

SOBRE EL ANÁLISIS ARQUEOASTRONÓMICO DE DOS YACIMIENTOS TINERFEÑOS Y LA IMPORTANCIA DE LOS EQUINOCCIOS EN EL RITUAL ABORIGEN

César Esteban
Montserrat Delgado Cabrera
Instituto Astrofísico de Canarias

RESUMEN

Se describe una nueva metodología para la medida y el análisis preciso del horizonte astronómico que rodea a yacimientos arqueológicos. Este método se ha aplicado a la estación de cazoletas y canalillos de Barranco de la Tapia (Candelaria) y la estación de grabados rupestres de La Pedrera (Punta del Hidalgo, San Cristóbal de La Laguna), situadas ambas en Tenerife y con una posible significación cultural. Hemos encontrado que el orto u ocaso del Sol en los equinoccios se produce en las zonas más llamativas del horizonte de ambos yacimientos, una relación astronómica que ya se había encontrado en otros sitios arqueológicos del Archipiélago. Se propone que la importancia ritual del equinoccio (o de una fecha muy cercana a éste, especialmente el punto medio temporal entre ambos solsticios) podría tener su origen en el Norte de África preislámico, donde se han encontrado unas relaciones astronómicas muy similares a las descubiertas en lugares de culto prehispanicos de las Islas Canarias en los últimos años.

PALABRAS CLAVE: Arqueoastronomía, Islas Canarias, Tenerife, norte de África, religión, santuarios, grabados rupestres.

ABSTRACT

We describe a new method to obtaining and analysing precise measurements of the astronomical horizon around archaeological sites. We have applied this method to the rock engraving stations of Barranco de la Tapia (Candelaria) and La Pedrera (Punta del Hidalgo, La Laguna), both located in Tenerife Island and of possible cultural significance. We have found that the sunrise or sunset at and around the equinoxes takes place on striking zones of the horizon in both sites. This kind of astronomical relation has been found in some archaeological sites in other islands of the archipelago. We propose that the ritual importance of the equinoxes —or a date very close to the equinoxes, as the temporal mid-point between solstices— could have been originated in pre-Islamic North Africa, a zone with archaeoastronomical findings strongly similar to those discovered in religious precincts of the Canary Islands.

KEY WORDS: Archaeoastronomy, Canary Islands, Tenerife, North Africa, Religion, Sacred places, Rock art.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. LA ASTRONOMÍA EN LA PREHISTORIA DE CANARIAS

En la última década se han llevado a cabo distintos estudios arqueoastronómicos en yacimientos aborígenes canarios que demuestran la importancia de ciertos elementos astronómicos en la simbología religiosa y en el ritual de la antigua cultura prehispanica (Aveni y Cuenca, 1992-1993-1994; Belmonte *et al.* 1994, 2001; Belmonte, 1999, Belmonte y Hoskin, 2002; Esteban, 1997, 2000; Esteban *et al.*, 2002). Las posiciones singulares del movimiento anual solar sobre la bóveda celeste: solsticios y equinoccios, parecen ser los elementos más constatados. Así, encontramos marcadores de estos eventos solares basados en diferentes estrategias:

- a) la disposición relativa de elementos artificiales de los propios yacimientos permite una orientación hacia ortos u ocasos del Sol en solsticios y equinoccios, así como la producción de juegos de luz y sombra;
- b) los ortos u ocasos solares en dichos momentos del año se producen sobre elementos llamativos del horizonte que rodea al yacimiento o incluso sobre otros yacimientos conectados visualmente;
- c) los elementos del yacimiento (como grabados rupestres o tumbas de necrópolis) se encuentran orientados sistemáticamente a dichos eventos astronómicos.

Se han encontrado relaciones astronómicas en todas las islas del Archipiélago que se han estudiado con cierta profundidad, principalmente en Gran Canaria, Tenerife, Fuerteventura y Lanzarote, lo que sugiere que la importancia del culto solar era algo común en todas o en la mayor parte de las sociedades insulares. Estos marcadores astronómicos podrían ser utilizados como elementos en el propio ritual (hierofanías), como herramientas para establecer un calendario y/o para predecir el momento en que se producían las distintas festividades con vistas a la preparación y anuncio de su celebración.

Por otra parte, las crónicas históricas escritas coinciden en la gran importancia de los cultos astrales en la religión de los aborígenes canarios. Son varios los autores que han llevado a cabo el análisis de dicha documentación (Tejera Gaspar, 1992: 11-18; Jiménez González, 1994; Belmonte *et al.*, 1994; Barrios, 1997). De estos estudios parece clara la existencia de un calendario aborígen lunisolar, basado en la observación de la posición del Sol y las fases de la Luna, aunque existen diferencias en las crónicas sobre el momento preciso del inicio del año, algunos cronistas indican la luna nueva posterior al solsticio de verano, mientras que otros lo sitúan en la luna nueva posterior al equinoccio de primavera.

1.2. MOTIVACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO

La parte técnica del presente artículo se planteó como el núcleo de un trabajo de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados dentro

del programa de tercer ciclo «Física del Cosmos» del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. Nuestro objetivo fundamental fue desarrollar un método de análisis preciso del horizonte astronómico en yacimientos arqueológicos de posible significado ritual en Tenerife. Para ello utilizamos instrumental de precisión, tanto para la determinación de las coordenadas geográficas de los yacimientos como para la obtención de medidas angulares sobre el horizonte. Por otra parte, también se aplicaron paquetes informáticos profesionales de análisis de imágenes astronómicas a fotografías digitales del horizonte que rodea a los yacimientos. Con la puesta a punto de estas técnicas hemos desarrollado una nueva metodología en nuestro grupo de investigación para abordar futuros proyectos de análisis sistemático y preciso del horizonte astronómico en cualquier tipo de yacimiento.

1.3. LOS YACIMIENTOS ESTUDIADOS

Debido al limitado tiempo disponible para la realización del trabajo y su interés principalmente técnico, nos centramos en dos yacimientos de Tenerife ya conocidos por nosotros: la estación de cazoletas y canalillos del Barranco de la Tapia, en Candelaria y la estación de grabados rupestres de La Pedrera, en el municipio de San Cristóbal de La Laguna.

El yacimiento del Barranco de La Tapia está situado en el kilómetro 19 de la carretera TF-28 en el municipio de Candelaria. Se encuentra sobre un afloramiento de toba volcánica de color amarillento situado justo al borde de la carretera, a 135 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas GPS son longitud: 16°22'56" O, latitud: 28°20'55" N. Se compone de un conjunto de cazoletas y canales excavados en la roca que se distribuyen sobre una superficie de varias decenas de metros cuadrados de extensión, aunque es posible que algunos elementos se encuentren ocultos bajo la vegetación o cubiertos por los sedimentos (ver figura 1). El yacimiento se encuentra totalmente desprotegido y está muy expuesto a la acción antrópica, de hecho es muy probable que parte del yacimiento fuera destruido por la construcción y mejoras posteriores de la carretera TF-28. La apariencia de los grabados es antigua y sus características parecen análogas a otros yacimientos mucho mejor conocidos y clasificados indudablemente como prehistóricos como Roque de La Abejera (Buzanada, Arona) o Pico Yeje (Masca, Buenavista). Distintos autores clasifican este tipo de yacimientos como lugares de culto (Tejera Gaspar, 1992: 32; del Arco Aguilar *et al.*, 1999: 62). Hasta donde tenemos conocimiento, el yacimiento se encuentra inédito y su existencia y localización nos fue comunicada por los arqueólogos José V. Febles y Cristo M. Hernández.

El segundo yacimiento estudiado es el conocido como La Pedrera, situado en un rellano de toba volcánica de la cara norte del Roque de Dos Hermanos (Punta del Hidalgo, municipio de La Laguna). Se encuentra muy cercano al mar y a 175 metros de altura. Las coordenadas GPS del yacimiento son longitud: 16°18'29" O, latitud: 28°34'20" N. El acceso es complicado, pues aunque se parte de una vereda, ésta se debe abandonar para ascender (y en algunos momentos escalar) parte de la montaña para llegar a la zona arqueológica. El yacimiento fue publicado por Perera



López (1992) y consiste en una estación principal de grabados rupestres de 6 metros de longitud, un ancho de algo más de 4 metros y con una inclinación descendente en dirección este-oeste de unos 20°. Los grabados son muy interesantes; parecen representar figuras antropomorfas femeninas y asexuadas y pisciformes, así como figuras geométricas y cazoletas. Perera López interpreta el yacimiento como un centro de culto prehistórico a la fecundidad femenina.

2. OBTENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS DATOS

La obtención de los datos se realizó durante varias visitas a los yacimientos. El instrumental utilizado fue un teodolito, un aparato de posicionamiento global (GPS) y una cámara fotográfica digital.

El teodolito es un aparato topográfico de precisión que se utiliza para medir ángulos horizontales (acimut) y ángulos verticales (altura). El modelo de teodolito utilizado fue el TEO-3, analógico, portátil y de poco peso, muy indicado para el trabajo de campo en lugares de difícil acceso. Dispone de un trípode de aluminio ligero pero robusto (ver figura 2). El sistema de medida en los dos ejes del teodolito es centesimal, es decir, toda la circunferencia está dividida en 400°. El eje de alturas, que realmente mide distancias cenitales centesimales, tiene su cero en el cenit, alcanzando el valor 100° justo sobre el horizonte. La unidad mínima de lectura para ambos ejes es de 0,05° centesimales (0,045° sexagesimales). Aunque la precisión puede ser algo superior a este valor porque se pueden estimar fracciones aproximadas a esa unidad mínima.

Los sistemas de posicionamiento global (GPS) por medio de satélites son de una utilidad extraordinaria, gracias a ellos podemos determinar las coordenadas de un lugar sobre la superficie de la Tierra con una incertidumbre de apenas unas decenas de metros. El instrumento utilizado en nuestro caso fue un modelo GPS II PLUS de Garmin. Con él obtuvimos la longitud y latitud del lugar así como el denominado tiempo universal, UT¹. El disponer de una determinación precisa del UT fue necesario para cronometrar cada medida de la posición del Sol realizada para la calibración del punto cero de acimut del teodolito (ver más adelante).

A la llegada a cada yacimiento se coloca el teodolito en estación. Esto supone realizar las tareas siguientes:

- a) colocar el trípode bien anclado y, aproximadamente, en el centro geométrico del yacimiento;

¹ El UT es un tiempo estándar internacional con el que se suelen cronometrar los fenómenos y las efemérides astronómicas. Se define como el tiempo civil sobre el meridiano que pasa por la localidad británica de Greenwich. El tiempo oficial en las Islas Canarias coincide o adelanta en una hora al UT según la época del año en que nos encontremos.



- b) fijar el teodolito sobre el trípode;
- c) nivelar la base del teodolito paralelamente al plano del horizonte, para lo cual se utiliza una burbuja flotante situada en la base nivelante del teodolito que se fija con tres tornillos.

Una vez tenemos el teodolito en estación, medimos las coordenadas geográficas del lugar con el GPS y lo situamos sobre un mapa geográfico detallado de la zona.

El paso siguiente consiste en la obtención de fotografías del horizonte que rodea el yacimiento, inicialmente con un objetivo gran angular para obtener un campo extenso y cubrir toda o la mayor parte del horizonte en varias exposiciones. Posteriormente, se fotografían las zonas más llamativas y aquellas donde se estima que se producen los ortos y ocasos del Sol y la Luna con un objetivo de mayor aumento (teleobjetivo). Cuanto mayor aumento utilizemos, mayor precisión podremos obtener en el análisis del horizonte, aunque no es conveniente que el campo sea demasiado pequeño (menor de, por ejemplo, unos 5° a 10°). Finalmente, se define un cierto número de cotas en las zonas de mayor interés potencial, fácilmente distinguibles sobre las fotografías, y se determina su acimut y la distancia cenital instrumental con el teodolito.

Hay que recordar que el teodolito mide acimutes respecto a un origen arbitrario, cuya posición varía cada vez que colocamos en estación el teodolito y se mantiene mientras no movamos el aparato. Para realizar el estudio necesitamos medir acimutes referidos al norte geográfico, por lo que necesitamos conocer el ángulo definido entre el norte geográfico y el origen de acimutes instrumentales del teodolito en la disposición particular utilizada. La determinación de este ángulo, que denominaremos «declinación instrumental», la realizamos con observaciones sucesivas de la posición del Sol en tres momentos diferentes durante nuestra visita al yacimiento. Típicamente realizamos una observación antes de medir las cotas, otra hacia la mitad de la sesión de trabajo y una última al final, justo antes de desmontar el teodolito. Debido a que las medidas se realizan a través de una mira telescópica con un cierto número de aumentos, las observaciones de la posición del Sol pueden dañar los ojos, por lo que se realizaron proyectando la imagen del Sol y de la retícula del campo de observación sobre una pantalla blanca. Cuando se estimaba que el disco solar se encontraba centrado sobre la retícula, se anotaba del tiempo universal indicado por el GPS, se embragaba la posición del teodolito y se medía el acimut y la distancia cenital con el objetivo de la mira ya tapado. Cada medida (tanto de cotas como de la posición del Sol) se realizó individualmente por tres personas diferentes, eliminando posibles errores de lectura.

La determinación de la «declinación instrumental» se lleva a cabo con posterioridad al trabajo de campo, calculando el acimut y la altura esperados del centro del disco solar a partir de las coordenadas celestes del Sol en ese momento. Estas coordenadas (ascensión recta y declinación celestes) se pueden interpolar de las tablas publicadas anualmente en el Almanaque Náutico del Observatorio de San Fernando. Estas tablas proporcionan las coordenadas del Sol para cada hora y para todos los días del año. La «declinación instrumental» será entonces el valor medio



de la diferencias entre el acimut medido por el teodolito y el acimut geográfico real, ambos correspondientes a las distintas posiciones del Sol medidas durante la visita al yacimiento.

Una vez calculamos la «declinación instrumental», que designaremos como d_t , podemos calcular el acimut geográfico (en grados sexagesimales) de cada cota medida mediante la siguiente relación:

$$A = \frac{360}{400} A_t - d_t$$

donde A_t es el acimut medido con el teodolito. Por otra parte, la altura (sexagesimal) de las cotas la podemos obtener a partir de esta relación con la distancia cenital medida con el teodolito (z_t):

$$h = 90^\circ - \left(\frac{90}{100} z_t \right)$$

La altura medida de un objeto cercano al horizonte está afectada por un fenómeno denominado refracción atmosférica. Este efecto óptico, relacionado con el diferente índice de refracción que tienen las distintas capas de la atmósfera, hace que la altura a la que vemos los objetos cercanos al horizonte sea mayor a la que tienen en la realidad. En nuestro caso hemos utilizado la expresión que nos proporciona Schaefer (2000):

$$R = \frac{0,0167^\circ}{\tan \left(h + \frac{7,31^\circ}{h + 4,4^\circ} \right)}$$

donde R es la corrección que debemos aplicar a la altura debida a la refracción atmosférica en grados sexagesimales, que nunca supera valores del orden de $0,5^\circ$. La altura corregida quedaría entonces:

$$H = h - R$$

Existe una segunda corrección a la altura, que es la conocida como paralaje, que es mayor cuanto más cerca se encuentra el astro a la Tierra. En la práctica este efecto sólo es importante en el caso de observaciones de astros cercanos a la Tierra, como la Luna, en el caso del Sol el efecto de la paralaje es despreciable.

Con la metodología explicada sólo podemos determinar con precisión las coordenadas (A , H) asociadas a las cotas que hayamos medido con el teodolito. Si un orto u ocaso de interés astronómico se realiza sobre un punto del horizonte para el cual no disponemos de una medida directa de sus coordenadas con el teodolito

(la situación más probable), la posición de dicho punto no quedará determinada con precisión.

En nuestro caso, además de las medidas de las cotas, realizamos un análisis de las imágenes digitales del horizonte, que se llevó a cabo con el paquete de reducción y análisis de imágenes astronómicas IRAF², el más utilizado por la comunidad astronómica internacional. Se trata de un software libre de soporte UNIX o LINUX (<http://iraf.noao.edu/>). Dentro de este paquete utilizamos varias tareas englobadas en el conjunto de tareas denominado IMCOORD. Nuestro objetivo fue el conseguir transformar cualquier par de puntos (X, Y) sobre una imagen digital a sus coordenadas de acimut y altura (A, H) correspondientes, con esto podemos determinar con precisión las coordenadas celestes del astro que pasa por cualquier punto del horizonte.

En primer lugar utilizamos la tarea CCMAP, en la cual introducimos:

- a) una tabla de datos (en forma de fichero de texto con cuatro columnas) con los valores X e Y de las cotas medidas sobre la imagen digital del horizonte, así como los correspondientes A y H de dichos puntos (calculados según hemos descrito anteriormente).
- b) La imagen digitalizada de la parte del horizonte que estemos tratando en ese momento (en nuestro caso convertimos la imagen original, en formato JPEG estándar, a formato FITS, que es el habitual de las imágenes astronómicas y uno de los que usa IRAF). Este formato permite que el fichero de la imagen contenga también una serie de datos adicional (denominado encabezamiento) con parámetros relevantes de la imagen.

Esta tarea calcula un ajuste bidimensional a la imagen cuyos parámetros serán escritos en un fichero de texto de salida. En nuestro caso elegimos un polinomio de orden dos en cada eje. Con este ajuste podremos asignar un par (A, H) a cada punto (X, Y) de la imagen. Esta tarea tenemos que aplicarla para cada fotografía. En general tendremos varias en cada yacimiento, cubriendo distintas zonas del horizonte. El número de cotas que necesitamos en cada fotografía dependerá de la precisión que deseemos, así como el orden del polinomio que queramos aplicar (esto determina el número de cotas mínimo).

Seguidamente hacemos uso de la tarea CCSETWCS, con la que introducimos el ajuste bidimensional en el encabezamiento de la imagen. Introduciendo la fotografía del horizonte y el archivo del ajuste polinómico, las imágenes contendrán entonces la función que transforma de puntos (X, Y) a valores de acimut y altura, (A, H) . Finalmente, utilizamos la tarea WCSCTAN, con la cual, introdu-

² El paquete de reducción de datos astronómicos IRAF se distribuye a través del National Optical Astronomical Observatory (NOAO), operado por Association of Universities for Research in Astronomy (AURA) en acuerdo con el National Science Foundation (NSF) de EEUU.



ciendo un fichero de puntos (X, Y) cualesquiera medidos a posteriori sobre la imagen, podemos determinar sus correspondientes valores (A, H). La medida de las coordenadas (X, Y) sobre la imagen digital puede realizarse con cualquier programa comercial de despliegado y edición de imágenes, en nuestro caso utilizamos las opciones ofrecidas por el propio paquete informático IRAF.

Una vez tenemos las coordenadas acimut y altura (A, H) de un punto cualquiera sobre la imagen y conocida la latitud del lugar, ϕ (determinada a partir de las medidas con el GPS), podemos calcular la declinación celeste, δ , del objeto que pasa por dicho punto a través de una ecuación de transformación de coordenadas:

$$\delta = \arcsin(\sin H \cdot \sin \phi + \cos H \cdot \cos \phi \cdot \cos A)$$

Este último cálculo se realizó, en nuestro caso, con un sencillo programa elaborado en el entorno IDL y en el sistema operativo LINUX sobre las tablas de datos de salida de IRAF. El rango de valores de la declinación va de -90° a $+90^\circ$. Cuando un astro tiene $\delta = 0^\circ$ supone que se encuentra sobre el ecuador celeste, mientras que $\delta = +90^\circ$ significa que el objeto se encuentra en el Polo Norte celeste. Las coordenadas celestes de un astro son independientes de la posición del observador sobre la superficie de la Tierra (a diferencia de lo que ocurre con las coordenadas horizontales: acimut y altura) y son las que suelen proporcionarse en los catálogos astronómicos.

3. RESULTADOS

3.1. BARRANCO DE LA TAPIA

Después de una primera visita el 9 de mayo de 2002, donde nos familiarizamos con el manejo del instrumental y la obtención de medidas, volvimos a visitar el yacimiento el 16 de octubre de 2002 para obtener la serie definitiva de datos. La estación se encuentra situada en un barranco estrecho y poco profundo con una franja abierta al mar en dirección este-sureste donde puede verse la isla de Gran Canaria. Hacia en el interior, el relieve es montañoso pero lo más llamativo de esta zona, es decir, la parte más rica en rasgos topográficos, es el perfil de la Caldera de Pedro Gil y el pico Cho Marcial, situados en las cumbres de Arafo, a unos 8 km de distancia (ver figura 3). La caldera ocupa una zona relativamente estrecha de apenas unos 10° en acimut, es decir, una $1/36$ parte de todo el horizonte que rodea el yacimiento. Fuera de esta zona, el resto del horizonte terrestre no contiene elementos llamativos y es en su mayor parte más cercano, excepto el Pico de Izaña, por todo esto, nos concentramos en dos áreas: la Caldera de Pedro Gil y el perfil de la isla de Gran Canaria. Nuestra idea era comprobar si podían existir elementos en el horizonte del yacimiento que pudieran señalar momentos singulares de las trayectorias periódicas del Sol o la Luna sobre la bóveda celeste.



En la figura 4 mostramos la posición de las 16 cotas que se midieron con el teodolito sobre el perfil de la Caldera de Pedro Gil. La «declinación instrumental» del teodolito se determinó a partir de tres medidas de la posición del Sol, obteniéndose un valor de $d'_t = 119,63^\circ \pm 0,01^\circ$ (sexagesimales), donde la incertidumbre asignada corresponde a la dispersión de las tres medidas individuales obtenidas de la «declinación instrumental». El valor tan pequeño de la dispersión indica que las tres medidas de la posición del Sol fueron muy precisas y que la determinación de la «declinación instrumental» es enteramente confiable. En la tabla 1 mostramos los valores de acimut, altura y declinación celeste correspondientes a cada una de las cotas utilizadas.

Realizamos un ajuste bidimensional a la imagen digital del perfil del horizonte alrededor de la Caldera de Pedro Gil siguiendo el método descrito en la sección 2. Según el ajuste, cada elemento de resolución (o píxel) de la imagen utilizada ocupa $50,0''$ ($0,014^\circ$) en el eje de acimut (X) y $45,6''$ ($0,013^\circ$) en el eje de alturas (Y). Para comprobar la calidad del ajuste realizado a la imagen, volvimos a determinar los valores de acimut y altura que nos proporcionaba el ajuste para el conjunto de 16 cotas y comparamos ambos valores, el original medido por el teodolito y el devuelto por el ajuste bidimensional de la imagen; la dispersión de la diferencia fue de 0.07° en acimut y 0.03° en altura, por lo que estos valores son los que pueden considerarse como incertidumbres nominales de las coordenadas A y H que obteníamos para cada punto por medio de nuestro método. La incertidumbre de la declinación celeste correspondiente a cada punto, $\Delta\delta$, es del orden de 0.07° (unos $4'$, aproximadamente un $1/8$ del diámetro solar).

El resultado más llamativo es que el rango de declinaciones celestes de los astros que tienen su ocaso en el interior de la Caldera de Pedro Gil (que cubre el intervalo de δ desde $-2,36^\circ$ hasta $+6,50^\circ$) incluye el valor $\delta = 0^\circ$. Esto supone que la puesta u ocaso del Sol en los equinoccios (Sol situado a $\delta = 0^\circ$, es decir, sobre el ecuador celeste) se produce en los alrededores de la cota núm. 5. El punto exacto del horizonte que corresponde a $\delta = 0^\circ$ (determinado a partir de la técnica del ajuste bidimensional de la imagen) se muestra también en la figura 4.

En el caso del perfil de Gran Canaria, situada en el horizonte sureste, obtuvimos medidas de 8 cotas, no encontrando relaciones astronómicas destacables con ninguna posición singular del Sol (solsticios o equinoccios) o la Luna (lunasticios). Es necesario indicar que ningún orto u ocaso en solsticios o lunasticios o incluso el orto de los equinoccios se produce por ningún otro lugar singular del horizonte del yacimiento.

Hemos calculado el intervalo de días en que el centro del disco solar tendría su ocaso sobre el interior de la Caldera de Pedro Gil (entre las cotas núm. 2 y 16) para un año de referencia arbitrario: 1400 d.C. (el resultado es prácticamente igual para cualquier año que podamos suponer desde comienzos de la Era Cristiana hasta la actualidad), comprobando que se produce desde 6 días antes hasta 17 días después del equinoccio de primavera y desde 17 días antes hasta 6 días después del equinoccio de otoño. En total tenemos unos 23 días en que el centro del disco solar tiene su ocaso entre esos dos puntos. Si en vez del centro del disco, consideramos el periodo en que al menos una parte (aun pequeña) del disco toca el interior de la



caldera este intervalo se aumentaría a 24 días. Esto significa que podemos ver el ocaso solar producirse en el interior de La Caldera de Pedro Gil durante un 13% de la duración total del año (dos periodos de 23-24 días alrededor de cada equinoccio), el resto del tiempo el Sol se pone fuera de la caldera, bien hacia el norte, bien hacia el sur, en lugares mucho menos llamativos del horizonte.

Como vemos, el resultado principal de este estudio es que en la zona más llamativa del horizonte occidental del yacimiento se produce la puesta del Sol en los equinoccios, en una zona relativamente estrecha por otra parte.

3.2. LA PEDRERA

Visitamos este yacimiento el 24 de abril de 2003. Como ya se comentó anteriormente, se encuentra situado sobre una pequeña cornisa sobre la ladera norte del Roque de Dos Hermanos, un balcón natural que va a dar a un acantilado sobre el mar. El horizonte oriental es realmente espectacular, pues se domina la costa y los acantilados de Anaga e incluso los conocidos roques de Dentro y de Afuera de Taganana. Es precisamente en este punto donde la costa norte de Tenerife se alinea prácticamente en la línea este-oeste. El horizonte está ocupado por el mar en más de la mitad norte de su circunferencia, aunque parte de la zona oeste-noroeste (unos 12°) está ocupada por el perfil de la isla de La Palma que, desgraciadamente, no era visible en el momento de nuestra visita dada la presencia de nubes en ese área.

La «declinación instrumental» del teodolito se determinó a partir de tres medidas de la posición del Sol, obteniéndose un valor de $d_i = 54,98^\circ \pm 0,02^\circ$. Como en el caso del yacimiento del Barranco de la Tapia, la dispersión de las medidas es muy pequeña, lo que indica que se obtuvieron con gran precisión.

Creemos que cualquier visitante del lugar estaría de acuerdo en que la parte del horizonte situada hacia el este es la más llamativa e impresionante del yacimiento (figura 5). En nuestro caso, concentramos nuestra atención en esta zona y tomamos una serie de 21 cotas justo sobre el complicado perfil de las montañas de la costa que baja hasta el mar (mostradas en la figura 6 y en la tabla 2). En esta zona se encuentra el punto donde tiene su orto un astro con declinación celeste $\delta = 0^\circ$, como el Sol en los equinoccios. Como en el yacimiento anterior, realizamos el ajuste bidimensional de la imagen, encontrando que cada pixel ocupa 57,1" (0,016°) en el eje de acimut (X) y 59,4" (0,017°) en el eje de alturas (Y). Comparando los valores de A y H medidos para las 21 cotas con las que proporciona el ajuste encontramos que la dispersión de la diferencia fue de 0,06° en acimut y 0,04° en altura, que se traduce en una incertidumbre de la declinación celeste correspondiente a cada punto del orden de 0,07°.

En la figura 6 indicamos el punto del horizonte que corresponde al orto del sol en los equinoccios, casi coincidente con la cota núm. 18, cerca del borde superior de la pendiente del acantilado. Es importante comentar que ya Perera López indica que los grabados antropomorfos, así como el pisciforme de la estación, se encuentran orientados con sus cabezas en dirección este, cosa que también pudimos



corroborar con nuestras medidas. Es realmente llamativo que esta orientación de los grabados implica también un alineamiento con el orto solar de los equinoccios tal y como se observa desde el yacimiento, hecho que apoya nuestra hipótesis sobre el interés astronómico de los que situaron, diseñaron y utilizaron el yacimiento.

De forma similar a lo realizado para el yacimiento anterior, calculamos el intervalo de días en que podría observarse el orto del centro del disco solar sobre la pendiente descendente del acantilado mostrado en la figura 6, en particular entre las cotas núm. 19 (promontorio superior) hasta la cota núm. 1 (intersección del acantilado con el horizonte marino), para el año de referencia 1400 d.C., comprobando que se produce desde 3 días antes hasta 13-14 días después del equinoccio de primavera y desde 13-14 días antes hasta 3 días después del equinoccio de otoño. Tenemos unos 16-17 días en que el centro del disco solar tiene su orto entre esos dos puntos. Si en vez del centro del disco solar consideramos cualquier punto del disco, el intervalo se aumentaría en hasta unos 18 días en total, lo que significa que podemos ver el orto solar producirse sobre cualquier punto de dicho acantilado durante un 10% de la duración total del año (dos periodos de unos 18 días alrededor de cada equinoccio), el resto del tiempo el Sol sale fuera de este elemento tan llamativo del horizonte, o bien sobre el horizonte marino o bien sobre la parte superior del perfil del horizonte, sobre las cumbres del Macizo de Anaga que, contrariamente a lo que se podría pensar por lo agreste de la zona, se muestra bastante plano y anodino, carente de rasgos topográficos llamativos.

Sería interesante realizar medidas del perfil de la isla de La Palma, pues según nuestras estimaciones basadas en mapas del Servicio Geográfico del Ejército, el ocaso solar de los equinoccios debe producirse en algún lugar de las cumbres de la mitad sur del perfil de la isla vecina. Por otra parte, el ocaso en el solsticio de invierno debe producirse también en algún punto del extremo norte del macizo de Teno, en la zona más occidental de Tenerife. Los ortos de los dos solsticios, el ocaso del solsticio de verano o los ortos y ocasos de los lunasticios (excepto quizás el ocaso del lunasticio mayor sur), no parecen producirse sobre lugares interesantes del horizonte. Como vemos, el yacimiento tiene un gran potencial arqueoastronómico que quizás no se restrinja al posible marcador equinoccial que hemos encontrado. De cualquier forma, la orientación sistemática este-oeste de los grabados antropomorfos y pisciformes hace pensar que la relación con los equinoccios podría ser, dentro de la hipótesis astronómica, la más importante en cualquier caso.

4. DISCUSIÓN

4.1 SOBRE LA IMPORTANCIA RITUAL DE LOS EQUINOCCIOS Y SU POSIBLE ORIGEN

En diversos trabajos anteriores ya se había apuntado la presencia de posibles marcadores equinociales en yacimientos arqueológicos de carácter religioso o funerario del Archipiélago Canario. Estos marcadores se han encontrado principalmente en Gran Canaria, en lugares tan representativos como el Roque Bentaiga, la Fortaleza Grande o la Necrópolis de Arteara (Esteban *et al.*, 1996, 1997; Belmonte





y Hoskin, 2002:225-230) y también en algunos yacimientos de torretas del suroeste de la isla (Aveni y Cuenca, 1992-1993-1994), aunque también se han descubierto en Zonzamas, la antigua capital aborigen de Lanzarote, y en Tablero de los Majos, en la zona de Jandía, en el extremo sur de Fuerteventura (Esteban *et al.*, inédito; Belmonte y Hoskin, 2002:243-244, 253-256). La existencia del posible marcador de La Pedrera ya había sido recogida en Esteban *et al.* (inédito) y, muy brevemente, en Jiménez González *et al.* (1997). El haber encontrado marcadores equinociales en yacimientos canarios de especial significación indica que este evento astronómico podría haber tenido una cierta relevancia en el ritual aborigen. El que, por otra parte, estos marcadores equinociales se hayan descubierto en varias islas del Archipiélago sugiere, quizás, que este elemento formaba parte del substrato religioso común que los pobladores originales trajeron desde su lugar de origen. Resulta difícil pensar que el posible uso ritual de los equinoccios fuese producto de una evolución aislada, aunque confluyente, del simbolismo religioso de las culturas insulares.

La arqueología actual parece estar de acuerdo en el origen norteafricano de los primeros pobladores de las Islas Canarias (ver, por ejemplo, Tejera Gaspar y González Antón, 1987), que llegaron alrededor del comienzo de la Era Cristiana. Una posibilidad apuntada por distintos autores es el poblamiento llevado a cabo por miembros de tribus líbicas rebeldes deportados por púnicos o romanos (ver, por ejemplo, Pallarés Padilla, 1976; Mederos Martín y Escribano Cobo, 1999), hipótesis que también ha sido criticada recientemente (Farrujia de la Rosa y del Arco, 2002). Mientras Mederos Martín y Escribano Cobo (1999) proponen la Mauritania Tingitana como el lugar de origen más probable de esta primera población, Belmonte *et al.* (1998) proponen Numidia basándose en consideraciones lingüísticas. En los últimos años se ha formulado una nueva teoría que apunta a la colonización púnica de las islas como origen de su poblamiento (González Antón *et al.*, 1998) aunque todavía no se han encontrado restos indiscutiblemente púnicos en el registro arqueológico canario que demuestren tal teoría.

En cualquier caso, ambas teorías quizás no sean arqueológicamente excluyentes, pues, como es bien sabido, la cultura líbica o protoberber anterior a la invasión árabe tuvo una influencia púnica muy profunda y duradera, sobre todo en aspectos como la escritura y la religión (ver Camps, 1979), por lo que no es, ni mucho menos, imposible que elementos culturales clasificados como púnicos fuesen traídos a las islas por pobladores norteafricanos de origen no semita, independientemente de que éstos fuesen traídos como deportados o como colonos por los púnicos o los romanos.

Recientemente, en Esteban (2003) se discuten distintos hallazgos arqueoastronómicos recientes en la zona del Magreb preislámico que podrían proporcionar cierta luz para establecer el origen de las costumbres astronómicas que encontramos en las Islas Canarias. En dicho trabajo se discuten tres posibles marcadores de los equinoccios en lugares sagrados de origen libiopúnico que fueron reutilizados posteriormente como templos dedicados a Saturno o Apolo en época romana: el templo de Apolo en Máctar (Túnez), el templo de Saturno en Dugga (Túnez) y el templo B de Volúbilis (Marruecos). Resulta especialmente llamativo el caso del templo de Apolo en Máctar, que además de presentar un alineamiento este-oeste



perfecto en su edificio, el orto solar de los equinoccios se produce sobre un escalón natural del relieve del horizonte (ver Jiménez González *et al.*, 1998; Esteban *et al.*, 2001; Belmonte y Hoskin, 2000: 361-63), un marcador que resulta muy similar a otros descubiertos en yacimientos aborígenes canarios e incluso en yacimientos de la cultura prerromana ibérica del sureste de la Península (Esteban, 2002, 2003). Por otra parte, otro hecho significativo desde el punto de vista arqueoastronómico es que los templos norteafricanos dedicados a Saturno en época romana tienden a estar orientados hacia la salida del Sol (o la Luna), mientras que los dedicados a otras divinidades romanas siguen un patrón de orientación aparentemente aleatorio (Esteban *et al.*, 2001, Esteban, 2003: figura 11). También tenemos algunas referencias sobre la orientación de estelas funerarias en lugares sagrados a cielo abierto relacionados con templos dedicados a Saturno. Así, por ejemplo, el arqueólogo L. Carton encontró que todas las estelas neopúnicas encontradas en el santuario a cielo abierto de Thuburnica (Sidi-Ali-Bel-Kassem, Túnez) estaban orientadas hacia el este (Leglay, 1961: 276).

Es bien sabido que Saturno fue la gran deidad norteafricana de la fecundidad y, según todos los indicios, heredera directa del culto anterior al dios púnico Baal Hammon (Charles-Picard, 1954: 100-129; Leglay, 1966b; Bénabou, 1975:370-375). También parece bien establecido que Saturno/Baal Hammon fue un dios extremadamente popular tanto en el medio rural como en el urbano de la antigua sociedad libiopúnica del Magreb, hecho relacionado posiblemente con el gran paralelismo e incluso el sincretismo del Baal Hammon púnico con una antigua divinidad suprema líbica (ver, por ejemplo, Leglay, 1966b: 417-47). Resulta interesante comentar que en la zona más oriental del Magreb, en Tripolitania y Cirenaica, el culto de Saturno estuvo prácticamente ausente (Leglay, 1966b: 267-68; Brouquier-Reddé, 1992: 255-65), en su lugar, el dios supremo de época romana fue Júpiter-Hammon, una adaptación del gran dios de los libios orientales: Amón, el de cabeza de carnero (Bénabou, 1975: 335-38; Mattingly, 1994: 167-68). Esteban (2003) encuentra que una buena parte de los templos rurales de la zona de Tripolitania y el Fezzan muestran un patrón de orientación compatible con el orto y ocaso solar, característica que los hace similares a los templos de Saturno del resto del Magreb. Esta similitud es consistente con la existencia de un substrato religioso común de fuerte componente astral entre los antiguos libios tanto orientales como occidentales.

A partir de los trabajos exhaustivos de Leglay (1961, 1966a y 1966b), sabemos que los templos norteafricanos dedicados a Saturno tienen unas características comunes:

- a) están situados generalmente en lugares elevados y fuera de las ciudades;
- b) se construyen sobre o en las cercanías de lugares de culto prerromanos;
- c) las entradas de sus edificios tienden a estar orientadas hacia el este (como se demuestra en Esteban 2003: figura 11).

Estas características hacen de los templos dedicados a Saturno unos lugares físicamente apropiados para la manifestación o el contacto con una divinidad de carácter astral. De hecho, los principales símbolos de Saturno son el disco solar y el



creciente lunar. Estos símbolos no están presentes únicamente en las estelas funerarias líbicas, sino en el interior de los *hawanat* (tumbas excavadas en la roca), dólmenes o urnas funerarias, lo que muestra que los antiguos norteafricanos también asociaban el culto astral con el ritual funerario. La relación entre las costumbres funerarias y el culto solar parece bien establecido a partir de los estudios sistemáticos de la orientación de los monumentos funerarios de piedra seca del Sahara, los denominados *idebnan*, datados desde el Neolítico hasta la invasión árabe (ver Hachid, 2000). La orientación de distintos tipos de estos monumentos parece estar relacionada indiscutiblemente con el orto solar desde el punto de vista estadístico (Savary, 1966; Paris, 1996; Gauthier y Gauthier, 1999, 2002, 2003; Hachid, 2000). Este patrón de orientación también se observa en otros monumentos funerarios protohistóricos o preislámicos, como los túmulos con capilla o con nicho, los grandes mausoleos argelinos o *djedjar* (ver Camps, 1961: 180-84, 177-78, 199-205; Belmonte *et al.*, 1999; Castellani, 1995) o, incluso, las tumbas garamantes de distinta tipología del Fezzan (Belmonte *et al.*, 2002a). El hecho de que las orientaciones solares se encuentren en monumentos datados dentro de un periodo tan dilatado en el tiempo sugiere que éstas eran un elemento importante en el ritual funerario (y posiblemente religioso) de los antiguos norteafricanos del desierto y predesierto incluso con anterioridad a las influencias fenicias, púnicas o griegas. Por lo tanto, parece que nos enfrentamos a una extendida y persistente tradición norteafricana, cuyas raíces se hunden en épocas tan lejanas como el Neolítico y que pervivió hasta la llegada del Islam a la región.

De entre las escasas referencias históricas disponibles, parece claro que los cultos astrales y, en particular, solares fueron de enorme importancia en la religión del Norte de África prerromano; de hecho, referencias de Heródoto, Cicerón, Diodoro Sículo, Macrobio o el árabe Ibn Jaldún indican claramente que los antiguos libios y los beréberes anteriores al islam adoraban casi exclusivamente al Sol y a la Luna (Bates, 1970: 187-188; ver discusión y referencias en Esteban, 2003). Resulta llamativo que estas citas resultan casi análogas a las que disponemos sobre las características básicas de la religión aborígen de nuestras islas. Las crónicas coinciden en la gran importancia de los cultos celestes, sobre todo solares, en la religión de los primitivos aborígenes canarios (Tejera Gaspar, 1992: 11-18; Jiménez González, 1994; Belmonte *et al.*, 1994; Barrios, 1997).

Todos los paralelismos apuntados anteriormente hacen pensar que la gran importancia de los cultos solares (o celestes en general) y la costumbre de orientar astronómicamente los elementos y recintos de culto entre los antiguos aborígenes canarios podrían tener un origen norteafricano. Es también posible que las relaciones con el equinoccio compartiesen este mismo origen y que se mantuvieran como un elemento básico y persistente en el ritual.

4.2. SOBRE EL CONCEPTO DE EQUINOCCIO ASTRONÓMICO Y SUS POSIBLES VARIANTES

Según hemos visto, es posible que los equinoccios o una fecha cercana a éstos constituyesen un elemento importante a la hora de escoger la situación de los

yacimientos estudiados en el presente trabajo. Este evento astronómico se produce en una zona muy rica en rasgos topográficos conspicuos y cercanos entre sí sobre los cuales sería muy fácil realizar el seguimiento de la variación diaria de la posición del Sol en su orto u ocaso sobre el horizonte, e incluso predecir el día de ocurrencia del fenómeno si se ha calibrado con observaciones constantes a lo largo de varios años. Según hemos comentado, el equinoccio parece estar reflejado en otros yacimientos del Archipiélago, por lo que pudo tener un protagonismo especial en el ritual y en el simbolismo aborigen.

Pero ¿por qué el equinoccio puede ser un elemento importante? El concepto de equinoccio astronómico que utilizamos en la actualidad tiene su origen en la astronomía geométrica desarrollada en Grecia entre los siglos IV y III a.C. y se define como el momento en que el Sol se encuentra en cada uno de los dos nodos del plano de la eclíptica. Estos nodos corresponden a los puntos de intersección entre el plano del ecuador celeste y el plano de la eclíptica en la bóveda celeste. El plano del ecuador celeste es simplemente la proyección del ecuador terrestre sobre el cielo y el plano de la eclíptica es el lugar geométrico celeste por donde se mueve el Sol a lo largo del año. Ambos planos forman un ángulo de unos $23,5^\circ$ en la actualidad (ver definiciones más detalladas en Aparicio *et al.*, 2000: 27 y en Belmonte, 1999: 266). Parece improbable que un concepto tan abstracto y sofisticado como el equinoccio astronómico pudiera ser de importancia e incluso de alguna utilidad para una sociedad con el grado de desarrollo cultural y tecnológico que se le supone a la sociedad aborigen canaria. Esto nos lleva a plantear que quizás no fuese el equinoccio astronómico el concepto de interés para los antiguos aborígenes, sino otro muy cercano en el tiempo y mucho más concreto que conocemos como «punto medio temporal entre ambos solsticios».

Está claro que los solsticios son puntos singulares claramente distinguibles en la posición anual del Sol sobre la esfera celeste, pues corresponden a las posiciones extremas de su trayectoria anual sobre la bóveda celeste. Para un observador situado en la latitud de las Islas Canarias, el Sol alcanza su máxima altura sobre el horizonte al mediodía en el solsticio de verano y su mínima altura en el solsticio de invierno. Esto también se traduce en los valores extremos de la duración relativa entre el día y la noche. Si medimos el tiempo o construimos nuestro calendario a través de la observación y seguimiento del punto de su orto u ocaso sobre un horizonte bien conocido (lo que se denominan «calendarios del horizonte», utilizados por muy distintas culturas, ver Ruggles, 1999: 152) veríamos que el Sol sale o se pone en el punto más septentrional en el solsticio de verano y en el más austral en el solsticio de invierno. Como vemos, la ocurrencia de los solsticios serían distinguibles por un observador constante y cuidadoso, sin necesidad de disponer de conocimientos astronómicos o geométricos sofisticados. En este sentido, es importante comentar que se han descubierto marcadores de los solsticios en yacimientos arqueológicos de las Islas Canarias, lo que indica que este evento astronómico también podría haber tenido interés para los antiguos isleños. Dichos marcadores solsticiales se han encontrado en Cuatro Puertas (Gran Canaria, Belmonte *et al.*, 1994), en la Necrópolis de Gáldar (Gran Canaria, Belmonte *et al.*, 1997; Belmonte y Hoskin, 2002: 235-38), en las estaciones de cazoletas y canalillos de la Degollada



de Yeje, La Abejera y Cambados (Tenerife, Belmonte *et al.*, 1994). Incluso los grabados rupestres podomorfos de Montaña Tindaya (Perera Betancort *et al.*, 1996) parecen estar mayoritariamente orientados hacia la zona del horizonte donde se produce el ocaso solar del solsticio de invierno. Marcadores del solsticio de verano también se han encontrado en lugares arqueológicos norteafricanos de claro origen prerromano, como el relacionado con los dólmenes y tumbas húmedas en la antigua ciudad de Simithus (Esteban *et al.*, 2001) o el extraordinario marcador de la fortaleza de Zinchecra, en el corazón del territorio garamante del Fezzan (Belmonte *et al.*, 2002b).

Una vez hemos determinado la fecha en que se producen dos solsticios consecutivos (que distan 182 ó 183 días) entre sí y contando los días transcurridos, podemos definir el punto medio temporal entre ambos (entre 91 y 92 días antes o después de cada solsticio), es decir, el «punto medio temporal entre ambos solsticios» antes comentado. ¿Qué conseguiríamos con esto? Pues dividir el año solar (o trópico) en cuatro periodos de la misma duración (con una precisión de ± 1 día) y que coincidiría con las cuatro estaciones astronómicas. Para que este tipo de registro temporal fuese posible deberíamos suponer una cierta capacidad de contabilidad entre, al menos, algunos de los miembros de la sociedad aborigen. Esto parece bastante posible según los trabajos de Barrios (2002), que defiende el uso de un sistema simbólico de registro de datos numéricos y calendáricos entre los aborígenes basándose en evidencias arqueológicas, etnohistóricas y lingüísticas. Uno podría pensar que el punto medio temporal entre solsticios debería corresponder con el equinoccio, pero no es así. Debido a la diferencia en la velocidad de traslación de la Tierra a lo largo del año, la duración de las distintas estaciones no es la misma y pueden diferir en unos pocos días. En los últimos 1.000 años la primavera o el verano han durado entre 3 y 4 días más que el otoño o el invierno para los habitantes del hemisferio boreal. La posición exacta del Sol en este día mitad se encuentra ligeramente al norte de la que ocupa en los equinoccios y depende de la forma en que contemos el año (si comenzamos por el solsticio de invierno o de verano), del equinoccio que consideremos y la separación temporal entre el momento exacto en que se produce el equinoccio astronómico y el del orto u ocaso más cercano a ese momento (de unas 12 horas como máximo). Considerando todos estos factores, la declinación del Sol en ese día mitad estará dentro del rango de $(0,7 \pm 0,5^\circ)$. En el caso de los dos yacimientos estudiados, las figuras 4 y 6 muestran gráficamente la posición de dichos rangos de declinación. Como vemos, no hay elementos claros que nos permitan distinguir si es el equinoccio astronómico o el punto medio temporal entre solsticios el evento de interés de los marcadores, aunque conceptualmente parece más probable que este último elemento fuese el de interés.

Creemos necesario indicar que la utilización de fechas cercanas a los equinoccios para la calibración de un calendario basado en la observación de ortos u ocasos solares sobre el horizonte tiene una gran ventaja: es el momento del año en que la variación diaria de la posición solar es mayor. Si estudiamos el punto exacto de salida o puesta del Sol a lo largo del año, podemos notar que la magnitud de su desplazamiento entre dos días consecutivos es muy variable: mientras cerca de los equinoccios es de casi un diámetro solar, cerca de los solsticios resulta casi estacio-



nario. Por lo tanto, las observaciones alrededor de los equinoccios permitirían una mayor precisión en la calibración de un calendario.

Como ya comentamos anteriormente, Perera López (1992) interpreta el yacimiento de La Pedrera como un posible santuario a la fecundidad debido a los motivos representados en los grabados. Por otra parte, las estaciones de cazoletas y canalillos también son interpretados de esta misma manera debido a su funcionalidad propuesta (del Arco Aguilar *et al.*, 1999: 62). La relación entre el ciclo solar y la fecundidad de la Tierra se basa en hechos físicos incontestables y ha sido obvia para muchas culturas, por lo que no resulta extraño encontrar relaciones con el Sol en estos lugares particulares de culto. La relación particular de los yacimientos estudiados con el equinoccio podría indicar la importancia simbólica y ritual del cambio estacional entre los primitivos canarios. Los resultados presentados en este trabajo no hacen sino reforzar la importancia del binomio sol-fertilidad en el mundo religioso aborigen, un binomio que también parece estar presente en el mundo norteafricano preislámico.

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo tiene varias finalidades, la primera presentar una nueva metodología de trabajo desarrollada para el estudio arqueoastronómico preciso del horizonte que rodea a los yacimientos arqueológicos. Este método se basa en el uso de teodolito, GPS e imágenes digitalizadas del horizonte. Un elemento novedoso es la aplicación de paquetes informáticos para el tratamiento de imágenes astronómicas a las fotografías del horizonte, lo que permite obtener las coordenadas horizontales o celestes correspondientes a cualquier punto del horizonte con una precisión de alrededor de 4'.

El segundo objetivo del presente trabajo ha sido la aplicación de la nueva metodología a dos yacimientos tinerfeños: la estación de cazoletas y canalillos del Barranco de la Tapia (inédito hasta la fecha) y la estación de grabados rupestres de La Pedrera (publicado por Perera López, 1992). Hemos encontrado que el orto (La Pedrera) y el ocaso (Barranco de la Tapia) del Sol en los equinoccios (o en una fecha muy cercana a éstos) se produce en las zonas más llamativas y ricas en elementos topográficos de todo el horizonte que rodea a los yacimientos, características que los hace lugares ideales para la observación y calibración de calendarios de horizonte. En el caso de La Pedrera, la precisa orientación este-oeste de las figuras antropomorfas y pisciformes (con sus cabezas mirando sistemáticamente hacia el este) parece sustentar nuestra hipótesis astronómica. Según trabajos anteriores, parecen existir marcadores del equinoccio en yacimientos en otras islas del Archipiélago, lo que hace poco probable que su uso religioso y calendárico se originara en cada una de las islas separadamente y sugiere un origen común.

Nuestro tercer objetivo es la discusión del origen de este elemento astronómico ritual, que lo situamos en el Norte de África preislámico. Las citas históricas sobre las características básicas de la religión así como los resultados de los trabajos arqueoastronómicos recientes muestran la estrecha analogía entre ambas zonas geo-



gráficas. Finalmente, proponemos que podrían ser los denominados puntos medios temporales entre ambos solsticios (muy cercanos en tiempo a los equinoccios, entre uno o dos días anteriores o posteriores) las fechas solares de interés.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiéramos agradecer a José Víctor (Chiqui) Febles por darnos a conocer los yacimientos y guiarnos en nuestras visitas iniciales. J.A. Belmonte compartió los primeros trabajos «de brújula» en ambos yacimientos y las primeras impresiones sobre ellos. Finalmente quisiéramos agradecer a Ángel R. López Sánchez y Jorge García Rojas su ayuda en la toma de medidas, así como a Soraya Moret por su ayuda y entusiasmo en el trabajo de campo.



BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, A., BELMONTE, J.A. y ESTEBAN, C.: «Las bases astronómicas». En BELMONTE, J.A. (coord.). *Arqueoastronomía Hispana*. Madrid: Equipo Sirius, 2002 (segunda edición), pp. 19-65.
- AVENI, A.F. y CUENCA, J.: «Archaeoastronomical Fieldwork in the Canary Islands», *El Museo Canario*, Las Palmas de Gran Canaria, 1992-1993-1994, XLIX, pp. 29-51.
- BARRIOS GARCÍA, J.: «Number systems and calendars of the Berber populations of Grand Canary and Tenerife». *Archaeoastronomy and Ethnoastronomy News*, Maryland, 1997, 26, 1-3.
- «Tara: a study of the Canarian astronomical pictures. Part I. Towards and interpretation of the Painted Cave of Gáldar». En STANESCU, F. (coord.). *Ancient Times, Modern Methods*. Alba Iulia: Ulise Press, 2002, pp. 29-39.
- BATES, O.: *The Eastern Libyans*. London: Frank Cass & Co. Ltd, 1970 (Primera edición de 1914).
- BELMONTE, J.A.: *Las leyes del cielo*. Madrid: Ediciones Temas de Hoy, S.A., 1999.
- BELMONTE, J.A., ESTEBAN, C., APARICIO, A., TEJERA GASPAR, A. y GONZÁLEZ, O.: «Canarian astronomy before the conquest: The pre-Hispanic calendar». *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 1994, VI, pp. 133-156.
- BELMONTE, J.A., ESTEBAN, C., PERERA BETANCORT, M^a.A. y MARRERO, R.: «Archaeoastronomy in the Sahara: The tombs of the Garamantes at Wadi el Agial (Fezzan, Libya)». *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, Cambridge, 2002a, 27, pp. 1-19.
- «The Sun in the North of Africa before the Islam: A Solstitial Marker in the Sahara». En POTYOMKINA, T.M. y OBRIDKO, V.N. (coords.). *Astronomy of Ancient Societies*, Moscú, 2002b, pp. 199-205.
- BELMONTE, J.A., ESTEBAN, C., CUESTA, L., PERERA BETANCORT, M^a.A. y JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.J.: «Pre-Islamic burial monuments in northern and Saharan Morocco». *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, Cambridge, 1999, 24, pp. 21-34.
- BELMONTE, J.A., ESTEBAN, C., SCHLUETER CABALLERO, R., PERERA BETANCORT, M^a.A., GÉNOVA, R. y CRUZ, M.: «Astral gods, tombs and sacred mountains: The case of Mediterranean Africa ». En JASCHEK, C. y ATRIO BARANDELA, F. (coord.). *Actas del IV congreso de la SEAC «Astronomía en la Cultura»*. Salamanca: Universidad de Salamanca, 1997, pp. 247-253.
- BELMONTE, J.A. y HOSKIN, M.: *Reflejo del cosmos. Atlas de arqueoastronomía del Mediterráneo antiguo*. Madrid: Equipo Sirius, 2002.
- BELMONTE, J.A., SPRINGER, R. y PERERA BETANCORT, M^a.A.: «Análisis estadístico y estudio comparativo de las escrituras líbico-beréberes de las Islas Canarias, el Noroeste de África y el Sahara». *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, La Laguna, 1998, X, 2-3, pp. 9-33.
- BÉNABOU, M.: *La résistance africaine à la romanisation*. París: Librairie François Maspero, 1976.

- BROUQUIER-REDDÉ, V.: *Temples et cultes de Tripolitaine*, París: Éditions du CNRS, 1992.
- CAMPS, G.: *Aux origines de la Berbérie. Monuments et rites funéraires protohistoriques*. París: Arts et Métiers Graphiques, 1961.
- «Les Numides et la civilisation punique». *Antiquités africaines*, París, 1979, 14, pp. 43-53.
- CASTELLANI, V.: «Necropoli di tumuli ed archeoastronomia». En *Archeologia e astronomia: Esperienze e prospettive future*. Rome: Accademia Nazionale dei Lincei, 1995, pp. 83-98.
- CHARLES-PICARD, G.: *Les religions de l'Afrique antique*. París : Librairie Plon, 1954.
- DEL ARCO AGUILAR, M^a. del C., GONZÁLEZ ANTÓN, R., DEL ARCO AGUILAR, M., ROSARIO ADRIÁN, C., RODRÍGUEZ MARTÍN, C. y MARTÍN OVAL, M.: *Los guanches desde la arqueología*. Tenerife: Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife, 1999.
- ESTEBAN, C.: «La astronomía en Canarias antes de la conquista». En BELMONTE, J.A. (coord.). *Misterios del Cosmos y otros ensayos*. Tenerife: Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife, 1997, pp. 87-102.
- «Astronomy in Island Cultures». *Archaeoastronomy. The Journal of Astronomy in Culture*, Maryland, 2000, xv, pp. 64-77.
- «Elementos astronómicos en el mundo religioso y funerario ibérico». *Trabajos de Prehistoria*, Madrid, 2002, 59, 2, pp. 81-100.
- «Equinoctial markers and orientations in pre-Roman religious and funerary monuments of the Western Mediterranean». En MARAVELIA, Amanda-Alice (coord.). *Ad Astra per Aspera et per Ludum. European Archaeoastronomy and the Orientation of Monuments in the Mediterranean Basin*. Oxford: Archaeopress, 2003, pp. 83-100. BAR International Series 1154.
- ESTEBAN, C., BELMONTE, J.A. y APARICIO, A.: «Canarias: del legado escrito a la evidencia arqueológica». En BELMONTE, J.A. (coord.). *Arqueoastronomía Hispana*. Madrid: Equipo Sirius, 2002 (segunda edición), pp. 207-237.
- ESTEBAN, C., BELMONTE, J.A. y PERERA BETANCOR, M^a.A.: «The Equinox in Pre-Hispanic Canary Islands». En FOUNTAIN, J. (coord.). *Proceedings of Oxford v Conference on Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, inédito.
- ESTEBAN, C., BELMONTE, J.A., PERERA BETANCOR, M^a.A., MARRERO, R. y JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.J.: 2001. «Orientations of pre-Islamic temples of Northwest Africa». *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, Cambridge, 2001, 26, pp. 65-84.
- ESTEBAN, C., SCHLUETER, R., BELMONTE, J.A. y GONZÁLEZ, O.: «Pre-Hispanic equinoctial markers in Gran Canaria, part I» *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, Cambridge, 1996, 21, pp. 73-80.
- «Pre-Hispanic equinoctial markers in Gran Canaria, part II». *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, Cambridge, 1997, 22, pp. 51-56.
- FARRUJIA DE LA ROSA, A.J. y DEL ARCO AGUILAR, M^a. del C.: «La leyenda del poblamiento de Canarias por africanos de lenguas cortadas: Génesis, contextualización e inviabilidad arqueológica de un relato ideado en la segunda mitad del siglo XIV». *Tabona*, La Laguna, 2002, 11, pp. 47-71.
- GAUTHIER, Y. y GAUTHIER, C.: «Orientation et distribution de divers types de monuments lithiques du Messak et des régions voisines (Fezzân, Libye)». *Sahara*, Milán, 1999, 11, pp. 87-108.
- «Sur des monuments à antenne en 'L' du Fezzân». *Sahara*, Milán, 2002, 13, pp. 136-147.
- «Orientation of some dry stone monuments: 'V shape' monuments and 'goulets' of the Immidir mountains (Algeria)». En BOLMBERG, M., HENRIKSSON, G. and BOLMBERG P.E. (coord.),



Symbols, calendars and orientations: Legacies of astronomy in culture. Uppsala: Uppsala Astronomical Observatory, 2003, Report, núm. 59, pp. 143-151.

- GONZÁLEZ ANTÓN, R., DEL ARCO AGUILAR, M^a. del C., DE BALBÍN, R. y BUENO, P.: «El poblamiento de un archipiélago atlántico: Canarias en el proceso colonizador del primer milenio a. C.». *Eres (Arqueología)*, S/C de Tenerife, 1998, 8, pp. 43-100.
- HACHID, M.: *Les premiers Berbères.* Alger, Aix-en-Provence: Ina-Yas, Édisud, 2000.
- JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.J.: «Sistemas calendáricos, mitos astrales y prácticas adivinatorias en las Islas Canarias prehistóricas». En S. IWANISZEWSKI, S., LEBEUF, A., WIERCICKI, A. y ZIÓBKOWSKI, M. (coord.). *Time and astronomy at the meeting of two worlds.* Varsovia: CESLA, 1994, pp. 402-418.
- JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.J., ESTEBAN, C., FEBLES, J.V. y BELMONTE, J.A.: «Archaeoastronomy and Sacred Places in Tenerife (Canary Islands)». En JASCHEK, C. y ATRIO BARANDELA, F. (coord.). *Actas del IV congreso de la SEAC «Astronomía en la Cultura».* Salamanca: Universidad de Salamanca, 1997, pp. 185-190.
- JIMÉNEZ GONZÁLEZ, J.J., ESTEBAN, C. y BELMONTE, J.A.: «Arqueoastronomía en el África proconsular», *Revista de arqueología*, Madrid, 1998, 203, pp. 46-53.
- LEGLAY, M.: *Saturne Africain. Monuments. Tome I.* París: Arts et Métiers Graphiques, 1961.
- *Saturne Africain. Monuments. Tome II.* París: Éditions du CNRS, 1966a.
- *Saturne Africain. Histoire,* París: Éditions E. De Boccard, 1966b.
- MATTINGLY, D.J.: *Tripolitania,* Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1994.
- MEDEROS MARTÍN, A. y ESCRIBANO COBO, G.: «Fuentes escritas sobre el poblamiento de Canarias: deportación de poblaciones desde Mauritania Tingitana». En *VIII Jornadas de Estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura,* Arrecife, 1999, vol. II, pp. 339-364.
- PALLARÉS PADILLA, A.: «Nueva teoría sobre el poblamiento de las Islas Canarias». *Almogaren*, 1976, VII, pp. 17-35.
- PARIS, F.: *Les sépultures du Sahara nigérien, du Néolithique à l'Islamisation.* Bondy: ORSTOM, 1996.
- PERERA BETANCORT, M^a.A., BELMONTE, J.A., ESTEBAN, C. y TEJERA GASPAS, A.: «Tindaya: un estudio arqueoastronómico de la sociedad prehistórica de Fuerteventura». *Tabona*, La Laguna, 1996, 9, pp. 165-196.
- PERERA LÓPEZ, J.: «Los grabados de 'La Pedrera', Tenerife». *Eres (Arqueología)*, S/C de Tenerife, 1992, 3 (1), pp. 33-73.
- RUGGLES, C.L.N.: *Astronomy in Prehistoric Britain and Ireland.* New Haven and London: Yale University Press, 1999.
- SAVARY, J.-P.: «Monuments en pierres sèches du Fadnoun». *AMG, Mém. du CRAPE*, París, 1966, VI.
- SCHAEFER, B.E.: «New Methods and Techniques for Historical Astronomy and Archaeoastronomy». *Archaeoastronomy. The Journal of Astronomy in Culture*, Maryland, 2000, XV, pp. 137-150.
- TEJERA GASPAS, A.: *La religión de los guanches (ritos, mitos y leyendas).* La Laguna: Edicolor, 1992 (segunda edición).
- TEJERA GASPAS, A. y GONZÁLEZ ANTÓN, R.: *Las culturas aborígenes canarias.* S/C de Tenerife: Interinsular Canaria, 1989.

TABLAS Y FIGURAS

TABLA 1. COTAS MEDIDAS EN EL HORIZONTE OESTE DEL BARRANCO DE LA TAPIA				
COTA NÚM.	A (°)	H (°)	δ (°)	COMENTARIOS
1	259,15	11,71	-3,78	
2	260,61	12,08	-2,36	Pico Cho Marcial
3	261,19	11,52	-2,14	
4	262,30	11,56	-1,17	
5	263,99	11,13	+0,07	equinoccios
6	264,26	11,05	+0,26	
7	265,04	11,12	+0,97	
8	266,53	10,80	+2,10	fondo caldera
9	267,54	11,12	+3,12	
10	268,01	11,36	+3,64	
11	268,13	11,61	+3,86	
12	268,24	11,57	+3,94	
13	268,33	11,68	+4,07	
14	268,62	11,71	+4,33	
15	269,66	12,21	+5,47	
16	270,56	12,75	+6,50	extremo norte caldera



TABLA 2. COTAS MEDIDAS EN EL HORIZONTE ESTE DE LA PEDRERA

COTA	A (°)	H (°)	δ (°)	COMENTARIOS
1	83,44	0,22	+5,86	intersección acantilado mar
2	84,35	1,69	+5,77	
3	84,43	2,14	+5,91	
4	84,92	1,77	+5,30	
5	85,59	0,94	+4,32	
6	86,06	0,76	+3,82	
7	86,69	1,87	+3,80	
8	87,13	2,03	+3,49	
9	87,59	2,60	+3,35	
10	87,80	2,57	+3,16	
11	87,94	2,83	+3,16	
12	88,35	2,29	+2,54	
13	88,79	3,37	+2,66	
14	89,48	3,61	+2,18	
15	90,41	5,32	+2,18	
16	91,17	6,03	+1,85	
17	92,85	6,99	+0,84	
18	94,64	8,40	-0,02	equinoccios
19	96,23	10,03	-0,60	
20	97,57	10,14	-1,70	
21	106,74	9,88	-9,62	





Figura 1: Vistas parciales de las cazoletas y canalillos excavados del yacimiento de Barranco de la Tapia (Candelaria). El pequeño círculo negro usado como referencia tiene un tamaño de 4,5 cm.



Figura 2: Teodolito portátil TEO-3 dispuesto en estación en el yacimiento de La Pedrera. Al fondo puede observarse el llamativo horizonte oriental donde se ha centrado el estudio.

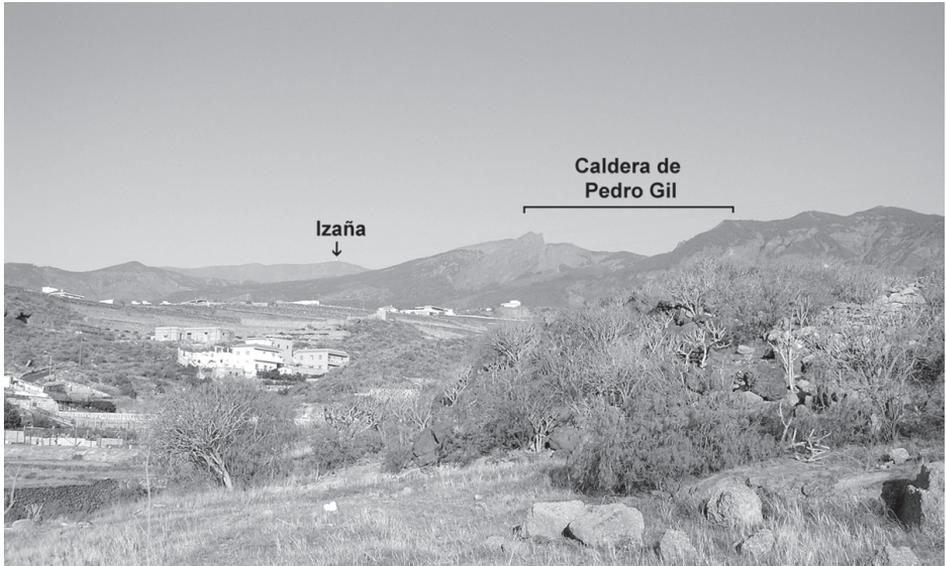


Figura 3: Vista general del horizonte occidental desde la estación de cazoletas y canalillos del Barranco de la Tapia. La situación de la Caldera de Pedro Gil y de la cumbre de Izaña están indicadas.



Figura 4: Situación de las cotas medidas sobre la Caldera de Pedro Gil. También se indica la situación del ocaso solar en el equinoccio astronómico y la zona donde se produce durante el punto medio temporal entre solsticios (PMTS), limitada por triángulos. El círculo dibujado representa el tamaño del disco solar. La flecha indica el ángulo que describe la trayectoria que sigue el Sol sobre el cielo.



Figura 5: Vista general del horizonte oriental desde la estación de grabados rupestres de La Pedrera.

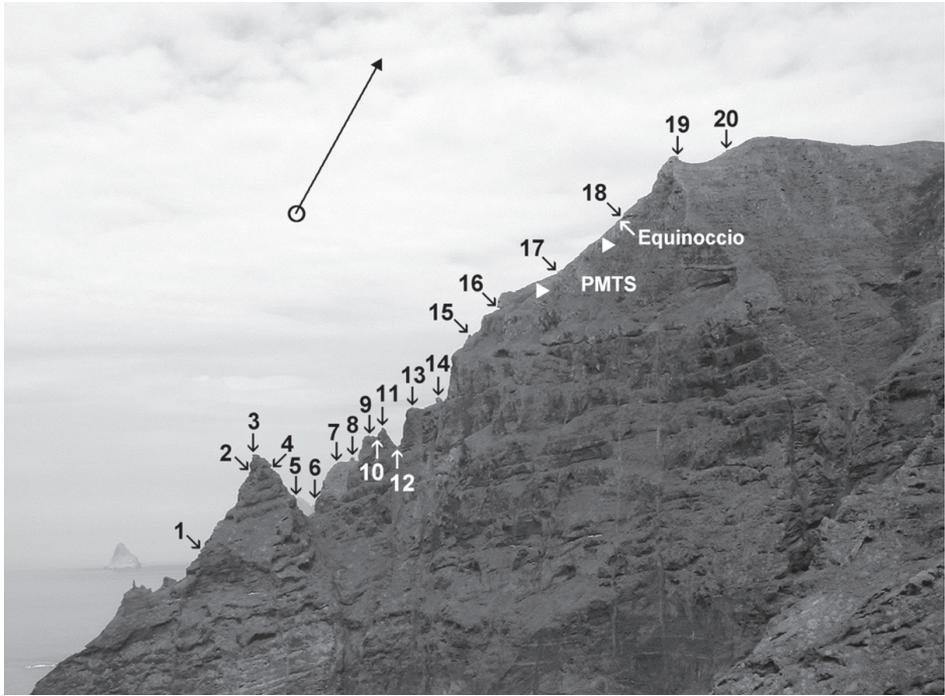


Figura 6: Situación de las cotas medidas sobre el horizonte oriental de La Pedrera. También se indica la situación del orto solar en el equinoccio astronómico y la zona donde se produce durante el punto medio temporal entre solsticios (PMTS), limitada por triángulos. El círculo dibujado representa el tamaño del disco solar. La flecha indica el ángulo que describe la trayectoria que sigue el Sol sobre el cielo.