de día donde se realizaba la vida en estas tipologías.

Este espacio tiene dos aperturas hacia un patio interior, en este patio se encontraba "el aseo" y la zona de tender. La habitación se encuentra al lado del acceso en la figura corresponde al número 3, esta habitación tiene ventilación al exterior. Las cuevas no tienen ninguna puerta en su interior para facilitar la ventilación, se solían colocar cortinas gruesas para protegerse del frío.

Esta vivienda está conectada a las otras dos aledañas, esto podría estar de origen si ambas viviendas pertenecían a la misma familia era común que las acabarían conectando a través de un pasillo o túnel, por su interior. No sabemos exactamente si la vivienda ocupa solo la parte bordeada en rojo o formaba parte de una vivienda más grande con dos accesos, de cualquier modo se estudia la temperatura de las 3 viviendas, debido a que la temperatura de las zonas es bastante similar en las tres viviendas.

Contando el patio interior esta vivienda cuenta con una superficie de  $41 \text{ m}^2 + 32 \text{ m}^2$  de patio nos da un total de superficie de  $73 \text{ m}^2$ . A continuación se detallará un plano acotado para observar los volúmenes de la vivienda objeto de estudio.

## 2.5. Sistema de iluminación

En la vivienda que es objeto de estudio como podemos apreciar en el plano que la vivienda está claramente separada la zona de día y la zona de noche. La zona de día actúa como zona de estar, comedor, cocina en un espacio bastante diáfano esta se encuentra iluminada mediante un gran patio interior en esta zona de día incide luz natural. Esta estancia tiene dos aperturas a este gran patio interior, como hemos comentado anteriormente no sabemos en este caso si este patio se compartía con la vivienda colindante, este patio tiene una dimensión de  $32 \text{ m}^2$  con agujero de dimensión  $2.5 \times 2 \text{ m}$ . En la zona de noche se encuentra una pequeña ventana que da al exterior de fachada.

## 2.6. Sistema de ventilación

La ventilación de esta vivienda se realiza por una ventilación cruzada. Esta vivienda tiene dos huecos a fachada, uno es la puerta de acceso y el otro se encuentra en el dormitorio que se trata de una ventana de pequeñas dimensiones, y cuenta con un patio interior de grandes dimensiones. Para facilitar esta ventilación no se colocaban puertas, se sustituían por las cortinas, debido a que estas dejan pasar el aire y estas a su vez dan privacidad y protegen del frío. Las viviendas también cuentan con ciertas chimeneas que dan al exterior algunas de ellas son los hogares de las viviendas, pero como hemos observado también servían como sistema de ventilación natural. Hoy en día en muchas de ellas se encuentran instalados aparatos de ventilación forzada.



Figura 61 Patio interior casa cueva



Figura 62 Interior casa cueva

## 2.7. Toma de datos

Los materiales usados para esta medición fueron los siguientes. Un láser para acotar toda la vivienda. Figura 63. Un termómetro el cual mide la temperatura y la humedad en el ambiente. Figura 64. Y por último un termómetro láser para medir la temperatura en superficies. Figura 65.

El procedimiento para la toma de datos fue el siguiente, en primer lugar realicé una inspección visual de la vivienda. Tras esta inspección visual realice la planimetría a mano alzada, para posteriormente acotar toda la vivienda.

Una vez acotada tomé las temperaturas de todas las estancias. Y posteriormente se hizo un análisis exhaustivo de la temperatura de las paredes, suelos y techos de las diferentes estancias.

La casa cueva se visitó varias veces a lo largo del tiempo, la temperatura externa más elevada se registro el día 24 de octubre se tomó a las 14:00 h. La temperatura exterior era de unos 30° C.



Figura 65. Termómetro láser



Figura 63. Termómetro utilizado.



Figura 64. Láser

## Planimetría

Como esta vivienda se estudia en detalle, la vivienda en la siguiente figura queda completamente acotada, incluyendo las alturas, superficies y volúmenes de esta. Para facilitar la comprensión de los datos recogidos.

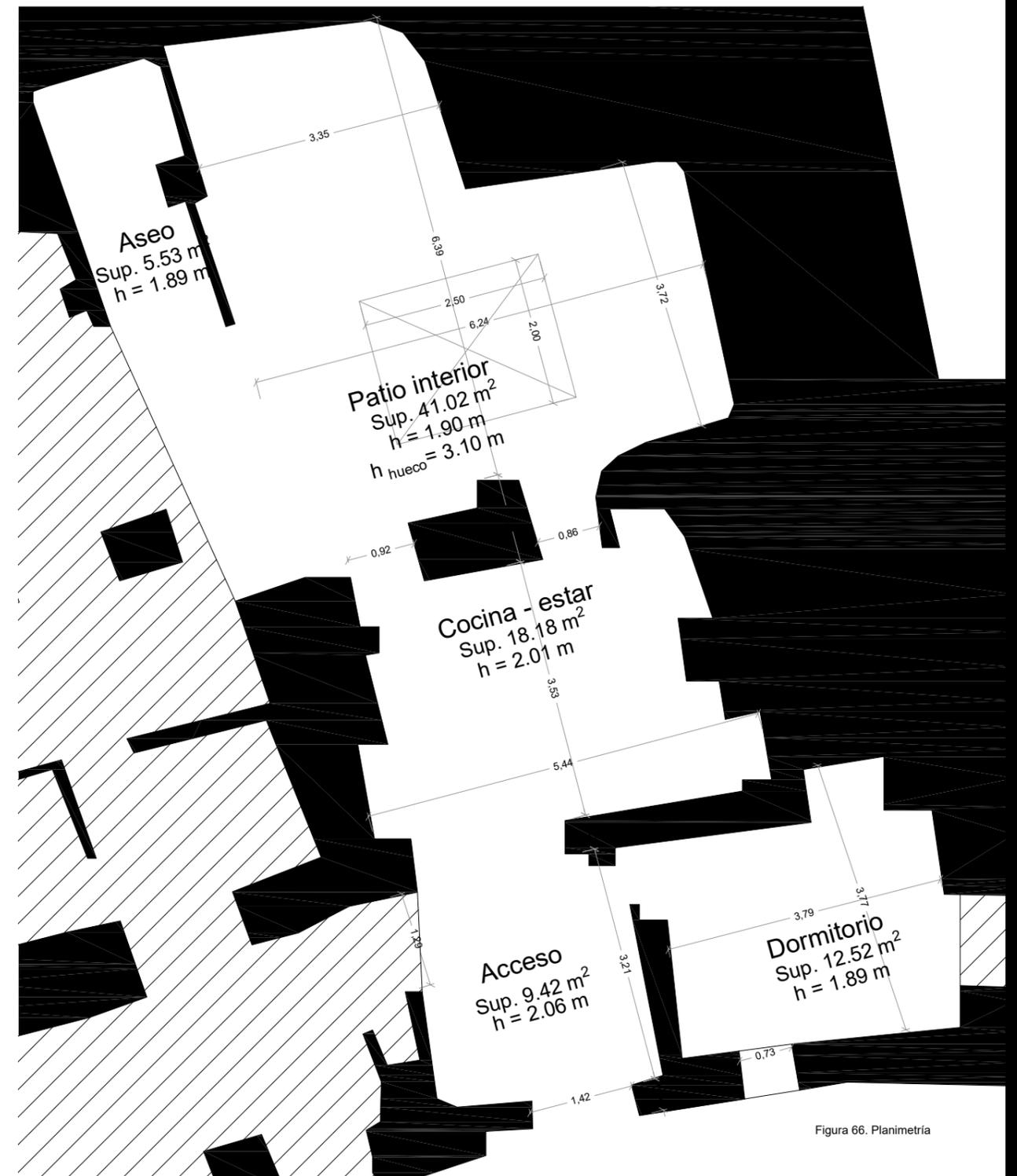


Figura 66. Planimetría

Las temperaturas que se muestran a continuación se han tomado el día 24 de octubre de 2020 que es cuando se registró la temperatura exterior más elevada de todas las visitas. La medición se realiza entre las 13:00 y 14:00 h

### Acceso

Lectura 54.84 % de humedad y 22.16 °C de temperatura. Este acceso cuenta con la mayor altura de la vivienda como podemos observar es de 2.06 m, para acceder a la vivienda hay 3 escalones de acceso.



Figura 67

### Comedor cocina

Lectura 51.52 % de humedad y 23.36 °C de temperatura. Esta parte de la vivienda tiene una mayor ventilación debido al patio interior. La altura de la estancia es similar a la del acceso.



Figura 68

### Aseo

Lectura 50.53 % de humedad y 23.62 °C de temperatura. El aseo cuenta con la altura más bajita de la vivienda y esta situado en el patio interior



Figura 69

### Habitación

Lectura 48.75 % de humedad y 23.94 °C de temperatura. La habitación tiene un hueco en fachada.



Figura 70

### Temperatura del ambiente exterior

La lectura como ya hemos mencionado pertenece al 24 de Octubre de 2020.

Lectura 64.48 % de humedad y 30.00°C de temperatura. Esta parte de la vivienda tiene una mayor ventilación debido al patio interior.



A continuación se muestran las temperaturas de los elementos constructivos es decir, de las paredes, de los techos y los suelos.

Se toman datos del muro de fachada tanto en el interior como el exterior. Se toman varias muestras de temperatura de los muros divisorios de la vivienda los cuales, tienen una temperatura bastante constante. También se toman datos del suelo, aunque en este los datos son bastantes desvirtuados de como se vivía antes debido a que ahora se encuentra con un nuevo pavimento Pero nos sirve para el estudio del comportamiento de estas viviendas en la actualidad.

Por último se toman medidas del techo, debido a que el espesor de este es superior al metro de longitud.

### Temperaturas del muro exterior tanto interna como externa

#### Interna

Lectura 21.3 °C de temperatura. El espesor de este muro es de unos 70 cm



Figura 71

#### Externa

Lectura 27.3 °C de temperatura. El espesor de este muro es de unos 70 cm



Figura 72

### Particiones interiores

Lectura 20.6 °C de temperatura. Estos muros a pesar de que variaban en espesor tenían una temperatura constante de entre 21°C y 19° C. Se opta por mostrar la temperatura media que más daba.



Figura 73

### Suelo

Lectura 21.3 °C de temperatura. Casi todo el pavimento se encontraba a una temperatura similar, como en el caso anterior, se coge la que mas se registra.



Figura 74

### Techo

Lectura 20.6 °C de temperatura. Estos techos cuentan con un gran espesor aproximadamente 1 m, y se coge la temperatura que más se registra.



Figura 75

Como podemos observar en la siguiente tabla resumen, la temperatura media de la vivienda es de 23,32 °C mientras que la temperatura exterior es de 30° C como podemos observar la temperatura interna y externa varia en casi 10°C. La media de la humedad relativa en el ambiente es de 51.29% mientras que en el exterior es de 64.65%

La temperatura y la humedad optima es de 23- 25°C y una humedad 40-60% .

Estancia	Humedad (%)	T (°c)	Superficie (m)	h (m)	V (m³)
Acceso	54.84	22.16	9.42	2.06	19.40
Comedor cocina	51.52	23.36	18.18	2.01	36.36
Aseo	50.53	23.62	5.53	1.89	10.45
Habitación	48.75	23.94	12.52	1.89	23.66
Patio interior	50.85	23.53	41.02	1.90	77.93

# 5

CONCLUSIONES

## 1. Introducción a criterios bioclimáticos.

Tras las visitas de campo, y el análisis de los resultados obtenidos, para sacar conclusiones, lo primero daremos un breve repaso sobre lo que es la arquitectura bioclimática y las prestaciones que tienen estas casa cueva, en función de la bioconstrucción. Por un lado sacaremos las ventajas y por otros los inconvenientes de esta tipología. Más adelante se sacara una conclusión definitiva sobre esto.

### Recorrido de la arquitectura bioclimática a lo largo de la historia

El ser humano siempre se ha aliado con la naturaleza para encontrar cobijo como bien definíamos al inicio del presente trabajo. Durante muchos años habitó en cuevas. A lo largo de la historia numerosos pueblos y culturas se han aprovechado del entorno natural para integrar sus construcciones a parte de los mencionados durante el trabajo como arquitectura excavada, había otros que aprovechaban no solo los recursos si no la sabiduría a la hora de realizar las viviendas como por ejemplo los griegos estos eran bien conocedores de la importancia de una buena orientación y soleamiento. Sócrates<sup>11</sup> fue el primero en anticipar cómo debían diseñarse las casas, en el siglo V a.C.: "(...) es más agradable tener la casa fresca en verano y cálida en invierno" El mismo llegó a poner estos conocimientos en práctica. No solo los grandes pensadores eran conocedores de estas ventajas. En la antigua Grecia los griegos tenían el acceso a la luz solar como derecho legal. Actualmente una de las técnicas más empleadas de la arquitectura bioclimática es la tecnología solar pasiva, la cual

ya eran conocedores y utilizaban los griegos hace más de 2500 años. Establecía que las casas a norte fueran más bajas para evitar que penetre el viento de tramontana y las que dan a sur debían tener dos alturas para que el sol no quede oculto en el invierno. Olinto fue la primera ciudad que se puede considerar la primera ciudad solar, tenía siete calles orientadas norte a sur (7 m) cruzadas cada 35 m por calles perpendiculares (de 5m) de este a oeste.

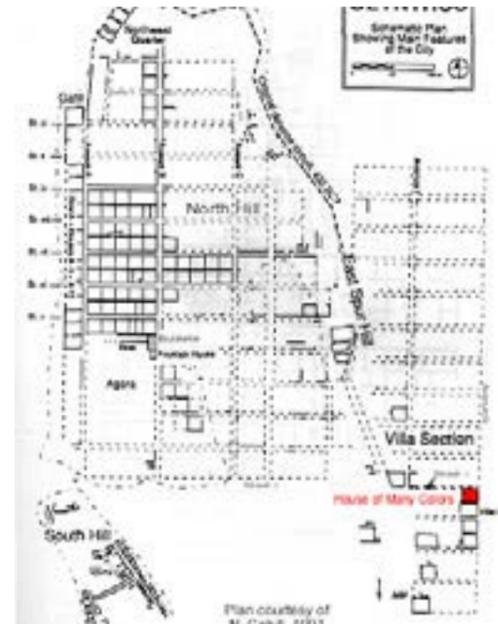


Figura 76

Más adelante también el reconocido arquitecto Vitruvio<sup>12</sup> señalaba "Por medio del arte se deben paliar las incomodidades que provoca la misma naturaleza. De igual modo se irán adaptando las construcciones en otras regiones, siempre en relación con sus climas diversos y con su

<sup>11</sup> Sócrates Filósofo Griego de los tres más importantes de la historia. Cita.

<sup>12</sup> Vitruvio arquitecto, escritor e ingeniero romano que vivió en el S 1 aC. Cita

latitud". Los romanos se vieron obligados a aprovechar la energía solar debido a la escasez de leña y de bosques.

Edwin Chadwick<sup>13</sup> en el S XIX presentó un estudio de las condiciones en las que vivían los obreros británicos, en este análisis se dio por precarias e insalubres las condiciones en las que vivían y se inició un movimiento para la construcción de viviendas saludables y soleadas. Se comenzaron a construir las primeras ciudades - jardín.

Durante el S XX esta preocupación por crear viviendas, quedó reflejada con numerosos arquitectos de gran importancia.

Como por ejemplo Le Corbusier<sup>14</sup> este empezó a analizar el asoleamiento de forma exhaustiva dejándolo reflejado en múltiples bocetos.



Figura 79 Casa diseñada por los hermanos Keck,

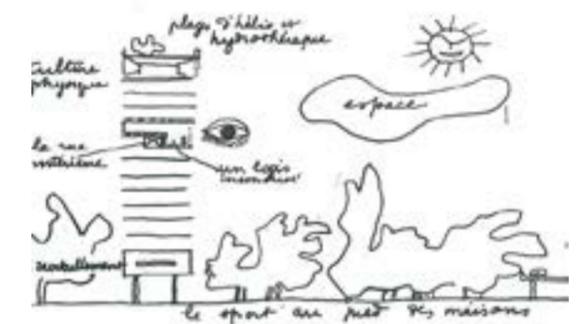


Figura 77

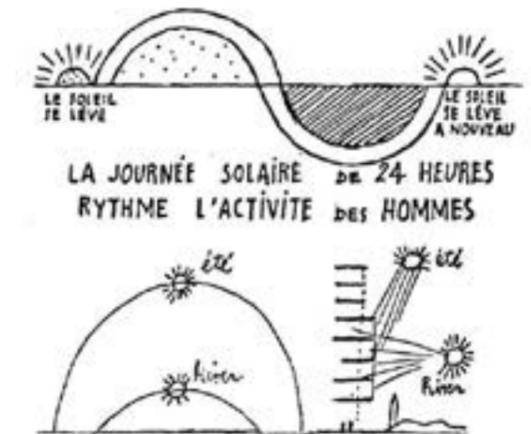


Figura 78

En 1960 en occidente comenzó la conciencia social de cuidar el medio ambiente por lo que surgió el concepto de casa ecológica, con la publicación del libro de James Lovelock<sup>15</sup>: "Gaia: una nueva visión de la Vida sobre la Tierra". Con este comienzo de la casa ecológica se empezó a estudiar primero el entorno antes de comenzar la construcción, dando importancia a la orientación, el entorno, el clima. etc.

<sup>13</sup> Edwin Chadwick Reformista social ingles

<sup>14</sup> Le Corbusier, arquitecto modernista, pintor, escultor.

<sup>15</sup> James Lovelock científico independiente, meteorólogo, escritor, inventor.

## 2. Pautas de un análisis bioclimático

Para conformar un buen análisis bioclimático deberemos obtener diferentes datos climáticos y de entorno. En diversas bibliografías podemos encontrar estos parámetros.

### Análisis del lugar

#### Climatología

Lo primero que debemos hacer es estudiar la climatología del lugar. Podemos usar herramientas como el climatedate para observar los máximos y mínimos históricos. Existen diversas fuentes oficiales para obtener estos datos.

#### Orientación

Como hemos mencionado anteriormente diversas culturas utilizaban esta técnica. Esta tiene una gran importancia en el comportamiento de la vivienda, y conseguir el ahorro energético deseado, en el hemisferio Norte conviene estar orientados a Sur.

#### Asoleamiento

Le corbuiet ya estudiaba mucho el asoleamiento. La radiación solar puede aprovecharse de diversas formas, para el calentamiento pasivo, calentamiento activo, (estos dos aprovechamientos se llevan haciendo durante siglos) y para el aprovechamiento de energía fotovoltaica, gracias a las placas solares. Para la colocación de estos paneles debemos estudiar su posición donde no haya obstáculos para hacerles sombra. Para la posición de la vivienda hay que tener en cuenta el sol tanto en verano como en invierno, debido a que en verano debemos

huir un poco de la incidencia de este.

#### El viento

Debemos huir del viento dominante en invierno y a su vez en verano conviene aprovechar las brisas naturales para favorecer la ventilación. Para evitar estos vientos molestos en invierno se pueden diseñar elementos que nos protejan de estos.

#### La topografía

Es importante estudiar las pendientes estos influyen en la dirección de los vientos. También influyen sobre el curso de las aguas durante las lluvias.

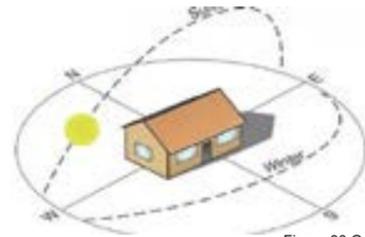


Figura 80. Orientación

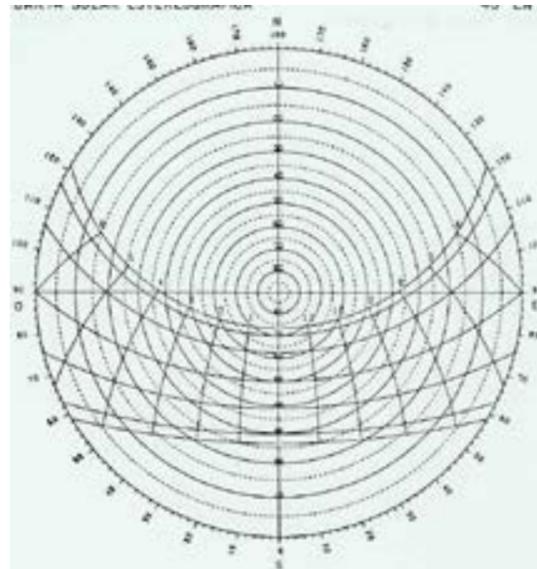


Figura 81. Carta solar

Este apartado toma más importancia en el presente trabajo, debido a que para una vivienda excavada la topografía resulta fundamental.

#### Las vistas

Normalmente construimos las ventanas pensando en la vista que más nos gusta, debemos contemplar el echo de abrir ventanas en otras visuales aunque sean menos agradables a la vista.

#### Vegetación

La vegetación tiene una gran importancia en la arquitectura bioclimática, nos protegen de los vientos fríos, son una buena barrera acústica y de soleamiento.

#### El agua

La presencia próxima de agua puede influir en el clima de la zona. Los lagos y ríos atraen aire frío y el océano puede atraer brisas y temporales. El agua subterránea también puede ocasionar un elevado coste en cuanto a impermeabilización. Se puede almacenar el agua de lluvia para emplearla en el riego.

#### Las construcciones adyacentes

Observaremos la posición, las alturas, su agrupación para ver si estos nos protegen de los vientos o nos dan sombra.

Una vez realizado este análisis previo del entorno se procederá a la recopilación de estrategias. Cuanto más información se recopile del entorno mejor se podrá introducir la construcción bioclimática.

## Estrategias bioclimáticas

Aunque para el trabajo que nos ocupa, estas estrategias la deberemos analizar con lo existente para la creación de una vivienda bioclimática hay realizar un estudio completo para ello hay que tener en cuenta las siguientes estrategias. Tras consultar numerosas bibliografías se seleccionan la siguientes estrategias que las cuales son mas comunes.

### Aislamiento térmico

Es una de las mejores herramientas de la actualidad, debido a la cantidad de nuevos materiales los cuales son más eficientes. También adquieren gran importancia los huecos, las puertas y puentes térmicos.

El calor siempre va del lugar caliente al frío por donde menos resistencia encuentre. Estas estrategias bioclimáticas son muy importantes en invierno y sobre todo en climas fríos.

### Orientación

Dentro de las estrategias debemos incluir la buena orientación. Esta toma gran importancia, debido a que una buena orientación puede ahorrar mucha energía.

### Inercia térmica

Las construcciones con una buena inercia térmica mantienen una temperatura interior más estable, mejorando la eficiencia energética. La inercia térmica depende de la masa, del calor específico de los materiales y del coeficiente de conductividad térmica.

### Pozos canadienses

También llamados sistemas de climatización geotérmica. Conformados por tuberías en el subsuelo que sirven de inercia térmica para templar el aire del interior de la vivienda, debido a que la temperatura del suelo tiene una temperatura constante durante todo el año, esta temperatura está entorno a los 18°C. La profundidad a la que se mantiene esta temperatura constante es a los 2 m. Este sistema funciona igual en condiciones de verano como de invierno.W

### Cubierta ajardinada

Se trata de realizar una cubierta con manto vegetal dependiendo del espesor pueden ser intensivas con un espesor superior a 10 cm y extensivas si este espesor es menor a 10 cm. Esta estrategia es muy recomendable debido a que una cubierta de estas características nos protege de la radiación solar, es un excelente aislante acústico e impermeabilizante, a esto debemos sumarle que mejora la calidad del aire del entorno.

### Cubierta inundada

Tiene características similares a la cubierta vegetal pero con la diferencia de que esta estrategia está más destinada a almacenar, transportar y ceder energía del agua y su inercia térmica.

### Ventilación nocturna

Esta estrategia consiste en aprovechar el aire exterior para refrigerar un espacio. Su uso es bastante útil porque reduce el consumo de energía.

### Enfriamiento evaporativo

También denominado adiabático consiste, este sistema usan el agua como elemento refrigerante. La evaporación de agua reduce la temperatura del ambiente circundante. Su funcionamiento es el mismo que usa el cuerpo humano con el sudor, evapora la humedad asegurando el enfriamiento.

### Doble piel

Es el diseño de la envolvente con doble piel, estas dos capas serán continuas y ventiladas. la capa exterior es la que servirá de brisoleil para la capa interior.

Se han mencionado las estrategias más utilizadas, cada vez salen sistemas más avanzados para construir viviendas más eficientes, de echo la normativa española el CTE ha generado un nuevo documento sobre el ahorro energético.

En el presente trabajo se realiza el análisis bioclimático de la casa cueva que está situado en las cuevas del Batán

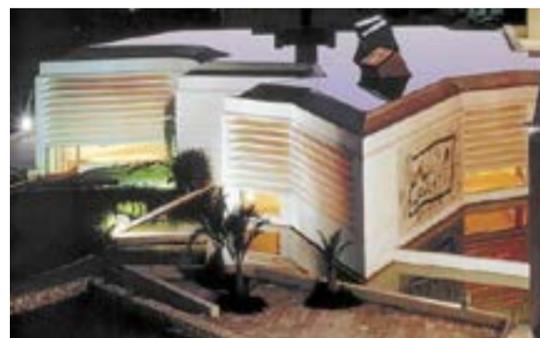


Figura 82. Fundación Miró

## 3. Análisis bioclimático de las casas cueva de Paterna

### Clima

En primer lugar estudiamos el clima de Paterna, como hemos mencionado anteriormente en el presente trabajo hemos extraído los datos históricos del clima y hemos observado que se trata de un clima templado con unas máximas de 29.1°C y unas mínimas de 6.4 °C

### Orientación

La fachada de la vivienda está situada a Sur Oeste, en esta se encuentran dos aperturas tanto la puerta de acceso como la ventana de la habitación.

### Asoleamiento

Con la orientación suroeste que tiene la vivienda quiere decir que en los meses de invierno tendremos radiación directa, desde el mediodía hasta anochecer. En verano captaremos rayos del sol a partir de mediodía pero luego el sol está vertical. Esto puede perjudicar por excesivo calentamiento de la vivienda, aunque no es el caso como veremos más adelante. Esta tipología se encuentra en fachada completamente pintada de blanco para favorecer el reflejo de los rayos solares en verano.

### El viento

Como podemos observar en la figura 84 el viento en la dirección de la orientación no es muy elevado. Estos datos se han sacado de meteoblue, y nos dice el gráfico que como mucho soplan vientos de 38 km/h una media de 2 h al año.



Figura 83. Plano situación

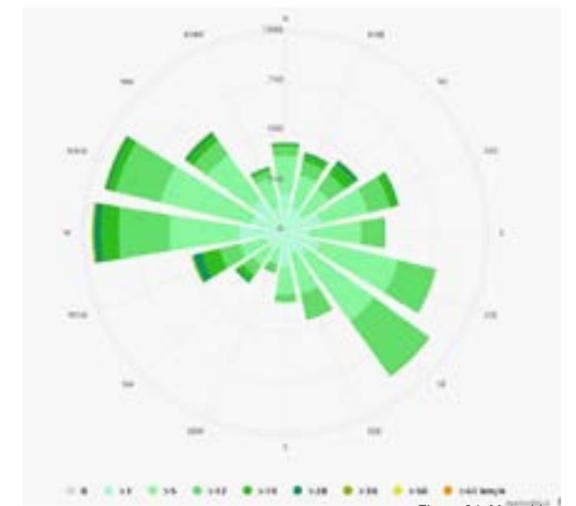


Figura 84. Meteoblue

### La topografía

En este caso las cuevas aprovechan esta ventaja que les da la naturaleza como hemos visto anteriormente.

### Las vistas

El caso de las casas cueva no se tienen para nada en cuenta. Debido a que priman otras prioridades.

### *Vegetación*

En este caso se mantiene en muchas de las casas cuevas, tanto el entorno como la cubierta con mucha vegetación.

### *Las construcciones adyacentes*

Se tiene especialmente cuidado, debido a que al construir la propia vivienda cueva aledañas para no dañar mediante la construcción de la cueva. Las casas cueva aprovechaban la orografía del terreno para ubicarse.

Las estrategias planteadas en esta vivienda son las siguientes:

### **La orientación**

Debido a su buena orientación para un clima templado hace que las temperaturas dentro de la vivienda sean agradables tanto en verano como en invierno.

### **La inercia térmica**

Estas construcciones tienen unos muros de espesor de más de 70 cm de espesor, al tener tanto espesor de material hace que este tenga una buena inercia térmica.

### **La cubierta vegetal**

Normalmente estas viviendas tienen una cubierta de manto vegetal, pero todo depende de la orografía del terreno.

### **Ventilación**

La buena ventilación de estas viviendas hace que la temperatura interior sea bastante constante tanto en verano como en invierno.

## **5. Conclusiones finales**

Como hemos podido observar a lo largo de todo el trabajo, hemos estudiado in situ las temperaturas de dos viviendas cueva.

En ambos casos el clima del lugar es muy similar, las temperaturas máximas históricas oscilan entre los 29 y los 30 °C y las temperaturas mínimas entre 6 y 7 °C.

La parte positiva de esta tipología constructiva es la siguiente:

Por lo que hemos observado en las dos viviendas la temperatura interna y externa era aproximadamente de 10 °C menos que la temperatura exterior en condiciones de verano.

Estas viviendas tienen varias estrategias bioclimáticas como son las mencionadas anteriormente como la orientación, la inercia térmica, la cubierta vegetal y la ventilación. Esto ayuda al buen comportamiento de estas viviendas frente a las inclemencias meteorológicas.

El confort térmico que se obtiene aplicando estas estrategias es muy notable.

La parte negativa de esta tipología constructiva sería la siguiente:

No todas las estancias tienen luz natural y por consecuencia no tienen vistas al exterior. Cabe destacar que esta vivienda hoy en día no cumpliría con el Código Técnico de la Edificación debido a estas carencias. Sin embargo puede que cumpliera perfectamente con las condiciones de ahorro energético.

Cabe destacar que actualmente se está volviendo a resurgir por su buen com-

portamiento frente al ahorro energético, las viviendas estudiadas en el presente proyecto, tienen casi 200 años de antigüedad y como hemos visto estas últimas de Paterna surgieron como una necesidad de tener un techo donde vivir. En la actualidad se sigue proyectando esta tipología con mucho éxito, debemos recordar que la vivienda al encontrarse insertada en el terreno gana mucha inercia térmica y esto le ayuda a un mejor comportamiento de ahorro energético. Además otra de las grandes ventajas que tiene la arquitectura excavada es que apenas ocupas en superficie y puedes aprovechar la cubierta para mejorar no solo las condiciones térmicas de la casa si no para mejorar la calidad del aire de alrededor.

Esta nueva arquitectura excava si posee la iluminación de todas las estancias, por lo que esa desventaja mencionada, con una casa cueva moderna no ocurriría.

La arquitectura excavada muchas veces menospreciada nos permite crear una arquitectura poco invasiva con el entorno, esta tipología se adapta a él y se fusiona con la naturaleza, como bien he mencionado al inicio del presente trabajo, las casas cueva es la tipología constructiva para reconciliarnos con esta.

## BIBLIOGRAFÍA DOCUMENTAL

### LIBROS

J.P. LOUBES . *Arquitectura subterránea. Aproximación a un hábitat natural.* Barcelona.

DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO ESPASA  
Isbn 84-239-5921 – X (Tomo I)

GRAN ENCICLOPEDIA TEMÁTICA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA. GEOGRAFÍA. EDITORIAL PRENSA VALENCIANA. 2009. *Coves de Paterna.*

VV. AA. (1986). ARQUEOLOGÍA DE LAS CIUDADES PERDIDAS. PAMPLONA: SALVAT. pp. 456-460. ISBN 84-7137-899-X.

### PÁGINAS WEB

ARIAS, JONATHAN (2017) BLOG AVENTURA DEL DRAGÓN. *Alcalá de Júcar y sus casas cueva.* [En línea]:<<https://laaventuradeldragon.blogspot.com/2017/05/alcala-del-jucar-casas-cueva.html>> [Consulta: 15 de julio de 2020].

BLOG ANIMALES VIAJEROS.(2019) *Diez monumentos imprescindibles en petra* [En línea]:<<https://animalesviajeros.es/10-monumentos-imprescindibles-en-petra/>> [Consulta: 15 de mayo de 2020].

BLOG DESTINO INFINITO.(2018) *Diez monumentos imprescindibles en petra* [En línea]:<<https://destinoinfinito.com/yaodong/>> [Consulta: 5 de julio de 2020].

GARCÍA, JENNIFER (2016) BLOG CLUB RURAL . *Diez monumentos imprescindibles en petra* [En línea]:<<https://www.clubrural.com/blog/guadix-capital-europea-de-las-cuevas/>> [Consulta: 15 de mayo de 2020].

HISTORIC ENVIROMENT SCTOLAND. HISTORIC SCOTLAND ALBA AOSMHOR. *Skara Brae* [En línea]: < <https://www.historicenvironment.scot/visit-a-place/places/skara-brae/history/>> [Consulta: 29 de mayo de 2020].

LÓPEZ SANZ, GREGORIO. INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES “DON JUAN MANUEL” EXCMA DIPUTACIÓN DE ALBACETE. *Alcalá de Júcar Piedra, tierra agua y sus gentes* [En línea]: < <http://iealbacetenses.dipualba.es/high.raw?id=0000001750&name=00000001.original.pdf>> [Consulta: 29 de mayo de 2020].

NATIONAL GEOGRAPHIC HISTORIA (2016) . *Petra, la espléndida capital de los nabateos.* [En línea]: < [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/petra-esplendida-capital-nabateos\\_6646/1](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/petra-esplendida-capital-nabateos_6646/1)> [Consulta: 9 de junio de 2020].

ODYSSEY ADVENTURES (2017). *Skara Brae, Odyssey, adventures in Archaeology.* [En línea]:<[https://www.odysseyadventures.ca/articles/skarabrae/skarabrae\\_article.htm](https://www.odysseyadventures.ca/articles/skarabrae/skarabrae_article.htm)> [Consulta: 26 de mayo de 2020].

PIRA, ANDREA (2014). *Los cavernícolas de la tierra amarilla.* [En línea]:<<https://www.china-files.com/los-cavernicolas-de-la-tierra-amarilla/>> [Consulta: 2 de mayo de 2020].

PORTAL OFICIAL DIPUTACIÓN DE ALBACETE *Guía turística.* [En línea]:<<https://www.paterna.es/images/pdf/es/municipio/museo/cuevas.pdf>> [Consulta: 2 de junio de 2020].

PORTAL OFICIAL AYUNTAMIENTO DE GUADIX *Barrio de cuevas.* [En línea]:<<http://guadix.es/turismo/barrio-de-cuevas/>> [Consulta: 2 de junio de 2020].

PORTAL OFICIAL GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTE. *Cuevas de altamira.* [En línea]:<<https://www.culturaydeporte.gob.es/mnaltamira/cueva-altamira/geologia-arqueologia.html>> [Consulta: 2 de mayo de 2020].

PORTAL OFICIAL AYUNTAMIENTO DE PATERNA *Guía turística.* [En línea]:<<https://www.paterna.es/images/pdf/es/municipio/museo/cuevas.pdf>> [Consulta: 2 de junio de 2020].

PROCOMO (2019)  
<http://procomo.es/es/2019/06/19/los-indicios-de-la-arquitectura-bioclimatica-en-la-antiguedad/>  
[Consulta: 2 de Abril de 2020]

SANCHEZ INOCENCIO ,ÁNGEL BLOG . *Estrategias bioclimáticas para mejorar la eficiencia energética en edificios.* <https://angelsinocencio.com/estrategias-bioclimaticas-mejorar-eficiencia/>  
[Consulta: 2 de julio de 2020].

SANZ, JAVIER HISTORIA DE LA HISTORIA. *Arquitectura Bioclimática en la antigüedad.* <https://historiografia/2019/02/21/arquitectura-bioclimatica-en-la-antiguedad>  
[Consulta: 2 de mayo de 2020].

SIERNA, REGINA.(2020) *Explora la fascinante historia de Petra, de ciudad perdida a maravilla del mundo moderno* [En línea]:<<https://mymodernmet.com/es/petra-historia/>> [Consulta: 15 de mayo de 2020].

### BIBLIOGRAFIA FOTOGRAFICA

Figura 1 y 2. *Cuevas de altamira*  
<https://proescen.com/es/portfolio-item/museo-y-replica-de-la-cueva-de-altamira/>

Figura 3 y 4. *Imágenes del interior de las cuevas de altamira*  
<https://www.culturaydeporte.gob.es/mnaltamira/cueva-altamira/geologia-arqueologia.html>

Figura 5 *Planta de las cuevas Skara brae*  
[https://www.odysseyadventures.ca/articles/skarabrae/skarabrae\\_article.htm](https://www.odysseyadventures.ca/articles/skarabrae/skarabrae_article.htm)

Figura 6 y 7 *Imágenes de las cuevas de Skara Brae*

<https://theculturetrip.com/europe/united-kingdom/scotland/articles/the-story-behind-orkneys-skara-brae/>

*Figura 8 Imagen de una de las entradas de petra*

[https://www.freepik.es/fotos-premium/templo-antiguo-petra-jordania\\_8496639.htm](https://www.freepik.es/fotos-premium/templo-antiguo-petra-jordania_8496639.htm)

*Figura 9 Imagen de la calle de las fachadas*

<https://animalesviajeros.es/10-monumentos-imprescindibles-en-petra/>

*Figura 10 y 11 Imágenes aéreas de las casas cueva yaodong*

<https://destinoinfinito.com/yaodong/>

*Figura 12 y 13 Imágenes aéreas de las casas cueva yaodong*

<https://www.dailymail.co.uk/news/peoplesdaily/article-3524147/Remarkable-aerial-pictures-reveal-China-s-invisible-village-local-residents-live-subterranean-caves-lifestyle-kept-4-000-years.html>

*Figura 14 y 15 Imágenes de las casas cueva Guadix*

<https://www.granadadigital.es/alcaldes-lamentan-olvido-injustificado-de-las-casas-cueva-en-borrador-de-ley-de-impulso-a-la-sostenibilidad/>

*Figura 16 Imágenes de las chimeneas de las casas cueva de Guadix*

<https://www.viajaporlibre.com/espana/andalucia/barrio-de-las-casas-cueva-guadix-granada>

*Figura 17 y 18 Imágenes de las casas cueva de Alcalá de Júcar*

Fuente propia

*Figura 19 y 20 Imágenes de las casas cueva de Paterna*

Fuente propia

*Figura 21. Cueva natural.*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 22. Cavidad natural cerrada por una pared construida*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 23. Vivienda entre rocas.*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 24. Ejemplo de esta tipología*

Fuente propia

*Figura 25. Vivienda adosada a montaña*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 26. Excavación de formaciones por encima del terreno*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 27. Excavación vertical en el terreno*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 28. Excavación horizontal de paredes.*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 29. Excavación vertical en el terreno + excavación horizontal*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 30. Cabaña semienterrada*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 31 Construcciones semienterradas superpuestas*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 32. Construcción + terraplen*

Fuente propia inspirada en los dibujos del libro Arquitecturas de terraplenado. J.P.IOUBES

*Figura 33. Casa cueva centinella*

<http://iealbacetenses.dipualba.es/high.raw?id=0000001750&name=00000001.original.pdf>

*Figura 34. Cueva Alcalá de Júcar*

<http://iealbacetenses.dipualba.es/high.raw?id=0000001750&name=00000001.original.pdf>

*Figura 35. Tabla de datos históricos*

<https://es.climate-data.org/europe/espana/castilla-la-mancha/alcala-del-jucar-192756/>

*Figura 36 y 37. Paraje de Alcalá de Júcar.*

Fuente propia

*Figura 38 y 39. Casa cueva Alcalá de Júcar.*

Fuente propia

*Figura 40 Plano de situación casa cueva Alcalá de Júcar.*

Google maps

*Figura 41 Plano de casa cueva Alcalá de Júcar.*

Fuente propia

*Figura 42 Imagen de casa cueva Alcalá de Júcar.*

Fuente propia

*Figura 43 Imagen de Termómetro*

Fuente propia

*Figura 44 Imagen de Láser*

*Figura 45 Toma de datos*

Fuente propia

Figura 51 Tabla de *toma de datos*  
Fuente propia

Figura 52. *Tabla de datos históricos*  
<https://es.climate-data.org/europe/espana/>

Figura 53 y 54 *Casas cueva de la torre*  
Fuente propia

Figura 55 *Plano de situación*  
Google maps

Figura 56 y 57 *Casas cueva de la torre*  
Planos cedidos por el ayuntamiento de Paterna

Figura 58 Casa cueva del Batán  
Fuente propia

Figura 59 Casa cueva del Batán  
Fuente propia

Figura 60 Casa cueva del Batán  
Fuente propia

Figura 61 Casa cueva del Batán  
Fuente propia

Figura 62 Casa cueva del Batán  
Fuente propia

Figura 63 Termómetro  
Fuente propia

Figura 64 Láser métrico  
Fuente propia

Figura 65 Termómetro láser  
Fuente propia

Figura 66 Planimetría detallada  
Fuente propia

Figura 67 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 68 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 69 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 70 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 71 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 72 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 73 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 74 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 75 *Toma de datos*  
Fuente propia

Figura 76 *Plano de Olinto*  
<http://arquitecturayurbanismoenolinto.blogspot.com/2011/11/3-localizacion.html>

Figura 77 *Boceto de Le Corbusier*  
<https://elvirasegovia.com/2015/03/03/arquitectura-bioclimatica-1/>

Figura 78 *Boceto de Le Corbusier*  
<https://in.pinterest.com/pin/758293655988753127/>

Figura 79 Casa diseñada por los hermanos Keck,  
<https://www.pinterest.es/pin/676665912737114641/>

Figura 80 Orientación  
[https://www.inmofactorysevilla.com/escoge\\_la\\_orientacion\\_de\\_tu\\_vivienda\\_segun\\_tu\\_estilo\\_de\\_vida\\_y\\_aprovechate\\_de\\_los\\_beneficios\\_de\\_la\\_luz\\_solar](https://www.inmofactorysevilla.com/escoge_la_orientacion_de_tu_vivienda_segun_tu_estilo_de_vida_y_aprovechate_de_los_beneficios_de_la_luz_solar)

Figura 81 Carta solar  
<https://www.intensoalbacete.com/la-mejor-orientacion-para-una-vivienda/>

Figura 82 Fundación miró  
<https://www.ultimahora.es/noticias/cultura/2019/09/19/1107387/palma-financiara-rehabilitacion-del-edificio-moneo-fundacio-miro.html>

Figura 83 Plano de situación  
[https://earth.google.com/web/search/PATERNA/@39.49840283,-0.43880271,51.09061475a,84.77241153d,35y,0h,0t,0r/data=CnEaRxJBCiQweGQ2MDQ1NDg5MmUzMmQ2ZDowe-GI0NWI5ZjNkYmZmYTkyMjcZdBjdi3nAQ0AhGY11T8Nc3L8qB1BBVEVSTkEYASABliYKJA1c1zvy-JbtDQBEV6G1w\\_rIDQBmsPEM0FxxZvyH8QUiOfM3Zvw](https://earth.google.com/web/search/PATERNA/@39.49840283,-0.43880271,51.09061475a,84.77241153d,35y,0h,0t,0r/data=CnEaRxJBCiQweGQ2MDQ1NDg5MmUzMmQ2ZDowe-GI0NWI5ZjNkYmZmYTkyMjcZdBjdi3nAQ0AhGY11T8Nc3L8qB1BBVEVSTkEYASABliYKJA1c1zvy-JbtDQBEV6G1w_rIDQBmsPEM0FxxZvyH8QUiOfM3Zvw)

Figura 84. Vientos

[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/paterna\\_espa%C3%B1a\\_2512862](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/paterna_espa%C3%B1a_2512862)