

LA ARQUEOASTRONOMÍA: ¿UNA ARQUEOMETRÍA MÁS?

ARCHAEOSTRONOMY: DOES IT MEANS ARCHAEOMETRY?

M.^a Luisa Cerdeño Serrano (1) / Gracia Rodríguez Caderot (2)

(1) Dpto. de Prehistoria, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid

(2) Sección Departamental de Astronomía y Geodesia, Facultad de Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN: La arqueoastronomía en España es una disciplina todavía en vías de expansión, a pesar de que en otros países de Europa tiene una tradición de más de un siglo. Al ser una materia en la que intervienen especialistas de campos científicos bien distintos, la física y la arqueología, tiene planteados algunos problemas teóricos y metodológicos. Las autoras consideran que la arqueometría podría ser el marco adecuado para su pleno desarrollo.

SUMMARY: The Archaeoastronomy in Spain still has a short life, while in other European countries has already presence for more than 100 years. Because in Astronomy are involved specialists from different sciences, Physics and Archaeology, it arises several theoretical and methodological problems. The authors of this paper propose that the Archaeometry might be the adequate framework for it develop.

PALABRAS CLAVE: Arqueoastronomía, Arqueometría, España.

KEY WORDS: Archaeoastronomy, Archaeometry, Spain.

I. INTRODUCCIÓN

La Arqueoastronomía es una disciplina con un amplio desarrollo en Europa, donde hace más de un siglo algunos estudiosos y eruditos británicos mostraron interés por la posible relación entre los vestigios arqueológicos y determinados eventos celestes (por ejemplo Thom 1954; Innerebner 1959; Heggie 1981; Cunliffe y Renfrew 1997). En España no existe una tradición tan larga pues la atención hacia esta área de conocimiento se remonta a poco más de veinte años, con algunas aproximaciones pioneras (Belmonte *et al.* 1993; 1995 ver IAC). En los últimos tiempos está alcanzando cierta relevancia y si realmente los estudios arqueoastronómicos siguen avanzando, tanto desde el campo de la astronomía como desde el arqueológico debería prestarse una especial atención a los aspectos fundamentales que actualmente preocupan a los especialistas y que se pueden resumir en las cuestiones teóricas y conceptuales que ocupan el actual debate y en el rigor de los métodos y técnicas empleados en la toma de datos.

Esta disciplina arrastra desde sus orígenes problemas de planteamiento que preocupan a algunos especialistas y que surgen seguramente porque en su desarrollo están implicados dos campos de la ciencia bien diferentes, la física y la arqueología, que parten de unos presupuestos alejados entre sí ya que sus epistemologías, métodos y técnicas discurren por distintos caminos a pesar de interesarse por la misma evidencia material.

La arqueoastronomía surgió de la mano de los astrónomos, que eran los que sabían y podían medir y analizar los movimientos celestes, pero claramente no es una rama de la astronomía sino de la arqueología puesto que su objetivo es averiguar el comportamiento de las sociedades antiguas ante determinados fenómenos que ocurren en el cielo y ello le confiere un carácter ecléctico que no acaba de encontrar el marco adecuado para su desarrollo. Los arqueólogos estuvieron prácticamente ausentes en la gestación de esta línea de estudio quizás porque los primeros autores escribían sobre el tema con un excesivo cientificismo totalmente excluyente para los no especialistas (ver re-

vista *Archaeoastronomy*: Iwaniszewski 1994; Cerdeño *et al.* 2006), que ya se está siendo sustituido por un lenguaje más accesible que permite un acercamiento más fácil a los datos técnicos (por ejemplo Belmonte 2000).

No hay que olvidar que la investigación de los fenómenos sociales tiene un carácter diferente al del estudio de los fenómenos físicos de la naturaleza y que, por ello, la Arqueoastronomía debe ser una materia necesariamente interdisciplinar que debe buscar un espacio común de encuentro si verdaderamente quiere resultar eficaz, aunque para conseguirlo haya tenido dificultades y no haya conseguido crear una teoría unitaria sobre su objetivo científico ni plasmar esa supuesta pluralidad en la práctica de la investigación formal (Iwaniszewski 2009). El marco teórico, epistemológico y metodológico más adecuado, que superaría el escalón de la mera toma de datos, y en el que se englobarían todas las disciplinas que estudian el papel que jugó el cielo entre las sociedades del pasado sería la Astronomía Cultural, dentro de la cual estarían incluidas la Arqueoastronomía, Etnoastronomía o la Historia de la Astronomía, como desde hace muchos años vienen proponiendo el mencionado autor (Iwaniszewski 1989; 2009).

Desde el campo de las ciencias sociales, todos los autores coinciden en que el cielo ha tenido siempre un valor sociocultural puesto que está presente de forma continuada en las vidas de los humanos y los elementos que en él están y sus movimientos regulares sirven para imponer y marcan orden en el medio les rodea y en sus propias vidas. Teniendo en cuenta que las sociedades primitivas, del pasado o actuales, son mucho más globalizadoras que la nuestra y no separan tan radicalmente los conceptos naturaleza-hombre y como además tienden a sacralizar aquello que no controlan, es habitual observar que otorgan carácter sagrado a ciertos lugares, a determinados seres vivos y, por supuesto, a la bóveda celeste y a todos los acontecimientos que en ella suceden y que acaban representando o simbolizando en ideas, valores, cosmovisiones, etc.

Pero a pesar de esta realidad, la posibilidad de estudiar el cielo como un referente cultural que

permite una aproximación a los aspectos ideológicos y religiosos de los grupos estudiados, la disciplina que de ello se ocupa ha sido ignorada por los arqueólogos que no han valorado que puede ser un camino de acercamiento a formas de pensamiento de sociedades arcaicas. El ejemplo que siempre recordamos es el de la Arqueología Espacial puesto que durante sus primeros treinta años de trayectoria se ha ocupado ampliamente del espacio terrestre pero ha ignorado el espacio celeste como parte del medio circundante a una comunidad humana (*Arqueología Espacial*), aunque esta posición está cambiando radicalmente como puede comprobarse en estudios recientes (García Quintela y Gonzalez 2009).

No cabe duda de que si somos capaces de percibir y demostrar la correspondencia entre la ubicación, forma u orientación de determinados vestigios arqueológicos con elementos o eventos celestes, obtendremos una información nueva que ayudará a comprender mejor el comportamiento de aquellos grupos antiguos y, sobre todo, su forma de pensar a través de símbolos que, por supuesto, resulta difícil descifrar; esta nueva línea de investigación trata de ver que importancia o que “respuestas” dieron en cada momento a los fenómenos celestes que sobre ellos se producían. Para los arqueólogos sería un gran avance contar con nuevas perspectivas y técnicas que permiten una aproximación a lo menos tangible de una sociedad, es decir, su pensamiento, creencias o símbolos.

Para que esta línea de estudio se desarrolle adecuadamente, se acepte definitivamente en todos los foros y pueda cumplir sus objetivos, creemos que todavía debe salvar el escollo que supone la práctica ausencia de esta materia en la universidad española, a ser posible desde una perspectiva común que aúne los necesarios cálculos astronómicos y geodésicos y la perspectiva cultural que sobre el tiempo y el espacio han tenido los humanos a lo largo del tiempo. Pero al día de hoy y con los nuevos planes de estudio ya en marcha, observamos que el panorama no es muy alentador puesto que ni en las facultades de CC. Físicas ni en las de Historia adquiere protagonismo. En el ámbito astronómico, vemos que desde el pionero curso de especialización que impartió Belmonte en

1998 en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Tenerife no se ha avanzado mucho y la arqueoastronomía se incluye en las introducciones históricas de la materia o en algunos cursos de Tercer Ciclo. En el campo de la arqueología su presencia quizás sea menor pues se reduce a algunos seminarios específicos o a meros capítulos dentro de otras asignaturas. Hay algunos organismos no estrictamente docentes que la incorporan, como el Instituto de Arqueometría de Alicante o el Instituto de Astrofísica de Canarias, donde Belmonte fue pionero al establecer una línea de investigación de Arqueoastronomía (Cerdeño *et al.* 2006). La escasa presencia en los planes de estudio universitarios tiene también su paralelo en la escasez de proyectos de investigación específicos, sobre todo entre los arqueólogos e historiadores, reduciéndose la colaboración entre especialistas a contactos individuales. Hay autores que se lamentan de esta situación puesto que mientras la Arqueoastronomía no esté plenamente aceptada en ambos campos científicos como un posible diseño curricular, los estudiantes y doctorandos interesados no podrán dedicarse plenamente a ello sin comprometer su futuro investigador (Esteban 2009).

II. LA ARQUEOASTRONOMÍA EN EL MARCO DE LA ARQUEOMETRÍA

Hemos aceptado que el marco teórico adecuado para estudiar la percepción del cielo que tenían los antiguos grupos humanos es el de la Astronomía Cultural y que dentro de ella quedaría englobada la Arqueoastronomía puesto que ésta, por si sola, no ha conseguido establecer una teoría unitaria sobre su quehacer científico (Iwaniszewski 2009: 30). A lo largo de su trayectoria se ha convertido básicamente en la encargada de hacer las observaciones astronómicas de un yacimiento arqueológico, en definitiva, en un campo analítico o metodológico encargado de la toma impecable de datos topoastronómicos.

Esta afirmación se ve ejemplificada en el caso del megalitismo que ha sido uno de los fenómenos del pasado prehistórico que más ha interesado a los arqueoastrónomos (por ejemplo Hoskin 1985 y 2001; Ruggles 1984) y ello por dos razones principales; una porque al principio la disciplina

tenía un enfoque monumentalista y los cálculos astronómicos se aplicaban casi exclusivamente a grandes estructuras de piedra a las que rodeaba un cierto misterio popular y la segunda porque los megalitos cumplían este requisito y además ofrecían la posibilidad de realizar mediciones y orientaciones a partir de sus largos corredores de acceso. Pero todas esas mediciones, la mayoría de ellas impecables desde el punto de vista técnico, se realizaron sin estar coordinadas con proyectos planteados desde las ciencias sociales y no fueron ni conocidas ni utilizadas por los arqueólogos. Hasta mediados de los años 80 del pasado siglo, en todos aquellos trabajos europeos y en los primeros españoles que seguían básicamente las pautas establecidas por los autores británicos, se observa la ausencia de esta necesaria perspectiva cultural.

Hoy en día, los investigadores que trabajan en el campo de la Arqueoastronomía ya tienen claro que todas las actuaciones técnicas no deben desvincularse del proyecto científico que las motiva y que no debe ser otro que el responder a los interrogantes que planteen el arqueólogo o el antropólogo; es decir, el mismo problema que tiene planteada cualquier otra arqueometría. La Arqueología moderna está altamente tecnificada y son muchas las ciencias y las técnicas que proporcionan información sobre los vestigios del pasado, de manera que se han creado auténticas subdisciplinas de la arqueología, la mayor parte de las cuales se agrupan en la Arqueometría como campo de referencia común y una de estas subdisciplinas podría ser la Arqueoastronomía.

Sin embargo, la Arqueoastronomía está ausente del marco que ofrece la Arqueometría, como podemos comprobar si revisamos los índices de los ocho Congresos Ibéricos de Arqueometría (por ejemplo Rovira *et al.* 2008), prueba de que la arqueología la ignoraba. Nuestra propuesta es que se incluya en dicho marco y que esté presente entre las numerosas técnicas y métodos de trabajo que proporcionan datos a la Arqueología, ya que encaja perfectamente en la definición de la Arqueometría: "...campo interdisciplinar entre las Ciencias Naturales y las Ciencias Humanas, que tiene como objetivo desarrollar técnicas y métodos especializados para poderlos aplicar a obtener información sobre aspec-

tos culturales, históricos o medioambientales del pasado" (Maniatis 2002: 64). Tendría, pues, un tratamiento parecido al que tienen la Arqueobotánica, la Arqueozoología o la Arqueometalurgia y a partir de ahora el arqueólogo debería plantearse interrogantes arqueoastronómicos de la misma manera que se plantea preguntas osteológicas o paleoambientales (García Quintela y González 2009: 48).

Su inclusión en este ámbito de trabajo no implica que los problemas de fondo que tiene planteados queden solucionados, puesto que muchos de ellos también son comunes a todas las demás subdisciplinas que se integran en el campo arqueométrico. En muchas ocasiones es patente el hecho de que cada ciencia aplica sus propios conceptos sobre los datos a estudiar y eso propicia el alejamiento entre cada una de ellas y la arqueología, actuando a veces de manera independiente de los objetivos que están en su propia esencia, es decir, en solucionar problemas o dar respuestas a las preguntas que los arqueólogos y los antropólogos formulan sobre las sociedades del pasado. Como ya alertan muchos autores, realizar más analíticas no sirve especialmente para mucho si no se incluyen en el planteamiento social e histórico de la arqueología que estudia a los sujetos humanos y su comportamiento (Castro *et al.* 2004).

La Arqueometría tiene todavía muchos problemas por resolver que ya han sido apuntados en varias ocasiones (García Heras 2003; Montero *et al.* 2007) y que comienzan con la falta de reconocimiento académico del conjunto y de cada una de las subdisciplinas que lo integran, lo que dificulta la aparición de nuevos profesionales que decidan encauzar su trabajos por esta línea. Los problemas se agudizan cuando se observa que la comunidad arqueológica no acaba de comprender y manejar adecuadamente los datos que proporcionan los diferentes especialistas por lo que muchas veces carecen de sentido (Montero *et al.* 2007: 35 y ss), pero también hay que subrayar que con frecuencia la obtención de esos datos, mediante los adecuados métodos y técnicas especializadas, discurre de manera independiente, convirtiéndose en el fin último de todo el trabajo y no como una vía para obtener respuesta a las preguntas que sobre esos vestigios del pasado se habían formulado previa-

mente. En este sentido, no dejamos de recordar las críticas que sobre todo ello están planteados desde hace más de quince años y que creemos quedan muy bien resumidas en la siguiente afirmación: "*Archaeometry: if is not Archaeology, then it is nothing*" (Tite 2002: 34). La palabra arqueometría podríamos cambiarla por cada de las subdisciplinas que la integran, entre las que debería quedar incluida la Arqueoastronomía.

III. LA OBTENCIÓN RIGUROSA DE LOS DATOS

Consideramos que la arqueoastronomía es una disciplina científica, con unos puntos de partida y unos objetivos claros y unos métodos y técnicas analíticas rigurosas, en los que hay que apoyarse para conseguir unos resultados válidos. En un estudio arqueoastronómico se pueden realizar diferentes observaciones que resumimos básicamente en: conocimiento de los eventos celestes en la época de estudio, el horizonte topográfico, la medición de posibles orientaciones intencionadas.

Quizás uno de los primeros pasos sea conocer con detalle los fenómenos celestes que ocurrieron en la época en estudio, es decir, tener un mapa del cielo lo más preciso de aquella época. Actualmente los paquetes informáticos disponibles (por ejemplo Alcyone Ephemeris, MICA, The Sky, Starry Nihgt) permiten efectuar este trabajo de una manera rápida y precisa (Figura 1) y además existen algoritmos para calcular la posición del eje de rotación con respecto a las estrellas en distintas épocas, que varía debido al efecto de la precesión. Esto es importante pues esta variación afecta al ángulo que forma el ecuador terrestre con la eclíptica, que determina la declinación del Sol, es decir su altura sobre el ecuador. Esta declinación va a ser un dato importante a la hora de calcular las direcciones del horizonte por donde tienen lugar los ortos y ocasos del Sol en fechas señaladas, equinoccios, solsticios, pasos del Sol por el cenit, etc.

Por otro parte, también es necesario determinar las orientaciones de monumentos, tumbas, etc. con la mayor precisión posible para que los datos de campo sean de absoluta fiabilidad, dado

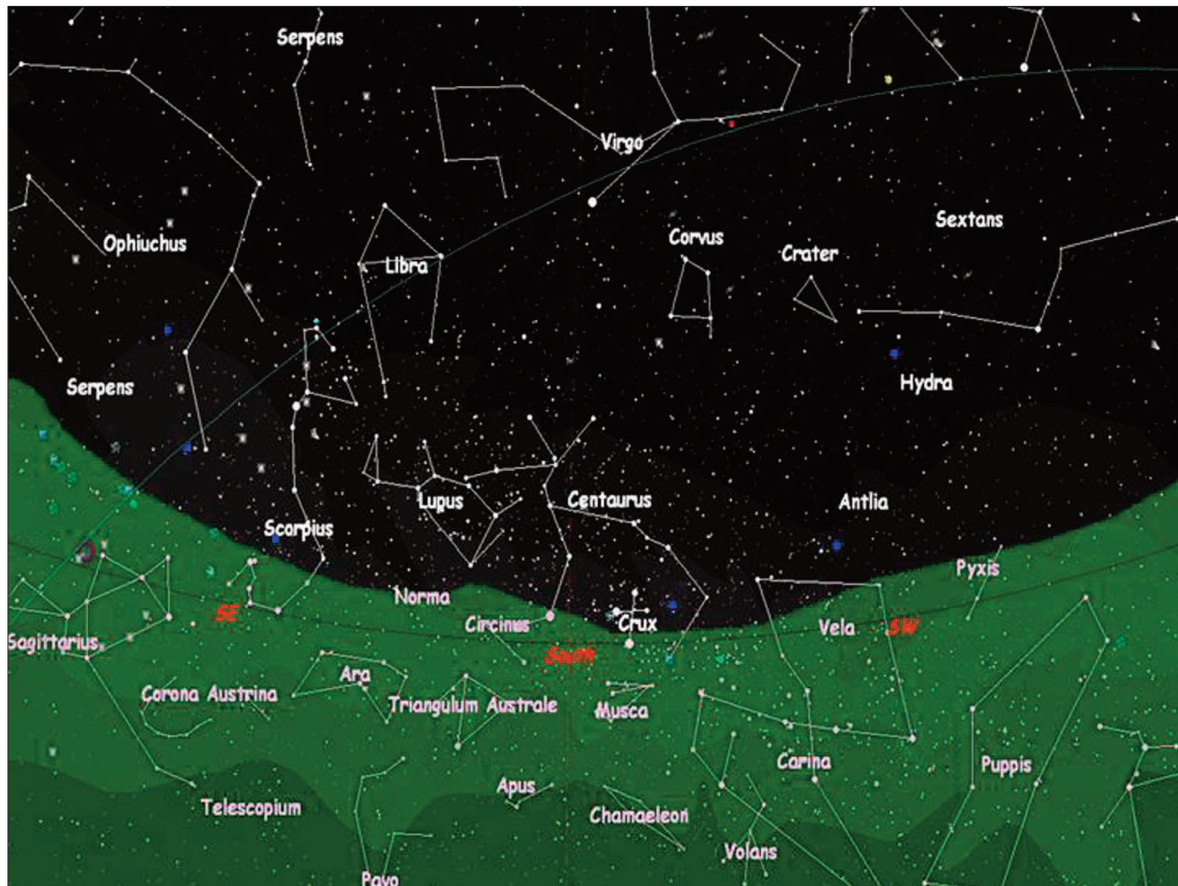


Fig. 1. Reproducción del espacio celeste. Ejemplo del aspecto del cielo en el año 500 a. C. (Programa Sky).

que después van a ser usados para fundamentar hipótesis sobre las relaciones no casuales que las antiguas sociedades tuvieron con la bóveda celeste y los fenómenos que en ella se producen, así como con el paisaje circundante.

Orientar significa determinar el acimut de una cierta dirección, es decir el ángulo que esta dirección forma con la dirección norte-sur, medido desde el norte y en dirección creciente hacia el este (Figura 2). Como normalmente no conocemos la dirección norte-sur es necesario utilizar diversos métodos para obtener el acimut de la dirección.

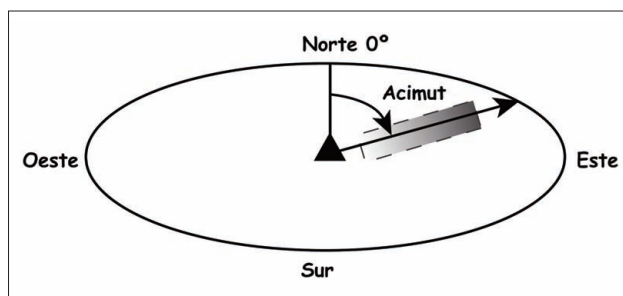


Fig. 2. Definición de acimut.

Para este fin, la Geodesia, la Topografía y la Astronomía proporcionan diversas técnicas y metodologías con diferentes órdenes de precisión. Hay que hacer notar un factor importante en estos trabajos de campo, el estado de conservación de los restos, lo que hace que sea necesario un estudio previo para elegir las técnicas más apropiadas, incluso desde el punto de vista económico o de duración de los trabajos. Además de este aspecto, al planificar un trabajo de campo sería necesario realizar las siguientes etapas:

- Analizar las diferentes instrumentaciones y técnicas de campo geodésicas.
- Examinar las metodologías y estrategias de toma de datos.
- Hacer un estudio comparativo de las diversas técnicas.
- Decidir la técnica y el método más apropiados.

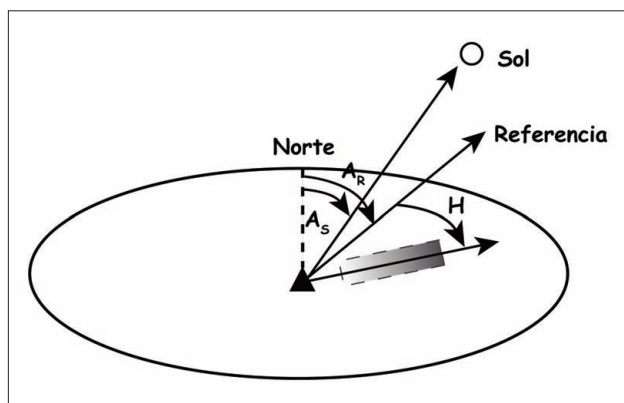


Fig. 3. Esquema del método de determinación del acimut de una dirección mediante el acimut del Sol. A_R acimut de la referencia, A_S acimut del Sol, H ángulo entre la dirección al Sol y la dirección problema.

El método más simple sería utilizar una brújula, pero hay que tener en cuenta que la brújula señala el norte magnético, que no coincide con el norte geográfico, la diferencia puede ser realmente muy apreciable (Domínguez 1997). Si se requiere más precisión en la toma de datos es necesario acudir a los métodos tradicionales de la astronomía y la geodesia para realizar las medidas y los cálculos posteriores.

Comentaremos únicamente dos de ellos, estableciendo una comparación entre ambos, comentando la viabilidad, coste e instrumentación necesaria de cada uno de los métodos.

- Determinación del acimut de una dirección mediante el cálculo del acimut del Sol.

- A partir de las coordenadas geográficas de los puntos extremos determinadas por GPS:

En el primer caso a partir del acimut de una dirección de referencia, determinada mediante el método del acimut del Sol, y midiendo el ángulo horizontal entre la referencia y la orientación se obtiene finalmente el acimut de ésta (Figura 3).

El método de reducción de las observaciones necesita de muchos datos para realizarlo (refracción atmosférica, semidiámetro y declinación del Sol), y debe utilizarse un teodolito de precisión al segundo.

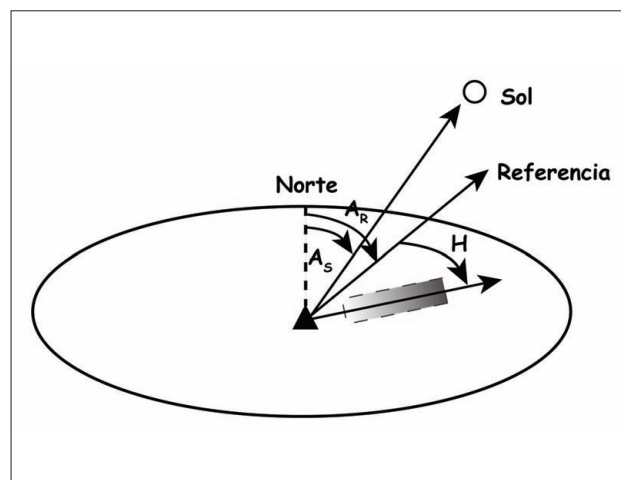


Fig. 4. Ejemplo de determinación de acimutes con GPS.

En el segundo caso, conocidas las coordenadas geográficas de los extremos de una dirección, corrigiendo de la curvatura terrestre y de la convergencia de meridianos (Wolf y Ghilani 2002) obtenemos el acimut de una dirección. Estas coordenadas se obtienen haciendo uso de los diversos métodos de trabajo con GPS (Amado Reino 1999; Rodríguez-Caderot *et al.* 2007). El método de trabajo es simple ya que no se necesita conocer de antemano las coordenadas geográficas de ningún punto. Se estaciona el receptor o receptores GPS en los puntos de interés y en sesiones de observación de unos pocos minutos se obtienen las coordenadas en tiempo real con errores de centímetros (Figura 4).

Este método es mucho más rápido de llevar a cabo, el trabajo de campo es más fácil ya que hay que registrar menos datos y tener en cuenta menos errores instrumentales como en el primer método. La precisión del método va a depender fundamentalmente de la calidad de los equipos GPS que empleemos, siendo aconsejable que sean receptores bifrecuencia, ya que minimizan los errores debidos a la transmisión de la señal mucho mejor que los receptores monofrecuencia. En el caso de utilizar receptores bifrecuencia y redes para transmitir correcciones en tiempo real, la precisión en la determinación de las coordenadas geográficas de los puntos es menor que el centímetro.

IV. CONSIDERACIONES FINALES

Nuestra breve exposición podría resumirse de la siguiente manera:

1. La Arqueoastronomía es una disciplina emergente en España y con una amplia trayectoria en Europa, pero tiene planteados en este momento problemas de tipo teórico y metodológico.

2. Debe considerarse una rama de la Arqueología, no de la Astronomía, puesto que su objetivo es dar respuesta a preguntas que los arqueólogos puedan plantear sobre la relación que las antiguas sociedades mantuvieron con el cosmos.

3. El marco teórico y epistemológico para lograr este objetivo sería el de la Astronomía Cul-

tural que englobaría, entre otras disciplinas, a la Etnoastronomía, Historia de la Astronomía o la propia Arqueoastronomía.

4. La Arqueoastronomía se ha convertido en un campo analítico encargado de las observaciones y toma de datos topoastronómicos, es decir, en recabar una determinada información que proporciona datos útiles a la Arqueología.

5. Por ello, creemos que debería ser incluida en el marco de la Arqueometría y recibir el mismo tratamiento que, por ejemplo, la Arqueobotánica o la Arqueometalurgia.

6. Ello implica que debe ser rigurosa en la aplicación de los métodos y técnicas específicos que le permiten obtener los resultados previstos.

BIBLIOGRAFÍA

ARCHAEOASTRONOMY, 1979-2002 (M. Hoskin, ed.). Churcill College de Cambridge. Cambridge.

ALCYONE EPHEMERIS 3.5. Alcyone Software

AMADO REINO, X. 1999: *El GPS en Arqueología: Introducción y ejemplos de uso*. Laboratorio de Arqueología e Formas Culturais. Universidad de Santiago de Compostela.

ARQUEOLOGÍA ESPACIAL. Seminario de Arqueología y Etnología Turolense. 1979-2009.

BELMONTE, J.A. (coord.) 2000: *Arqueoastronomía Hispánica. Prácticas astronómicas en Prehistoria de la Península Ibérica y los archipiélagos balear y canario*. Equipo Sirius, 2^a ed. Madrid.

BELMONTE, J. A.; APARICIO, A. y ESTEBAN, C. 1993: "A Solsticial Market in Tenerife: The Majanos in Chacona". *Archaeoastronomy* 18: 65-68.

BELMONTE, J.A.; ESTEBAN, C.; APARICIO, A.; TEJERA, A. y GONZÁLEZ, O. 1995: "Canarian Astronomy before the Conquest: the pre-hispanic calendar". *Revista de la sociedad Canaria para la ciencia* VI: 133-156.

CASTRO, P.; ESCORIZA, T. y SANAHUJA, M. E., 2004: "A la búsqueda de las mujeres y los hombres. Sujetos sociales, espacios estructurados y análisis de materiales en un proyecto de arqueología prehistórica". En M.^a J. Feliu et al. (eds.), *Avances en Arqueometría 2003*. Universidad de Cádiz. Cádiz: 251-259.

CERDEÑO, M.^a L.; RODRÍGUEZ, G.; MOYA, P.; IBARRA, A. y HE-

RRERO, S. 2006: "Los estudios de arqueoastronomía en España: estado de la cuestión". *Trabajos de Prehistoria* 63, 2: 13-34.

CUNLIFFE, B. y RENFREW, C. (dirs.) 1997: *Science and Stonehenge*. Oxford University Press.

DOMÍNGUEZ, F. 1997: *Topografía abreviada*. Mundi-Prensa Libros S.A. Madrid.

ESTEBAN, C. 2009: "La astronomía cultural, ¿es interdisciplinar?. Reflexiones de un astrofísico". En M.^a L. Cerdeño y G. Rodríguez Caderot (eds.), *Arqueoastronomía. Complutum* 20 (2): 69-77.

GARCÍA HERAS, M. 2003: "Malos tiempos para la lírica. ¿Hay todavía un futuro para la Arqueología Científica en la universidad española?". *Complutum* 14: 7-18.

GARCÍA QUINTELA, M. y GONZÁLEZ, C. 2009: "Arqueoastronomía, Antropología, Paisaje". En M.^a L. Cerdeño y G. Rodríguez Caderot (eds.), *Arqueoastronomía. Complutum* 20 (2): 39-54.

HEGGIE, D. C. 1981: "Highlights and Problems of Megalithic Astronomy". *Archaeoastronomy* 3: 17-37.

HOSKIN, M. 1985: "The Talayotic Culture of Menorca: A first reconnaissance". *Archaeoastronomy* 9: 133-151.

HOSKIN, M. 2001: *Thombs, Temples and their Orientations: a new perspective on Mediterranean Prehistory*. Ocarina Books. Bognor Regis.

INNEREBNER, G. 1959: "La determinazione del tempo nella preistoria dell'Alto Adige". *Annali dell'università di Ferrara* XV, 1 (1): 1-21.

- INSTITUTO ASTROFÍSICO DE CANARIAS: (IAC):
www.iac.es/project/arqueoastronomia.
- IWANISZEWSKI, S. 1989: "Exploring some anthropological theoretical foundations for archaeoastronomy". *World Archaeoastronomy*. Cambridge University Press. Cambridge: 27-37.
- 1994: "De la Arqueoastrología a la Astronomía Cultural". *Trabajos de Prehistoria* 51 (2): 5-20.
- 2009: "Por una Astronomía cultural renovada". En M.^a L. Cerdeño y G. Rodríguez Caderot (eds): *Arqueoastronomía. Complutum* 20 (2): 23-37.
- MANIATIS, Y. 2002: "Archaeometry in the third millennium: an integrated tool for the decoding, preservation and dissemination of the Cultural Heritage". *Archaeometry in Europe in the third millennium*. Academia Nazionale dei Lincei. Roma: 61-86.
- MONTERO, I.; GARCÍA HERAS, M. y LÓPEZ-ROMERO, E. 2007: "Arqueometría: cambios y tendencias actuales". *Trabajos de Prehistoria* 64 (1): 23-40.
- RODRÍGUEZ-CADEROT, G.; FOLGUEIRA, M.; CERDEÑO, M.^a L., PASCUAL E.; MEJUTO, J. y RODRÍGUEZ, C. 2007: "Geodetic Works for the documentation and precise georeferentiation of the archaeological sites". *Publicaciones del Instituto de Astronomía y Geodesia* 203, 23-2180-182.
- ROVIRA, S.; GARCÍA HERAS, M.; GENER, M. y MONTERO, I. (eds) 2008: *Actas VII Congreso Ibérico de Arqueometría*. Madrid.
- RUGGLES, C.L.N. 1984: "A New Study of the Aberdeenshire Recumbent Stone Circles, 1: Site Data". *Archaeoastronomy* 6: 55-79.
- STARRY NIHGT PRO. Imaginova Corp.
- THE SKY ASTRONOMY SOFTWARE. Software Bisque.
- THOM, A. 1954: "The solar observatories of Megalithic Man". *Journal of the British Astronomical Association* 64: 396-404.
- TITE, M. S. 2002: "Archaeometry: if it is not Archaeology, then it is nothing". *Archaeometry in Europe in the third millennium*. Academia Nazionale dei Lincei. Roma: 33-47.
- WOLF, P.R. y GHILANI, C. D. 2002: *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics*. Prentice-Hall. Upper Saddle River, New Jersey.