



El Sol del solsticio de verano y otras alineaciones lunares y solares desde la Cova Bolumini (Beniarbeig, Alicante)

Estudio preliminar

José Lull

Coordinador de la sección de Arqueoastronomía

jose.lull@gmail.com - <http://www.joselull.com>

Hace pocos años, tras la publicación del estudio de la alineación solar de la Foradà con el antiguo convento franciscano de Benitaia, me informaron de que en la Cova Bolumini (La Marina Alta), coincidiendo con el solsticio de verano, los rayos del Sol penetraban por la entrada de la cavidad hasta impactar en su interior, produciendo un espectáculo visual muy atractivo. Este año, finalmente, he querido acercarme al lugar para realizar algunas mediciones y poder valorar mejor este acontecimiento, no sólo por lo que al Sol del solsticio de verano se refiere sino, también, respecto a otra gama de alineaciones horizontales topográfico-lunares y solares. Lo que se publica en las siguientes líneas es un estudio preliminar que podrá ser reelaborado con más y mejores medidas y, quizás, nuevas conclusiones, en el futuro.

Situación y acceso

La cova Bolumini se halla en la ladera meridional de la Serra de Segària (**fig. 1**), a unos 305 metros sobre el nivel del mar ($38^{\circ} 49' 54,44''$ N / $00^{\circ} 01' 40,21''$ W - 4302308 Y / 757998 X UTM 30 - ERTS89). Para llegar a ella hay que salir de Beniarbeig, continuando el camino asfaltado del "Racó dels Vinyals", de modo que tras casi 1,8 kilómetros de trayecto el camino finaliza

en una explanada con espacio para aparcar varios vehículos ($38^{\circ} 49' 50''$ N / $00^{\circ} 01' 22''$ W - UTM 4302189 Y - 758430 X). Aquí, a cien metros sobre el nivel del mar, se inicia una senda perfectamente marcada que, superando un desnivel de 205 metros, nos llevará tras 828 metros de recorrido (con distancias señaladas a intervalos de cien metros) a los pies de la entrada de la cueva.

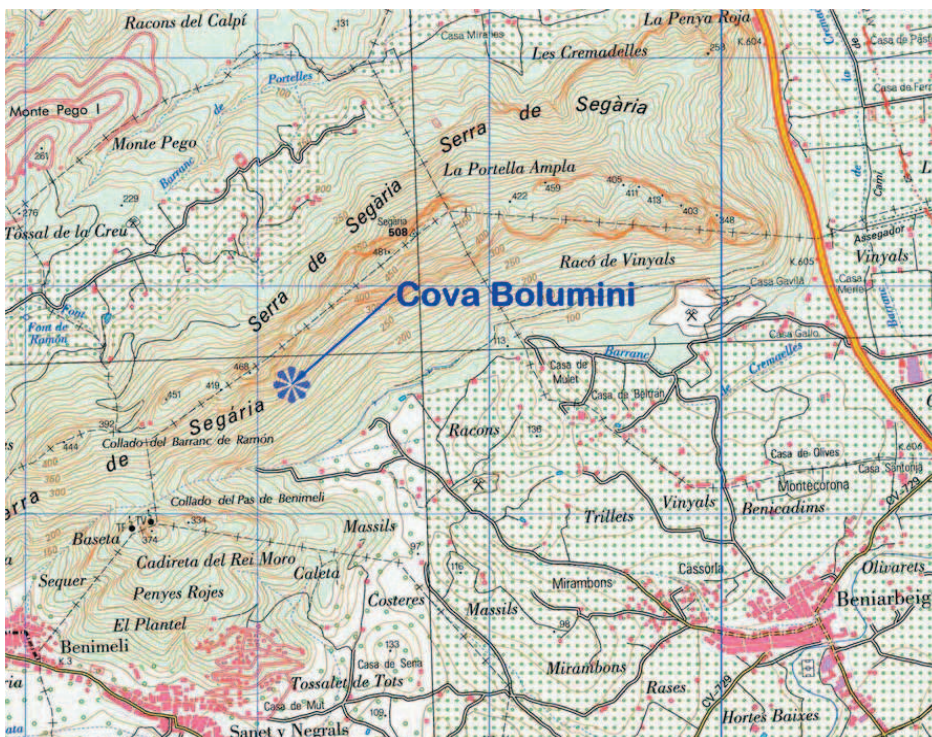


FIGURA 01: SITUACIÓN DE LA COVA BOLUMINI (IGN, 1: 25.000)

La cueva posee una amplia boca enfocada al río Girona, Beniarbeig y al pla d'Orba en dirección este. Desde su entrada, el acceso al interior de la cavidad se realiza sin dificultad por un espacio de siete metros de anchura y cerca de 25° de pendiente en su primera mitad (**fig. 2**), lleno de bloques de gran tamaño desprendidos del techo de la cueva.

Secuencia cultural de la cova Bolumini

Especialmente a 34 y 43 metros de la entrada, podemos ver restos de muretes relativamente bien conservados, dispuestos transversalmente al eje longitudinal que se desarrolla

desde el mismo acceso a la cavidad. Están realizados con pequeños bloques de piedra colocados en seco y que, aparentemente, podrían haber servido en el pasado para custodiar animales como cabras u ovejas. De hecho, diversos análisis antracológicos y palinológicos demuestran que durante las fases IIB y III del período Neolítico (según la periodización de Bernabeu), esta cueva



FIGURA 02: PACO PAVÍA, JOSÉ LULL y MIGUEL GUERRERO, EN LA ENTRADA DE LA COVA BOLUMINI EL 21 DE JUNIO DE 2010 (foto del autor).

servió ya como redil de ovicápridos. Por otro lado, la fase más antigua del Neolítico no sólo contiene restos de algunos animales domésticos sino, también, cerámica cardial y de granadina, con decoración.

Una vez superado el último murete, que cierra por completo el ancho de este pasillo, termina la acusada pendiente inicial para dar paso a un espacio más o menos plano que finaliza, al fondo, en una pared orientada al NW. El frente de esta pared se halla a 52 metros de la entrada de la cova Bolumini. En 1979 Lerma halló en superficie materiales del Hierro I, lo que dio a conocer esta cueva para la arqueología. Por ello, muy poco después, ese mismo año, Aranegui y Bonet realizaron una pequeña cata al fondo del pasillo de entrada, junto a la pared mencionada anteriormente. Ya en 1985, Mata excavaría un sector de los depósitos situados en esa zona, hasta una profundidad de 2,77 metros; y dos años después, Mata y Martínez-Valle, seguirían profundizando en la estratigrafía del lugar hasta los 3,36 metros, sin llegar a la roca madre, labor que aún ha quedado pendiente para futuras misiones. Estos sondeos son los que han servido para determinar la secuencia cultural de la Cova Bolumini, si bien, se trata de un pequeño muestreo que podría ser completado con excavaciones más amplias.

Tomando como referencia estos sondeos, y aún a

pesar de la incertidumbre que genera teniendo en cuenta sus características, se observa una ocupación esporádica de la cueva desde el epipaleolítico a la edad del bronce; ocupación que parece distribuirse, según Bernabeu, en cinco fases: epipaleolítico, neolítico I (5000 – 3500 a.C.) (con cerámica cardial), neolítico IIB (Neolítico II: 3500 – 2000 a.C.), bronce antiguo y, finalmente, bronce final. Si bien, también se ha detectado restos de cerámica ibérica y una lucerna de época romana.

Funcionalidad de la cova Bolumini

Según González Alcalde, desde el punto de vista de la cultura ibérica, esta cueva no debería catalogarse como una cueva-santuario (que define como “ubicadas en general, en zonas montañosas aisladas, abruptas y de acceso difícil. Su morfología suele presentar trazados complicados y peligrosos, al final de los cuales solían depositarse los materiales (...) cerámicas ibéricas decoradas con pinturas, vasos caliciformes, y cerámicas áticas y romanas, muchas de características suntuarias”). La cova Bolumini, para este autor, debería enmarcarse en época ibérica como una cueva-refugio, que cumple la característica de presentar “materiales escasos y toscos (sin) (...) vasos caliciformes, ni otras cerámicas ibéricas, áticas o romanas suntuarias (...) utilizadas como refugio de pastores, o de gentes colocadas fuera de la sociedad de su tiempo por acciones personales o grupos marginales”.

En la cova Bolumini, como en otras cuevas del neolítico valenciano, se observa como los fuegos han sido realizados utilizando robles y encinas-coscoja principalmente en niveles anteriores de principios del Neolítico I. Posteriormente, se empleará pino carrasco y acebuche y, ya en la fase final del neolítico, arbustos mediterráneos como el brezo. Estos cambios, según Buxó y Piqué, probablemente tienen su origen en la antropización del paisaje por el auge del ganado y pastoreo. Por otra parte, una prueba de que la cova Bolumini fue utilizada como redil en el Neolítico III, a partir del segundo milenio a.C., se demuestra por los amplios fuegos realizados para quemar los coprolitos acumulados por los animales.

Teniendo en cuenta los estudios del registro material y paleobotánico, la cueva no parece haber sido empleada a modo de santuario sino como simple redil y refugio. Esto, sin duda, resta importancia al valor que la observación del solsticio de verano (o cualquier otra posible alineación astronómica) pudiera haber tenido para las gentes que, en época neolítica e ibérica, hubieran tenido contacto con la cueva, sobre todo si pretendemos envolver esta observación dentro de un ambiente sacro o ritual. No obstante, teniendo en cuenta que el estudio de la secuencia cultural de la cova Bolumini se basa únicamente en los sondeos realizados en una pequeña porción de su superficie interior (si bien es la única donde se observa mayor acumulación de depósitos), no podemos afirmar categóricamente que en ningún momento la observación del solsticio desde su interior hubiera sido relevante para los antiguos.

Estudio arqueoastronómico. Algunas consideraciones.

Desde el punto de vista arqueoastronómico nos interesa saber si existe una relación entre un fenómeno astronómico determinado y el uso de la cueva en el pasado. Si no existe, el fenómeno se convierte únicamente en un acontecimiento interesante o curioso para el disfrute de los visitantes, sin más implicaciones.

Como he indicado líneas atrás, los datos arqueológicos no parecen apoyar la hipótesis de un uso ritual de la cova Bolumini. Pero si han habido enterramientos en

esta cavidad, no debemos descartar dicha relación.

Por otro lado, debemos plantearnos también, desde la astronomía cultural, qué es lo que podría haber llamado la atención de los antiguos (e hipotéticos) observadores: a) la mera constatación de que alrededor del solsticio de verano la cueva se iluminaba en su interior; b) el impacto de los rayos estivales en un punto determinado de la cueva; c) determinadas alineaciones solares o lunares, respecto a elementos topográficos, desde el exterior de la cueva. Por supuesto, no tenemos respuesta para ninguna de estas cuestiones y eso, por otro lado, no sólo hace más complejo el estudio sino que, también, relativiza sobremanera todos los resultados astrométricos que podamos obtener.

La presencia de un algarrobo en la entrada de la cueva, afecta al tramo final de la observación de la alineación solar estival, si bien podemos eliminar virtualmente este obstáculo para realizar los cálculos, considerando sólo el perfil natural (pétreo) de la ventana de observación. Al mismo tiempo, tampoco debemos obviar un hecho, y es que el tramo inicial de la rampa que lleva al interior de la cueva está lleno de grandes bloques de piedra que se han desprendido desde el techo. Esto quiere decir que el horizonte y campo de observación, principalmente visto desde el interior de la cueva (llamaré así a la zona situada en la superficie excavada y pared del fondo), ha variado en los últimos miles de años, por lo que la propia visión de los rayos estivales se ha visto afectada con seguridad. No obstante, hay que advertir que desde el interior de la cueva la entrada del Sol se produce cuando éste asciende por la mitad de la parte inferior de la ventana de observación, por lo que los cambios producidos en la techumbre podrían, perfectamente, no haber afectado a los primeros rayos, pero sí a los últimos (cuando el Sol ha incrementado su altura en el horizonte).

Dado que hay múltiples puntos de impacto de los rayos estivales en la cueva, supone una tarea muy laboriosa calcular para cada punto las condiciones de observación y sus variaciones, por lo que en este estudio preliminar he obtenido por tomar como principal zona de interés, la pared del fondo de la rampa de acceso y la zona llana situada inmediatamente antes de ésta (que es

precisamente la zona que fue excavada).

Estudio arqueoastronómico

El cometido principal de este trabajo era, en un principio, realizar un estudio preliminar de la alineación solar que se produce en torno al solsticio de verano, desde el interior de la cova Bolumini. Sin embargo, aprovechando las dos visitas realizadas al lugar, he tomado datos azimutales de puntos geográficos relevantes, con tal de verificar si, respecto a la Luna o el Sol, Bolumini puede ofrecernos alguna curiosidad. Por ello, dividiré el estudio puramente arqueoastronómico en dos partes, una primera, con un acercamiento a las alineaciones solares y lunares observables desde la entrada de la cueva (a) y, una segunda, referida a la alineación solsticial propiamente dicha (b).

a) Alineaciones horizontales solares y lunares desde el exterior de la cova Bolumini

Durante el crepúsculo o tras la salida del Sol, desde la entrada de la cueva, en su exterior, es visible la isla de Ibiza ligeramente al sur del castillo de Denia, si las condiciones atmosféricas son óptimas. El azimut del castillo de Denia, situado 11,73 kilómetros al este de la cova Bolumini, es de unos 84,1°; el del pico Talaiassa (487 m. de altitud) en la Serra de Sant Josep de Ibiza, es de 85° (este pico dista de Bolumini 113 km.), y el de la cima del Montgó (752 m.), situada a 14 km, es de 103,4°, siendo la altura angular de la cima del Montgó de 2,5°. En la ladera NW de la Serra del Montgó tenemos los restos del poblado ibérico de Benimaquía, con un azimut de 101° desde Bolumini (**fig. 3**). Más hacia el sur, con un azimut de 162,6°, podemos ver el pico de

607 m. de los Montes de Beniquasi, donde se sitúa el castillo de Aixà (Llosa de Camacho), y con un azimut de 170,5° el pico Cao de 725 m. (asomándose por detrás de la Serra de Seguili y los Montes de Beniquasi), entre los términos de Benissa y Lliber. Este último se encuentra a 14,36 km de distancia.

Evidentemente, de las orientaciones topográficas que acabo de citar, la más reseñable es la del Montgó de Denia. Sin embargo, según mis cálculos, el Sol debe tener su orto por encima del Montgó hacia las 8:23 TL del 12 de octubre, cuando su declinación es de $-7^{\circ} 23'$, y hacia las 7:49 TL del 2 de marzo (referido para 2010 y 2011, respectivamente), cuando vuelve a alcanzar esa misma declinación tras haber pasado por el solsticio de invierno. Pero astronómicamente hablando, ésta no es una fecha significativa para el Sol, pues no coincide ni con los solsticios, ni equinoccios, ni con puntos intermedios, si bien es cierto que su observación hubiera servido para establecer con precisión el año solar.

El ocaso del Sol en el solsticio de invierno, en un azimut aproximado de 239,5°, (debo verificarlo sobre el terreno, pues no tengo datos altimétricos precisos del horizonte SW) puede producirse en dirección al Pas de Benimeli desde la entrada de la cueva, en su exterior. En este lugar se han encontrado restos de un poblamiento de la edad del bronce. El orto del Sol en el solsticio de invierno, con un azimut de 120,5° aprox., tiene lugar aproximadamente a mitad de camino entre la Muntanya la Sella y el pico Llorença (Cumbre del Sol), donde el horizonte es prácticamente el astronómico. En lo que al solsticio de verano respecta, tanto el orto como el ocaso

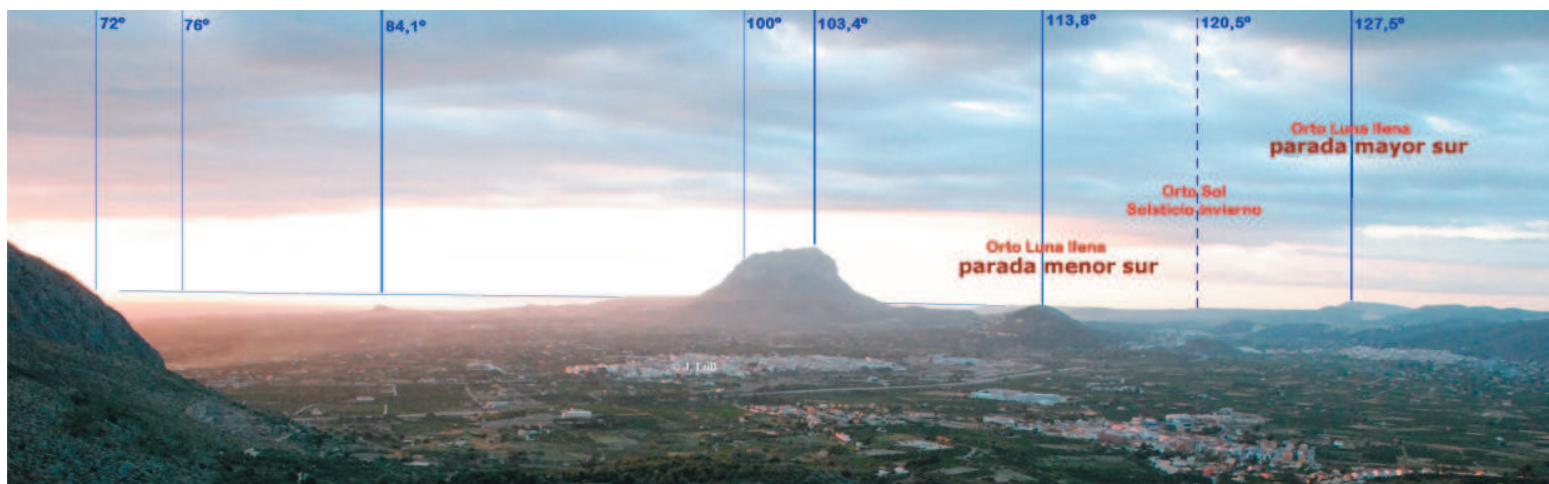


FIGURA 07: VISTA DEL HORIZONTE SEE desde Bolumini, con alineaciones y azimuts de interés marcados (foto del autor).

quedan fuera del horizonte de Bolumini, pues la Segaria impide su observación.

En el caso de la Luna los cálculos son mucho más complejos, pues su movimiento aparente por la bóveda celeste tiene en cuenta más parámetros que el Sol y, además, podemos prestar atención a la posición de la Luna en cualquiera de sus fases. Por ello, al hablar de posibles alineaciones lunares, he reducido los cálculos a los momentos en que la Luna se halla en oposición, es decir, en fase de llena.

Puesto que la Luna llena tiene lugar cuando ésta se sitúa en oposición al Sol, la Luna llena más cercana al solsticio de verano tiene su orto, inevitablemente, en el sector SE del horizonte (puesto que el Sol se ocultará por el NW). Igualmente, la Luna llena más cercana al solsticio de invierno (cuando el Sol se pone por el SW), aparecerá por el NE. Estas aseveraciones son válidas por aproximación, pero también hemos de tener en cuenta los nodos de su órbita que, a causa de su regresión, provocan que las máximas y mínimas declinaciones lunares varíen a lo largo de los años (y con ello su azimut de orto y ocaso).

Así, cuando la inclinación de la órbita de la Luna es máxima respecto al ecuador celeste, en el momento del solsticio de verano su azimut de orto y ocaso llega a su mínima expresión, saliendo y poniéndose la Luna por los puntos más cercanos al sur. Esto es lo que se conoce con el nombre de “parada mayor sur”, en contraposición a la “parada mayor norte” que tiene lugar durante el solsticio de invierno, en las mismas condiciones de la órbita lunar. En el caso que la inclinación de la órbita de la Luna sea mínima respecto al ecuador celeste, tanto en el solsticio de verano como en el de invierno, los azimuts de orto y ocaso de la Luna serán los menos extremos. Esto se conoce como “parada menor” de la Luna, sur y norte. Por supuesto, la Luna tendrá una variedad de azimuts de orto y ocaso entre los extremos norte y sur, según transcurra el período de 18,6 años que corresponde al movimiento de regresión de los nodos de la Luna (la línea de los nodos de la órbita de la Luna es la línea de intersección del plano de su órbita con respecto al plano de la órbita terrestre).

Durante el solsticio de verano la Luna variará su declinación (en el plazo de un mes sidéreo), en su parada mayor, entre los $28,5^\circ$ y los $-28,5^\circ$ (las dos posiciones más extremas), mientras que en su parada menor lo hará entre los $18,5^\circ$ y los $-18,5^\circ$ (las dos posiciones más internas al ecuador celeste). Dado que desde Bolumini, un astro que surja por encima del Montgó debe tener una declinación aproximada de $-7,4^\circ$, comprobamos que ni en su parada mayor ni menor la Luna llena emerge por dicha montaña, descartando también así esta posible alineación topográfico-lunar con el Montgó o el poblado ibérico de Benimaquía.

No obstante, existen algunas alineaciones lunares interesantes. El azimut del pico más alto de la Muntanya la Sella (247 m.) es de $113,8^\circ$ desde la cova Bolumini. Este pico, evidentemente, no tiene la relevancia visual del Montgó, puesto que al estar a sólo 6,58 km. de distancia y a menor altitud que nuestro punto de observación, supera muy ligeramente la línea del horizonte. Sin embargo, casualmente, el **orto** de la Luna llena en su **parada menor sur** tiene lugar aproximadamente en esta línea visual. Este es un acontecimiento que sólo ocurre cada 18,6 años, como las otras paradas, de ahí su importancia. La **parada mayor sur** de la Luna llena, tiene lugar en su **orto**, en un azimut aproximado de $127,5^\circ$, que corresponde desde la entrada de la cova Bolumini a una declinación de $-28,5^\circ$. Con ese azimut, nuestra línea visual pasa por encima de la urbanización conocida como Muntanya de Pedreguer, con la cota más alta a unos 180 m., por el Tossal Gros (331 m.) del término municipal de Xàbia y, finalmente, por el Pico Llorença, de 439 m. (Cumbre del Sol). Este último pico, que se encuentra a casi 20,5 km. de distancia de Bolumini, sobresale ligera, pero claramente, de la línea del horizonte astronómico marcada, desde el Montgó, por el mar y una serie de montañas que no llegan a rebasarlo.

Si nos fijamos ahora en el **ocaso** de la Luna llena, en su **parada mayor sur**, encontramos una alineación casualmente atractiva. Cuando la Luna tenga una declinación de $-28,5^\circ$, desde Bolumini su azimut de ocaso será de 232° . Esto quiere decir que la Luna se pondrá, aproximadamente, por el pico más alto (847 m.) de la Serra del Penyó, al SW de Benimaurell. La observa-

ción de esta alineación, de producirse (debo verificarlo sobre el terreno, pues no tengo datos altimétricos precisos del horizonte SW) sería muy interesante, por cuanto que dicho pico se observaría a través del Collado del Pas de Benimeli, y aquí se detectó un poblado de la edad del bronce. El ocaso de la Luna llena en su parada menor sur, sin embargo, no presenta ningún interés, pues la ocultación se produce por la propia Segaria.

Respecto a la parada mayor norte de la Luna, en su orto y ocaso, se producen fuera del horizonte de Bolumini, pues la Segaria oculta ambas posiciones.

b) La alineación solar del solsticio de verano desde el interior de la cova Bolumini

Desde hace diez años, Salvador Perelló y Jesús García, miembros de la *Associació Cultural Paleontològica de Gata (Paleogeo)* han estado disfrutando del bonito espectáculo que ofrece el rayo solsticial estival en la cova Bolumini. Fue en el año 2000 cuando, realizando una excursión por la zona, coincidieron con un hombre al que apodaban el “metlero” de Tormos, quien les comentó que por San Juan el fondo de la cueva se iluminaba. Tras su primera visita en 2001, ya en 2002, filmaron un video titulado “La llum de Bolumini” o “La festa del Sol” repartido gratuitamente entre muchas personas. Durante los años siguientes, un pequeño grupo de 6-10 personas fue a la cueva a disfrutar del fenómeno.

En la última alineación de la Foradà en la que coincidimos, en 2009, ya me mostraron su interés por que fuera a visitar la cueva y estudiara la alineación, por lo que, finalmente, ha sido en este solsticio estival de 2010 cuando he podido acercarme al lugar y comenzar este pequeño estudio preliminar.

En los últimos años, se ha dado publicidad al fenómeno, especialmente desde *Paleogeo* y el *Centre Excursionista de Pedreguer*. De hecho, el pasado domingo 20 de junio de 2010, en el interior de la cova Bolumini se reunieron alrededor de 60 personas. Sin duda, independientemente de que los resultados arqueoastronómicos nos lleven o no a una relación directa entre el fenómeno y la presencia humana en el pasado, lo cierto es que la observación del mismo bien merece el pequeño

esfuerzo de acercarse a esta cueva en las fechas cercanas al solsticio de verano. Los cálculos preliminares sobre el solsticio de verano en la cova Bolumini los he realizado a partir de los datos que tomé el 21 y 27 de junio de 2010, días en los que visité la cueva con Paco Pavía y Miguel Guerrero, y Ángel Requena (todos de la *Agrupación Astronómica de La Safor*), respectivamente.

Durante el solsticio de verano el Sol alcanza su máxima altura sobre el horizonte, en su culminación, desde cualquier punto del hemisferio boreal. En ese momento, el Sol tiene una declinación de 23° 27', que obviamente corresponde con la inclinación del eje terrestre respecto a la eclíptica.

Durante los solsticios, el Sol varía muy poco su posición en declinación. De hecho, la palabra solsticio (del latín *solstitium*) significa literalmente “Sol quieto”. Esto es importante tenerlo en cuenta, por que en esas condiciones una alineación astronómica al Sol que tenga lugar en el solsticio de verano (como es el caso de la cova Bolumini), no sólo va a desarrollarse en ese día o en los días más inmediatos sino que va a prolongarse durante mucho más espacio de tiempo, como veremos en la Tabla I. Del 21 al 30 de junio, en nueve días, la variación en declinación del Sol es de sólo 16', lo que supone un desplazamiento que corresponde únicamente a medio diámetro aparente del Sol. Dado, que estos valores los podemos invertir a las fechas anteriores al solsticio (el 12 de junio la declinación solar es de 23° 08,7'), nos encontramos con que en 18 días el aspecto

21 junio	23° 26,2'	2 julio	23° 02,3'
22 junio	23° 26,1'	3 julio	22° 57,7'
23 junio	23° 25,5'	4 julio	22° 52,6'
24 junio	23° 24,6'	5 julio	22° 47,2'
25 junio	23° 23,2'	6 julio	22° 41,4'
26 junio	23° 21,4'	7 julio	22° 35,2'
27 junio	23° 19,3'	8 julio	22° 28,6'
28 junio	23° 16,7'	9 julio	22° 21,6'
29 junio	23° 13,7'	10 julio	22° 14,3'
30 junio	23° 10,3'	11 julio	22° 06,5'
1 julio	23° 06,5'	12 julio	21° 58,3'

que adopte la alineación en todos sus valores habrá variado muy poco.

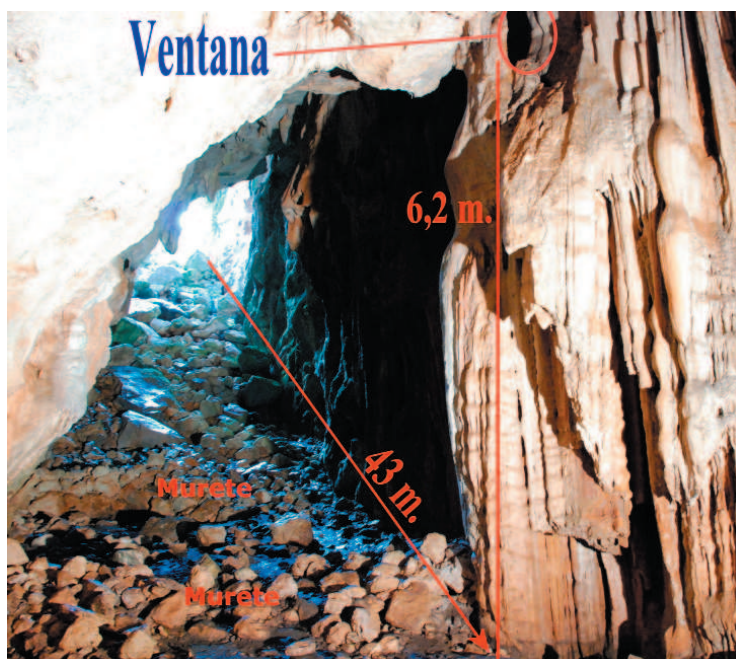


FIGURA 04: POSICIÓN DE LA VENTANA NATURAL EN EL INTERIOR DE LA CUEVA (FOTO DEL AUTOR).

El 21 de junio, desde las coordenadas de la cova Bolumini, el Sol sale a las 6:35 TL (con un azimut de $58^{\circ} 30'$ para su limbo superior), si bien el orto no puede ser observado siquiera desde la entrada de la cueva dado que la Segaria lo oculta. Tampoco puede ser observada la puesta, a las 21: 29 TL.

A las 6:03 TL comienza el crepúsculo civil (cuando el Sol está a 6° por debajo del horizonte astronómico). Muy lentamente, el cielo empieza a perder su oscuridad, pero aún tendrán que pasar algo más de dos horas para que los rayos del Sol se introduzcan por la boca de la cavidad y lleguen a iluminar la pared del fondo.

La observación ofrece un espectáculo precioso, por cuanto que en la oscuridad de la cueva el rayo de luz es per-

fectamente visible. Pero, además, una ventana natural formada en el techo de la cueva (fig. 4), provoca que el rayo parezca concentrarse introduciéndose por esta oquedad (fig. 5) antes de partirse en dos y, finalmente, abandonar la ventana natural siguiendo su recorrido en un barrido luminoso que comenzará a descender en diagonal (hacia abajo a la derecha) la pared del fondo, iluminando la zona excavada, y terminando su recorrido por la parte izquierda de la rampa descendente (visto desde el interior).

En el día del solsticio de verano, los rayos de Sol se introducen por la ventana natural hacia las 8:17 TL, aprox. (fig. 6), cuando la altura del Sol sobre el horizonte es de $17^{\circ} 15'$ y su azimut de $73^{\circ} 27'$. Sobre el nivel del suelo actual, esta ventana se halla a unos 6,2 metros de altura. El momento en que los rayos del Sol penetran por dicha ventana, dando comienzo la alineación de Bolumini (fig. 7), puede variar muy ligeramente de año en año, pues por el desfase de nuestro calendario respecto al año solar la posición del Sol no va a ser exactamente la misma todos los 21 de junio a la misma hora, como puede observarse en la tabla II, donde comprobamos que las variaciones máximas en azimut y altura a causa del desfase no suponen, en todo caso, más de $2'$ de arco:

Durante varios minutos los rayos del Sol atravesarán la



FIGURA 05: RAYO DE LUZ POR EL INTERIOR DE LA VENTANA EL 27 DE JUNIO DE 2010 (FOTO DEL AUTOR)



FIGURA 06: RAYO DE LUZ A LAS 8:17 TL, EL 21 DE JUNIO DE 2010 (foto del autor)

ventana total o parcialmente, y el impacto de este rayo se dará en la pared del fondo, en primer lugar, a cerca de 2,9 metros de altura sobre el nivel del suelo actual, para después ir cayendo (**fig. 8**). La alineación continúa,

ya sólo a través de la boca de la cueva, siguiendo iluminando la pared del fondo, pero descendiendo diagonalmente, a la derecha, en altura. Hacia las 8:30 (TL), la luz que hasta ese momento ha barrido únicamente la

Tabla II

Valores de altura y azimut del Sol

desde el interior de la cova Bolumini para el 21 junio ($\delta \approx 23,45^\circ$)

	2010		2011		2012		2013	
TL	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut
8:15	16° 52'	73° 10'	16° 53'	73° 11'	16° 51'	73° 10'	16° 52'	73° 10'
8:20	17° 48'	73° 52'	17° 49'	73° 53'	17° 47'	73° 51'	17° 47'	73° 52'
8:25	18° 44'	74° 34'	18° 45'	74° 34'	18° 43'	74° 33'	18° 44'	74° 34'
8:30	19° 16'	75° 16'	19° 41'	75° 16'	19° 39'	75° 15'	19° 40'	75° 16'
8:35	20° 37'	75° 57'	20° 38'	75° 58'	20° 36'	75° 58'	20° 37'	75° 57'
8:40	21° 34'	76° 39'	21° 35'	76° 40'	21° 33'	76° 38'	21° 34'	76° 39'
8:45	22° 31'	77° 21'	22° 32'	77° 21'	22° 30'	77° 20'	22° 31'	77° 21'
8:50	23° 28'	78° 03'	23° 29'	78° 03'	23° 27'	78° 02'	23° 28'	78° 02'
8:55	24° 25'	78° 44'	24° 26'	78° 45'	24° 24'	78° 44'	24° 25'	78° 44'
9:00	25° 23'	79° 26'	25° 23'	79° 27'	25° 21'	79° 29'	25° 22'	79° 26'
9:05	26° 20'	80° 08'	26° 21'	80° 09'	26° 19'	80° 08'	26° 20'	80° 08'
9:10	27° 18'	80° 50'	27° 18'	80° 51'	27° 17'	80° 50'	27° 17'	80° 50'
9:15	28° 15'	81° 33'	28° 16'	81° 33'	28° 14'	81° 32'	28° 15'	81° 32'
9:20	29° 13'	82° 15'	29° 14'	82° 16'	29° 12'	82° 14'	29° 13'	82° 15'



FIGURA 07: FASE INICIAL, MEDIA Y FINAL DE LA ALINEACIÓN A TRAVÉS DE LA VENTANA (foto 1 y 2 del autor, foto 3: ÁNGEL REQUENA).

pared del fondo, la alineación comienza a descender al suelo de la zona excavada (fig. 9).

Como indiqué líneas atrás, son muchos los puntos de observación que hay en el interior de la cueva, pues el rayo de Sol barre desde la pared del fondo toda la rampa, en su mitad derecha (vista desde la boca). Como cada punto de observación goza de una ventana de observación particular, para este estudio preliminar propondré, a modo de ejemplo, las efemérides de un punto que llamaré A (ver situación en fig. 11). Éste se encuentra situado en el sector interior de la cueva.

La figura 10 nos muestra cómo se ve el Sol desde el punto A. Alrededor del Sol vemos la amplitud de la boca de la cueva y, a la derecha, el algarrobo que, como podemos comprobar, eclipsa una tercera parte del cielo (influyendo en la parte final de la alineación). Sobre

la imagen, tomada a las 8:46 TL del día 21 de junio de 2010, he superpuesto líneas azules que marcan la declinación, de modo que podemos entender mejor cuál es el movimiento del Sol. Más a la izquierda de la línea intermitente (que marca la máxima declinación norte que alcanza el Sol a lo largo del año) no veremos nunca, desde el punto A, el Sol. Sin embargo, sí podremos ver el Sol a la derecha de esa línea en dos períodos del año: los días precedentes y posteriores al solsticio de verano.

Aunque en este estudio preliminar haya querido realizar los cálculos más concretos para un solo punto, de momento es suficiente para que entendamos que en la cova Bolumini, la alineación solar va mucho más allá del día del solsticio de verano. Si nos fijamos bien en la imagen veremos cómo a la derecha de la línea que marca la declinación 22° , si no fuera por el árbol aún podríamos ver, al menos, hasta la declinación $21,6^\circ$. Es decir, el Sol estará alineado con el punto de observación A, siempre que esté entre su máxima declinación anual (solsticio de verano) y la declinación $21,6^\circ$. Como ya dije, una característica del movimiento del Sol en los solsticios es la lentitud en su desplazamiento diario (respecto a una declinación dada). Por ello, dado que el número de días que el Sol pasa entre la declinación $21,6^\circ$ y $23^\circ 27'$ (en su camino al solsticio de verano) es de 23 (del 29 de mayo al 21 de junio), lo mismo sucederá a la inversa tras el solsticio, del 21 de junio al 15 de julio. Es decir, el número total de días que el Sol



FIGURA 08: ILUMINACIÓN, POR EL FOCO DE LUZ, DE LA PARED DEL FONDO (foto: MIQUEL GUERRERO).



FIGURA 09: MIQUEL Y PACO OBSERVANDO EL DESPLAZAMIENTO DEL FOCO DE LUZ (FOTO DEL AUTOR)

se alinea con el punto A es de unos 47 días. Nada que ver con lo que ocurriría en una alineación equinoccial o cercana al equinoccio (como la de la Foradà), pues en ese caso el total se reduce a muy pocos días, dada la rapidez con la que el Sol cambia de declinación en esas fechas. Eso sí, según nos alejemos del día 21 de junio, la duración de la alineación desde el punto A será cada vez más corta, hasta desaparecer.

Respecto al progreso de la alineación, en líneas generales, puede servir el esquema que he realizado sobre el plano de la rampa y zona interior de la cueva (ver **fig. 11**). Aquí podemos ver el lugar de impacto de los primeros rayos de la alineación, a través de la ventana comentada líneas atrás, a las 8:17. A las 8:30, la luz pasa de iluminar solamente la pared del fondo a empezar a tocar el suelo de la zona excavada. Posteriormente, se desplazará hacia el punto A, y de aquí, ya a las 9:08

aprox., la veremos iluminando la parte izquierda (visto desde dentro) del último murete y proximidades. A las 9:15 aprox., los rayos del Sol iluminarán únicamente el espacio entre los dos muros, siempre por su lado izquierdo (**fig. 12**). Y, ya una hora después, veremos cómo los rayos del Sol se centran a sólo 20 metros de la entrada, en un espacio relativamente llano entre grandes bloques de piedra. La alineación, seguirá su curso por este lado izquierdo.

Conclusiones

En este estudio preliminar he querido realizar un acercamiento a las condiciones que presenta la cova Bolumini desde el punto de vista arqueoastronómico. Dado que la información arqueológica que poseemos no parece indicar que la cueva hubiera tenido un uso ritual o sacro, no podemos establecer una relación directa y evidente entre las alineaciones topográfico-solares y lunares visibles desde la entrada de la cueva, o de la más conocida alineación del Sol en el solsticio de verano desde el interior de la cueva, con el hábitat o uso temporal humano de la cova Bolumini. Sin embargo, el hecho es que la naturaleza ha querido que la cova Bolumini disponga de una serie de alineaciones que, en caso de que hubieran sido advertidas y consideradas por los antiguos, podrían haber tenido una notable importancia como marcadoras de ciclos lunares, marcadoras estacionales y calendáricas.

Tan pronto se haya publicado este artículo, los interesados podrán ver más fotografías del fenómeno en la sección de arqueoastronomía de mi web: <http://www.joselull.com>.

Bibliografía

Bernabeu Auban, J., y Orozco Köhler, T., “El neolítico antic a la Marina Alta”, *Aguaits* 13-14 (1990), 117-125.

Buxó, R., y Piqué, R., *Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la Península Ibérica*, Ed. Ariel (Barcelona, 2008).

García Atiénzar, G., “Aproximación a la ocupación y explotación de las comarcas centro-meridionales valencianas durante el neolítico

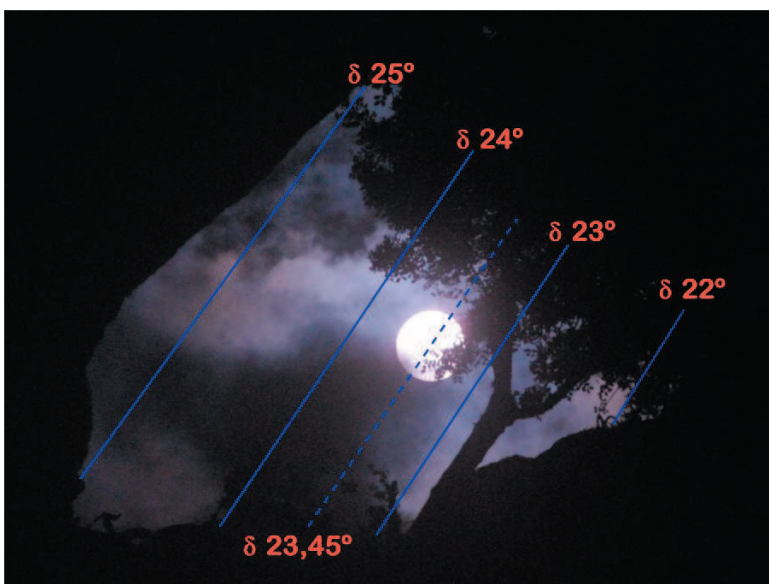


FIGURA 10: CAMPO DE OBSERVACIÓN DESDE EL PUNTO A Y DECLINACIONES SOLARES (FOTO Y ESQUEMA DEL AUTOR).

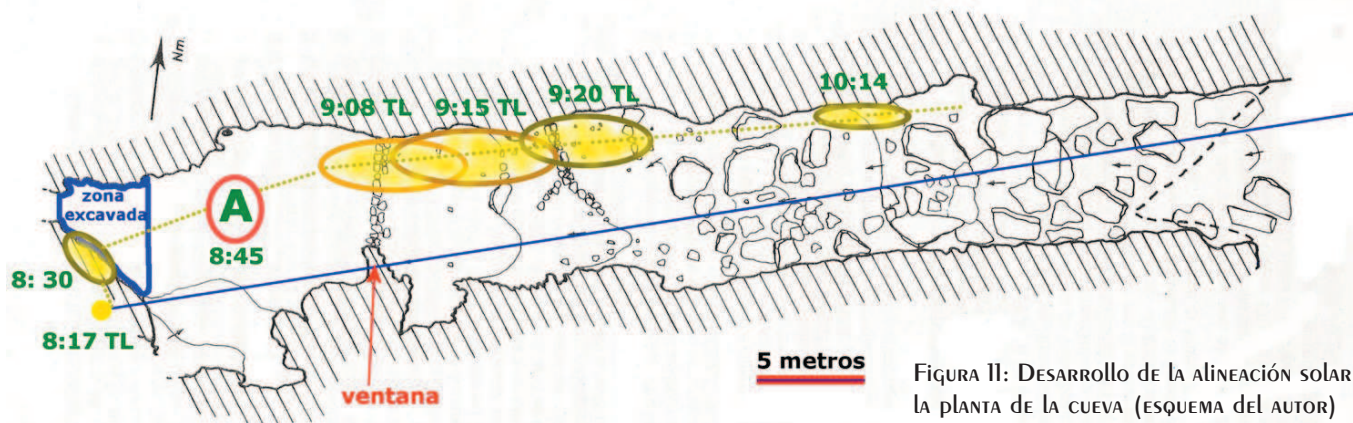


FIGURA II: DESARROLLO DE LA ALINEACIÓN SOLAR EN LA PLANTA DE LA CUEVA (ESQUEMA DEL AUTOR)

cardial”, *Lucentum XXI-XXII* (2002-2003), 7-26.

García Atiénzar, G., *La neolitización del territorio. El poblamiento neolítico en el área central del Mediterráneo español*, Universidad de Alicante, Tesis Doctoral (2007).

González Alcalde, J., “Estudio historiográfico, catálogo e interpretación de las cuevas-refugio y cuevas-santuario de época ibérica en Alicante”, *Recerques del Museu d’Alcoi*, 11/12 (2002-2003), 57-84.

Guillem, P.; Guitart, I.; Martínez-Valle, R.; Mata, C. y Pascual Benito, J. L., “L’ocupació prehistòrica de la Cova de Bolumini (Beniarbeig-Benimeli, Marina Alta)”, *Actes del III Congrés d’Estudis de la Marina Alta*. Institut de Cultura Juan Gil-Albert (Alicante,

1990), 31-48.

Martín Asín, F., *Astronomía*, Ed. Paraninfo (Madrid, 1982).

Sanchis Montesinos, K., “Análisis polínico de la secuencia de cova de Bolumini (Benimeli-Beniarbeig)”, *Cuad. de Geogr.* 56 (1994), 175-206.

Enlaces

<http://www.cuevasalicante.com>

Pla Salvador, R., y Pavía Alemany, F., y *Catálogo de cavidades de la provincia de Alicante*, “Cova del Bolumini, nº 136”.



FIGURA 12: FOCO DE LUZ BARRIENDO EL LATERAL IZQUIERDO DE LA CUEVA (foto del autor)