

Primeros apuntes para el estudio arqueoastronómico de Cantona, Puebla

Resumen: Cantona es uno de los sitios arqueológicos más relevantes del Altiplano central mexicano, y aún son muchas las conjeturas que los especialistas guardan sobre el mismo. Aunque las investigaciones son recientes, ya podemos considerar avances significativos que demuestran la importancia de esta singular cultura. Con el ánimo de sumarnos a los trabajos sobre este emplazamiento, nos dimos a la tarea de realizar un breve estudio sobre los posibles alineamientos astronómicos de los principales edificios del sitio. Suponemos que algunos de estos edificios fueron destinados no sólo al culto religioso, sino que también funcionaron como puntos focales de observación para un calendario de horizonte que marcaba los movimientos celestes, los cuales consideramos fueron referencia obligada para ordenar socialmente el tiempo en sus aspectos productivo y ritual. Buscamos entonces en este recinto la articulación entre el ritual ancestral, la astronomía, el calendario y el paisaje orográfico con las altas montañas del Altiplano ya que desde Cantona se observan los volcanes: Cofre de Perote, Pico de Orizaba, La Malinche y Popocatepetl.

Palabras clave: arqueoastronomía, Cantona, paso cenital del Sol, marcadores de horizonte, cosmovisión, Cofre de Perote.

Abstract: Cantona is one of the most important archaeological sites in the central Mexican highlands, although experts still have many conjectures about its significance. Although research there is recent, we can already see significant advances that demonstrate the importance of this unique culture. In an effort to pool our efforts with work done at this site, we present a brief study of the possible astronomical alignments of the site's main buildings. We assume that some of these buildings were intended not only for religion, but also as focal points of observation for a horizon calendar that marked celestial movements, which we believe were necessary reference points for the social ordering of time for productive and ritual purposes. We thus sought the articulation of ancestral ritual, astronomy, the calendar, the orographic landscape with the tall mountains of the highlands that from Cantona offered a view of the volcanoes: Cofre de Perote, Pico de Orizaba, La Malinche, and Popocatepetl.

Key words: archaeoastronomy, Cantona, zenith passage of the Sun, horizon markers, worldview, Cofre de Perote.

Para la mayoría Cantona, y para otros Caltónac (Ferris, 1985), que puede traducirse como *casa del Sol*. Esta última acepción es puesta a debate (García Cook, 1994:16), mas cabe decir que resulta significativa para el tema que ocupa al presente estudio. Cantona es un importante sitio arqueológico del Altiplano

* Dirección de Posgrado, Universidad del Tepeyac. Agradezco al arqueólogo Ángel García Cook el haberme invitado y permitido medir en la zona arqueológica de Cantona; a la arqueóloga Mariana Toledo, por coordinar la visita y sumarse a los trabajos de cálculo, y a Álvaro Valencia por guiarnos y explicar diversos aspectos del sitio arqueológico. También participaron en los trabajos de campo Juan Manuel Montesinos y Edgar Segura.

localizado 95 km al NE de la ciudad de Puebla. Según García Cook y Merino (1998: 213), presenta cuatro ocupaciones relevantes: la primera de 600 a 100 a.C.; la segunda de 150/200 a 600 d.C.; posteriormente una de 600 a 900/950 d.C., y la cuarta de 900/950 a 1000/1050 d.C. Alcanza su primera época de apogeo entre los años 300 y 600 d.C., y una segunda al final del periodo Epiclásico, cuando se supone fue ocupada por grupos de olmeca-xicalanca.¹ Justamente cuando Teotihuacán dejó de ser el principal centro de poder en la región y pequeños estados regionales rivalizaban entre sí por el control de las distintas rutas de comercio, sobre todo de la obsidiana gris oscura del yacimiento de Oyameles-Zaragoza, localizado 10 km al norte de la ciudad. Cantona fue uno de esos centros regionales, y controlaba los principales recursos de la Sierra Madre Oriental.

Cantona se edificó sobre un derrame basáltico del volcán Xalapaxco, sus estructuras se levantan sobre roca volcánica, lo cual otorga al sitio una apariencia asombrosa. El paisaje está dominado por un sinnúmero de plantas desérticas, además de algunas coníferas. Las construcciones se hicieron aprovechando lo escarpado del terreno, sin guardar una simetría como otros sitios arqueológicos de Mesoamérica. Para algunos, Cantona es considerada una de las ciudades más urbanizadas del México prehispánico. Su extensa red de comunicaciones, con calzadas de hasta 1000 m de longitud a su interior permitía un estricto control sobre sus habitantes. Existían calles amuralladas que bien podían cerrarse fácilmente en caso de un conflicto, lo que hizo de esta urbe una verdadera fortaleza. Un aspecto que llama la atención es el estilo constructivo, pues no se empleó cementante alguno, las piedras fueron dispuestas unas junto a otra y las hendiduras sólo fueron rellenadas con tierra. El éxito de tal estilo de construcción se demuestra después de un milenio, pues las estructuras han soportado las inclemencias del tiempo, además de la acción destructiva de los saqueadores durante más de medio siglo.

Los 24 juegos de pelota identificados en el sitio son clara muestra de la importancia que se le daba a las ceremonias religiosas. Entre ellas, la decapitación y la mutilación eran frecuentes, y con toda seguridad estaban relacionadas con la fertilización de la tierra. Se ha encontrado también gran cantidad de esculturas fálicas, tanto en los juegos de pelota como en plazas de la llamada Acrópolis. Para su registro arqueológico se identifican tres amplias unidades: la Acrópolis sur, en la parte más alta del derrame basáltico, con un área de 5 km², es el espacio más relevante por lo elaborado de sus edificios y por su restauración que invita al recorrido turístico; las unidades norte y central, ocupan un área aproximada de 3.5 km² cada una (fig. 1). A la fecha se han registrado multitud de talleres de obsidiana, más de 100 plazas, 500 calles y alrededor de 3 000 patios habitacionales.

Apenas se han iniciado los trabajos arqueológicos de investigación y rescate, probablemente sólo se ha habilitado y puesto a la visita pública 1% del sitio. Sin embargo, los avances ya son significativos y permiten considerar a Cantona un sitio relevante para el estudio arqueoastronómico² por la singularidad asimétrica de su trazado como urbe, al parecer único entre las culturas mesoamericanas; además de su relevante ubicación geográfica en el extremo nororiental del Altiplano central. Es necesario apuntar que, según García Cook y Merino (1998: 213) las dos principales ocupaciones del sitio mantienen una orientación diferente; la más temprana guarda una orientación entre 15° y 30° al este del norte; mientras en la segunda el eje básico es este-oeste, con una desviación de 5° a 25° al norte o al sur del este. Esta última orientación apoya nuestra hipótesis, en la que suponemos que algunos de los principales edificios del sitio fueron destinados no sólo al culto religioso, sino que también funcionaron como puntos focales de observación para un calendario de horizonte que marcaba los movimientos celestes, los cuales suponemos fueron referencia obligada para

¹ Un grupo étnico integrado por nahuas, mixtecos y chocho-popolocas (Jiménez Moreno, 1942: 128).

² La arqueoastronomía o astronomía cultural estudia los yacimientos arqueológicos relacionados con la astronomía de culturas antiguas. También atiende el grado de conocimiento poseído y los instrumentos utilizados por esas civilizaciones.

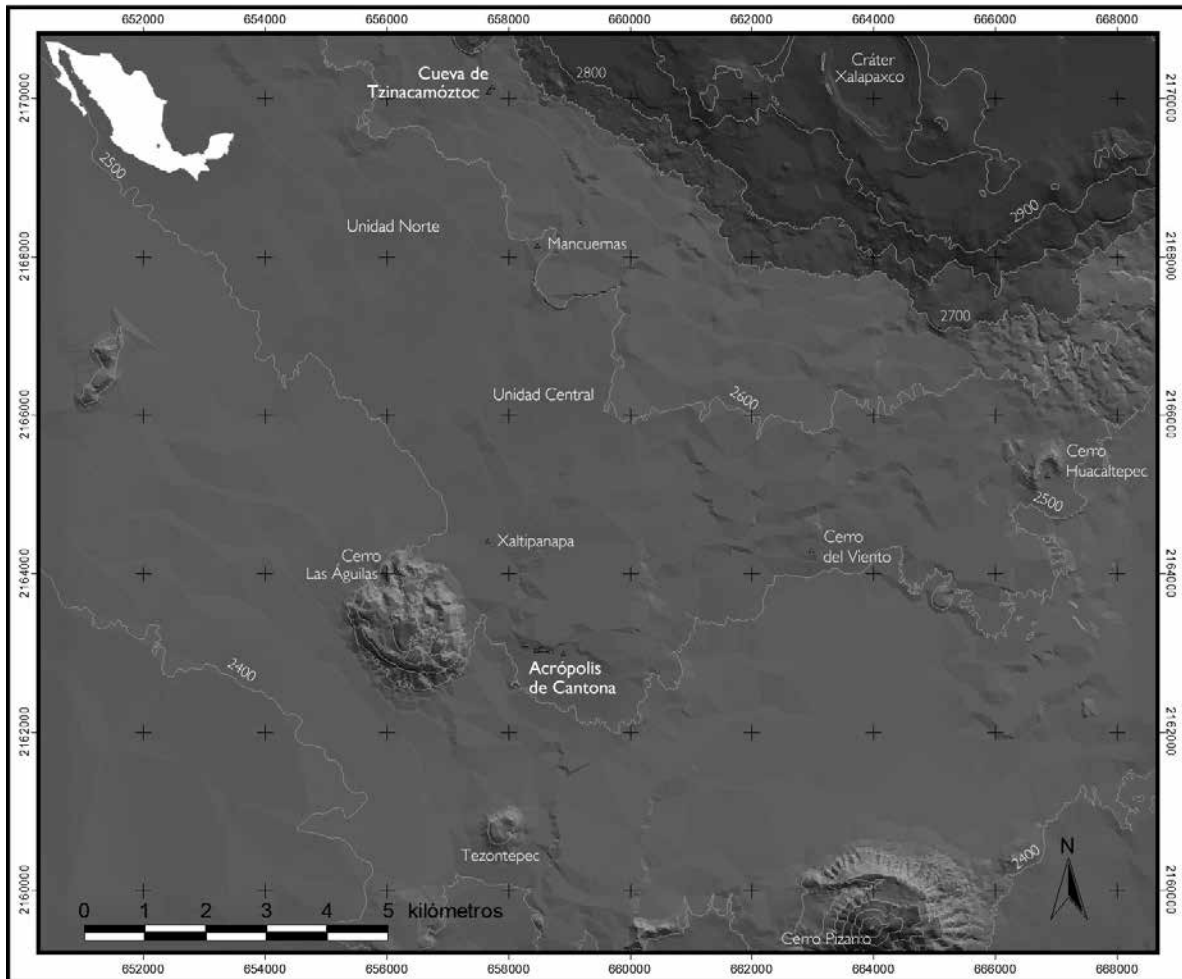


Fig. 1 Ubicación del sitio arqueológico de Cantona, destacando las tres principales unidades de exploración arqueológica según García Cook y Merino (1998: 192): Unidad Norte, Unidad Central y Acrópolis. Mapa elaborado a partir de un conjunto de datos vectoriales del INEGI y registro en campo por el autor con un GPS tipo navegador, retícula de 2000 m en coordenadas UTM.

regir un sistema calendárico. Buscamos entonces la articulación entre el ritual ancestral, la astronomía, el calendario y el paisaje orográfico de las altas montañas del Altiplano visibles desde Cantona: Cofre de Perote, Pico de Orizaba, volcán La Malinche y volcán Popocatepetl.

Durante el transcurso de un año es posible percibir, durante el amanecer y el ocaso, cómo el disco solar cambia de posición con referencia al horizonte. El Sol parece moverse cada día. Fue este movimiento lo que permitió establecer una relación temporal y espacial entre los contornos prominentes del horizonte montañoso con ciertas

fechas que para esas culturas eran de trascendental importancia. Se realizaba así una lectura espacio-temporal sobre puntos bien definidos, a los cuales el Sol retornaba de manera cíclica. Para realizar una lectura del aparente movimiento solar era indispensable un punto fijo de observación, así que se valieron de instalaciones desde las cuales se desarrollaba una astronomía de horizonte empírica; entendemos que estos emplazamientos bien pudieron ser algunos templos dentro de la urbe. Desde esas construcciones como instrumentos arquitectónicos de observación, se marcaba un “eterno retorno” que los remitía a instancias tem-

porales que iban más allá de la existencia humana, en la construcción de un tiempo institucional de larga duración.

El “eterno retorno” tenía como puntos prominentes las posiciones del Sol para ciertas fechas de su calendario, además de los días de solsticios, equinoccios y pasos cenitales. Este conocimiento era indispensable para sincronizar los ciclos agrícolas con las temporadas de lluvia, de sequía, de los vientos, del frío y del calor. Así, los fenómenos astronómicos se articularon con múltiples deidades formando una compleja asociación ritual y mítica, en la cual el paisaje, los dioses y el hombre eran una y la misma cosa en su vínculo con el orden del universo a través del calendario.

Las observaciones de campo en Cantona se realizaron entre los días 4 y 6 de noviembre de 2011. Nuestro objetivo fue identificar los edificios que tuvieran un prominente dominio visual sobre los horizontes oriente y poniente, para apreciar el levante y ocaso del Sol sobre un perfil orográfico sugerente, que permitiera que ciertos elementos conspicuos de ese paisaje pudieran funcionar como marcadores naturales en su relación con la posición del Sol (fig. 2). Consideramos que estos *marcadores de horizonte* funcionaban como instrumentos para la sincronización del tiempo, y si bien no proporcionaron un registro histórico como lo hace un calendario, sí lograban con certeza registrar una fecha específica.

Los resultados preliminares del visado con brújula y su argumentación cartográfica, sustentada con diversos programas de cómputo y su correlación calendárica, se resumen en las tablas que conforman la memoria de cálculo de esta entrega.³

³ Se toman fechas para 2011, en la inteligencia de mínimas variaciones para la astronomía posicional solar en los últimos dos milenios. Para salvar el posible error intrínseco en el cálculo del acimut que resulta del uso de la brújula en campo, he recurrido al *método de posicionamiento absoluto*, realizando la toma de coordenadas con un GPS del tipo navegador. En este método no se hace intervenir un receptor base, así que las coordenadas no se corrigen diferencialmente, obteniendo resultados que van de 3 a 15 metros de error, en función de las alteraciones en la señal. Sin embargo, los datos que resultan pueden ser empleados en proyectos a escalas de 1:10 000 o menores con la plena confianza de que las posiciones caen en el lugar que les corresponde cartográficamente dentro de un conjunto de datos vectoriales; con este método obtenemos valores

Marcadores de horizonte

Horizonte oriente

Las primeras observaciones se efectuaron en la Plaza Oriente, nos instalamos justamente al centro de la Pirámide de El Mirador, en su parte más alta (García Cook, 1994: 60); nos pareció una ubicación significativa porque la pirámide principal de este conjunto arquitectónico permite un completo dominio del paisaje oriental que abarca el volcán Cofre de Perote y montañas adyacentes. Esto se debe a que la plaza se alza sobre una terraza natural que se eleva sobre la porción este de la Acrópolis de Cantona. Su disposición, consideramos, fue aprovechada para contemplar el aparente movimiento del Sol durante el año al amanecer a través del perfil orográfico que se destaca en la figura 3, dentro de este perfil quedan circunscritas las dos posiciones extremas que puede alcanzar el Sol en un año, las cuales corresponden a los solsticios de verano e invierno. Se trata de un recorrido aparente del Sol durante un año que en el horizonte se dibuja como un gigantesco movimiento pendular constante de un solsticio a otro, ya sea durante el levante o el ocaso. Así que los solsticios son momentos clave en los que, por cierto, parece que el Sol se detiene por cuatro o cinco días en los puntos extremos de su recorrido (la palabra solsticio viene del latín *solstitium* o *sol sistere*, que significa literalmente Sol estático). La observación de los solsticios es simple y brinda la mejor forma de ubicarse temporalmente en un plazo más largo de tiempo para un marcador de horizonte.⁴

En la figura 3, la posición del Sol durante el amanecer del solsticio de verano se identifica con el número 1, está al norte, sobre la cima del cerro del Viento; su contraparte, el solsticio de invierno, a la derecha con el número 5, se aprecia sobre un

acimutales suficientemente precisos para ser útiles. Los datos del GPS se trasladan como un archivo de datos en formato “dxf” a un sistema de información geográfica (SIG), que permite obtener, almacenar, recuperar, transformar y desplegar datos espaciales para determinados propósitos como se aprecia en la figura 1.

⁴ El valor del acimut para los solsticios se obtuvo del *software* Stellarium 0.11.2 para iMac.



● Fig. 2 Fotografía de satélite donde se destaca la ubicación de los edificios desde los cuales se hicieron las observaciones de horizonte en la Acrópolis de Cantona: 1) Pirámide El Mirador en la Plaza Oriente; 2) Pirámide de la Plaza Central o Plaza de la Fertilización de la Tierra; 3) Conjunto Juego de Pelota 7 (CJP 7); 4) Conjunto Juego de Pelota 5 (CJP 5); 5) El Palacio; 6) Acceso y servicios de la Zona Arqueológica de Cantona; 7) Calzada 1. Adaptación a una imagen de Google Earth, 2013, retícula en coordenadas UTM.



● Fig. 3 Perfil orográfico oriental visto desde la Pirámide de El Mirador en la Plaza Oriente del sitio arqueológico de Cantona. Se destacan las principales posiciones del Sol para el amanecer durante un año:
 1) Solsticio de verano, 21 de junio sobre el cerro del Viento. 2) Paso cenital del Sol los días 25 de julio y 18 de mayo sobre el cerro Huacaltepec. 3) Equinoccio de primavera el 20 de marzo y equinoccio de otoño el 23 de septiembre, ladera norte del Cofre de Perote. 4) El Sol sale por la cima del Cofre de Perote los días 28 de febrero y 14 de octubre. 5) Solsticio de invierno, 22 de diciembre.

valle formado entre los cerros Cuamila y Las Ánimas, 4 km al suroeste de Tenextepec. Es relevante que estos extremos tengan como referencia orográfica central al volcán Cofre de Perote, mostrándolo como el principal protagonista del paisaje, encontramos que el Sol toca visualmente la cumbre del Cofre de Perote los días 28 de febrero y 14 de octubre (número 4 en la figura 3); estas fechas, como veremos más adelante, parecen ser importantes, pues se destacan también para el horizonte poniente durante el ocaso, lo que nos hace suponer que fueron momentos significativos para los constructores de Cantona.

Pasemos ahora a los equinoccios.⁵ Determinar la posición del Sol para estas fechas sobre un horizonte montañoso es un asunto complejo, pues el observador ha de considerar el recorrido oblicuo

que sigue el Sol en el firmamento, el ángulo de esta trayectoria varía según la latitud geográfica de cada sitio, así que su señalamiento es menos frecuente en los calendarios de horizonte del Altiplano, aunque no imposible, pues se puede presumir como un equinoccio medio, que si bien no es el astronómico, sí es próximo a este con una variación que no se desvía en más de dos días. Los conocimientos modernos apuntan a que el curso de cada estación difiere en el número de días que ocupa, como vemos en la figura 4: el invierno cuenta 90 días, la primavera 92, el verano 93, y el otoño 90; pero ¿qué pasa si planteamos una duración promedio para cada estación de 91 días? Pues sencillamente tenemos como resultado el *equinoccio medio*, de tal suerte que para el equinoccio de primavera difiere en un día, mientras para el equinoccio de otoño en dos días.

También hay otra posibilidad, la cual se desprende de la geometría, donde el equinoccio es calculado como la mitad de los extremos señala-

⁵ Es indistinto si se trata del equinoccio de primavera o de otoño, la trayectoria solar para esta fecha es simétrica para ambos casos.



Fig. 4 Diferencia de días entre el equinoccio astronómico (en gris oscuro) y el equinoccio medio (en gris claro).

dos por los solsticios; esto es posible en lugares donde el paisaje es de baja altitud o plano. Para el caso de Cantona, el equinoccio —ya sea astronómico o medio— se registra en la ladera norte del Cofre de Perote, en las inmediaciones del poblado El Conejo, y el cerro La Muñeca en una pendiente sin alteraciones significativas, por lo que no es relevante como marcador.

Finalmente, resulta interesante la posición que ocupa el Sol al amanecer durante los días de su paso cenital justamente en medio del cerro Huacaltepec. Este fenómeno se registra en esta latitud los días 18 de mayo y 25 de julio. El paso cenital del Sol es un fenómeno natural que ocurre cuando la posición del astro es completamente vertical, ocupando el lugar más alto en el cielo. Esto sucede únicamente dos días al año, durante los cuales no se proyecta sombra lateral alguna al mediodía. Este fenómeno sólo es perceptible en las regiones situadas al sur del Trópico de Cáncer y al norte del Trópico de Capricornio; más al norte y más al sur el Sol nunca llega al cenit. Las fechas para este suceso difieren según la latitud de cada lugar, lo cual obedece a la inclinación de la Tierra; así pues, el Sol ilumina a plomo distintas zonas del planeta en diferentes fechas.

Los sabios del cielo en el México antiguo conocían este fenómeno y le asignaron gran importancia. Evidencias arqueológicas de este fenómeno astronómico las tenemos en Monte Al-

bán, Xochicalco, Chichén Itzá y Teotihuacán, entre otros importantes sitios. Los antiguos moradores de estas ciudades construyeron observatorios especiales para apreciar el paso cenital del Sol. En Xochicalco hay una cueva acondicionada al interior del centro ceremonial: perforaron el techo y elaboraron una chimenea de forma hexagonal que permite iluminar la cueva con un haz de luz. En Monte Albán, dentro de la pirámide denominada Edificio P construyeron una cámara oscura para lograr el mismo efecto que en Xochicalco: una chimenea que permite entrar la luz de manera espectacular.

La importancia de registrar sistemáticamente el paso cenital del Sol permite ajustar con eficiencia un calendario, de tal manera que a través de los años éste no quede desfasado. Se debe distinguir, por tanto, que una corrección en el calendario es un problema que todas las civilizaciones han sufrido, y que por ejemplo en Occidente representó un inconveniente que el papa Gregorio XIII debió solucionar en el año de 1582, al sustituir el calendario juliano para eliminar una diferencia de 10 días acumulados desde el Primer Concilio de Nicea celebrado en el año 325. Esta diferencia provenía de un equivocado cómputo para el número de días con que cuenta un año trópico; fue así como a través de los siglos se llegó al citado error de 10 días, alteración procedente del hecho de que el movimiento de traslación de la Tierra

Sitio de observación		Pirámide de El Mirador, Plaza Oriente					
Ubicación	ϕ 19°33'05.8" λ -97°29'08.0" / 14 Q 658877 2162567	Altitud	2570 m _{nm}	Datum	wgs84		
Lugar conspicuo		cima norte del cerro del Viento					
Ubicación	ϕ 19°34'05.0" λ -97°08'51.0" / 14 Q 663038 2164475	Datum	wgs84				
Altitud	2570 m _{nm}	Distancia	4572 metros	Z = 65° 11'	h = 0° 00'		
Fecha	solsticio de verano: 21 de junio						
Lugar conspicuo		depresión al centro del cerro Huacaltepec					
Ubicación	ϕ 19°34'05.0" λ -97°08'51.0" / 14 Q 666715 2165528	Datum	wgs84				
Altitud	2610 m _{nm}	Distancia	8360 metros	Z = 69° 18'	h = 0° 15'		
Fecha	paso cenital del Sol: 18 de mayo y 25 de julio						
Lugar conspicuo		cima del Cofre de Perote					
Ubicación	ϕ 19°29'39.0" λ -97°08'51.0" / 14 Q 694421 2156558	Datum	wgs84				
Altitud	4220 m _{nm}	Distancia	35968 metros	Z = 99° 30'	h = 2° 36'		
Fecha	28 de febrero y el 14 de octubre						

© Fig. 5 Memoria de cálculo para el perfil oriental de Cantona desde la Pirámide de El Mirador en la Plaza Oriente.

alrededor del Sol no coincide con la cantidad exacta de días en la rotación de la Tierra alrededor de su eje.

Una solución pragmática para quedar al margen de esta situación es lo que suponemos hicieron los astrónomos prehispánicos al calibrar el calendario a través de la posición del Sol con referencia a un marcador de horizonte, y que en este caso se vale de la forma cóncava que a la distancia describe el cráter del cerro Huacaltepec. Pero todo procedimiento científico requiere de una comprobación, y los astrónomos ancestrales lo consiguieron al articular tres sucesos para un mismo día en Cantona: la salida del Sol al centro del cerro Huacaltepec; la ausencia de sombra lateral al medio día, que podía ser registrada con un gnomon o con una estela, y finalmente valiéndose de la iluminación vertical en un espacio oscuro a través de un tragaluz natural, como sucede en el sistema cavernario de Tzinacamóztoc o Chinacanoztoc. Esta formación subterránea, ubicada 10 km al norte del centro cívico-religioso principal de Cantona, y a escasos 3 km del extremo norte de la ciudad de Cantona (fig. 1), se formó como producto de una colada de lava sobre la pendiente suroeste del cerro Arenas. Esta cueva volcánica tiene la forma de un túnel, en su trayectoria encontramos espacios con techos colapsados, en uno de los salones

el proceso milenario de colapso se ha iniciado con una ventana natural o claraboya, mediante la cual se ilumina un espacio en el piso (fig. 6); esta coincidencia de la naturaleza fue aprovechada por los sabios de la antigüedad, que en este espacio construyeron un recinto con un montículo central para que fuera iluminado con precisión durante el año y sirviera —al menos así lo suponemos— como un observatorio astronómico tal cual se ha documentado para otros sitios en Mesoamérica (Montero, 1997). Estudios recientes realizados por los espeleólogos Espinasa y Diamant (2012) se han centrado en la modelación detallada asistida por computadora para obtener la traza del haz de luz proyectado sobre la estructura pentagonal y el piso de la cueva, que según resultados preliminares apunta a destacar secuencias calendáricas de 73 días.

Este hecho nos parece significativo, porque cinco secuencias de 73 días suman 365 días. Este modelo calendárico de la antigüedad ya lo hemos venido apreciando en el Altiplano central para otros sitios con latitud similar, como es el caso del sitio arqueológico El Mirador en el Nevado de Toluca (Montero, 2004a, 2004b, 2009a) y en la Pirámide de las Flores (estructura E1) del sitio arqueológico de Xochitécatl en Tlaxcala (Montero, 2009b y 2011).



● Fig. 6 Claraboya en uno de los salones de la cueva Tzinacamóztoc o Chinacanoztoc: el haz de luz proyectado desde el techo pudo ser aprovechado como referencia para señalar ciertas fechas del calendario.

Si hacemos conjeturas con los números, como un mero ejercicio conceptual, encontramos que podemos dividir un año de 365 en cinco partes iguales de 73 días. Es decir, dividir el año en una fracción exacta de un dígito, lo cual puede tener implicaciones calendáricas rituales, pues en un periodo de 52 años (*xiuhmopilli*) de 365 días (*xihuitl*), caben 73 años rituales de 260 días (*tonalpohualli*). Por otra parte, el periodo sinódico de Venus es de 584 días, el cual puede ser expresado como ocho veces 73. Por tanto, una sucesión de puestas de Sol están separadas justamente por un periodo sinódico de Venus. Así que observar tal sucesión permitió a los astrónomos mesoamericanos calibrar minuciosamente este periodo esencial, donde el valor “73” hace conmensurables los ciclos sinódicos de Venus con el año solar de 365 días.

Aún resta un análisis exhaustivo del perfil oriental, pues falta destacar fechas significativas en otros importantes sitios del Altiplano, como los alineamientos reconocidos para Teotihuacán y el Templo Mayor de Tenochtitlán. A primera vista no se identifican estas fechas para el horizonte

este desde la Pirámide de El Mirador en Cantona, dado lo homogéneo del perfil orográfico para la ladera norte del Cofre de Perote. Sin embargo, la extensión del sitio de nuestro interés obliga a tomar mediciones desde otras estructuras y pudieran darse asociaciones con los edificios ubicados al norte.

Cabe mencionar que otro elemento conspicuo del paisaje oriental es el cerro Bizarro, pero éste queda fuera del arco solar, aunque podría quedar circunscrito a una posición aún por determinar respecto al punto de salida máxima austral de la Luna,⁶ o al orto helíaco de alguna estrella significativa para esa cultura.

⁶ Durante su ciclo sinódico, la salida y puesta de la Luna varía en el horizonte y alcanza extremos, son los llamados lunisticios, similares a los solsticios solares. El ciclo de regresión de los nodos se completa cada 18.6 años, la Luna alcanza entonces un acimut extremo sobre el horizonte, es el lunisticio mayor, que se registra 5° hacia el norte y el sur de la posición extrema de los solsticios (Krupp, 1991). A su vez, el ciclo lunar exhibe distintas fases, y han sido la primera señal visual para registrar el tiempo; además tiene una duración parecida al ciclo de fecundidad de la



◉ Fig. 7 Perfil orográfico poniente visto desde la Pirámide de la Plaza Central o Plaza de la Fertilización de la Tierra del sitio arqueológico de Cantona. Se destacan las principales posiciones del Sol para el ocaso durante un año: 1) Solsticio de invierno, 22 de diciembre, en la intersección visual del horizonte con la ladera sur del cerro Las Águilas. 2) Sobre la cima sur del cerro Las Águilas el Sol se oculta el 25 de febrero y 17 de octubre. 3) El Sol se oculta en la depresión natural formada entre las cimas sur y principal el 4 de marzo y el 9 de octubre. 4) En la cima mayor del cerro Las Águilas el Sol se oculta el 14 de marzo y el 29 de septiembre. 5) Posición que ocupa el Sol para equinoccio medio el 21 de marzo y el 20 de septiembre. 6) Solsticio de verano, 21 de junio en la ladera norte.

Horizonte poniente

Pasemos al horizonte poniente, y tomemos como punto de observación la estructura más alta del complejo al oeste, en la parte alta de la pirámide mayor de la Plaza de la Fertilización de la Tierra, denominada Pirámide de la Plaza Central (García Cook, 1994: 66); el paisaje aquí es dominado por el cerro Las Águilas. Al realizar las mediciones llamó la atención un hecho contundente: el cerro Las Águilas enmarca el arco solar del ocaso, pues ocupa un rango que encuentra su máximo alcance en su ladera sur durante el solsticio de invierno y en la ladera norte para el solsticio de verano. Bien se ajusta aquí la acepción de Cantona como *casa del Sol*. En la figura 7 apreciamos con detalle este hecho sugerente.

Desde esta perspectiva apreciamos el equinoccio en la parte media del cerro, y al igual que para el horizonte oriente no toca ningún punto conspicuo. Más relevantes son tres posiciones: la cima mayor, la cima sur, y la depresión natural que se forma entre ambas. La primera posición que llama la atención es la depresión (fig. 7, núm. 3), donde el Sol se oculta el 4 de marzo y el 9 de octubre, y

corresponde a la alineación utilizada por los mexicanos para la traza del Templo Mayor de Tenochtitlán, y que Jesús Galindo (2009: 28) ha sustentado varias veces como modelo para ilustrar la división del año en cinco partes de 73 días que ya hemos comentando. En el caso de Las Águilas, si contamos los días que separan la fecha del 4 de octubre con el solsticio de invierno para el 21 de diciembre veremos que son 73; al regreso el Sol desde el solsticio de invierno al 4 de marzo se cuentan otros 73 días. Pero hasta aquí las coincidencias, pues a diferencia de los sitios registrados para el Nevado de Toluca o Xochitécatl en Tlaxcala, que corresponde a 73 días para el paso cenital del Sol, por encontrarse Cantona más al norte difiere en su fecha cenital tenemos que ocurre el 18 de mayo, así que entre este día y el 4 de marzo contamos 75 días.

Pasemos a la cima central de Las Águilas (fig. 7, núm. 4), el Sol se oculta aquí el 14 de marzo y el 29 de septiembre, fechas que al momento no nos conducen a ninguna propuesta, a no ser su proximidad con el equinoccio, o bien la posición es similar a la del sitio arqueológico Xochitécatl en Tlaxcala, que ve salir el Sol en estas fechas sobre la cresta sur en la cima de La Malinche para el día de San Miguel Arcángel (Montero, 2011: 164); por otra parte, tenemos que el ocaso en la

mujer dado el ciclo sinódico de 29.5 días, periodo muy útil para ubicarse a mediano plazo en un año.

Sitio de observación		Pirámide de la Plaza Central o de la Plaza de la Fertilización de la Tierra				
Ubicación	ϕ 19°33'07.8" λ -97°29'23.1" / 14 Q 658438 2162623	Altitud	2570 m _{nm}	Datum	wgs84	
Lugar conspicuo		cima sur del cerro Las Águilas				
Ubicación	ϕ 19°34'05.0" λ -97°08'51.0" / 14 Q 663038 2164475			Datum	wgs84	
Altitud	2710 m _{nm}	Distancia	1485 metros	Z = 258° 06'	h = 5° 22'	
Fecha	25 de febrero y 17 de octubre					
Lugar conspicuo		depresión entre la cima sur y cima mayor del cerro Las Águilas				
Ubicación	ϕ 19°34'05.0" λ -97°08'51.0" / 14 Q 663038 2164475			Datum	wgs84	
Altitud	2650 m _{nm}	Distancia	1386 metros	Z = 262° 34'	h = 3° 18'	
Fecha	4 de marzo y 9 de octubre					
Lugar conspicuo		cima del cerro Las Águilas				
Ubicación	ϕ 19°33'03.9" λ -97°30'18.2" / 14 Q 656832 2162491			Datum	wgs84	
Altitud	2730 m _{nm}	Distancia	1613 metros	Z = 265° 15'	h = 5° 40'	
Fecha	14 de marzo y 29 de septiembre					

© Fig. 8 Memoria de cálculo para el perfil poniente de Cantona desde la Pirámide de la Plaza Central o Plaza de la Fertilización de la Tierra.

cima sur del cerro Las Águilas (fig. 7, núm. 2) corresponde a los días 25 de febrero y 17 de octubre, próximas a la salida del Sol sobre el Cofre de Perote para el 28 de febrero, y el 14 de octubre desde la Pirámide de El Mirador en la Plaza Oriente.

Como el cerro Las Águilas es tan cercano a la Plaza de la Fertilización de la Tierra, podemos afirmar que tenemos frente a nosotros un horizonte crítico,⁷ así que dispusimos mover el punto de observación dentro de la zona arqueológica para hacer coincidir un lugar en que las fechas del levante y el ocaso fueran coincidentes, de tal manera que con una variación de unos cuantos metros en el eje norte-sur, alcanzáramos al menos un grado de diferencia. El resultado nos dejó sorprendidos, pues regresamos a la Pirámide de El Mirador en la Plaza Oriente, y aunque la capa vegetal no permitió el avistamiento en la realidad, en gabinete modelamos con *software* la observación y resultó que el mismo día 28 de febrero/ 14 de octubre el Sol levanta por la mañana sobre la cum-

bre del Cofre de Perote, y al ponerse lo hace sobre la cumbre sur del cerro Las Águilas. Esto hace suponer que se buscó dicha coincidencia en tiempos antiguos y que su resultado no es casual. Como tampoco es casual que la alineación del Conjunto Juego de Pelota 7 (CJP 7) encuentre los muros de su plaza acimutalmente dirigidos a 100° 30', orientación que apunta a la cima del Cofre de Perote (fig. 2, núm. 3). Esta misma orientación la comparte asombrosamente con los cuerpos de la Pirámide de El Mirador. Es necesario apuntar que los juegos de pelota en Cantona tienen una conformación particular, por eso se describen como "conjuntos", se trata de espacios arquitectónicos con una o dos plazas delimitadas por estructuras a los lados a manera de altares; por su parte, la cancha está integrada a un basamento piramidal en uno de sus extremos (García Cook, 1994: 28-29).

Agradezco a David Wood haberme informado que Iván Šprajc (2001: 281) encontró como prominente la orientación del 27 de febrero/14 de octubre para una estructura dedicada a Ehécatl en Tula, denominada El Corral (en términos arqueoastronómicos un día de variación es aceptable dada la oscilación solar); pero no sólo en Tula,

⁷ Una distancia entre el punto de observación y un horizonte conspicuo a menos de 2 km de distancia permite ajustes muy precisos para una astronomía posicional.

Sitio de observación		Pirámide de El Mirador, Plaza Oriente				
Ubicación	ϕ 19°33'05.8" λ -97°29'08.0" / 14 Q 658877 2162567	Altitud	2570 m _{nm}	Datum	wgs84	
Lugar conspicuo		cima sur del cerro Las Águilas				
Ubicación	ϕ 19°34'05.0" λ -97°08'51.0" / 14 Q 663038 2164475			Datum	wgs84	
Altitud	2710 m _{nm}	Distancia	1716 metros	Z = 259° 52'	h = 4° 39'	
Fecha	28 de febrero y 14 de octubre					
Lugar conspicuo		cima central del cerro Las Águilas				
Ubicación	ϕ 19°33'03.9" λ -97°30'18.2" / 14 Q 656832 2162491			Datum	wgs84	
Altitud	2730 m _{nm}	Distancia	2046 metros	Z = 267° 47'	h = 4° 28'	
Fecha	19 de marzo y 23 de septiembre, con un día de diferencia al equinoccio medio					
Lugar conspicuo		cima del Popocatepetl				
Ubicación	ϕ 19°01'18.4" λ -98°37'39.6" / 14 Q 539183 2103279			Datum	wgs84	
Altitud	5465 m _{nm}	Distancia	133307 metros	Z = 244° 14'	h = 1° 14'	
Fecha	22 de diciembre, solsticio de invierno					

© Fig. 9 Memoria de cálculo para el perfil poniente desde el edificio Oriente

también para Xochitécatl en la estructura E4, se destaca la fecha 27 de febrero/16 de octubre, que si bien es cierto guarda una variación de días (*ibidem*: 279), invita a una línea de investigación en términos calendáricos no sólo para Cantona sino para más sitios en el Altiplano.

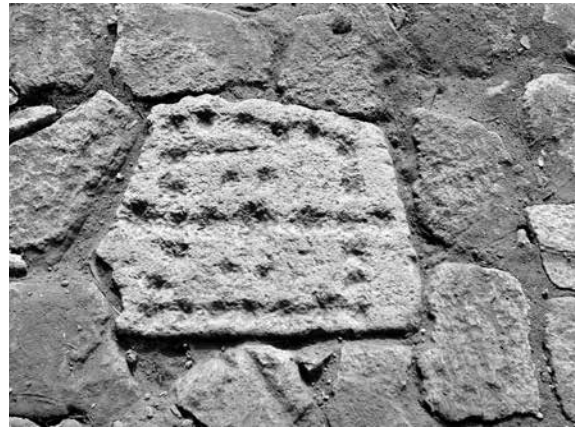
Pero debemos destacar otro evento desde la Pirámide de El Mirador: durante el ocaso para el solsticio de invierno el Sol se oculta sobre la cima del Popocatepetl. Realmente ignoro si es posible observar a simple vista el Popocatepetl, dada la distancia que lo separa de Cantona, pero resulta del modelo que he preparado en gabinete donde la cima del volcán se alza a 1° 14' sobre el horizonte de Cantona en el rumbo acimutal de 244°, apareciendo su cúspide entre el volcán La Malinche y el cerro Las Águilas; de ser así, sin duda la Pirámide de El Mirador haría honor a su nombre por ser uno de los principales ejes de observación de horizonte de Cantona, como vemos en la siguiente tabla.

Finalmente, deseo apuntar que durante el recorrido de superficie el equipo de colaboradores del arqueólogo Ángel García Cook nos mostró un par de piedras labradas, y si bien su técnica de elaboración nos recuerda a las famosas cruces punteadas de Teotihuacán —a las que por cierto

se les concede una asociación astronómica sin que al momento hayan sido interpretadas de manera concluyente—, las de Cantona (fig. 10) difieren en su diseño y en su ubicación al encontrarse dentro de la traza urbana, lejos de cualquier dominio de paisaje. Al parecer las de Cantona funcionaron como vértices geodésicos, y muestran puntos específicos de una red de señalamientos internos sobre los que no podemos apuntar una propuesta específica por carecer de más datos.

Conclusiones

Cada día más especialistas encuentran coherente la propuesta teórica de que en Mesoamérica los edificios dedicados al culto religioso obedecían en su ordenamiento a ideas emanadas de la cosmovisión, es decir, a las creencias que esas culturas tenían sobre el funcionamiento del universo. Estas ideas llegaron a ser particularmente importantes y sofisticadas en el México antiguo. Cantona es un claro ejemplo para sustentar esta propuesta, aunque es necesario advertir que no toda la traza urbana obedeció a este criterio, pues construcciones con funciones seculares bien pudieron estar determinadas por necesidades más pragmáticas.



● Fig. 10 Piedras labradas, posiblemente utilizadas como vértices geodésicos necesarios para la traza urbana de Cantona.

La cosmovisión expresada en los edificios que miraban al horizonte tenía una función calendárica que servía para regular los procesos sociales. De tal suerte que la parte explícita del tiempo quedaba expresada en la arquitectura, arraigada a un horizonte sensorial que permitía determinar episodios de tiempo precisos mediante solsticios, equinoccios y el paso cenital del Sol. Como paisaje ritual, el horizonte era un escenario que remitía al eterno retorno del Sol y del tiempo, más allá de la existencia humana.

La Pirámide de El Mirador de la Plaza Oriente y la Pirámide de la Plaza Central, o Plaza de la Fertilización de la Tierra, conducen a un modelo de tiempo donde la duración no es tan importante como la secuencia. Secuencia de actividades productivas y agrícolas en asociación con representaciones fenoménicas que se destacaban durante el año con la posición del Sol sobre un horizonte que marcaba los tiempos. Así fue como el volcán Cofre de Perote, al oriente, y el cerro Las Águilas, al poniente, fueron incorporados en el telón de lo sagrado, en un escenario que permitía una lectura teológica y sideral, donde se concatenaban como en ningún otro lugar las orientaciones y los alineamientos; de momento podemos apuntar algunos rasgos primordiales:

- 1) La importancia del paso cenital del Sol los días 18 de mayo y 25 de julio está señalada en el horizonte al salir el Sol en medio del cerro

Huacaltepec, visto desde la Pirámide de El Mirador en la Plaza Oriente, y en la proyección de un haz de luz sobre una estructura al interior de la cueva de Tzinacamóztoc.

- 2) La preeminencia de la fecha 28 de febrero/14 de octubre, en que el Sol levanta, visto desde la Pirámide de El Mirador en la Plaza Oriente, por la mañana sobre la cumbre del Cofre de Perote y al ponerse sobre la cumbre sur del cerro Las Águilas, lo que nos lleva a suponer que se buscó dicha coincidencia.
- 3) La alineación del espacio arquitectónico CJP 7 en dirección acimutal de $100^{\circ} 30'$, que apunta a la cima del Cofre de Perote, la cual coincide con la alineación de los cuerpos de la Pirámide de El Mirador.
- 4) El cerro Las Águilas enmarca completamente el arco solar para el ocaso desde la Pirámide de la Plaza Central o Plaza de la Fertilización de la Tierra, pues ocupa un rango que encuentra su máximo alcance en su ladera sur durante el solsticio de invierno y en la ladera norte para el solsticio de verano, lo que nos invita a aceptar la acepción de Cantona como *casa del Sol*.
- 5) La posibilidad de que el Popocatepetl marcara el solsticio de invierno visto desde la Pirámide de El Mirador en la Plaza Oriente para el ocaso.

Hay mucho por hacer en Cantona en materia de investigación arqueoastronómica. Falta medir

la orientación de muros, alfardas y escalinatas, tanto de edificios como de calzadas, plazas y juegos de pelota. Si bien es cierto que Cantona no guarda una traza única que determine la orientación de todos sus edificios, esto hace de su estudio un proyecto complejo, pues el investigador se enfrenta a múltiples orientaciones. Es como si cada contexto arquitectónico apuntara a diferentes intereses.

El paisaje determinó alineaciones y conformó una cosmovisión que articulaba todo: la naturaleza, el hombre, los dioses y los cuerpos de la bóveda celeste. Todos eran una y la misma cosa en su vínculo con el orden del universo a través del calendario.

Bibliografía

- Espinsa-Pereña, Ramón y Ruth Diamant
2012. “Tzinacamoctoc, Possible Use of a Lava Tube as a Zenithal Observatory Near Cantona Archaeological Site, Puebla, Mexico”, *Latin American Antiquity*, vol. 23, núm. 4, pp. 585-596.
- Ferris, H.
1985. “Caltonac, a Prehispanic Obsidian-Mining Center in Eastern México? A Preliminary Report”, *Journal of Field Archaeology*, núm. 12, pp. 363-370.
- Galindo Trejo, Jesús
2009. “Entre el ritual y el calendario. Alineación solar del Templo Mayor de Tenochtitlan”, *Arqueología Mexicana*, vol. VII, núm. 41, pp. 26-30.
- García Cook, Ángel
1994. *Cantona*, México, INAH / Salvat Ciencia y Cultura Latinoamérica.
- García Cook, Ángel y Beatriz Leonor Merino Carrión
1998. “Cantona: urbe prehispánica en el Altiplano Central de México”, *Latin America Antiquity*, vol. 9, núm. 3, pp. 191-216.
- Jiménez Moreno, Wigberto
1942. “El enigma de los olmecas”, *Cuadernos Americanos*, vol. 49, núm. 5, pp. 113-145.
- Krupp, E.
1991. *Beyond the Blue Horizon*, Oxford, Oxford University Press.
- Montero García, Ismael Arturo
1997. “Arqueoastronomía y cavernas”, *Mundos subterráneos*, núm. 8, pp. 11-20.
- 2004a. *Atlas arqueológico de la alta montaña mexicana*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- 2004b. “Altas montañas y calendarios de horizonte en Mesoamérica”, en *Etno y arqueoastronomía en las Américas*, Santiago de Chile, Memoria del Simposio ARQ-13/51 Congreso Internacional de Americanistas, pp. 147-160.
- 2009a. “Arqueoastronomía”, en Pilar Luna, Arturo Montero y Roberto Junco (coords.), *Las aguas celestiales. Nevado de Toluca*, México, INAH, pp. 68-79.
- 2009b. “El volcán, la pirámide y los astros”, en *Matlalcuéye: visiones plurales sobre cultura, ambiente y desarrollo*, México, Conacyt/El Colegio de Tlaxcala/Mesoamerican Research Foundation, vol. I, pp. 283-303.
- 2011. “Montañas y astros: una conjunción trascendente”, en Daniel Flores, Margarita Rosado y José Franco (coords.), *Legado astronómico*, México, IIA-UNAM, pp. 150-169.
- Šprajc, Iván
2001. *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*, México, INAH (Científica, 427).

