

## El basamento piramidal de Cañada de la Virgen como calendario de horizonte artificial

Rossana Quiroz Ennis<sup>1</sup>

### Resumen

Cañada de la Virgen es un centro ceremonial prehispánico ubicado en las inmediaciones de la Cuenca Central del Río Laja, hacia una región considerada el límite de la frontera de Mesoamérica durante el siglo IX del horizonte temporal posclásico.

En este trabajo se enfatiza el papel del basamento piramidal del conjunto arquitectónico central del sitio, visto como calendario de horizonte artificial y –en consecuencia–, como un instrumento calendárico astronómico capaz de capturar las posiciones del Sol, la Luna y Venus, a través de los vértices que conforman sus cuerpos escalonados.

La observación directa y su documentación sistemática, a partir de registros fotográficos, así como las mediciones complementarias realizadas con el uso de teodolito, han permitido recrear un modelo que revela la contabilización de cuentas de días en grupos congruentes con las llamadas “familias mesoamericanas”. Entre estas secuencias de días, destacan –para el basamento piramidal–, las cuentas de 73, 63 y 65, 52, 40, 20, 13, 10 y 5 días.

**Palabras clave:** Cañada de la Virgen, astronomía cultural, calendario de horizonte.

### Abstract

Cañada de la Virgen is a ceremonial prehispanic center located at the central part of the Rio Laja, in a region considered the limit of the Mesoamerican frontier for the IX century after Christ.

---

<sup>1</sup> Miembro del Seminario Permanente de Astronomía Cultural (ENAH/UNAM) y de la Sociedad Interamericana de Astronomía en la Cultura (SIAC). Miembro también de la Red de Protección de Patrimonio Biocultural. Sus líneas de investigación se centran en la astronomía cultural, la antropología visual, la divulgación científica, la museografía y las tradiciones locales de San Miguel de Allende Guanajuato. Cuenta con varios artículos y textos de divulgación, así como la publicación del libro titulado *El cerro y el cielo*. Actualmente funge como miembro fundador y presidente de la Asociación Civil Museo de Astronomía Prehispánica. La organización tiene como objeto promover y fomentar el conocimiento astronómico de las culturas mesoamericanas y el calendario prehispánico. Museo de Astronomía Prehispánica AC. [astronomiaprehispanica@gmail.com](mailto:astronomiaprehispanica@gmail.com)

This article emphasizes the design of Complex A pyramid, as an artificial horizon calendar and as an astronomical calendaric instrument that captures the positions of the sun, moon and Venus, through each vertex conformed by the staggered bodies of the pyramid.

Direct observation and its systematic documentation, through photographic records, as well as the complementary measurements made by the use of theodolite, has allowed to recreate a model that reveals the count of day counts in congruent groups for the so called “mesoamerican families”. These sequences include counts of 73, 63 y 65, 52, 40, 20, 13, 10 and 5 days.

**Key words:** Cañada de la Virgen, cultural astronomy, horizon calendar.

## Introducción

Este trabajo pretende arrojar cierta luz sobre el tema de la funcionalidad astronómica de los edificios prehispánicos a través del análisis específico del diseño arquitectónico del centro ceremonial Cañada de la Virgen. Para ello, conviene abordar en principio la pertinencia del vínculo entre astronomía y cultura en el ámbito de la historia mesoamericana. A partir de este binomio particular, me interesa resaltar las categorías de estudio y métodos que surgen de disciplinas conocidas hoy como arqueoastronomía y astronomía cultural. De tal manera que sea posible al lector comprender bajo cuáles argumentos se desarrolló la investigación aquí presentada, así como la metodología y técnicas aplicadas durante el registro, sistematización y análisis de la información recuperada.

Las preguntas y resultados que se exponen a lo largo de las siguientes líneas, surgen de un trabajo de investigación que comenzó en el año 2004, permitiendo generar la tesis doctoral Orientaciones astronómicas en la zona arqueológica Cañada de la Virgen y en la cuenca central del río Laja, San Miguel de Allende, Guanajuato (Quiroz, 2013). El lector puede consultar ese trabajo si busca conocer mejor los antecedentes de la problemática que aquí se desarrolla. Tal y como suele suceder, la búsqueda de respuestas es en la práctica un proceso de generación de nuevas preguntas. Situación que me ha llevado ahora a explorar el papel del planeta venus en el centro ceremonial que nos ocupa, cosa que no pudo realizarse para la mencionada tesis. Lo que el lector encontrará abajo es un esfuerzo por esbozar un primer acercamiento a las líneas de investigación que permitirían comprender el cómo y el cuándo del seguimiento que los habitantes de Cañada de la Virgen pudieron dar al protagonista lucero de la tarde a partir de la organización del tiempo del Sol.

## **Astronomía y cultura**

Si bien el estudio del sistema calendárico de los pueblos de Mesoamérica fue abordado por diferentes investigadores desde los siglos XVII y XVIII, la función astronómica de ciertos conjuntos arquitectónicos prehispánicos es un tema que ha ocupado a algunos especialistas de diferentes disciplinas antropológicas desde apenas mediados del siglo XX.

El término arqueoastronomía tiene su antecedente directo en lo que el astrónomo Gerald Hawkins definió en 1966 como astroarqueología, una aproximación a la arquitectura occidental prehistórica, orientada a estudiar los principios astronómicos que las civilizaciones antiguas utilizaron en el diseño arquitectónico de sus ciudades y templos, así como para crear una metodología capaz de extraer y realizar un análisis cuantitativo de datos asociados a la orientación astronómica de los alineamientos que formaban parte de dicha arquitectura (Aveni, 2001:2).

Por su parte, el astrónomo Edwin C. Krupp (1983, 1994, 2004), define la arqueoastronomía como el estudio interdisciplinar de la astronomía antigua, prehistórica y tradicional en su contexto cultural y sitúa la internacionalización de esta particular especialidad para 1981, año en que se celebró la Primera Conferencia Internacional de Arqueoastronomía en Oxford, Inglaterra. A partir de entonces, explica el autor, la arqueoastronomía ha evolucionado, tiene una orientación mucho más antropológica, las investigaciones ya no se centran sólo en la identificación y orientación de los alineamientos, sino también, y de manera muy enfática, en la comprensión de cómo la astronomía afecta a la sociedad que la práctica y a la cultura que a partir de ella se genera.

Los estudios realizados bajo este tipo de enfoque se fundamentan en el principio de que la complejidad del sistema calendárico prehispánico implicó la observación astronómica directa; observación que hubo de mantenerse a través de muchas generaciones y siglos de manera que pudiera surgir un sistema tan exacto. Es Johanna Broda quien llama la atención sobre los principios que les permitieron a los pueblos mesoamericanos realizar y

sistematizar en un calendario complejo las observaciones que, en una larga, continua y prácticamente ininterrumpida línea del tiempo, realizaron sobre los ciclos del universo, la naturaleza e, incluso, su propio devenir histórico. Este último aspecto, capaz de orientar nuestra atención hacia los principios que guiaron la observación y curiosidad astronómica de los pueblos prehispánicos, es el que ha sido abordado por el nuevo enfoque de la arqueoastronomía (Broda, 1986:74-75).

La crítica a la arqueoastronomía y a la historia de la astronomía, respecto a su vínculo con los sistemas culturales de determinadas sociedades antiguas, y particularmente en el contexto de los grupos originarios mesoamericanos, según Stanislaw Iwaniszewski (2009:24-33), apunta hacia el uso indiscriminado de una epistemología dualista que da por sentada la dicotomía naturaleza-sociedad, impidiendo comprender adecuadamente las formas antiguas y/o locales del conocimiento astronómico. En otras palabras –discute el mismo autor–, no se pueden comprender los significados culturales que otorgaban los pueblos de la antigüedad a los fenómenos celestes, si los analizamos a partir de modelos de comprensión occidentales, pretendiendo encajarlos en métodos científicos ajenos a los propios mecanismos establecidos por cada grupo humano para que sus miembros asignasen ciertos significados a los objetos y fenómenos celestes con la finalidad última de producir, reproducir y transformar sus relaciones sociales significativas. Para Iwaniszewski, el nuevo paradigma de la astronomía cultural, puede trascender el empirismo – inductivismo, hacia una mejor comprensión de los mecanismos mediante los cuales el hombre llega a conocer los fenómenos astronómicos, analiza sus sistemas de conceptualización y representación, o investiga, en el proceso de la relación social, cómo el cielo y su contenido adquieren la capacidad de representar un conjunto de ideas sobre la vida social. (Iwaniszewski, 2009:27-33).

Johanna Broda (1991) también ha hecho hincapié en el error de interpretar los registros antiguos de acuerdo a la teoría astronómica moderna, con base en conceptos que los pueblos prehispánicos claramente no podían haber tenido o que no sabemos si tenían o que no podemos comprobar que tenían. Con todo, Johanna Broda ha señalado dos aspectos que deben considerarse como aportaciones fundamentales del enfoque arqueoastronómico:

- la incorporación del análisis especializado de la astronomía al estudio de los calendarios y de las inscripciones prehispánicas y
- el estudio sistemático del principio de la orientación en la arquitectura mesoamericana y en la planeación de ciudades y centros ceremoniales.

De estas dos aportaciones se desprenden una serie de principios fundamentales, categorías de análisis, técnicas y métodos propios de la arqueoastronomía, los cuales se tomaron como referencia para el diseño metodológico con el que fueron recuperados y ordenados los datos utilizados en la presente investigación. Sin embargo, desde el punto de vista epistémico, el nuevo enfoque de la astronomía cultural ayudó a problematizar, no sólo las limitaciones de un método que tiende a explicar a partir de categorías de la astronomía moderna, modelos de comprensión del universo que no le son propios a la cultura occidental, sino también el papel de la observación directa, su congruencia con los contextos culturales de los que formó parte, así como la comprensión del observador en referencia a tales contextos y de manera muy particular, a la posición física de dicho observador cuando se trata de analizar los diseños arquitectónicos de las tradiciones prehispánicas.

## **Metodología y categorías de análisis**

Es muy común encontrar en los estudios arqueoastronómicos de los sitios arqueológicos monumentales de Mesoamérica, un método centrado en la medición de alineamientos arquitectónicos –esquinas de basamentos, escalinatas, alfardas, cuartos, plataformas, altares, etcétera–; cuya orientación, calculada de acuerdo a la posición geográfica del sitio y en términos de la altura de los horizontes oriental u occidental que le circundan, determina fechas específicas para el amanecer o la puesta solar, las cuales son analizadas a la luz de su congruencia con los sistemas calendáricos conocidos para la cosmogonía prehispánica.

Cuando los investigadores tienen oportunidad de trabajar en los sitios desde el momento de su intervención arqueológica o durante el proceso de la misma, la selección de los alineamientos y elementos arquitectónicos puede resultar más certera, pues se conoce de primera mano su disposición original, las posibles causas de su desplazamiento si las hubiere, así como los criterios aplicados en términos de su consolidación, reintegración, restauración o conservación.

Este cuerpo de información recuperada a partir de la orientación general de los edificios prehispánicos, se complementa con otro tipo de aproximación metodológica en la que las cimas de los templos tienden a ocupar un papel central en términos de la posición del observador y en la que las esquinas de los basamentos, muros superiores o proyecciones perpendiculares de las escalinatas, determinan la orientación de un eje de simetría cuya asociación a otros edificios, elementos arquitectónicos o rasgos del horizonte, pone a su vez en evidencia fechas de amanecer o puesta cuya congruencia con los mismos sistemas calendáricos prehispánicos es puesta a consideración.

Es a partir de la incorporación del paisaje en el contenido simbólico de los sitios arqueológicos, que surge una categoría de análisis cuya congruencia con los sistemas calendáricos mesoamericanos le ha procurado un papel relevante en los estudios arqueoastronómicos: los calendarios de horizonte. Autores como Ivan Šprajc entienden un calendario de horizonte como una serie de prominencias en el paisaje, particularmente montañas, que funcionan como marcadores de importantes fechas astronómicas, tales como los amaneceres y puestas del Sol o la Luna, según son vistos desde puntos de observación significativos en un determinado sitio arqueológico (Šprajc, 2001: 34-35).

Jesús Galindo Trejo explica que, observados desde sitios arqueológicos concretos, las porciones de los horizontes oriente o poniente, limitadas por las posiciones donde el disco solar aparece o desaparece en el día de ambos solsticios, contienen ciertos accidentes en el paisaje que pueden ser asociados, no sólo a eventos de amanecer o atardecer solar gratuitos o azarosos, sino a momentos de amanecer o atardecer importantes para la cuenta calendárica que pueden coincidir además con algunos momentos astronómicamente significativos.

Además, los calendarios de horizonte suelen ser divididos en dos categorías específicas: los calendarios de horizonte natural, asociados al paisaje geográfico que circunda a un sitio arqueológico y los calendarios de horizonte artificial (Morante, 1996), que constituyen el perfil del sitio arqueológico, es decir, el contorno del edificio prehispánico en sí mismo. Ambos horizontes dependen a su vez de un elemento fundamental, constituido por el punto de observación desde el cual se reconstruye el calendario de horizonte.

Las categorías de horizonte artificial y punto de observación, fueron de enorme relevancia en Cañada de la Virgen para comprender la función astronómica de los edificios y, de manera muy particular, la función del basamento piramidal del Complejo A. El método utilizado se centró en la observación directa de los eventos celestes y su registro sistemático a partir de estaciones fotográficas fijas. Desde luego, la observación directa fue complementada con las mediciones y cálculos astronómicos que la arqueoastronomía ha desarrollado y fundamentado, mismas que se realizan con el apoyo técnico de un teodolito y las fórmulas que a partir de las coordenadas geográficas, altitudes del sitio y sus horizontes, horario del evento observado y objeto de observación, arrojan las fechas particulares de los elementos arquitectónicos o posiciones del observador en relación a lo visible.

Las imágenes logradas a partir de las estaciones fotográficas fijas, sustentadas éstas a partir del sistema visual sugerido por el propio diseño arquitectónico, fueron integradas a una base de datos en las que les fueron asociados datos relevantes como fecha, hora, acimut, altitud, declinación y, por supuesto, punto de observación. Es por ello pertinente conocer algunas de las características más relevantes de la organización y disposición del centro ceremonial que nos ocupa.

## **Cañada de la Virgen en Mesoamérica, su organización espacial y sus principales características arquitectónicas**

La zona arqueológica Cañada de la Virgen se localiza en el Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, 20° 51' 29" latitud norte y 100° 55' 42" longitud oeste, sobre una elevación de casi 2100 msnm. Las fechas de Carbono 14 señalan un periodo ocupacional del 540 al 1050 d.C. (Zepeda, 2009); temporalidad que sitúa al sitio en el marco de la transición entre los horizontes Clásico Tardío y Posclásico Temprano de Mesoamérica. Los eventos que determinaron dicha transición, suelen categorizarse bajo la nomenclatura de Epiclásico (Jiménez Moreno, 1966), periodo que abarca del 600 al 1000 d.C y al que se atribuyen procesos ecológicos y sociales de gran relevancia, tales como la caída de Teotihuacán y otros centros de significativo poder político; intensas movilizaciones migratorias, éxodos y abandono de los lugares de habitación y culto; la consolidación del militarismo como respuesta a la desestabilización; cambios en los patrones de asentamiento y la organización territorial y –de manera muy particular–, la emergencia de un fenómeno climático que derivaría en la retracción de la frontera mesoamericana (Armillas, 1964), un factor clave que forzó el desplazamiento hacia el sur de los pueblos agrícolas septentrionales.

Es preciso comprender, en este contexto, la posición que Cañada de la Virgen ocupa respecto al fenómeno de retracción de la frontera mesoamericana, pues la cuenca del Río Laja, como escenario de su existencia, conforma un corredor que le conecta con los afluentes Lerma y Santiago, sistema orográfico determinante en la anatomía de la frontera mesoamericana planteada por Kirchhoff para el siglo XVI. Tal frontera, se entiende sin embargo como el colapso de aquella que para el siglo VI –época de arranque para el sitio que nos ocupa–, alcanzaba el Trópico de Capricornio, latitud a la que se atribuye un carácter de frontera climática. Para el siglo X los niveles pluviales que sostenían a los grupos agrícolas de la región comenzaron a descender, constituyendo un factor crucial para el abandono de muchos centros de la Cuenca Central del Río Laja, incluida, Cañada de la Virgen.

Cañada de la Virgen se circunscribe dentro de la llamada Tradición Patios Hundidos o Cerrados, rasgo arquitectónico característico de las culturas de la Región del Bajío. El sitio se distingue por carecer de un carácter urbanístico que pueda asociarse a un núcleo

densamente poblado o comprenderse como “ciudad prehispánica”. Sus cualidades arquitectónicas y de organización espacial remiten más bien a la categoría de centro ceremonial, mejor comprendido bajo el concepto mexica u otomí de *altepetl* o *an dehe nttoehe* (agua-cerro), figura más afín al “paraje prototípico de una cuenca hidrográfica delimitada en el horizonte circundante por una línea de eminencias orográficas que permite dar cuenta de los movimientos de los cuerpos celestes” (Fernández y García Zambrano, 2006:20).

En efecto, la meseta que los creadores y habitantes originales de Cañada de la Virgen seleccionaron para levantar sus basamentos, plataformas y estructura circular, cumple varias condiciones del modelo geométrico mesoamericano. La cañada que le rodea constituye su “anillo de agua”, una fuente inagotable de recursos hídricos, constructivos, de alimentación y medicinales, que se integra además como muralla invertida, óptima para el control del tránsito o acceso. Su calzada, que parte de la cañada hacia el complejo principal a lo largo de unos 800 metros, determina las relaciones espaciales entre visión y locomoción (Tazzer, 1990), las cuales son también fundamento de la condición isométrica entre el paisaje y la arquitectura y de la arquitectura como resultado espacial de la narrativa del mito (Broda, 1982, 1987 y 1991; García Bernal, 1993; López Austin, 2004). Por su parte, la disposición y organización de los basamentos piramidales (Complejo A, Complejo B y Estructura Circular), enfatizan la planta cruciforme como evocación hacia los rumbos del universo; uno de los medios elementales para garantizar el reflejo entre la tierra y el cielo (Morante, 2000).

De los cuatro rumbos del universo, sin duda Cañada de la Virgen enfatiza el poniente. Así lo establece el propio peregrinar sobre la calzada que conduce al centro mismo del patio hundido e incluso la disposición de los basamentos en relación a sus accesos y plataformas. Este es un rasgo importante, pues nos permite comprender que existe una visual intencional hacia este particular espacio celeste, donde las figuras del

cosmos se pierden bajo el horizonte, ingresando al inframundo y dando lugar al mundo de la noche. (Figura 1)

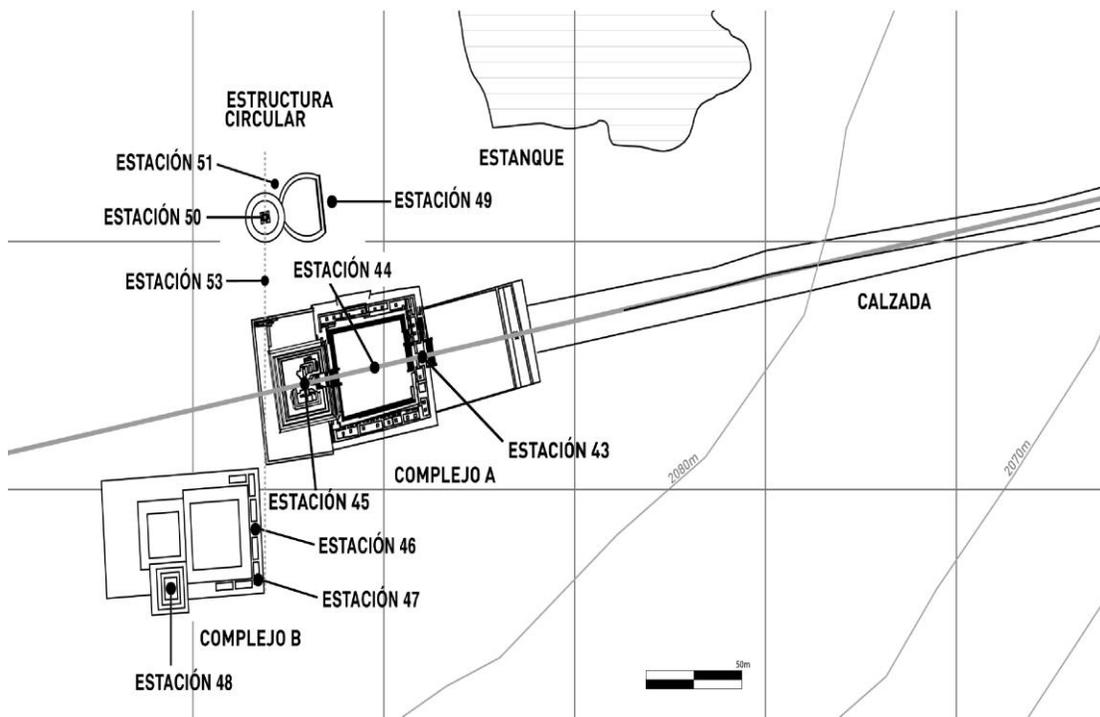


Figura 1. Complejos arquitectónicos y estaciones de observación y registro fotográfico del centro ceremonial Cañada de la Virgen. La estación fotográfica 43 corresponde al pórtico de acceso de la plataforma este del Complejo A. Se trata de un acceso de 1.7 metros de ancho, por el que atraviesa el eje de simetría del basamento piramidal.

Sin pretender soslayar la importancia del horizonte natural oriental –visible desde las cimas de los basamentos piramidales del centro ceremonial–, lo cierto es que la atención hacia el poniente, puesta desde el pórtico de acceso de la plataforma este del Complejo A, ha permitido comprobar que la noción de calendario de horizonte artificial, propuesta por Morante hacia la década de los noventa, resulta por demás congruente con los principios calendáricos de Mesoamérica, entre los que destacan las llamadas “familias mesoamericanas” (Galindo Trejo, 2002). Dicho pórtico (Estación 43), es el punto central de observación desde el que se evalúan todos los eventos aquí presentados.

## **El modelo de las familias o sistemas de alineaciones calendáricas mesoamericanas**

El eje de simetría del Complejo A de Cañada de la Virgen responde a una orientación de 80° astronómicos, a los que se asocian las declinaciones solares de los días 17 de abril y 25 de agosto al amanecer (Granados, 2004:07); y los días 4 de marzo y 9 de octubre al atardecer<sup>2</sup> (Quiroz, 2009, 2013). Jesús Galindo Trejo (2002:22-28, 2006:15-17, 2009:52-54) propone tres sistemas basados en la cuenta calendárica mesoamericana para explicar por qué varios sitios arqueológicos siguen el mismo patrón de orientación vinculada al 4 de marzo y 9 de octubre ó 17 de abril y 25 de agosto. Estos sistemas o “familias” de alineaciones, explica Galindo, se conocen hoy como alineaciones calendárico–astronómicas y se encuentran vinculadas particularmente a los solsticios, considerándolos como puntos de arranque o puntos de culminación para las cuentas de 52, 65 o 73 días.

El sistema de alineaciones vinculado a un devenir de 65 días, fue identificada por Galindo a partir de un dato calendárico recopilado por el Padre Juan de Córdova en el siglo XVI donde se describe que “el calendario ritual, *Tonalpohualli* o *Piye* en zapoteco era dividido en cuatro partes de 65 días y a cada una se les llamaba *Cocijo* y eran reverenciadas como deidades” (Galindo, 2002:24). En otras palabras, explica el astrónomo, el número 65 adquiere en la región zapoteca una trascendencia calendárica y se han encontrado en ella alineaciones de estructuras arquitectónicas y hierofanías en fechas que se encuentran justamente alejadas de los días de ambos solsticios por un *Cocijo*; es decir, la alineación sucede 65 días antes y 65 días después de cada solsticio.

El documento calendárico zapoteco del siglo XVII al que hace referencia Galindo, consigna información según la cual en la sierra zapoteca el año nuevo comenzaba el 25 de

---

<sup>2</sup> Es necesario tomar en cuenta, sin embargo, que en el caso del 4 de marzo y 9 de octubre, el Sol debe encontrarse a 9° ( $\pm 1$ ) de altitud sobre el horizonte, asumiendo que el evento debe ser observado desde el Pórtico de acceso de la Plataforma Este. Esto es, visto en contraste al horizonte cultural arquitectónico del basamento piramidal y no del horizonte natural oriental correspondiente a los amaneceres del 25 de agosto y 17 de abril, casos que son vistos desde la cima del basamento piramidal.

febrero. La alineación solar del Complejo A en dirección al amanecer solar, sucede el 17 de abril y 25 de agosto. Lo representativo es que estas fechas están alejadas por 65 días antes y después del día del solsticio de verano, respectivamente (Granados 2006:116).

Rubén Morante encontró estas fechas en el observatorio cenital del Edificio P de Monte Albán, donde el primer día que el haz luminoso del Sol penetra a la cámara de observación hasta el piso es el 17 de abril y el último día después del cual ya no incide en el piso, en su camino hacia el sur, es el 25 de agosto. O sea que el observatorio está calibrado de tal forma que el período de iluminación dura precisamente dos *Cocijos* y está centrado en el día del solsticio de verano.

Respecto al transcurso de los 52 días, Galindo nota que, considerando las dos parejas de fechas asociadas a esta familia zapoteca de alineaciones en el marco de referencia del año solar de 365 días (25 de febrero y 17 de octubre/ 17 de abril y 25 de agosto), la distancia correspondiente entre fechas vecinas es, en la práctica, de 52 días. Es decir, del 25 de febrero al 17 de abril y del 25 de agosto al 17 de octubre tenemos un rango de 52 días. Así se tendrá una especie de incrustación del *Tonalpohualli* en el *Xiuhpohualli*, una ordenación del tiempo de acuerdo a los números que definen las propiedades del sistema calendárico mesoamericano. Vale la pena recordar en este contexto que el Códice Borgia ilustra la secuencia de la cuenta de 260 días en términos de los 20 signos calendáricos distribuidos a lo largo de 5 líneas, cada una de las cuales contiene 52 días.

Otro ejemplo asociable a la cuenta de 65 y 52 días se sitúa en la pirámide del Sol en Teotihuacan, donde los días 29 de abril y 13 de agosto, el disco solar se alinea al frente de la Pirámide del Sol al atardecer. A partir de la primera fecha y justamente después de transcurrir 52 días, el Sol alcanzará su posición extrema en el horizonte poniente, será el día del solsticio de verano. Deberán pasar después otros 52 días para que arribe la segunda alineación del año, el 13 de agosto. Continuando la cuenta, a partir de ese día, el Sol se desplazará hacia el sur, para llegar a su extremo sureño en el día del solsticio de invierno y lentamente regresará. Así, la puesta del Sol 260 días después de la segunda alineación (o 4 veces 65 días), coincidirá con el 29 de abril del siguiente año (Galindo, 2002:23).

Por su parte, el sistema de alineación calendárico–astronómico o “familia mesoamericana” que consiste en una división del año solar de 5 bloques de 73 días, ha sido

reportado por Galindo en sitios como el Templo Mayor de Tenochtitlan, El Tajín de Veracruz, y la Tumba 112 de Monte Albán, caso último donde la pintura mural muestra claramente la presencia de conceptos relacionados con el calendario, las direcciones del Universo y, particularmente, con el planeta Venus (Galindo, 2002:24).

### **El basamento piramidal como instrumento calendárico astronómico**

Las fechas 4 de marzo y 9 de octubre<sup>3</sup>, presentes en Cañada de la Virgen, también podrían estar vinculadas, de acuerdo a estos sistemas, a una cuenta de 73 días que arranca con el solsticio de invierno y culmina con la fecha 4 de marzo. El siguiente bloque de días suma 219 (3 x 73), iniciando el 4 de marzo y culminando el 9 de octubre. Después del 9 de octubre, contando 73 días más, se regresa finalmente al solsticio de invierno (Figura 2).

---

<sup>3</sup> 9 de abril y 2 de septiembre son las fechas complementarias al oeste en Templo Mayor.

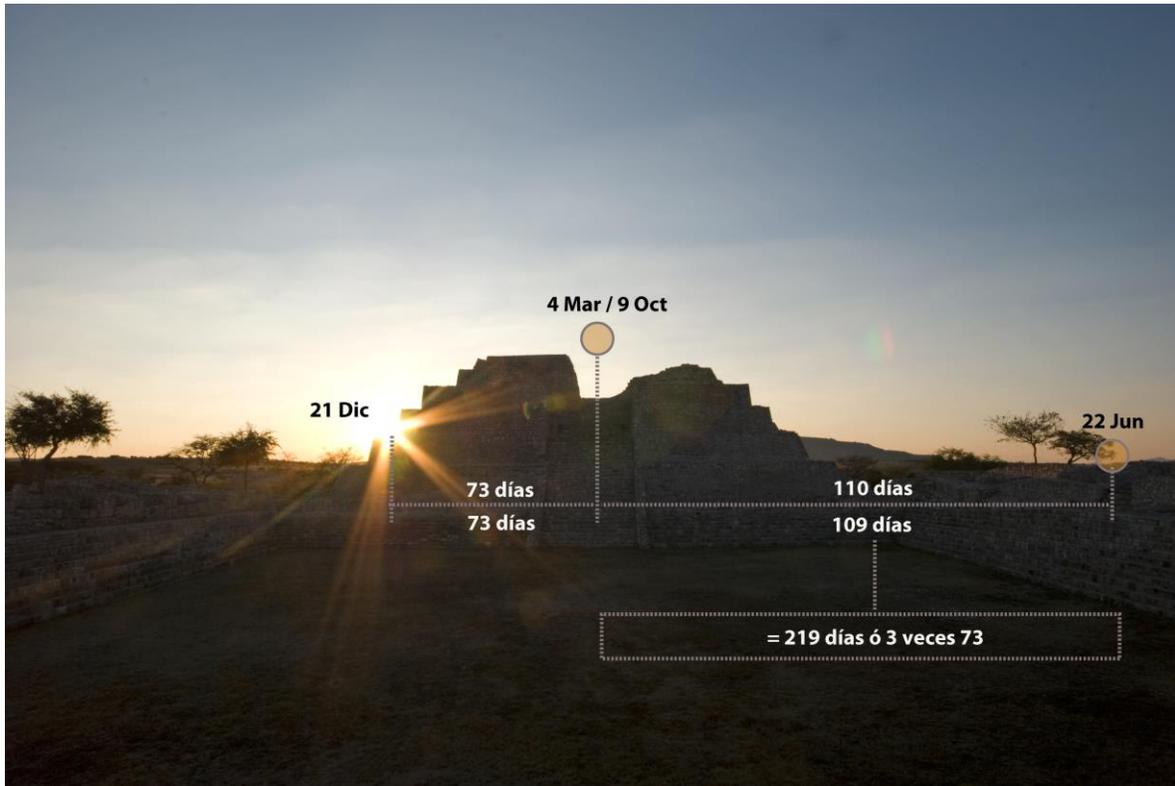


Figura 2. Modelo calendárico astronómico de 73 días aplicado a la fachada del basamento piramidal.

El basamento piramidal del Complejo A de Cañada de la Virgen está constituido por seis cuerpos escalonados, el primero de los cuales forma parte de la plataforma de cerramiento del patio hundido hacia el poniente. Vistos desde el pórtico de acceso de la plataforma este, estos cuerpos configuran a su vez una serie de vértices. Los vértices son los puntos en los que concurren los dos lados del ángulo formado entre cuerpo y cuerpo, es decir, por la línea horizontal superior de los extremos de los cuerpos y la vertical del talud del cuerpo subsecuente. (Figura 3)

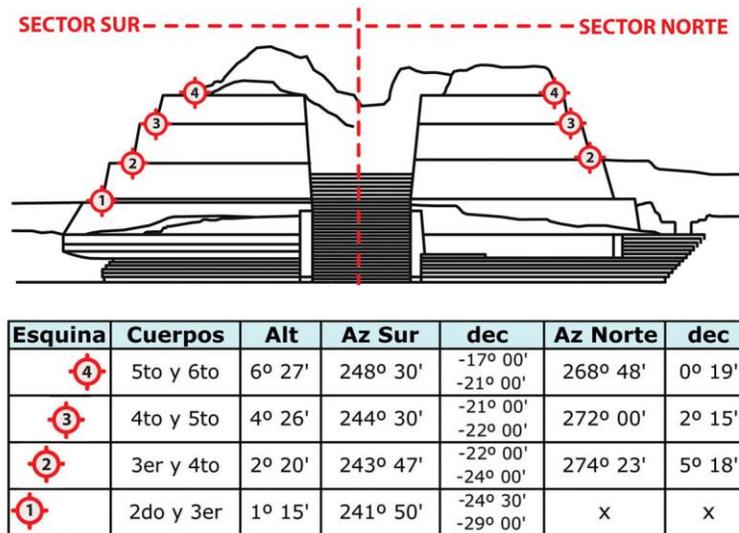


Figura 3. Declinaciones, acimuts y altitudes asociadas a los vértices del basamento piramidal de Cañada de la Virgen.

De acuerdo al registro fotográfico y las mediciones astronómicas hasta la fecha realizadas en el centro ceremonial Cañada de la Virgen, cada vértice del basamento se encuentra vinculado a una declinación específica que le asocia a días concretos del ciclo solar, pero también a otras figuras del cielo –como la Luna y el planeta Venus–, capaces de alcanzar dicha declinación<sup>4</sup> en ciertos momentos de sus respectivos ciclos. Así, para comprender el basamento como un instrumento astronómico calendárico, hay que comenzar por establecer las puestas solares en cada uno de estos vértices y su correspondencia con la estructura elemental del calendario mesoamericano. Esto es, a partir de bloques de 20 días (*xihuitl*) y bloques de 13 días (*tonalpohualli*).

<sup>4</sup> La coordenada celeste que permite identificar el fenómeno astronómico posiblemente relacionado con un alineamiento no es el acimut sino la declinación, que expresa la distancia angular medida desde el ecuador celeste (círculo imaginario en la esfera celeste, colocado en el plano del ecuador terrestre) hacia el norte o el sur (declinación positiva o negativa), teniendo valores de 0° a ± 90°. Todos los cuerpos celestes que, observando en un mismo lugar, salen o se ponen en el mismo punto del horizonte tienen la misma declinación, cuyo valor depende de la latitud del lugar, el acimut y la altura del horizonte corregida por refracción atmosférica (Šprajc y Sánchez Nava, 2012:34).

La puesta del solsticio de invierno es la fecha pivote para el arranque del ciclo solar asociado al basamento piramidal de Cañada de la Virgen. El evento tiene lugar en el Vértice 2 del basamento, conformado por el tercer y cuarto cuerpos en su sector sur. Veinte días después, veremos el Sol ocultarse en el Vértice 3 (10 de enero) y veinte días más tarde, en el Vértice 4 (30 de enero). Vale la pena notar que hasta ahora parece “sobrar” el Vértice 1, pues es precisamente este vértice el que se asocia con los ciclos lunar y venusino, cuestión que detallaré líneas abajo. (Figuras 4 y 5)



Figura 4. Fotomontaje de puestas solares en relación al basamento piramidal de Cañada de la Virgen. Las puestas solares registradas y sus fechas homólogas en cuanto a declinación, corresponden de izquierda a derecha a: 21 de diciembre (solsticio de invierno), 30 de enero (11 de noviembre), 4 de marzo (8 de octubre), 23 de marzo (19 de septiembre / equinoccio temporal o prehispánico), 1ero de abril (10 de septiembre), 3 de mayo (8 de agosto), 24 de mayo (17 de julio) y 21 de junio (solsticio de verano).



Figura 5. El basamento piramidal como instrumento calendárico astronómico.

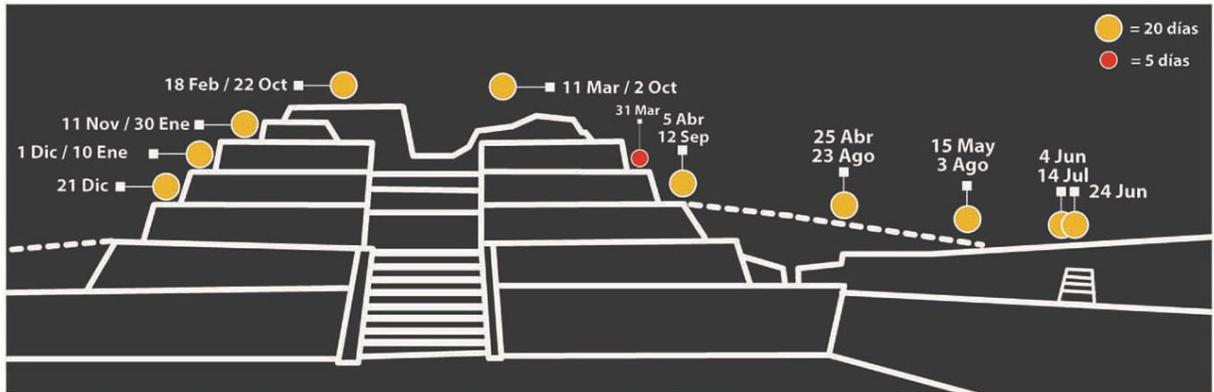
Lo significativo de iniciar la cuenta a partir del solsticio invernal es que a partir de ese día, tomando en consideración los vértices de los cuerpos sureños del basamento, se suceden bloques de 20 días para que el Sol se ponga entre un vértice y el siguiente, poniendo no solamente en evidencia el vínculo con la estructura calendárica mesoamericana de las veintenas, sino emulando, de cierta forma, cómo el Sol se levanta cada vez más conforme los días vuelven a ser más largos y las noches más cortas.

Para el 30 de enero el Sol ha alcanzado la altura del templo en la cima. Lo veremos desaparecer tras él y sumergirse tras el basamento una vez que haya alcanzado los  $9^{\circ} (\pm 1^{\circ})$  de altitud. Esto sucederá durante 52 días, del 30 de enero hasta el 23 de marzo, fecha del equinoccio prehispánico o equinoccio temporal. El hecho es que, para este día, el Sol ha

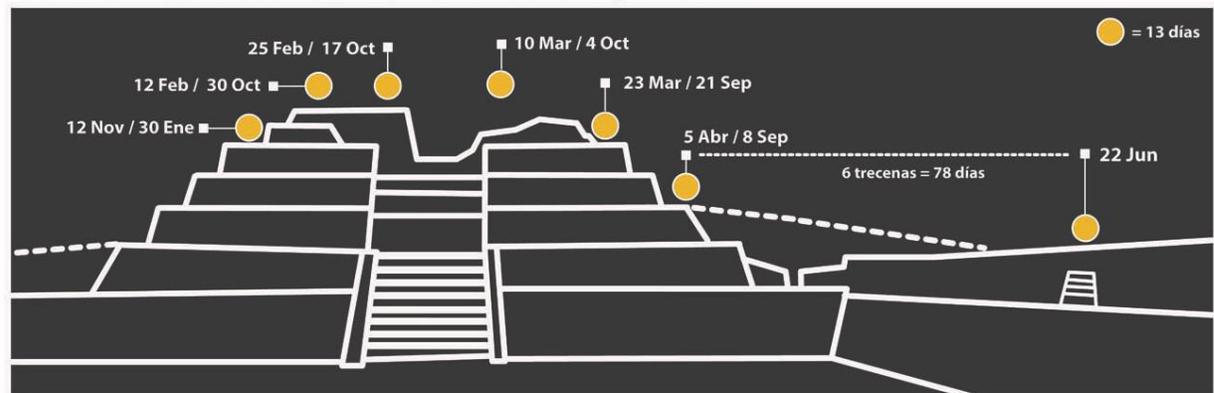
alcanzado el vértice opuesto conformado por el quinto y sexto cuerpos del sector norte del basamento.

A partir del momento en que el Sol alcanza el vértice opuesto del basamento para el día 23 de marzo, se vuelve sumamente evidente el hecho de que el Sol ha comenzado a desplazarse a mayores distancias en menor tiempo. Es decir, mientras del lado sur la cuenta de los días entre vértice y vértice ocurre cada 20 días, en el sector norte tenemos apenas 5 días de diferencia entre la puesta del Sol sobre el vértice del sexto y quinto cuerpos (23 de marzo) y la puesta hacia el vértice del quinto y cuarto cuerpos (27 de marzo). Otros 5 días transcurren para que el Sol se ponga hacia el vértice del cuarto y tercer cuerpo (1ro de abril) y será hasta el 4 de abril cuando el Sol se desprenda definitivamente del basamento y comience su caminar hacia el extremo norte de las plataformas, dirigiéndose hacia el solsticio de verano para alinearse con las escalinatas del Cuarto 3 de la plataforma norte del Complejo A. En total, transcurren 13 días del vértice superior al vértice inferior del sector norte del basamento, mientras que transcurrieron 40 días en los vértices opuestos correspondientes al sector sur del basamento. De cierta forma, esto explica la irregularidad entre las dimensiones y volúmenes de los cuerpos del basamento, ya que, mirándolos con atención, notaremos que los cuerpos son un tanto más largo en el sector norte que en el sector sur.

En síntesis, tenemos un claro modelo de veintenenas asociado los cuerpos sureños del basamento y un claro modelo de trecenas establecido en los cuerpos norte del mismo. Sumado a esto, ambos modelos se entretrejen de manera congruente a través del templo o cima del edificio, ya que es posible contabilizar un total de 105 días (5 veintenenas + 5 días) del 21 de diciembre al 4 de abril, así como un total de 65 días (5 trecenas) del 30 de enero al 4 de abril. (Figura 6)



**Título** Modelo de veintenas en torno al basamento piramidal



**Título** Modelo de treceñas en torno al basamento piramidal

Figura 6. Modelo calendárico de veintenas y treceñas en relación al basamento piramidal de Cañada de la Virgen. Es importante comprender que las fechas homologadas calendáricamente no responden a puestas solares con las mismas declinaciones. Se ha tomado como referencia las puestas solares inmediatamente posteriores al solsticio invernal. De ahí que, en los modelos, las fechas homologadas cambien, pues es ésta la función de un calendario como modelo de organización tempo-espacial. Para ver fechas de declinación homóloga ver Figura 4.

Una vez reconocidas las secuencias de 20 y 13 días en torno al basamento, es imposible ignorar ciertas preguntas que surgen como consecuencia de la organización de éstas y su correspondencia con el calendario mesoamericano. Habría que preguntarse, por ejemplo, por qué los constructores del basamento piramidal buscaron asociar el templo, en la cima, a una cuenta de 52 días que en el calendario gregoriano actual resulta en un recorrido de

puestas solares que inicia el 30 de enero y culmina en el 22 de marzo<sup>5</sup>. Por qué adecuaron la simetría del edificio para hacer corresponder los cuerpos del sector norte con una cuenta de 10 a 13 días, que sumados a los 52 anteriores, resultan en bloques de 62 ó 65 días contados desde el mismo 30 de enero hasta el 1 ó 4 de abril. Y aún más: ¿existe una razón de carácter astronómico para comprender la cuenta de 73 días que corre del solsticio al 4 de marzo, más allá de la división del año en 5 bloques de 73 días? ¿Es posible asociar las “familias calendáricas mesoamericanas” detectadas a momentos clave de los ciclos de Venus o la Luna?

La búsqueda de respuestas a tales preguntas ocupará las siguientes líneas del presente documento. No sin antes advertir que existen también importantes aspectos a atender en cuanto a las declinaciones asociadas a los vértices del basamento. Recordemos que el Vértice 1 del sector sur responde a una declinación mayor al solsticio de invierno. Por lo tanto, se trata de una declinación que se encuentra “por fuera” de la eclíptica o camino del Sol, un espacio que sólo pueden ocupar ciertas figuras del cielo en momentos específicos de su ciclo. Tal es el caso del planeta Venus, cuya relevancia abordaremos ahora, en espera de reconocer su importancia para los creadores y habitantes del centro ceremonial prehispánico Cañada de la Virgen.

### **Las familias calendáricas mesoamericanas y su relación a los extremos máximos de Venus en el contexto del diseño del basamento piramidal de Cañada de la Virgen**

Nos centraremos aquí en la función del Vértice 1 del sector sur del basamento piramidal, el cual, como ya he dicho, contiene una declinación externa a la eclíptica solar, cuestión que sólo puede asociarse a dos fenómenos particulares: las paradas mayores de la Luna y los extremos máximos de Venus. Entre los investigadores que han explorado el papel del lucero de la mañana y de la tarde en el contexto de los pueblos prehispánicos, destaca el trabajo de Ivan Šprajc (1996), quien determina por primera vez la importancia de los extremos máximos del planeta en el contexto del cómputo mesoamericano de sus ciclos. En

---

<sup>5</sup> O, en su caso, del 20 de septiembre al 11 de noviembre ( $\pm 1$  día).

esta oportunidad nos centraremos exclusivamente en los extremos de Venus, no sólo porque las paradas mayores y menores ya fueron tratadas en la tesis doctoral mencionada en la introducción del texto, sino porque los extremos de Venus en Cañada de la Virgen han demostrado tener una clara relación con las cuentas de 63/65 y 73 días detectadas en el diseño arquitectónico del basamento.

Al ubicar los extremos máximos de Venus como estrella de la tarde, en relación al sector sur del basamento piramidal de Cañada de la Virgen, en el contexto del calendario gregoriano y a lo largo de un ciclo mesoamericano completo de 13 secuencias de 8 años (104 años), notaremos que las fechas en las que Venus alcanza tal posición (de 24° a 28° de declinación) resultan bastante cercanas a las fechas establecidas para el calendario de veintenas que, a partir de las declinaciones solares, ya hemos ubicado en el sector sur del basamento. En este sentido, los extremos Venusinos de invierno, a la puesta, pueden diferenciarse en cinco momentos específicos que describiremos a continuación según la temporalidad de ocupación para Cañada de la Virgen, manteniendo presente que la posición de Venus se encuentra, en todos los casos, hacia el Vértice 1 del sector sur del basamento y ocurriendo siempre antes del momento del solsticio invernal. (Figuras 7 y 8)



**fecha** 05 11 14                    **eff** 43  
**hora** 20:49  
**az** 223° 52'    **alt** 2° 57'    **dec** -26° 45'  
**objeto(s)** venus estrella de la tarde  
**evento** máxima elongación



**fecha** 08 11 30                    **eff** 43  
**hora** 21:37  
**az** 242°06'    **alt** 4°35'    **dec** -24°01'  
**objeto(s)** venus / júpiter /  
**evento** puesta

Figura 7. Extremos máximos de Venus como estrella de la tarde en relación el vértice 1 del sector sur del basamento piramidal.

Primer Momento: Entre el 10 y hasta el 6 de noviembre (años 817 al 913 d.C.)

A lo largo de los 104 años existentes entre el 817 y el 913 d.C., cada 8 años, el planeta Venus, en Cañada de la Virgen, se observó en su extremo sur, como estrella de la tarde, siempre a una declinación de entre -26° y -26. 5°. Esta posición fue alcanzada sin excepción, 63 días después de que el planeta se alineara con el eje de simetría del basamento piramidal, fecha que podemos situar desde el 9 (817 d.C.) y hasta el 4 de septiembre (913 d.C.) en el calendario gregoriano<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Si tomamos como referencia la declinación solar del 4 de marzo como fecha de alineación con el eje de simetría del basamento, cualquier objeto celeste que alcance una declinación de -6° (±10°), estará alineado también a dicho eje de simetría

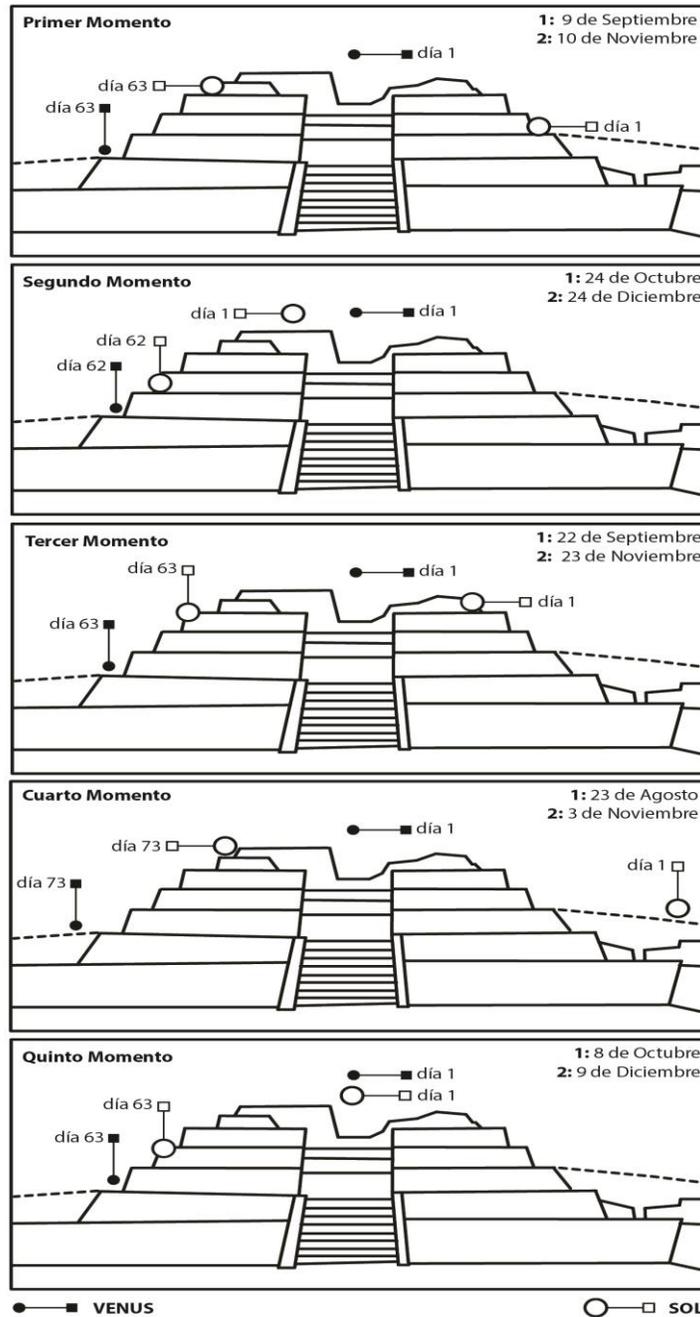


Figura 8. Los cinco momentos de extremos máximos de Venus, al sur y como estrella de la tarde, en relación a la posición de las puertas solares que se asocian a estos cinco eventos a lo largo de 8 años. La puesta solar ocurre antes de la puesta Venusina.

Segundo Momento: Entre el 24 y hasta el 20 de diciembre (años 818 al 914 d.C.)

El segundo momento ocurre prácticamente en la fecha del solsticio de invierno<sup>7</sup>. En 104 años, los extremos Venusinos como estrella de la tarde alcanzarían una declinación de entre  $-24^{\circ} 12'$  y  $-24^{\circ} 21'$ , lo que sitúa al planeta justo al paño del talud del Vértice 1. Dicho extremo ocurre a 61 días de que Venus —aunque invisible—, se haya alineado con el eje de simetría del templo. Situación que ocurriría entre el 24 y el 18 de octubre de 818 y 914, respectivamente. De igual forma, y esta vez de manera claramente visible, Venus volverá a alinearse al eje de simetría del templo, 62 días después de alcanzar su extremo, el 23 de febrero del 819 y el 18 de febrero del 915. Cuestión que pone de manifiesto un patrón de entre 61 y 63 días de alineaciones previas y subsecuentes del planeta Venus en relación a su momento posicional en el Vértice 1 del basamento piramidal. Significativamente, el segundo momento de extremo Venusino ocurre 410 días después del primero<sup>8</sup>.

Tercer Momento: Entre el 23 y 18 de noviembre (años 820 al 916 d.C.)

Una vez más, el tercer momento de extremo sur Venusino, como estrella de la tarde, ocurre a 63 días de su alineación con el eje de simetría del templo. Para el año 820, esta alineación ocurriría el 22 de septiembre, 16 de septiembre para el año 916. Una vez que Venus alcanza su extremo máximo, transcurrirán otros 63 días para que el planeta vuelva a alinearse al eje de simetría, alcanzando esta posición para el 25 de enero del año 821 y para el 21 de enero del año 917. Las declinaciones que alcanzará el planeta en lo que definimos aquí como el tercer momento y durante 104 años, responderán a los  $-25^{\circ} 13'$  y  $-25^{\circ} 26'$ . Cabe agregar que el tercer momento ocurre 701 días después del segundo extremo Venusino<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> Durante la época prehispánica correspondiente a la ocupación de Cañada de la Virgen, estos extremos máximos de Venus no fueron visibles en todos los casos, pues no sólo coincidía el solsticio con el extremo, sino también el momento del ciclo Venusino que corresponde a su conjunción superior, cuando Venus desaparece tras el Sol por un promedio de 50 días, antes de reaparecer como Estrella de la Tarde.

<sup>8</sup> En efecto, del 10 de noviembre del 817 d.C., al 24 de diciembre del 818 d.C., transcurren 410 días. Así como del 6 de noviembre del año 913 d.C., al 19 de diciembre del año 914, transcurren 409 días.

<sup>9</sup> Del 24 de diciembre del 818 d.C., al 23 de noviembre del 820 d.C., transcurren 701 días. La misma cantidad de días que transcurren del 19 de diciembre del 914 d.C. al 18 de noviembre del 916 d.C.

Cuarto Momento: Entre el 3 de noviembre y 28 de octubre (años 822 a 918 d.C.)

El cuarto momento vuelve a ocurrir a poco más de 700 días (710 días) del tercer momento identificado para los extremos sur Venusinos<sup>10</sup>. A diferencia de los otros cuatro casos detectados, aquí encontramos una cuenta de entre 72 y 73 días posteriores a la fecha de alineación del planeta Venus, como estrella de la tarde, con el templo del Complejo A de Cañada de la Virgen. Los días de alineación Venusina pueden ser ubicados para estos años en las fechas 23 de agosto del 822 y 19 de agosto del 918, peculiarmente importantes para el Complejo A de Cañada de la Virgen, pues son los momentos en que el Sol también se alinea con el eje de simetría, sólo que del lado contrario, pues como hemos advertido líneas arriba, visto desde la cima del templo, se verá el Sol amanecer al centro del pórtico de acceso de la plataforma este el día 25 de agosto. Otra peculiaridad del cuarto momento es que en él ocurre la máxima declinación posible del planeta. Durante el periodo ocupacional del centro ceremonial se le pudo observar a una declinación de  $-27.5^\circ$ , esto es: hasta 3 grados más al sur del talud que conforma el Vértice 1 del basamento.

Quinto Momento: Entre el 9 y 3 de diciembre (años 823 y 919 d.C.)

El quinto momento ocurre 402 días después del momento anterior<sup>11</sup>. Más o menos la misma cantidad de días que separan los momentos primero y segundo. Otro aspecto que vuelve a repetirse, es la distancia en días de Venus, respecto a su alineación con el templo, pues el extremo ocurre 63 días después de su primera alineación con el templo (8 de octubre) y 62 días antes de su segunda alineación (8 de febrero). Las declinaciones que alcanza el planeta en el transcurso de 104 años, varían entre  $-24^\circ 40'$  y  $-24^\circ 50'$ , lo que significa que Venus alcanza su ubicación al paño del talud del Vértice 1, tal y como ocurre también en el segundo momento. La distancia en días entre el quinto y el primer momento es de 703 días.

---

<sup>10</sup> Del 23 de noviembre del año 820 d.C., al 3 de noviembre del año 822 d.C., transcurren 711 días. Por su parte, del 18 de noviembre del 916 d.C., al 28 de octubre de 918, existen 710 días de diferencia.

<sup>11</sup> Transcurren 402 días del 3 de noviembre del año 822 d.C. al 9 de diciembre del año 823 d.C., los mismos días que transcurren del 28 de octubre del año 918 d.C. al 3 de diciembre del año 919 d.C.

## Comentarios finales

El basamento piramidal de Cañada de la Virgen parece seguir un diseño bastante riguroso para realizar el computo de importantes ciclos astronómicos vinculados al Sol, la Luna y Venus. En el primer caso, encontramos que los cuerpos del basamento sirven para contabilizar claramente grupos de 20, 52 y 65, que a su vez pueden desdoblarse en grupos más pequeños de 5, 10 y 13 días.

En cuanto a Venus, la propuesta de Ivan Šprajc en relación a los extremos Venusinos tiene un particular sentido para Cañada de la Virgen, pues los ciclos del planeta como estrella de la tarde, antes del solsticio invernal, siempre se presentan 63 o 73 días después de la alineación del planeta con el eje de simetría del basamento. Además, en 104 años no cambian sino apenas de 4 a 5 días con respecto al ciclo solar, a diferencia de otros momentos como la salida o puestas heliaca, que pueden variar hasta por 26 días en los mismos 104 años. Sumado a ello, las posiciones extremas de Venus para el solsticio de invierno caen dentro de los rangos establecidos por el calendario de horizonte solar para el basamento.

## Referencias consultadas

Armillas, Pedro. (1964). *Condiciones ambientales y movimientos de pueblos en la frontera septentrional de Mesoamérica*, originalmente publicado en: Homenaje a Fernando Márquez Miranda, publicaciones del Seminario de Estudios Americanistas y el Seminario de Antropología Americana, Universidades de Madrid y Sevilla, en: Pedro Armillas, vida y obra, (Teresa Rojas Rabiela, editora), INAH, CIESAS, CONACULTA, México: 207-232.

Aveni, Anthony. (1983). *Sky Watchers of Ancient Mexico*, Texas Panamerican Series, Texas, EUA

(1994). *Conversing with the planets: How Science and Myth Invented the Cosmos*, Kodansha Globe, EUA.

(2001). *Sky Watchers, a revised version and Updated Version of Skywatchers of Ancient Mexico*, University of Texas Press, Texas, EUA: 355.

Bernal García, María Elena y Ángel Julián García Zambrano, (2006). El altepetl colonial y sus antecedentes prehispánicos: contexto teórico-historiográfico, en: Territorialidad y paisaje en el Altepetl del siglo XVI, Fernández, Federico y Ángel Julián García Zambrano (coords.), Fondo de Cultura Económica, Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF: 31-113

Brambila, Rosa y Carlos Castañeda. (1993<sup>a</sup>). *Estructuras con espacios hundidos*, en: Cuadernos de arquitectura mesoamericana, núm. 25, Centro de Investigaciones en arquitectura y urbanismo, seminario de arquitectura prehispánica, UNAM, fundador: Paul Gedrop, Editor: Juan Antonio Siller, México, DF: 73-78.

Braniff, Beatriz. (2000). *Sistemas Agrícolas prehispánicos en la Gran Chichimeca*, en: Nómadas y sedentarios en el Norte de México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Instituto de Investigaciones Estéticas, Instituto de Investigaciones Históricas, México, DF: 127-142.

(2001<sup>a</sup>). *La Gran Chichimeca* en: Revista Arqueología Mexicana, septiembre-octubre 2001, volumen IX, número 51, Editorial Raíces, México, DF: 40-45.

(2001b). *La Gran Chichimeca, el lugar de las rocas secas*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Publicaciones, México, Editorial Jaca Book Spa, Milán.

Broda, Johanna. (1971). *Las fiestas aztecas de los dioses de la lluvia*, en Revista española de antropología americana, vol. 6, Madrid: 245-327.

(1982). *El culto mexicano de los cerros y el agua*, en Multidisciplina, año 3, núm. 7, UNAM - ENEP, México: 45-56.

(1986) *Arqueoastronomía y desarrollo de las ciencias en el México prehispánico*, en: Historia de la astronomía en México, Marco Arturo Moreno Corral (comp.), Colección la ciencia desde México, Número 4, secretaría de Educación Pública, Fondo de Cultura Económica, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, DF: 65-102.

(1991). *Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto a los cerros*, en *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, UNAM - IIA, México: 461-500

Cárdenas, Efraín, *et al.* (2007). *Zonas Arqueológicas en Guanajuato, cuatro casos: Plazuelas, Cañada de la Virgen, Peralta y El Cópore*, Ediciones La Rana, Fideicomiso de administración e inversión para la realización de las actividades de rescate y conservación de sitios arqueológicos del Estado de Guanajuato, Instituto Estatal de la Cultura, Guanajuato, Gto: 305.

Fernández, Federico y Ángel Julián García Zambrano (coords.). (2006). *Territorialidad y paisaje en el Altepétl del siglo XVI*, Fondo de Cultura Económica, Instituto de Geografía de la Universidad nacional Autónoma de México, México, DF.

Galindo, Jesús. (1994). *Arqueoastronomía en la América Antigua*, Editorial Equipo Sirius SA, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Colección Ciencia y la Tecnología en la Historia, Madrid, España: 262.

(2002). “Cocijo: deidad definitoria de una alineación calendárico astronómica” en: *La pintura mural prehispánica en México*, Boletín Informativo, diciembre 2002, vol. VIII, número 17, Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM, México, DF: 22-28.

Granados, Francisco. (2004). *Informe Final de Arqueoastronomía 2004*, En: *Zona Arqueológica Cañada de la Virgen, Proyecto de Excavación y consolidación para la apertura al público, Informe Técnico Final 2004, CODERNORTE – II, diciembre 2003*, INAH, Gobierno del Estado de Guanajuato, Secretaría de Desarrollo Social y Humano, Ayuntamiento de Allende, Instituto Estatal de la Cultura, Centro INAH Guanajuato, Región Norte-II, México, Gto: 16.

Lebeuf, Arnold y Stanislaw Iwaniszewski. (1994). *The new fire ceremony as an harmonical base to mesoamerican calendarical system and astronomy*, en: *Tiempo y astronomía en el encuentro de dos mundos*, (S. Iwaniszewski, A. Lebeuf, A. Wierciński y M.S. Siólkowski (comp.)), *Memorias del simposio internacional celebrado en 27 de abril – 2 de mayo*, Departamento de Antropología Histórica, Instituto de Arqueología, Universidad de Varsovia, Frombork, Polonia: 181-197.

Lebeuf, Arnold. (2003). *Les eclipses dans l’ancien Mexique*, Jagiellonian University Press, Kraków: 325.

López Austin, Alfredo. (2001). *La religión la magia y la cosmovisión*, en: *Historia Antigua de México*, Vol. IV: Aspectos fundamentales de la tradición cultural mesoamericana, Linda

Manzanilla y Leonardo López Lujan (coords.), INAH, UNAM, Porrúa, México, DF: 227-272.

(2004). Tamoanchan y Tlalocan, Fondo de Cultura Económica, México, DF: 261

Mangino Tazzer, Alejandro. (1990). *Arquitectura mesoamericana*, segunda reimpresión 2001, Editorial Trillas México.

Morante López, Rubén Bernardo. (1996). *Evidencias del conocimiento astronómico en Teotihuacan*, Tesis Doctoral en Antropología Física, Johanna Broda (dirección), Instituto de Investigaciones Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, DF.

Quiroz, Rossana. (2009). *Sistemas visuales en la zona arqueológica Cañada de la Virgen: en busca del observador*, Tesis de Maestría, (Lourdes Roca, dirección de tesis), Programa de Posgrado en Antropología, IIA / FFYL/ UNAM, México.

(2009). *El cerro y el cielo*, INAH.

(2013). *Orientaciones astronómicas en la zona arqueológica Cañada de la Virgen y en la cuenca central del Río Laja*, Tesis de Doctorado, (Jesús Galindo Trejo, dirección de tesis/Stanislaw Iwanisewski y Julio Amador, asesores), Programa de Posgrado en Antropología, IIA / FFYL/ UNAM, México.

Šprajc, Ivan. (1996). *Venus, lluvia y maíz. Simbolismo y astronomía en la cosmovisión mesoamericana*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, colección arqueología, México

(2001). *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica, México: 460.

Šprajc, Ivan y Pedro Francisco Sánchez Nava. (2012). *Astronomía en la arquitectura de Chichen Itzá: una reevaluación*, en: *Estudios de Cultura Maya* XLI: 33-60.