

00162
5
24

DEDUCCION DE FUNDAMENTOS DE LA GEOMETRIA MEXICA EN LAS PIEDRAS DE MOCTEZUMA, TIZOC Y DEL SOL

**TESIS DE POSGRADO EN LA MAESTRIA DE
RESTAURACION DE MONUMENTOS**

**ARQUITECTO
FRANCISCO MIGUEL RAMIREZ BAUTISTA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

JUNIO - 1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDUCCION DE FUNDAMENTOS DE LA GEOMETRIA MEXICA EN LAS PIEDRAS DE MOCTEZUMA, TIZOC Y DEL SOL

a mi querida esposa Consuelo Alicia,
a mis hijas Rebeca y Leticia,
a la memoria de mis padres,
y mis ancestros indígenas.

Francisco Miguel Ramírez Bautista. 1995

...un pueblo que reglamentaba sus fiestas de acuerdo con el movimiento de los astros y grababa sus textos sobre un monumento público, había sin duda, llegado a un grado de civilización superior...

Alejandro de Humboldt. 1813

No se puede construir sin trazar, no se puede edificar sin planear, no se puede hacer un edificio sin organizar. Si existen edificios prehispánicos de gran calidad, no podemos menos que concluir la existencia de una organización suficiente y una ciencia desarrollada perfectamente apta para el logro de sus objetivos.

Dr. Carlos Chaufón Olmos. 1978

¡Ya basta!

Ejército Zapatista de Liberación Nacional. 1994

En el documento presentado se establecen trazos, relaciones y dimensiones geométricas que el autor realiza para establecer los planteamientos necesarios en los estudios arqueológicos de tan importantes documentos pétreos correspondientes a la época Mexica.

Para los iniciados, los dibujos y trazos presentados permiten comprender mejor la cultura y escultura Mexica. Ciertamente para un arquitecto que se adentre en estas disciplinas representa un estudio interesante y necesario.

M. en Arq. José Luis Calderón Cabrera.

El postulante desarrolló y completó una investigación sobre el tema sumamente interesante que arroja luces sobre los conocimientos y el dominio de la geometría que tenían los mexicas y que aparece planteada en sus obras.

La investigación sigue una metodología ortodoxa y llega a conclusiones correctamente planteadas y expresadas.

Dr. Francisco J. González Cárdenas.

El aprovechamiento magistral que hicieron los mexicas de sus altos conocimientos en geometría y matemáticas, tanto en escultura como en arquitectura, queda demostrado con este trabajo.

Dada la complejidad del tema, considero que los alcances son suficientes, no así la claridad expresiva que no es para cualquier profesional; se requiere ser un estudioso del pueblo mexica.

M. en Arq. Carlos Darío Cejudo Crespo.

Como lo especifica en su tesis, el ponente logra la deducción de probables instrumentos de la geometría mexica, del procedimiento de trazo de polígonos regulares y de polígonos de número primo de lados. Pero quizá lo más importante sea que plantea una propuesta para una revalorización de la cultura mexica, con base en estos evidentes avances geométricos y matemáticos de nuestros ancestros.

El análisis individual y comparativo de los tres monolitos, se hace con un apropiado lenguaje técnico y matemático y es de notarse la corrección y propiedad del documento en su totalidad.

M. en Arq. Fernando Pineda Gómez.

El trabajo es muy interesante y original en el tema y en la manera de investigarlo. Si bien es cierto que está muy influenciado por las orientaciones de la geometría en la cultura occidental, también es verdad que solamente con estas investigaciones se podrá llegar al núcleo mismo de esta ciencia en el universo cultural mesoamericano.

Dibujos y bibliografía son muy claros, suficientes y propios.

Dr. Carlos Chanfón Olmos.

DEDUCCION DE FUNDAMENTOS DE LA GEOMETRIA MEXICA EN LAS PIEDRAS DE MOCTEZUMA, TIZOC Y DEL SOL

J U S T I F I C A C I O N

Toda restauración de un monumento implica una investigación suficiente que permita el conocimiento y evaluación de la obra en sí como producto importante del quehacer humano y su relación con el contexto y el proceso histórico que la envuelve. Dicha investigación se inicia con el proyecto, continúa durante la obra misma y puede derivar en trabajos complementarios continuados posteriores a la restauración concluida.

En ocasiones un trabajo de restauración de un monumento puede producir hallazgos trascendentales que modifican el proyecto, dando pie a una intensificación de la investigación que sobrepasa los alcances y la importancia de la obra planeada.

En 1790 y 1791, por ejemplo, por trabajos de remodelación de la Plaza Mayor de México, se descubrieron soberbios monolitos labrados prehispánicos que permitieron iniciar estudios sobre la capacidad cultural de los antiguos mexicanos, prácticamente desconocida hasta entonces.

En 1988, dentro del proyecto de restauración del edificio del exarzobispado en el Centro Histórico de la Ciudad de México, se programaron trabajos de investigación para conocer y confirmar el desarrollo histórico del edificio, desde su construcción inicial en los primeros años del Virreinato de la Nueva España, como fundamento del proyecto. Durante la obra, la importancia de los hallazgos en diversas ocasiones modificó el proyecto original e impuso la necesidad de intensificar la etapa de investigación. Fue así que en el mes de junio de ese año se encontró otro monolito mexicana cuyo diseño, manufactura y significado cultural trascendió la obra de restauración emprendida.

Los casos de hallazgos de monumentos prehispánicos como los expuestos, abren amplios capítulos de investigación en muy diversos campos, nunca desvinculados a los sitios o edificios donde fueron descubiertos, ni a las obras o trabajos de restauración que permitieron hallarlos. En ocasiones, la calidad de los hallazgos requiere la participación especializada para su justa evaluación en la que el arquitecto interviene en forma directa e importante, en otras, la investigación rebasa la especialidad del arquitecto y deriva a campos de la Arqueología o la Historia.

Tal fue el caso de los descubrimientos, de finales del siglo XVIII, de la Coatlicue, la Piedra del Sol y de Tizoc y de 1988 en que se halló la Piedra de Moctezuma. Los monumentos mexicas prehispánicos fueron remitidos al Museo Nacional de Antropología e investigados exhaustivamente por arqueólogos, antropólogos, historiadores, etc. Empero, luego de dos siglos de ser descubierta la Piedra del Sol empezó a ser analizada en el campo del diseño, del trazo y la proporción desde la óptica de la arquitectura. El arquitecto Carlos Chanfón Olmos abrió el capítulo específico del análisis geométrico de un monumento mexica.

La importancia de las consecuencias que sus deducciones produjeron han sido de una magnitud tal que hasta el momento no han sido cabalmente apreciadas: permitió vislumbrar un notable desarrollo de los pueblos prehispánicos en campos de las ciencias matemáticas, específicamente en el de los trazos geométricos, sólo posible en culturas avanzadas.

La confirmación de tal evidencia puede modificar los criterios de evaluación de las producciones culturales prehispánicas, específicamente de urbanismo y arquitectura, que incidirá en todo proyecto de restauración de un monumento en el Centro Histórico de la Ciudad de México y en su capítulo de investigación.

En consecuencia, con interés de ampliar la visión cultural prehispánica en Mesoamérica y específicamente del pueblo mexica, profundizo en esta tesis el análisis geométrico de la Piedra del Sol y otros dos monumentos de la cultura mexica, con la esperanza de contribuir a una visión renovada del pretérito mexicano.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Arquitectura y al Dr. Francisco J. González Cárdenas el respaldo recibido por el desarrollo de este trabajo.

Del mismo modo agradezco a las autoridades del Museo Nacional de Antropología las facilidades que me otorgaron para efectuar mediciones rigurosas de tres monolitos prehispánicos en resguardo de ese Museo: Doctora Maricarmen Serra Puche, directora; Arqueólogo Felipe Solís, curador de la Sala Mexica y Subdirector; Lic. Jorge O. Marín Quiñones, subdirector administrativo; a los arquitectos Pedro Trueba Zepeda y J. T. López Arciniega, subdirector de museografía y jefe del departamento de servicios generales, por su apoyo directo.

F. Miguel Ramírez Bautista

DEDUCCION DE FUNDAMENTOS DE LA GEOMETRIA MEXICA EN LAS PIEDRAS DE MOCTEZUMA, TIZOC Y DEL SOL

INTRODUCCION

El 8 de noviembre de 1519, los primeros europeos entraron a la Ciudad de México Tenochtitlán y con asombro conocieron una manera de vivir extraña de una organización maravillosa. Los testimonios que algunos de esos europeos nos dejaron por escrito atestiguan la grandeza de la Ciudad, el orden de la convivencia de un pueblo del que nunca se había tenido contacto, y de valores humanos distintos a los que regulaban el mundo cristiano.

Hernán Cortés, en su 2ª Carta de Relación, al margen de los objetivos personales que lo movieron a redactarla y remitirla al Emperador, el 30 de octubre de 1520 escribió:

La ciudad es tan grande y de tanta admiración que aunque mucho de lo que de esta podría decir dejé, lo poco que diré creo que es casi increíble, porque es muy mayor que Granada y muy mas fuerte y de tan buenos edificios y de muy mucha más gente que Granada tenía en tiempo que se ganó; y muy mejor abastecida de las cosas de la tierra, que es de pan y de aves y caza y pescado de ríos y de otras legumbres y cosas que ellos comen muy buenas. Hay en esta ciudad un mercado en que casi colidianamente todos los días hay en él de treinta mil ánimas arriba, ... Finalmente, que entre ellos hay toda manera de buena orden y policía, y es gente de razón y concierto y tal que de lo mejor de Africa no se le iguala.¹

Bernal Díaz del Castillo, por su parte, décadas más tarde rememoró también aquel espectáculo de la ciudad mexicana, y escribió:

¹ Hernán Cortés. 2ª Carta de Relación. "Sepan Cuantos", Ed. Porrúa, S. A. México 1992, p. 41.

Entre nosotros hubo soldados que habían estado en muchas partes del mundo, en Constantinopla y en toda Italia y Roma, y dijeron que plaza tan bien compasada y con tanto concierto y tamaño y llena de tanta gente no la habían visto...²

La Metrópoli de México Tenochtitlán era el principal asiento de control de un vasto territorio que integraba "mas de 400 pueblos, señoríos y Ciudades Estado sujetos, los cuales, aunque sin continuidad, cubrían desde el Istmo de Tehuantepec hasta una línea imaginaria que iría de Tuxpan, en el Golfo (de México), ... llegaría a Acapulco, ... hasta la frontera con los señoríos mixtecos, principalmente el de Totoltepec".³ La Ciudad era también la depositaria de conocimientos, de hechos relevantes y centro cultural y educativo, era la sede del saber, la cultura y el gobierno. Era, además, el recinto sagrado donde los ritos y ceremonias se desarrollaban en continuidad rigurosa.

El 13 de agosto de 1521, tras 90 días de sitio y combates permanentes, la Ciudad de México Tenochtitlán cayó en poder de los ejércitos de los aliados indígenas y españoles comandados por Hernán Cortés. La otrora espléndida y ordenada ciudad mexicana era sólo ruina, pestilencia. El orgulloso y digno pueblo mexicano había sido derrotado. Se reportaron decenas de miles de muertos en los combates. Los dignatarios *tlatoani*, los *tlatimime* depositarios del conocimiento, murieron o, tras la derrota, fueron esclavizados. El *calmecatl* y el *tepochcalli* dejaron de operar para siempre.

La ciudad fue abandonada, el pueblo fue dispersado. Luego se determinó derruir lo que quedaba en pie y edificar en el mismo sitio la Capital del Virreinato de la Nueva España con otros parámetros urbanísticos, otros sistemas de edificación y otro esquema jerárquico del espacio. Con empeño se demolió todo. En pocos lustros, de la espléndida ciudad mexicana no quedó nada.

La población india sobreviviente mermó considerablemente por efecto de las "Diez Plagas" que Fray Toribio Motolinía escribió que cayeron sobre la Nueva España.⁴ El islote de Tlatelolco fue rehabilitado por sobrevivientes mexicanos en condiciones lastimeras.

Fray Pedro de Gante relató que existía una organización para llevar a cabo la ardua tarea de demoler. En carta de 1527, detalló:

... recogimos en nuestras casas a los hijos de los señores principales para instruirlos en la fe católica... De ellos... he escogido unos cincuenta de los más avisados... Los domingos salen los muchachos a predicar por la ciudad y toda la comarca... Nosotros vamos con ellos a la redonda, destruyendo ídolos y templos por una parte, mientras ellos hacen lo mismo en otra, ...⁵

Fray Juan de Zumárraga, obispo electo de México, el 12 de junio de 1531 escribió:

² Bernal Díaz del Castillo. *Historia Verdadera de la Conquista de Nueva España*. Ed. Porrúa, S. A., México 1972.

³ Jesús Monjarás Ruiz. *La Triple Alianza*. *Arqueología Mexicana* N° 15, septiembre-octubre, 1995.

⁴ Fr. Toribio de Benavente, Motolinía. *Historia de los Indios de la Nueva España*. Ed. Porrúa, México, 1993

⁵ Jorge Jiménez Cantú. *Apuntes de Historia de México*. Colegio Francés de Preparatoria. México, 1947.

... E son destruidos bien quinientos templos de ídolos, y más de 20 mil figuras de demonios. Los cuales ellos adoraban, son hechos pedazos y quemadas...⁶

Durante tres lustros el grueso de la niñez indígena creció silvestre. Fue incorporada en edad temprana a las labores productivas en la encomienda y, pocos, tuvieron la oportunidad de entrar en contacto con el nuevo conocimiento en los centros de enseñanza de los Conventos donde aprendían a jugar, a cantar, a rezar y a contar. El 6 de enero de 1536 empezó a operar inconsistentemente el Colegio de la Santa Cruz de Tlatelolco, en donde dos frailes se dedicaban a educar a unos pocos cientos de indios hijos de señores o príncipes.

La capacidad del indio para cosas elementales, fue puesta en duda. En 1548, a 27 años de la caída de Tenochtitlán, Juan Ginés de Sepúlveda, en su célebre controversia con Fray Bartolomé de las Casas, escribió:

... esos hombrecillos en los cuales apenas encontraréis vestigio de humanidad; que no sólo no poseen ciencia alguna, sino que ni siquiera conocen las letras ni conservan ningún monumentos de su historia, sino cierta obscura y vaga reminiscencia de algunas cosas consignadas en ciertas pinturas, ni tampoco tienen leyes escritas, sino instrucciones y costumbres bárbaras...⁷

En 1554, la Ciudad de México Tenochtitlán era solo un vago recuerdo. Francisco Cervantes de Salazar hizo una descripción grandilocuente de los escasos edificios, calles y templos de la Ciudad de México, Capital del Virreinato y mencionó al Templo Mayor de Tenochtitlán con una mezcla de admiración, extrañeza y espanto. En sus **Diálogos**, ante el cerro de Chapultepec, uno de sus personajes explicó:

Has de saber, sin embargo, otra cosa no menos digna de ser sabida, y es que había otros cerros mucho más altos que éste, hechos a mano, y de que aún existen algunos. Subíase por escaleras de piedra hasta el remate, que era una placeta; y en ella, como reses en un rastro, sacrificaban y ofrecían a sus ídolos víctimas humanas sacándoles primero el corazón...⁸

Tres siglos después Don Lucas Alamán dudó sobre las descripciones que los conquistadores hicieron de la magnificencia de la ciudad de Tenochtitlán. Escribió hacia 1848:

Habrían quedado fragmentos y los mismos escombros atestiguarían esa magnificencia si la hubiera habido... De este hecho incontestable... tenemos en buena crítica concluir, que la antigua Méjico... se componía casi en su totalidad de casas de adobe... sobre las cuales sobresalían en gran número las pirámides truncadas de los templos, masas pesadas sin ninguna elegancia arquitectónica, rodadas por unas plazas circundadas por un muro adornado con culebras enroscadas y otras figuras horribles, sobre la cual se veían en largas hileras, ensartadas por las sienes las cabezas de las víctimas que habían sido sacrificadas...⁹

⁶ J. García Icazbalceta. **Don Fray Juan de Zumárraga**. Ed. Porrúa, S. A., México, 1985.

⁷ Juan Ginés de Sepúlveda. **Tratado sobre las causas justas de Guerra**. F. C. E., México, 1979.

⁸ Francisco Cervantes de Salazar. **México en 1554 y Túmulo Imperial**. 5ª Edición, Ed. Porrúa, S. A., México, 1982.

⁹ Lucas Alamán. **Hernán Cortés y la Conquista de México**. 7ª edición. Ed. Jus. México, 1978.

Al mismo tiempo, que se estructuraba el Virreinato de la Nueva España como trasplante de los modelos del Viejo Mundo, se producía la influencia de los pueblos sometidos. El indio se tornó imprescindible para la operación virreinal y materia fundamental para el sentido apocalíptico profetizado en el milenio del Reino del Espíritu.

Con premura se organizaron los ejércitos de evangelizadores que habrían de cumplir con la tarea fundamental establecida en Las Escrituras. Desde el arribo de los primeros contingentes se entregaron a tareas de comprensión, de aprendizaje "de la teología que no enseñó San Agustín, que es aprender la lengua de estos indios", dijo Fray Pedro de Gante. Y con diversos objetivos prácticos, luego de diez años de concluida la conquista de la Nueva España con la toma y destrucción de Tenochtitlán, se empezó a penetrar en el alma del indio para tratar de entender sus creencias, tradiciones, organización social y familiar preteritos.

Por un lado se derruían Templos del Demonio, se quemaban ídolos y libros satánicos "pintados con sangre humana en su mayor parte"¹⁰, se amonestaba la persistencia en prácticas rituales y ceremonias de la infidelidad y se quemaba en la hoguera por idolatría y blasfemia a un señor indio, y por otro lado se convocaba a los ancianos para que transmitieran sus conocimientos, explicaran sus costumbres y relataran sus tradiciones sobre sus orígenes.

A lo largo del primer siglo de existencia del Virreinato de la Nueva España, con diversos motivos, se redactaron libros sobre la historia, costumbres y saber de los indios, y se copiaron o elaboraron o completaron códices a la manera vernácula, con contenido diverso.

Y el indio siguió viviendo, expresándose en cada actividad y oportunidad que se le ofrecía en aquel Nuevo Mundo.

Así se produjo un sincretismo de la experiencia y surgió el mestizaje del México Nuevo y brotó la necesidad ineludible de conocer, entender, apreciar el origen y trayectoria de los ancestros que cimentaron nuestra nacionalidad.

El pueblo del Sol.

Afortunadamente, la cultura desarrollada de una civilización milenaria no es posible borrarla totalmente sin dejar rastros. Durante centurias la selva y la montaña inaccesibles protegieron centros urbanos prehispánicos abandonados, cuajados de estelas, dinteles, frisos esculpidos y pintados, objetos de piedra, barro, cerámica...

Mediante el análisis de esos monumentos, objetos y pinturas, poco a poco se reconstruye la imagen cultural de los habitantes de los territorios americanos anteriores al arribo de los

¹⁰ Fr. Andrés de Olmos en *Teogonía e Historia de los Mexicanos por sus pinturas*. Ed. Porrúa, México, 1985.

primeros europeos. Entre ellos la trayectoria histórica y alcances culturales del pueblo mexica ha merecido crecido número de estudios, exhaustivos y especializados, fundamentalmente por la cantidad de monumentos, objetos y testimonios existentes.

Se ha podido reconstruir gran parte de su recorrido desde un origen mítico hasta su asiento definitivo en los islotes de Tenochtitlán y Tlatelolco. Se conocen la sucesión de señores que gobernaron, sus conquistas, alianzas, guerras y obras que engrandecieron al pueblo mexica, hasta la llegada de Cortés y españoles, interpretando códices y analizando monumentos. Confrontando las crónicas de las fuentes documentales elaboradas en el siglo posterior a la Conquista con los ideogramas y figuras de códices prehispánicos se ha conseguido una aproximación a las creencias, conducta social y religiosa, costumbres domésticas y ceremonias.

La imagen de la ciudad de México Tenochtitlán-Tlatelolco también se ha tratado de reconstruir y excavaciones metódicas y hallazgos fortuitos añaden nuevos datos que amplían, confirman o rebaten lo presumido: los sistemas constructivos, herramientas, función y estética arquitectónica.

Ahora se tienen datos que aportan conocimientos sobre sus métodos de cultivo, sobre su alimentación, medicamentos y legislación.

Sin embargo aún la idea que poco a poco se ha ido reconstruyendo de las culturas prehispánicas en general y del pueblo mexica en particular presenta grandes campos de estudio y deducción. Por ejemplo, se les reconoce sapiencia astronómica, calendárica y de matemáticas, pero hasta ahora no se han implementado estudios continuados para evaluar sus conocimientos en geometría, a pesar de los formidables vestigios en este campo que en los recientes 200 años han aparecido.

En este aspecto se sabe que desde remota época en las culturas mesoamericanas se tenía recursos para el desarrollo de las ciencias matemáticas, fundamento de la técnica, con el uso del concepto del cero. El arqueólogo Carlos R. Margain, escribió:

Muy posiblemente en fecha anterior al años 1,000 A. C., ya se había hecho en México uno de los descubrimientos más extraordinarios que ha habido en el mundo... nos referimos al descubrimiento que el hombre en México hizo del concepto del cero... ¡25 siglos antes de que en Europa se tuviera conocimiento del cero a través de los árabes, en México -en Mesoamérica para ser más precisos- se había llegado a alcances intelectuales de una categoría que no puede fácilmente valorarse en toda su cabal magnitud! ¹¹

Existen vestigios en monumentos del arte y cultura mexica que demuestran que este pueblo había abordado exitosamente el diseño y construcción de figuras geométricas complejas las que, sin embargo, simplistamente a algunas de ellas se las ha reducido a simplificaciones representativas del Sol que, se supone, ellos creían manifestación de Huitzilopochtli, su dios tutelar, "el joven guerrero que nace todas las mañanas del vientre de

¹¹ Antr. Carlos R. Margain. En torno a la Malinche.

la vieja diosa de la tierra y muere todas las tardes, para alumbrar con su luz apagada el mundo de los muertos." ¹²

Pero un diseño geométrico en trazos, en figuras pictográficas, en formas volumétricas o espacios arquitectónicos y urbanísticos, necesariamente está apuntalado por rigurosos análisis, metódica progresión de estudios y establecimiento de principios fundamentales. Debemos recordar que el origen y desarrollo de la civilización están íntimamente relacionados con el nacimiento y evolución de las ciencias matemáticas. Los egipcios y caldeos primero, los griegos y romanos después, son considerados como los padres de la civilización. Estos pueblos (con los árabes) que consiguieron un elevado nivel cultural y humano que les permitió una profundización de las ciencias abstractas, son considerados como los padres de las matemáticas y específicamente del Arte de la Geometría.

Retos específicos de geometría fueron abordados por los matemáticos de esas elevadas culturas de la antigüedad, y sus conquistas y límites se fueron transmitiendo de generación a generación, de pueblo a pueblo y de siglo en siglo hasta llegar a nosotros. En el siglo III antes de Cristo, Euclides estableció los parámetros para el planteamiento y solución de los problemas de geometría, como es la construcción del polígonos regulares de diverso número de lados inscritos o circunscritos a circunferencias. Y, desde Euclides, tres problemas ocuparon el ingenio de los grandes maestros de la geometría y las matemáticas: **la duplicación de un cubo** (construir una arista de un cubo cuyo volumen sea el doble del de un cubo dado), **la trisección de un ángulo agudo** (construir un ángulo igual a un tercio de un ángulo dado) y **la cuadratura del círculo** (construir un cuadrado cuya superficie sea igual a la de un círculo dado). En el siglo XIX de nuestra era, finalmente, y por intervención del "Príncipe de las Matemáticas" Carl Friederich Gauss, se estableció la definitiva imposibilidad de resolver cualquiera de estos tres problemas con el sólo recurso de la regla y el compás. Con esta realista limitación de la Geometría Euclidiana, como consecuencia, resultó insoluble la construcción del *nonágono* y de polígonos regulares de número primo de lados, como son los de 7, 11, 13, 17 y 19.

Visión de la Geometría Mexica.

Tres hallazgos de monolitos profusamente labrados con diseños geométricos efectuados en 1790 el primero, en 1791 el segundo y, dos siglos después, el 1988, el tercero, han venido a revolucionar el concepto sobre la capacidad para el diseño geométrico de los pueblos habitantes de Anáhuac, antes de la llegada de los españoles. Se trata de las llamadas **Piedra del Sol, Piedra de Tizoc y Piedra de Moctezuma.**

Luego de ser halladas las dos primeras fueron inmediatamente estudiadas por el sabio Antonio de León y Gama. En su tratado descriptivo, histórico y cronológico de las dos piedras que se hallaron el año de 1790, se asombra de los "profundos conocimientos que sobre geometría e hidrostática supone su elaboración y traslado".¹³

¹² Alfonso Caso. **El pueblo del Sol.** 3ª reimpresión, F. C. E., México, 1978

¹³ Antonio de León y Gama. **Descripción Histórica y Cronológica de las dos piedras...** Facsímil de 2ª edición. I.N.A.H., México, 1990.

El insigne barón Alejandro de Humboldt, una década después, se desconcertó por la exactitud matemática de "los círculos concéntricos, las divisiones y las subdivisiones sin número" que contiene la Piedra del Sol, y concluyó: "un pueblo que reglamentaba sus fiestas de acuerdo con el movimiento de los astros y grababa sus textos sobre un monumento público, había sin duda, llegado a un grado de civilización superior al que le asignaron" los cronistas y eruditos en historia prehispánica.¹⁴

En 1928, don Alfonso Caso señaló: "... hay (un) método al que hasta ahora no se le ha dado la atención que se merece y que pocas veces se ha intentado... me refiero a la determinación del módulo o medida con el que fue construido un monumento". Con esta preocupación midió la Piedra del Sol, la de Tizoc y el templete de Quetzalcoatl de Xochicalco, y encontró unas relaciones sorprendentes en sus diseños.¹⁵

Veinticinco años después, Raúl Noriega, en 1953, se avocó al análisis matemático de *la Piedra del Sol y 15 monumentos astronómicos del México Antiguo*. Su estudio ha sido incomprendido hasta ahora.¹⁶

Pero fue en 1978 que el arquitecto Carlos Chanfón Olmos se aventuró por primera vez en un campo en el cual solo modestos intentos se habían efectuado, al enfrentar el problema de determinación del diseño geométrico de la Piedra del Sol: "la ciencia de las culturas prehispánicas del Nuevo Mundo"¹⁷

Finalmente, en 1992, el matemático Oliverio Sánchez consiguió deducir métodos o procedimientos de construcción de las figuras geométricas labradas en la Piedra del Sol y sus interrelaciones matemáticas.¹⁸

De este modo, una visión nueva del mundo prehispánico ha sido posibilitada mediante la inversión de los talentos de estos grandes analistas.

Propósito de esta tesis.

Con apoyo en el bagaje que los destacados eruditos de las ciencias matemáticas y de la historia del arte, especialmente con el sistema analítico implementado por el matemático Oliverio Sánchez, verifiqué los hallazgos que éste obtuvo en la Piedra del Sol. Después los complementé, sistematicé y confronté con deducciones de los diseños geométricos de las Piedras de Moctezuma y de Tizoc.

¹⁴ Alejandro de Humboldt. *Vues del Cordillères et monuments des peuples indigènes de l' Amérique*, en "Aportaciones a la Antropología Mexicana". Jaime Labastida, 2ª Ed. Katón, S. A. 1986.

¹⁵ Alfonso Caso. *Las medidas del Calendario Azteca*. Revista Mexicana de Estudios Históricos. 1928.

¹⁶ Raúl Noriega. *La Piedra del Sol y 15 monumentos astronómicos del México Antiguo*. Aportación al XVI Congreso de Americanistas. México. 1974.

¹⁷ Carlos Chanfón Olmos. *La Geometría y la Piedra del Sol*. Revista Churubusco. México. 1978.

¹⁸ Oliverio Sánchez. *La Geometría de la Piedra del Sol*. Manuscrito

El resultado lo expongo en este trabajo. Los objetivos de esta tesis son:

a). Dedución de probables instrumentos de la geometría mexicana.

El objetivo del estudio, va más allá de sólo escudriñar sobre los trazos o composición geométrica de las Piedras para verificar su armonía, calidad estética o rigor en la proporción de sus partes. El propósito es el de descifrar las figuras geométricas claramente distinguibles, para determinar su interrelación y deducir el probable procedimiento de construcción con herramientas que desde el inicio de la geometría se han usado: la regla blanca (sin indicaciones de módulos o escala) y el compás.

Es decir, mediante el análisis de los trazos de diseño geométrico mexicana en las tres Piedras, alcanzar un umbral que permita establecer con certeza la existencia en las culturas del Nuevo Mundo, antes de la llegada de los españoles, de conocimientos suficientes que les permitieron desarrollar ciencia matemática y de geometría, equiparable a la alcanzada por los griegos en tiempo de Euclides o de la del Islam en el siglo XII de nuestra era.

b). Dedución de procedimiento de trazo de polígonos regulares exactos.

En Grecia, en el siglo III a. C. se alcanzó la cumbre de la Geometría mediante la construcción de los polígonos regulares básicos (triángulo, cuadrado y pentágono) inscritos o circunscritos a circunferencias, generando los conceptos de *mónada*, *diada*, *triada*, *tétrada* y *pentada*.

En los tres monumentos mexicanos en estudio, se aprecian con claridad circunferencias concéntricas con diversa dimensión radial y con divisiones exactas que permiten trazar polígonos regulares de 3, 4 y 5 lados y múltiplos, inscritos en ellas. Se deducen los procedimientos de construcción de estas figuras geométricas y su interrelación.

c). Dedución de procedimiento de trazo de polígonos de número primo de lados.

La geometría euclidiana, en su desarrollo a través de los siglos, reconoció límites. Entre ellos está el problema de construcción de polígonos equiláteros y equiángulos de número primo de lados, como el heptágono, el undecágono, el tricaidecágono y, especialmente, el heptacaidecágono. Sobre estos polígonos el *matemáticum principae*, Karl Friederich Gauss (1777 - 1855), abordó el problema de su construcción y demostró y probó que el polígono de 17 lados sí podía construirse. La fórmula que el gran Gauss encontró es de tal complejidad práctica que su demostración, publicada en 1801 cuando el genio tenía 24 años de edad, llegó a constituirse como la prueba de que el heptacaidecágono es imposible de construir con los recursos de la geometría euclidiana.

En esta tesis, demostrada la capacidad en geometría del pueblo mexicana por las evidencias encontradas en los tres monumentos que analizo, muestro las subdivisiones del círculo en número primo de partes, y, con los indicadores existentes en las piedras, deduzco los procedimientos de construcción de polígonos regulares de número primo de lados, como el *heptágono, undecágono, tricaidecágono y heptacaidecágono*.

d) Planteamiento de solución aproximada de problemas insolubles de Geometría Euclidiana.

Tres problemas, desde la era de Euclides hasta nuestro tiempo, han ocupado el ingenio de los grandes maestros de la geometría: la duplicación de un cubo, la trisección de un ángulo agudo y la cuadratura del círculo.

El matemático Evariste Galois (1811 - 1832), a los dieciséis años, demostró que no es posible la **trisección de un ángulo** agudo por medio de sólo la regla y el compás.

La **cuadratura del círculo** es el problema sin solución por antonomasia; hoy es risible cualquier intento de solución de este problema a tal grado que quien busca lo imposible se le compara con quien intenta lograr la "cuadratura del círculo".

Carecería de fundamento cualquier suposición de que los géometras mexicas o quienes se responsabilizaron de los trazos y diseños geométricos de las Piedras de Moctezuma, Tizoc y del Sol, pudieran abordar estos o similares problemas de la geometría euclidiana. Empero, en esta tesis expongo el problema de construcción de un *nonágono* (con la trisección del ángulo de 120°) un *pentacaidecágono* (con la trisección del ángulo de 72°) y otras trisecciones y pentasecciones de ángulos específicos, en base a la geometría de las tres piedras mexicas. Abordo también la solución aproximada, mediante los trazos geométricos mexicas, de la "cuadratura del círculo".

e). Propuesta para una revisión cultural mexicana.

Con los demostrados logros de la que podría llamarse Geometría Mexica y sus límites, me permitiré establecer parámetros para una revisión y un planteamiento para una nueva visión de la capacidad cultural prehispánica de los habitantes del llamado Nuevo Mundo.

Capítulo Primero

Hallazgos de Tres Monolitos Prehispánicos

1790. LA PIEDRA DEL SOL

El sabio Antonio de León y Gama, reportó que el 13 de agosto de 1790

... con ocasión de haberse mandado por el gobierno que se igualase y empedrase la Plaza Mayor, y que se hiciesen tarjeas para conducir las aguas por canales subterráneos; estando excavando para este fin... se encontró á muy corta distancia de la superficie de la tierra, una estatua curiosamente labrada de extraña magnitud...¹⁹

Tal estatua se conoce desde entonces como **Coatlícue**. Pocos meses después

... estándose rebajando el piso antiguo de la plaza, el día 17 de diciembre del mismo año 1790, se descubrió á sola media vara de profundidad, y en distancia de 80 al poniente de la misma segunda puerta del real palacio, y 37 al norte del portal de las Flores, la segunda piedra, ...²⁰

Se la conoce como **Piedra del Sol** y también, más popularmente, como **Calendario Azteca**. Fue colocada en un costado de la torre poniente de la Catedral para que fuera admirada y estudiada por propios y extraños.

Sobre la razón del enterramiento de este y otros monumentos prehispánicos se supone, en una Guía no oficial, que fray Alonso de Montúfar, quien fue arzobispo e inquisidor de 1554 a 1572, ordenó que la piedra fuera enterrada "por los grandes delitos de muerte que se

¹⁹ Antonio de León y Gama. Op. cit. p. 10

²⁰ Idem. p. 10

FALTA PAGINA

No. 77

habían cometido sobre ella" ²¹ León y Gama, por su parte, supuso que tanto ídolos, libros, "instrumentos con que ejercitaban sus artes y oficios" y "grandes lápidas" en que consignaban sus noticias históricas y cronológicas los antiguos mexicanos, fueron enterradas por éstos en sus últimos reductos defensivos durante el sitio de Tenochtitlán-Tlatelolco. Posteriormente, "los indios, temerosos unos de que los calumniasen de reincidentes en la idolatría, ocultaron todo lo que pudieron; y maliciosos otros, callaron su verdadera significación, y llenaron de fábulas y despropósitos no solo á los españoles, sino también á los mismo de su nación, que procuraban instruirse en ellos, ..." ²²

Por mi parte considero que es un monumento inacabado. Los sobrantes de piedra sin diseño labrado dan pie a esta consideración. Además, las similitudes en la composición general con otros monolitos de la cultura mexicana, los cuales volumétricamente son de cilindros perfectos, refuerzan esta suposición. En este caso, la irrupción del ejército invasor pudo interrumpir el proceso de labrado del canto del cilindro cuando sólo se tenía la banda superior, quedando sin concluir el resto.

En 1885, el llamado Calendario Azteca o Piedra del Sol, fue enviado al antiguo Museo Nacional de Antropología e Historia. Hoy se encuentra colocado en el sitio preponderante de la Sala mexicana del nuevo Museo. Este monolito es uno de los tres en que basaré mi estudio de Geometría.

1791. La Piedra de Tizoc

Un año después, el 17 de diciembre de 1791, se produjo el hallazgo de otro monolito con geroglíficos labrados semejantes algunos a los de la Piedra del Sol.

Sobre este hallazgo León y Gama, también da los datos. Se produjo

...en el lugar donde se iba abriendo la zanja para la atarjea que va al primer arquillo inmediato al portal que llaman de los mercaderes, y pasa por la cerca del cementerio de la iglesia Catedral, en el sitio mismo donde estaba antiguamente una cruz de madera pintada de verde sobre su peana de mampostería, y hace frente á las tiendas de cerería del Empedradillo

Su figura es un cilindro perfectamente fabricado, cuya base tiene de diámetro tres varas castellanas, una pulgada, y cuatro y media líneas; su altura una vara y una pulgada; su materia es una piedra muy dura, de color obscuro, y de un grano fino que admite bien el pulimento, y efectivamente se ve algo lustrosa. ...volteada en su natural dirección, presentó en su superficie superior una imagen del sol, labrada también de bajo relieve...; pero en el centro está algo excavada, (acaso para borrar, no sé con que motivo la figura que allí tenía) y formaba un canal que va hasta la circunferencia del cilindro, y baja hasta mas de la mitad de su altura; no dudaron afirmar ser esta la piedra de los sacrificios, y que la corta cavidad del centro y canal groseramente fabricadas, eran conducido por donde derramaba la sangre de los hombres sacrificados. Otros pensaron que era la piedra de los gladiadores... ²³

²¹ *Gula Descriptiva del Calendario Azteca*

²² Antonio de León y Gama. Op. cit. p. 5

²³ *Ibidem*. Segunda Parte. Párrafo séptimo. p. 46

Este segundo monolito en la actualidad lo conocemos como Piedra de Tizoc y se encuentra a la derecha de la plataforma de acceso a la Sala Mexica del Museo Nacional de Antropología.

Este monolito fue enterrado por los españoles. El fraile dominico Diego Durán la describe minuciosamente en su obra *Historia de las Indias de la Nueva España...*, la cual concluye hacia 1581, 60 años después de la caída y destrucción de Tenochtitlán.

Determinado por el rey Huehue Motecuhzoma que se labrase en una piedra muy grande la semejanza del sol y que se hiciese una gran fiesta, mandaron a los canteros que se buscara una gran piedra, buscada, se pintase en ella una figura del sol, redonda, y que en medio de ella hiciesen una pileta redonda, y que, del bordo de la pileta saliesen unos rayos, para que en aquella pileta se recogiese la sangre de los sacrificados, para que la semejanza del sol gozase de ella, y que de esta pileta saliese un caño, por donde se derramase aquella sangre, y mandaron que, alrededor de ella, por orla o cenefa, pintasen todas las guerras que hasta entonces habían tenido y que el sol les había concedido de que las venciesen con su ayuda y favor.

Tomada la obra a cargo de los canteros, buscaron una piedra gruesa y hermosa, y en ella esculpieron la semejanza del sol. Pintaron en ella las guerras que habían vencido, de Tepenaca, de Tochpan, de la Huasteca, de Cuexatlán, de Coaxitlahuac, todo muy curiosamente labrado...²⁴

Eran, según Durán, dos piedras: "a la una llamaban **temálcacatl**, que quiere decir *rueda de piedra*, y a la otra llamaban **cuauhxicalli**, que quiere decir *batea*". Durán las vio las dos:

La una de las cuales vimos mucho tiempo en la Plaza Grande, junto a la accequia, donde cotidianamente se hace un mercado, frontero a las casas reales; donde perpetuamente se recogían cantidad de negros a jugar y a cometer atroces delitos, matándose unos a otros. De donde, el ilustrísimo y reverendísimo señor don fray Alonso de Montúfar, de santa y loable memoria, Arzobispo dignísimo de México, de la Orden de Predicadores, la mandó enterrar, viendo lo que allí pasaba, de males y homicidios, y también, a lo que sospecho, fue persuadido la mandase quitar de allí, a causa de que se perdiese la memoria del antiguo sacrificio que allí se hacía.²⁵

Hay quien supone que esta "rueda de piedra" es la Piedra del Sol. Sin embargo, Durán describe al **temálcacatl**:

... rodela de piedra (que) tiene un agujero en medio y es muy grande, y en aquel agujero ponían a los que tomaban en guerra atados, que no podían menear sino los brazos, y dábanles una rodela y una espada de palo, y traían tres hombres, uno vestido de tigre, otro de león y otro como águila y pelcaban con él hiréndole...²⁶

La otra piedra es, sin duda, la hoy llamada Piedra de Tizoc:

La segunda piedra era una que agora tornaron a desenterrar en el sitio donde se edifica la Iglesia Mayor de México, la cual tienen agora a la puerta del Perdón. A esta llamaban "batea" los antiguos, a causa de que tiene una pileta en medio y una canal, por donde escurría la sangre de los que en ella

²⁴ Fr. Diego Durán. *Historia de las indias de la Nueva España e islas de la Tierra Firme*. Ed. Porrúa. 1984. Tomo II. Cap. XXIII. p. 191

²⁵ *Ibidem*. Tomo I. Cap. IX. p. 100

²⁶ *Ibidem*. Tomo I. Cap. IX. p. 98

sacrificaban, las cuales fueron más que los cabellos que tengo en la cabeza. La cual deseo ver quitada de allí...²⁷

La canal por donde supuestamente escurría la sangre de los sacrificados no pertenece al diseño del monumento prehispánico. Así lo comprendió inmediatamente Antonio de León y Gama, quien consideró que tanto la cavidad y la canal "groseramente fabricadas" fueron ejecutadas imprudentemente por los españoles pretendiendo "desfigurar o destruir enteramente" la piedra. Humboldt dejó correr el cuento de que un canónigo de la Catedral, el señor Gamboa, "disuadió a los obreros que viendo que no podían extraerla, quisieron cortarla en pedazos". José Fernando Ramírez atribuyó la ranura a la acción insensata de los obreros, siguiendo la versión de Humboldt. En cambio Orozco y Berra afirmó que la canal pertenecía al diseño de la piedra, suposición que nadie medianamente curioso puede compartir.

La relación de Durán sobre el *cuauhxicalli* de Tizoc y los sacrificios humanos suena a superchería; es una de las muchas que dejaron los cronistas del siglo XVI:

... íbase a la piedra que llamamos "cuauhxicalli", y subíase a ella... subían por las cuatro escaleras que dije tenía esta piedra para subir a ella, cuatro ministros del sacrificio, quitábanle el báculo y la rodela y la carga que traía, y a él lo tomaban de pies y manos y subía el principal sacrificador con su cuchilla en la mano y degollábalo, mandándole fuese con su mensaje al verdadero sol a la otra vida, y escurriente la sangre en aquella pileta, la cual por aquella canal que tenía, se derramaba delante de la cámara del sol y el sol que estaba pintado en la piedra se hedía de aquella sangre...²⁸

Termina su novela sobre la *cuauhxicalli* el fraile dominico Diego de Durán, informándonos:

... y dije cómo esta piedra se sacó del lugar donde agora se edifica la Iglesia Mayor y está a la puerta del Perdón. Dicen que quieren hacer una pila del bautismo santo. Bien es que se emplee esta piedra en servicio de nuestro Dios...²⁹

1988. La Piedra de Moctezuma

Dos siglos mas tarde de aquellos dos hallazgos, en junio de 1988, se produjo un tercer descubrimiento relacionado con los anteriores. La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), por conducto de la Dirección General de Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural a cargo del Arq. Sergio Zaldivar Guerra, emprendió los trabajos de restauración del Edificio del Exarzobispado en el Centro Histórico de la Ciudad de México.

Aprovechando la intervención arquitectónica se realizaron trabajos arqueológicos en los patios del edificio; en el principal se localizaron "los paramentos norte y oriente de un

²⁷ Ibidem. Tomo I. Cap. IX. p. 100

²⁸ Ibidem. Tomo I. Cap. X. p. 107

²⁹ Ibidem. Tomo II. Cap. XXII. p. 189

basamento prehispánico"; bajo una crujía intermedia de los patios se localizó una escalinata de seis peldaños, en el paramento poniente del mismo basamento; y, en el patio del "segundo claustro", tras "levantar los pisos de cemento se encontró un muro colonial que corría de sur a norte..." Siguiendo su cara poniente "se pudo apreciar una decoración geométrica, con base en líneas rectas, formando rectángulos, que comúnmente es conocida como 'tablereado'. En la base de este decorado se encontró la huella de un nivel de piso, que se ubicó cronológicamente hacia el Siglo XVI." Continuada la exploración bajo ese piso se comprobó que el muro era de origen prehispánico y, profundizando mas la excavación buscando el desplante "se localizó a 2.19 m. del nivel del piso actual, la sección noroeste" de un monolito cilíndrico profusamente labrado, sembrado con una declinación de 20° 30' noreste, en relación a su eje principal deducido.

Lámina I

Los arqueólogos descubridores la describen en un primer reporte:

La pieza es de piedra volcánica (basalto), de forma cilíndrica y con un diámetro de 2.24 m; su altura varía entre 0.68 y 0.76 m. El peso se ha calculado entre 11.5 y 12 toneladas, dependiendo de la cantidad de agua absorbida del subsuelo. En el centro del monolito se encuentra una oquedad de 0.45 m. de diámetro y de 0.10 a 0.20 m. de profundidad. (con un) bajorrelieve que se encuentra en el interior (de un) rostro esculpido... Son visibles los colores rojo y blanco con los que estuvo decorada... Circundando la oquedad se encuentran ocho círculos concéntricos y con series de discos, círculos, volutas, rayos solares, chalchihuites, plumas de águila y semicírculos, enmarcados y separados con bandas circulares lisas. En el canto de la piedra el labrado es de once cuadros con dos personajes labrados en cada uno y dos cenefas con 59 cuadros en la superior y 57 en la inferior en los que se representan símbolos terrestres relacionados con el sacrificio...³⁰

Los arqueólogos descubridores supusieron "por la oquedad y el rostro" que se trata de un *cuauhxicalli* -vaso del águila-, "en donde se depositaban los corazones de los sacrificados". Otros la han llamado Piedra de Moctezuma, en virtud de la identificación de los glifos toponímicos de los personajes presuntamente sometidos por los mexicas hasta 1461.

Con la designación "cuauhxicalli", el monolito ha sido colocado en el eje principal de la Sala Mexica, bajo la plataforma de acceso y teniendo como fondo la colosal Piedra del Sol.

Los reportes de las investigaciones no concluyen si la pieza estaba en su sitio dentro del recinto del Templo Mayor o fue removida y colocada allí en una época posterior a la conquista de Tenochtitlan.

Por mi parte, y en fundamento a la orientación en que se encontró y a documentos del siglo XVI, supongo que la Piedra fue enterrada allí con intención de desaparecerla en la época en que fray Juan de Zumárraga ejercía su función obispal y de inquisidor, entre 1533 y 1541.

³⁰ El Cuauhxicalli de Moctezuma. Revista Arqueología. N° 5. INAH. 1989. pp. 131-151

Fray Andrés de Olmos, quien llegó a la Nueva España en 1528 en compañía de Zumárraga y el cual es considerado el primer etnógrafo de las culturas del Anáhuac, presuntamente autor de la obra *Historia de los Mexicanos por sus pinturas*, en los párrafos 237 a 240 de ésta, escribe:

En el año de 136 hizo Moctezuma el viejo una rodela de piedra, la cual sacó Rodrigo Gómez, que estaba enterrada en la puerta de su casa. La cual (rodela) tiene un agujero en medio y es muy grande, y en aquel agujero ponían los que tomaban en guerra atados, que no ponían menear sino los brazos, y dábanles una rodela y una espada de palo, y traían tres hombres, uno vestido de tigre, otro como león, y otro como águila y peleaban con él hirféndole.

Luego tomaban un navajón y le sacaban el corazón, y así sacaron navajones con la piedra, debajo de aquella piedra redonda y muy grande.

Y después los señores que fueron de México hicieron otras dos piedras y las pusieron cada señor la suya, una sobre otra y la una habían sacado y está hoy día debajo de la pila de bautizar, y la otra se quemó y quebró cuando entraron los españoles.

Y los primeros que esta piedra estrenaron fueron los de Coixtlahuacan...³¹

Hay suficientes datos como para considerar que la Piedra mencionada en *La Historia de los mexicanos por sus pinturas* es la misma que fue hallada en 1988 en el Edificio del Exarzobispado, así como para dudar sobre la función sanguinaria que Olmos le atribuyó en ese documento.

La fecha de elaboración de esa obra histórica la fijan los eruditos hacia 1533. El párrafo en el que Olmos alude a la "rodela de piedra" contiene opiniones y referencias de su total responsabilidad, marginales al códice que presuntamente le sirve de base para la *Historia de los mexicanos*.

¿Dónde se localizaba la casa de Rodrigo Gómez a la que alude Olmos?

Hay dos documentos en base a los cuales se puede tratar de ubicar el inmueble. El primero es la escritura, del 21 de marzo de 1530, sobre la adquisición de dos casas por Zumárraga para su residencia obispal:

... vendo e doy en venta e por juro de heredad, para agora y para siempre jamás, a vos Francisco de Herrera, vecino desta dicha ciudad, en el nombre del muy reverendo Sr. D. Fr. Juan de Zumárraga, electo Obispo desta ciudad unas casas que los dichos Martín López e Andrés Nuñez tienen en esta dicha ciudad, que han por lindero de la una parte casas de Rodrigo Gómez, y por la otra parte con casas de Alonso de Serna, e por las espaldas tiendas y casas de dicho Rodrigo Gómez y por delante la calle real...³²

El otro documento es una carta personal de Zumárraga a su sobrino Sáncho García de Larraval, del 23 de agosto de 1539, por la que se sabe que una de las casas, destinada a cárcel de la Inquisición, estaba siendo acondicionada:

³¹ Garibay K. Angel Ma. *Teogonía e Historia de los Mexicanos por sus pinturas*. Ed. Porrúa. 1985. p. 61

³² *Escritura de venta de casas al señor Zumárraga, otorgada por Hernán Medel, 21 de marzo de 1530*, en D. Fray Juan de Zumárraga. J. G. Icazbalceta. Ed. Porrúa. México 1988. Tomo II. pp. 256-261

... Las obras de casa trae el buen señor Hernando (de Elguéibar) y ha hecho cinco celdas en la cera de Rodrigo Gómez; y la vuestra cámara en él mora está la mejor de casa como él la tiene aderezada; la capilla está la cosa mas de ver que hay en esta tierra, con el corredor y oratorio en forma. La torre tiene cuatro suelos, y quiero echarle otro, aunque está más alto que ninguna de la ciudad, y no hay rincón que toda ella que no la sojuzgue, y todas las comarcas de México que se ven de ella...³³

Aún cuando Zumárraga adquirió otras propiedades que vuelven confusa la localización de su casa obispal con un anexo de cárcel de la inquisición, no hay duda en que esta es la misma que hoy tiene el edificio del ex-arzobispado. El inquieto obispo cambió frecuentemente el uso de edificios como se desprende de un revuelto párrafo en su carta al emperador, del 17 de abril de 1540.

Y la merced que V.M. fue servido de me hacer que pudiese aplicar y dejar la casa de las campanas que agora es emprema y de la cárcel, que agora estoy edificando, porque primero era cárcel la que agora es hospital.³⁴

Por los documentos y opiniones de Icazbalceta y J. M. Marroquín, se aclara algo esta revoltura. Zumárraga adquirió una tercera propiedad "en la calle cerrada de Santa Teresa la Antigua al costado (contraesquina) del palacio arzobispal"; la dedicó a la fundición de campanas y, en 1540, a la primera imprenta. Una cuarta propiedad adquirió en 1531, la cual dedicó inicialmente a cárcel de la inquisición, pero más tarde transformó "en una casa grande donde el presente (1540) se reciben y curan los enfermos de bubas y enfermos contagiosos". Se trata del Hospital del Amor de Dios, después destinado a la Academia de las Nobles Artes de San Carlos.³⁵

Debido a la erección del Hospital, Zumárraga se vio precisado a trasladar la cárcel a la casa vecina de su residencia obispal. En 1539, cuando envía la referida carta a su sobrino, las obras de remodelación a cargo de Hernando de Elgueibar estaban en pleno. Este Hernando partió al Perú y allá falleció, dejando al obispo con "hartas deudas a cuestras", como escribió Zumárraga dos años después (en 1541).

A pesar de las especulaciones de Kubler, quien supone que las primeras casas obispaes no corresponden a la localización del actual palacio exarzobispal, los célebres *Diálogos*, de Francisco Cervantes de Salazar, escritos en 1554 reafirman esta localización.

Alfaro: ¿Adónde va a dar esa calle tan ancha, que desde el palacio del Marqués no tiene casas, y viene a acabar en la Plaza?

Zuazo: Al hospital de los enfermos del mal venéreo, edificio no despreciable como obra de arte.

Alfaro: ¿De quién es aquella casa a la izquierda, con elegantes jambas, y cuya azotea tiene a los extremos dos torres, mucho más altas que la del centro?

Zuazo: Es el palacio arzobispal, en el que hay que admirar aquel primer piso adornado de rejas de hierro, que estando tan elevado del suelo, descansa hasta la altura de las ventanas sobre un cimiento firme y sólido.

³³ Carta de Fr. Juan de Zumárraga. 23 de agosto de 1539. Op. cit. Tomo II. pp. 184-186

³⁴ Carta de Fr. Juan de Zumárraga al Emperador. 17 de abril de 1540. Idem. Tomo II. pp. 187-206

³⁵ J. M. Marroquín. La Ciudad de México. 2ª Ed. Facsimilar 1969. México. pp. 467-473

Alfaro: Ni con minas la derribarán. Pero, sin salir de la misma acera. ¿qué es aquella casa última junto a la plaza, adornada en ambos pisos por el lado del poniente, con tantas y tan grandes ventanas, y de las que oigo salir voces como gentes que gritan?

Zunzo: Es el santuario de Minerva, Apoyo y las Musas: la escuela donde se instruyen en ciencias y virtudes los ingenios incultos de la juventud...³⁶

El palacio arzobispal fue edificado según la *Crónica* del mismo Cervantes, sobre un terraplano, que antiguamente era "*cu tan levantado de la calle que hasta el primer suelo, donde el arzobispo tiene su aposento, hay una pica de alto*". El erudito Edmundo O'Gorman aclara que "el *cu* a que se refiere Cervantes es el templo de Texcatlipoca construido al sur del gran templo de Huitzilopochtli, y las casas arzobispales estarían sobre el *momoxtli* de aquel templo, o sea el altar delantero situado frente a la escalinata de la pirámide".

En la reciente restauración efectuada por la Dirección General de Sitios y Monumentos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, se realizaron calas y excavaciones que descubrieron partes del basamento y escalinatas prehispánicas que confirman que el palacio se edificó "sobre un *cu*". La función como cárcel de una parte del edificio se conservó hasta épocas recientes. Al final del período colonial, en septiembre de 1808 cuando estalló la revolución contra el virrey Iturrigaray, tocó al Lic. Primo Verdad, síndico del Ayuntamiento de México, ser encarcelado allí durante 19 días, al cabo de los cuales, el 4 de octubre siguiente, se le encontró muerto en circunstancias extrañas. Por este hecho, la calle de Santa Teresa la Antigua se le conoce hoy como calle de Primo Verdad.

El aspecto del edificio evidentemente ha sufrido cambios importantes. La portada de acceso es del siglo XVIII y, por la ley del 12 de julio de 1859, pasó a dominio de la Nación, que la ocupó con la Contaduría Mayor de Hacienda.³⁷

La parte que ocupaba la cárcel, según J. Ma. Marroquí, "daba a la calle cerrada de Santa Teresa" y contaba con un segundo patio. El Gobierno vendió esta parte y allí se instaló "una gran fábrica de cigarros llamada La Sultana, que se cerró el año de 1890, cediendo el lugar a una casa alegre, bella y bien proporcionada que le ocupa hoy". La casa de que habló Marroquí no corresponde al actual edificio, de aspecto arquitectónico de principios de este siglo.³⁸

Con estos datos, podemos ubicar la casa de Rodrigo Gómez al norte del predio original donde fray Juan de Zumárraga adaptó su casa obispal hacia 1531, y con frente a la que sería calle de Santa Teresa la Antigua, y tal vez, abarcando con tiendas hacia la calle de las Atarazanas, hoy Guatemala. Se trató aparentemente de un predio de grandes dimensiones, el cual abarcaba una zona importante de las dependencias destruidas del Templo Mayor de Tenochtitlan.

³⁶ F. Cervantes de Salazar. *México en 1554 y Túngulo Imperial*. 5ª Ed. Porrúa, S. A. México 1982. pp. 47 y 48.

³⁷ *Archivo Patrimonio Inmobiliario Federal*. Secretaría de Desarrollo Social. Expediente Moneda N° 4.

³⁸ J. Ma. Marroquí. *Op. Cit.* p. 473.

Es conveniente recordar que la traza de la ciudad colonial respetó por razones prácticas la orientación prehispánica de los edificios en el corazón del Centro Ceremonial: 7° 30' de desviación noreste.

Hacia 1533, según fray Andrés de Olmos, sacó Rodrigo Gómez una gran piedra redonda, *temalácatl*, "que estaba enterrada en la puerta de su casa". Es decir hacia la calle que se llamaría Santa Teresa la Antigua, y vecina a la residencia del obispo Zumárraga. Supongo que el celoso prelado, al enterarse del suceso, obró como convenía: se encargó del *idolo* y ante la dificultad de destruirlo lo desapareció enterrándolo en el predio vecino a su casa; predio que después sería ocupado por la primitiva Universidad.

El monolito apareció el 1° de julio de 1988 a una profundidad de 2.19 m. del piso actual del patio y bajo un piso de cemento presuntamente del siglo XVI; la cara superior del monolito, presentó una declinación arbitraria de 20° 30' noreste, respecto a su eje principal deducido.

Aún cuando el sitio de rescate de la pieza mexicana fue en el centro del patio anexo del edificio Exarzobispal, bajo una fuente colonial oval, considero que tal predio cuando el monolito fue enterrado no se incluía a las casas obispales. Se trata de parte del predio donde se fundó la primera Universidad de América.

En 1554, Francisco Cervantes de Salazar, profesor de Retórica en ella en su *Crónica y sus Diálogos* sobre México, la ubica con precisión y la describe en detalle: la localiza colindante al palacio arzobispal, en la misma acera, junto a la plaza, adornada en ambos pisos por el lado del poniente, "con tantas y tan grandes ventanas", en sus dos pisos. El acceso lo da hacia la calle pública (hoy Moneda). El zaguán lo describe "ancho" y los corredores de abajo "muy espaciosos". El patio lo encuentra con "bastante amplitud", "tan largo como ancho", igualando el lado derecho", y rodeado de "pórticos amplísimos". En el piso bajo anota que existía "una capilla muy bien aderezada, donde se celebraban los oficios divinos", y sobre ella, y, "a conveniente altura, es de ver el reloj".³⁹

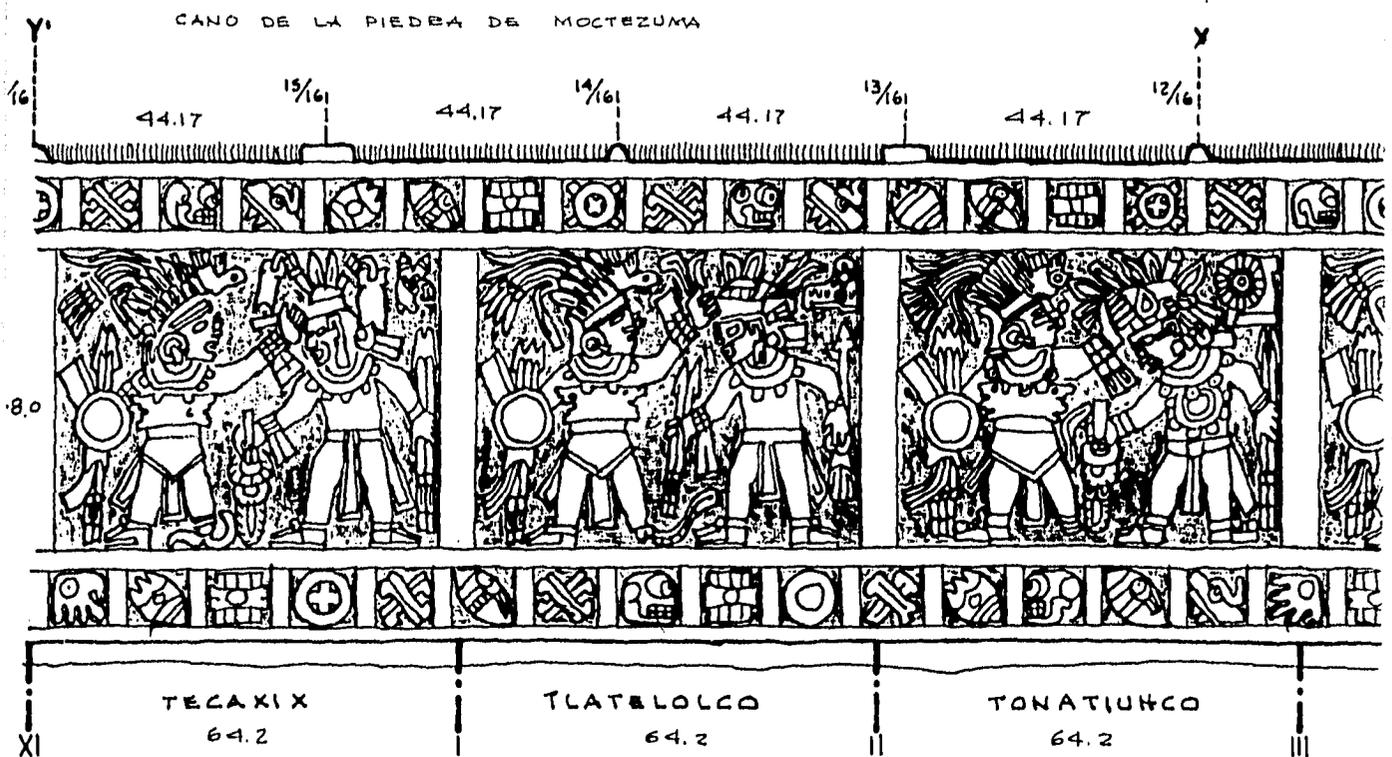
Todo eso fue la Universidad en su origen. Imposible que cupiera en el predio que queda hoy entre la Plaza Mayor y el palacio arzobispal. Tomando en cuenta que el cronista oficial de México no se equivocó al describirla, infiero que el predio donde se desplantó o adaptó la Universidad en su fundación abarcaba desde la esquina de la Plaza hasta las dependencias al oriente del patio anexo del hoy edificio del exarzobispado

En la restauración efectuada por la Dirección General de Sitios y Monumentos se aprovechó para excavar en el patio de referencia y se encontró un muro que corría de norte a sur, aplanado y con decoración de tipo colonial; ¿pudo pertenecer este muro a la crujía oriente de la Universidad?

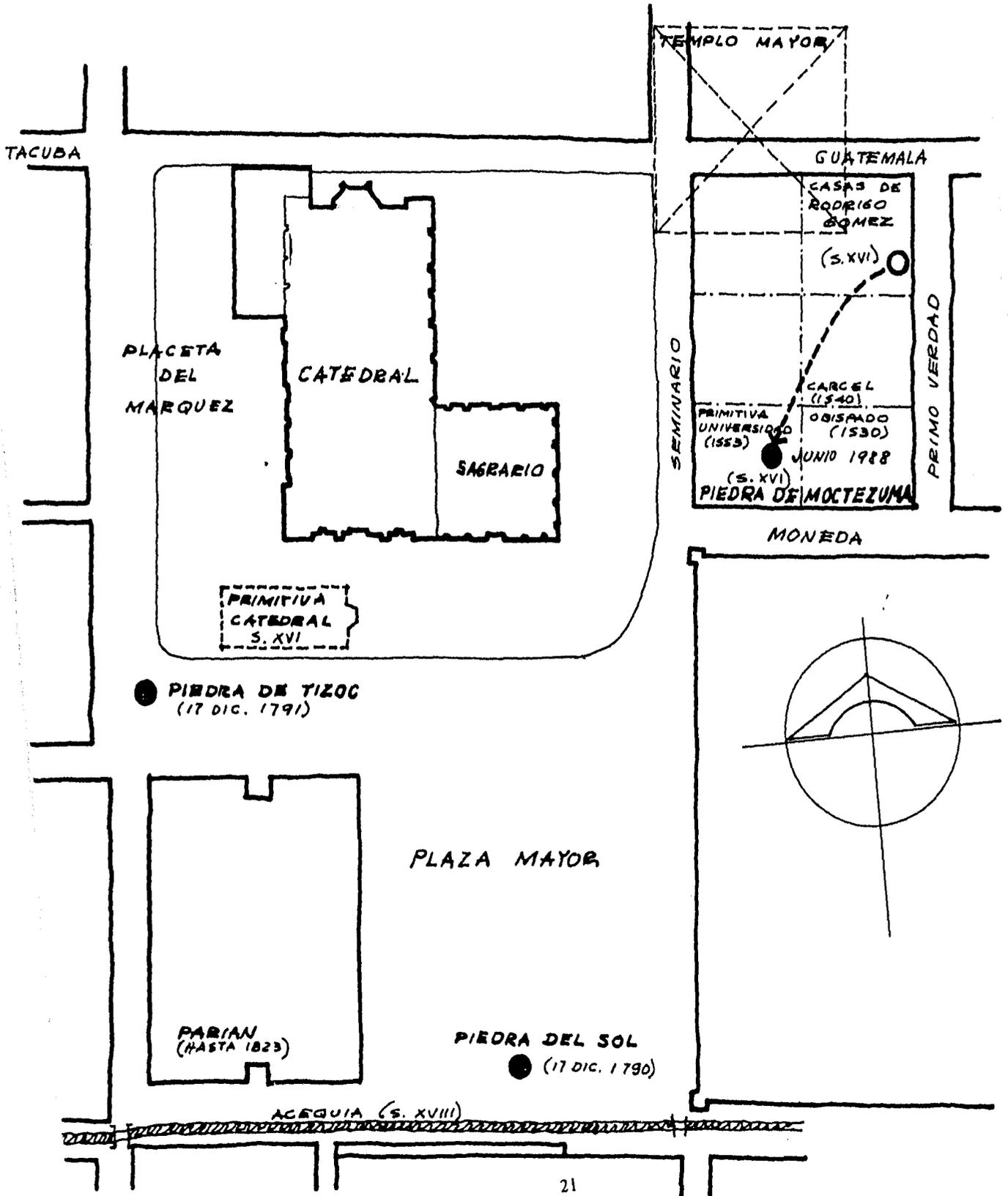
³⁹ F. Cervantes de Salazar. Op. cit. pp. 105 a 107.

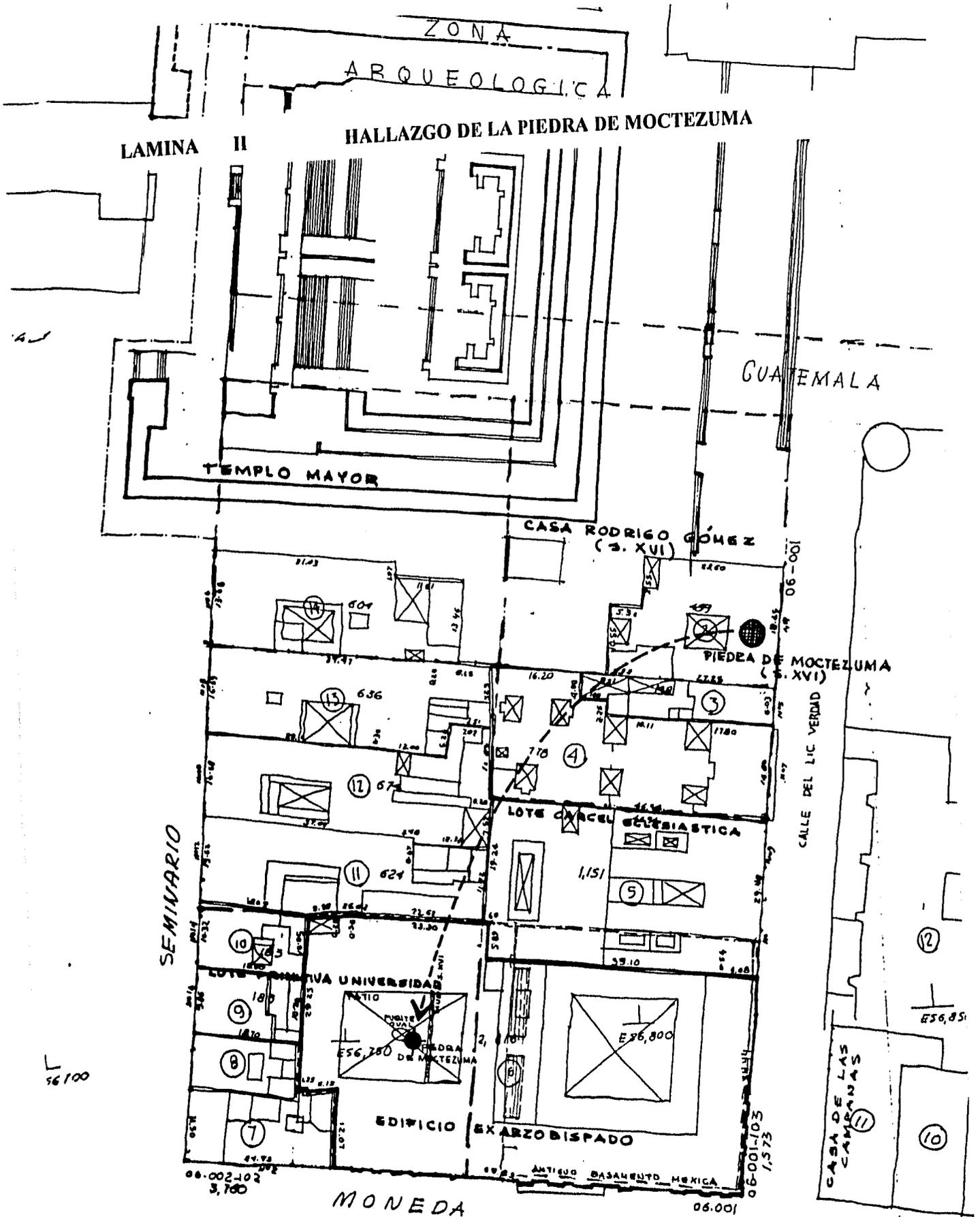
En este caso, el enterramiento del monolito esculpido debió ocurrir décadas más tarde de la era obispal de Zumárraga; tal vez correspondió enterrarlo al arzobispo inquisidor Alonso de Montúfar en su campaña de desaparición de *idolos del Demonio*.

Lámina II



UBICACION DE HALLAZGOS DE MONOLITOS PREHISPANICOS





Capítulo Segundo

Desciframientos

La Piedra de Moctezuma, la Piedra de Tizoc y la Piedra del Sol son los tres monolitos prehispánicos tema de esta visión de la geometría prehispánica. Estas son algunas de las descripciones y desciframientos efectuados desde que fueron respectivamente halladas.

LA PIEDRA DE MOCTEZUMA

Es la mas recientemente descubierta y cronológicamente la de mas remota construcción.

Correspondió a los antropólogos del Instituto Nacional de Antropología e Historia que la descubrieron efectuar la interpretación inicial de su función, antigüedad y de hacer el primer intento de desciframiento de las figuras, glifos y símbolos en ella labrados. Su estudio fue publicado en el número 5 de la revista *Arqueología* de la Dirección de Monumentos Prehispánicos del INAH.⁴⁰

Para Guillermo Pérez-Castro Lira, Pedro Fco. Sánchez Nava, Ma. Estéfan, Judith Padilla y Yedra, y Antonio Gudiño Garfias, el rostro esculpido en la oquedad central del monolito, "de acuerdo a sus características, puede tratarse de la representación de Tonatiuh, según aparece en los códices Vaticano Ríos y Telleriano - Remensis". Suponen, por la oquedad y el rostro "que se trata de un *cuauhxicalli* -vaso del águila-, en donde se depositaban los corazones de los sacrificados". Se apoyan en las descripciones de Sahagún; Durán y Tezozomoc, entre otros; pero especialmente en fray Diego de Durán.

⁴⁰ El Cuauhxicalli de Moctezuma. Op. cit.

En su descripción de la cara circular encontraron 8 círculos concéntricos "que representan el disco solar con elementos celestes", los cuales son: quince discos, que según ellos simbolizan *perlas*, veinticuatro círculos, simbolizan *ojos estelares*; cuatro figuras triangulares con base de volutas, son *rayos solares*, orientados hacia los cuatro puntos cardinales; sesenta y cuatro grapas son la representación de *plumas de águila*; y dieciséis roscas son *chalchihuites* o *pedras preciosas* "alternando con cuatro *rayos solares secundarios* y cuatro *rayos solares principales*", y ocho elementos divididos por dos líneas horizontales, que en la parte distal, presentan cuatro *plumas de águila*, rematadas por tres semicírculos concéntricos "que pueden simbolizar *gotas de agua* o *cascabeles*".

LAMINA III

Las figuras labradas del canto de la piedra cilíndrica, han dado importantes claves para determinar aspectos relacionados con la cultura azteca.

En las cenefas superior e inferior se tienen nueve figuras, "que representan símbolos terrestres relacionados con el sacrificio" (manos cortadas, círculos que simbolizan *la tierra* con "colas de golondrina entrecruzadas", *cipactlis*, serpientes, corazones, calaveras, huesos cruzados, *atados de años* y un *tocado real*), en 116 pequeños cuadretes: 59 en la banda superior y 57 en la inferior.

En la banda central se tienen once tableros en que se destacan tres elementos principales; a). un personaje en actitud de dominio; b). un personaje en actitud de sumisión, y c). un glifo toponímico. Los personajes "están ataviados como deidades con implementos de guerra".

Los pueblos sometidos fueron identificados por los glifos que los acompañan, en este orden; Culhuacan, Tenayuca, Xochimilco, Chalco, Xaltocan, Acolman, Tepanohuayan-Azcapotzalco, Tlatelolco, Tonicaco, Quiahuistlan, Mixtla y Cotaxtla.

El personaje en actitud de dominio fue identificado como Tezcatlipoca, "quien aparece con su característica ideográfica: el pié cercenado del que se desprenden volutas de humo".

En la revista *Arqueología Mexicana* los pueblos sometidos se enlistan en el mismo orden, con unas diferencias: el séptimo es Tecaxix en vez de Tepanohuayan-Azcapotzalco, el décimo es Mixtlán.⁴¹

LAMINA IV

Entre las conclusiones que los antropólogos descubridores proponen, se destaca que "las once escenas representadas son una síntesis de las principales conquistas que se hicieron

⁴¹ *Revista Arqueología Mexicana*. N° 4. Octubre-noviembre 1993 "Nueva Cuauhtxicalli de Moctezuma" J. Lamerias Olvera

desde tiempos del caudillo Tenoch hasta la época de Moctezuma I". Estas escenas guardan "un orden cronológico que concluye con la conquista de Cotaxtla."

F u n c i ó n

En base a Durán y a la secuencia de glifos toponímicos identificadores de los pueblos representados en actitud de sumisión se tiene suficiente fundamento para suponer que fue labrada en la época de Moctezuma I, después de la victoria mexicana sobre el pueblo de Cotaxtla, "misma que fue realizada en 1461, de acuerdo al Códice Telleriano-Remensis".⁴²

Sobre su función no se ponen de acuerdo los expertos. Unos creen que es *temalácatl* y otros *cuauhxicalli*. Con esta última designación ha sido colocada en la Sala Mexica del Museo Nacional de Antropología.

LA PIEDRA DE TIZOC

De las tres piedras en que se basa esta tesis, la llamada Piedra de Tizoc es cronológicamente la intermedia en cuanto a su fabricación y descubrimiento.

Este monumento de la cultura mexicana, de extraordinaria semejanza con la Piedra de Moctezuma, corrió con la suerte de que, al poco tiempo de su hallazgo, el sabio D. Antonio de León y Gama realizara un soberbio estudio de inusitada erudición para su tiempo.

Llamó su atención las series de "pequeños círculos o caracteres numéricos" que se distribuían en su cara circular; contó 16 en la banda interior, en la segunda 40 y en la tercera 48. A estos 104 circulitos sumó los 16 que están repartidos en la banda circular exterior entre los "rayos" y las "ráfagas", con los que sumó 120 ("una tercera parte del año") y sacó conclusiones astronómicas y calendáricas. Trató de identificar los quince pueblos representados en el canto en actitud "de divertido baile... que de dos en dos están finamente grabados...", con lo que él tenía escrito "a costa de tantos trabajos y estudio".⁴³

Pocos años después, en 1803, llegó a México el barón Alejandro de Humboldt y pidió le permitieran estudiar los monolitos prehispánicos descubiertos. El ilustre barón distorsiona con su descripción y los dibujos que mandó hacer el aspecto real de la piedra que entonces se conocía popularmente como *de sacrificios*: "Es de forma cilíndrica; tiene *tres metros* de circunferencia por *un metro diez centímetros* de anchura (sic) y está rodeada de un relieve en el que se reconocen *veinte* grupos de dos figuras,..." (sic). Humboldt difundió la versión de

⁴² El Cuauhxicalli de Moctezuma. Op. cit.

⁴³ A. de León y Gama. Op. cit. p. 53

que los obreros que la extraían, de una "profundidad de *doce metros*", viendo "que no podían extraerla, quisieron cortarla en pedazos, pero, afortunadamente, fueron disuadidos por uno de los canónigos de la Catedral, el señor Gamboa, hombre instruido y amigo de las artes". Al barón de Humboldt no llamó la atención las figuras geométricas de la cara circular y consideró que los bajorrelieves que rodean al monolito eran muestra de una "etapa inicial del arte".⁴⁴

D. José Fernando Ramírez, hacia 1880 consideró que

La figura que se ve grabada en el plano horizontal de la piedra, es efectivamente la efigie del sol, tal cual generalmente la representaban los mexicanos...

El monumento es de pórfido basáltico muy sólido, y tiene 2.67 de diámetro sobre 0.53 de alto. Los relieves del cilindro tienen 0.21 de alto y los de la efigie del sol alcanzan de su plano 0.25.⁴⁵

Manuel Orozco y Berra, también la midió, y las diferencias que reporta son notorias: "El monumento que examinamos es un cilindro de traquita, de 2m 65 de diámetro en las bases, 0m 84 de altura, 8m 28 de circunferencia..."

Para él la oquedad y ranura pertenecen al diseño.

Examinado con cuidado la piedra, la oquedad circular sigue con toda regularidad la circunferencia del círculo que la determina; su diámetro 0m 46, su profundidad 0m 15; la forma cóncava, revelando el marcado intento de remedar la figura del vaso llamado *xticalli*, jícara. También la canal, de 1m 12 de longitud, 0m 85 de profundidad, es regular; terminada por líneas paralelas, el fondo igualmente convexo, y el todo parecido a la mitad de un tubo partido por el eje. Deducimos por estas observaciones, que la oquedad y la canal son propias de la piedra... El caño que de la pileta sale interrumpe la armonía de las labores, es verdad, pero debe atenderse á que, dada la necesidad de abrir este desagüero, preciso era que cortase todas las líneas que no le eran paralelas. También es inconcuso que la piedra ofrece huellas de mutilación bárbara en el arranque de la canal y en la cara convexa abajo mismo del caño, y esto viene a confirmar nuestro parecer, presentando a contraposición entre los golpes ciegos y destructivos y los regulares y artísticos.

Por otro parte no cabe la menor duda en que esta cavidad y canal son propias y determinativas de las piedras llamadas *Cuanhxicalli*,... Es un monumento conmemorativo de las victorias obtenidas por Tizoc sobre los pueblos figurados en la circunferencia del cilindro...

... si los dibujos que limitan el relieve hacia arriba y abajo no son simples adornos, sino son significativos, confesamos nada entender de su simbolismo; no queremos inventar sistemas para encubrir la falta de conocimientos...⁴⁶

LAMINA V

A todo lo largo del siglo XIX los eruditos en la historia y arte prehispánico se afanaron para descifrar el sentido e identificación de pueblos representados en el canto de la piedra, menospreciando la significación de las figuras geométricas de la cara circular; para todos estas sólo son una curiosa e ingeniosa representación del sol. Mayer, Prescott ("Relieves en

⁴⁴ Alejandro de Humboldt. Op. cit. p. 128

⁴⁵ J. Fernando Ramírez. "Antigüedades mexicanas conservadas en el museo". Anales del Museo Nacional.

⁴⁶ M. Orozco y Berra. "El cuauhxicalli de Tizoc". Historia. Anales del Museo Nacional.

la Piedra de los Gladiadores"), José Fernando Ramírez y especialmente D. Manuel Orozco y Berra, trataron de dar una opinión que pusiera fin a las especulaciones.

En 1988, al ser descubierta la Piedra de Moctezuma, inmediatamente los arqueólogos destacaron el parentesco de diseño con la Piedra de Tizoc, y señalaron sus similitudes y diferencias.

a). Ambas piedras tienen representaciones del sol en la cara superior. La de Tizoc "es más elaborada".

b). Ambas tienen labradas escenas de conquista en las franjas centrales del canto: once en la de Moctezuma y quince en la de Tizoc, en el mismo orden. Esto refuerza el supuesto de que el primero de los monolitos "es anterior al de Tizoc".

c). Las dimensiones y el peso son distintos: menores los de la Piedra de Moctezuma.

d). Las representaciones son de escenas continuadas en la de Tizoc y enmarcadas en tableros las de la de Moctezuma.

e). Ambas tienen cenefas sobre y abajo de las escenas de conquista pero con motivos diferentes: "elementos terrestres y de sacrificio" en la de Moctezuma, y presuntamente "celestes y terrestres" en las de Tizoc.

f). La representación de los personajes es más dinámica en la de Tizoc: en la de Moctezuma fueron esculpidos "mostrando el tronco de frente y el rostro y las extremidades de perfil", mientras que en la de Tizoc los personajes aparecen con más dinámica "representados en tres cuartos".⁴⁷

Lámina VI

Función

Las especulaciones sobre la función de la Piedra de Tizoc han discordado a lo largo de dos siglos. Unos dicen que fue *temalacatl*, otros *téhcatl* y la mayoría *cuauhxicalli*. En similar debate ha sido colocada la Piedra del Sol y, recientemente, la Piedra de Moctezuma.

Conviene enlistar algunas descripciones y opiniones relacionadas con estos artefactos.

TEMALACATL, CUAUHXICALLI, TECHCATL

Para asignar una función a un objeto prehispánico o a un monumento, como es este caso, generalmente se acude a las "fuentes" que son las crónicas, estudios, códices y testimonios de personas del siglo XVI en la Nueva España.

⁴⁷ El Cuauhxicalli de Moctezuma. Op. cit.

Este es un extracto de lo que dicen las "fuentes" sobre los *temalácatl*, *cuauhxicalli* y *téhcattl*.

a). ***Temalácatl***

Significa "piedra redonda". Objeto fundamental para el llamado "sacrificio gladiatorio": uno de los feroces juegos, sin duda bárbaro, que tenían los aztecas para asesinar seres humanos. . . de acuerdo a las "fuentes".

Fray Andrés de Olmos, en 1533, describe la *temalácatl* primero que nadie:

... rodela de piedra que tiene un agujero en medio y es muy grande, y en aquel agujero ponían a los que tomaban en la guerra atados, que no podían menear sino los brazos, y dábanles una rodela y una espada de palo, y traían tres hombres, uno vestido de tigre, otro como león, y otro como águila y peleaban con él hiriéndole. . .⁴⁸

Fray Bernardino de Sahagún, sin duda copiando a Olmos, escribió:

... era una piedra como muela de molino, grande, y estaba agujerada en el medio como muela de molino. Sobre esta piedra ponían los esclavos, y acuchillábanse con ellos. Estaban atados por el medio cuerpo de tal manera que podían llegar hasta la circunferencia de la piedra, y dábanles armas con que pelear...⁴⁹

Fray Diego de Durán, también basándose en Olmos, en 1579 elabora una novela lindante en la ficción:

... llevaban todos a cuestras unas figuras como piedras de molino, redondas, con un agujero en medio, todas de pluma blanca, y, por el agujero, metidas una sogas, hechas de pluma blanca... Luego vino uno... iba a los presos y desataba a uno, y puesto allí atándolo por un pie, de la soga que la piedra tenía atravesada por el agujero que en medio tenía, y poníale junto a él cuatro trozos de palo de teo para que con ellos se defendiese...⁵⁰

b). ***Cuauhxicalli***

Para unos significa "batea", para otros "vaso del águila". Servía para "contener el corazón y la sangre del guerrero inmolado para alimento de la deidad solar"; tenía "una oquedad en la parte interior, donde se concentraba el *chalchilmiltl* o líquido vital".

⁴⁸ Fr. Andrés de Olmos. *Teogonía e Historia de los mexicanos por sus pinturas*. Angel Ma. Garibay. Ed. Porrúa. 1985.

⁴⁹ Fr. Bernardino de Sahagún. *Historia General de las cosas de la Nueva España*. 2ª Ed. Consejo Nacional para la cultura y las Artes. México. 1989. Tomo I. Apéndice del Segundo Libro. p. 187

⁵⁰ Diego Durán. *Op. cit.* pp. 277 y 278.

Sobre el *cuauhxicalli* las "fuentes" también son confusas y contradictorias.

El clérigo Juan Díaz, en 1518, a quien le tocó descubrir la Isla de Sacrificios con Grijalva, menciona en su *Itinerario del viaje*:

...y encima de un mármol como los de Castilla, sobre la cual estaba un animal a manera de león, hecho así mismo de mármol y tenía un agujero en la cabeza en que ponían perfumes; y dicho león tenía la lengua de fuera de la boca, y cerca de él estaba un vaso de piedra con sangre, que tendría ocho días, ...⁵¹

En el *Anónimo de Tlatelolco de 1528* se da nombre náhuatl al vaso *cuauhxicalli* ó "cazoleta del águila":

... Delante del capitán se hacen sacrificios. Se enojó por ello, porque le daban al capitán sangre en un *Cuauhxicalli*. Por esto maltrató al que le daba sangre...⁵²

Fray Toribio de Benavente, Motolinía, describe al *cuauhxicalli*; para él no era un vaso sino dos:

...; y caído el corazón, estaba un poco bullendo en la tierra, y luego poníanle en una escudilla delante del altar... Cuanto a los corazones... digo: que sacado el corazón del sacrificado,... levantábase como quien muestra a el sol, y luego volvía a hacer otro tanto a el ídolo, y poníasele delante en un vaso de palo pintado, mayor que una escudilla, y en otro vaso cogía la sangre y daba de ella como a comer al principal ídolo...⁵³

Francisco López de Gómara, que copia a Motolinía, escribió:

... para coger la sangre tienen escudillas de calabaza... y para rociar los ídolos tienen unos hisopillos de pluma colorada...⁵⁴

Fray Bartolomé de las Casas, que a su vez se basa en Motolinía y Gómara, dice:

... y caía el corazón en tierra y poníanlo luego en una escudilla delante del altar... hecha de calabaza muy pintada, como suelen hacellas, que llaman *xicaras*, y en otra cogían la sangre y daban della como a beber al ídolo...⁵⁵

⁵¹ Juan Díaz. *Itinerario de la Armada del Rey Católico a la Isla de Yucatán, en la India, el año de 1518, en la que fue Comandante y Capitán General Juan de Grijalva*. Los Cronistas: conquista y colonia. Carlos Mariá Martínez. Biblioteca Nacional.

⁵² *Manuscrito Mexicano N° 22*. Biblioteca de París. En *Anales de Tlatelolco*. Ed. Rafael Porrúa. México. 1980. N° 288. p. 62

⁵³ Fr. Toribio de Benavente, Motolinía. *Historia de los Indios de la Nueva España*. Trat. I, Cap. 6. pp. 32 y 33

⁵⁴ Francisco López de Gómara. *Historia de la Conquista de México*. Ed. Porrúa, S. A. México. 1988. Cap. CCXXIX. p. 313

⁵⁵ Fr. Bartolomé de las Casas. *Los indios de México y Nueva España*. Ed. Porrúa, S. A. México, 1993. Cap. XXIV. p. 85

Fray Bernardino de Sahagún, copia a todos y describe:

... venía luego el que tenía el pedernal o lanzón de pedernal, y metíasele por los pechos, y sacábale por allí el corazón, y poníale en una *xícara*...⁵⁶

Fray Diego de Landa, añade calificativos a lo de los anteriores:

... y echaba la mano al corazón como rabioso tigre arrancándoselo vivo, y puesto en un plato lo daba al sacerdote el cual iba muy de prisa y untaba a los ídolos los rostros con aquella sangre fresca...⁵⁷

Fray Diego de Durán, recapitula y novela lo que todos escribieron:

... dijo Tlacaoel a Motecuzoma: -Señor, hagamos una piedra que sea semejanza del sol y ponerla hemos en un lugar alto y llamarla hemos *Cuauhxicalli* -que quiere decir "vaso del águila" ... Tlacaoel mandó hacer la piedra...

... mandaron a los canteros que se buscara una gran piedra y, buscada, se pintase en ella una figura del sol, redonda, y que en medio de ella hiciesen una pileta redonda, y que del bordo de la pileta saliesen unos rayos para que aquella pileta se recogiese la sangre de los sacrificados, para que la semejanza del sol gozase de ella...⁵⁸

c). *Téhcattl*.

Piedra para el sacrificio humano común, por extracción del corazón.

El clérigo Juan Díaz, en 1518. fue el primero que dio su testimonio sobre una *téhcattl*.

... cerca de estos indios muertos y del ídolo había muchas cabezas y huesos de muerto, y había también muchos haces de pino y algunas piedras anchas sobre las que mataban a los dichos indios... Lo cual se hacía a modo de sacrificio; y según lo que se entendió degollaban a estos en aquella piedra ancha y echaban la sangre en la pila, y les sacaban el corazón por el pecho, y lo quemaban y ofrecían a aquel ídolo...⁵⁹

En el *Anónimo de Tlatelolco de 1528* no se describe la piedra de sacrificio, aunque se la menciona varias veces.

Fray Andrés de Olmos, hacia 1533, la describió diferente a Juan Díaz, según la vio:

Luego tomaba un navajón y le sacaban el corazón, y así sacaron los navajones con la piedra, debajo de aquella rueda redonda y muy grande.

Y después los señores que fueron de México hicieron otras dos piedras y las pusieron cada señor la suya, una sobre otra y la una habían sacado y está hoy día debajo de la pila de bautizar, y la otra se quemó y quebró cuando entraron los españoles...⁶⁰

⁵⁶ Fr. Bernardino de Sahagún. Op. cit. Tomo I, Libro Segundo. p. 82

⁵⁷ Fr. Diego de Landa. *Relación de las Cosas de Yucatán*. Ed. Porrúa, S. A. México. 1986. Cap. XXVIII. p. 51

⁵⁸ Fr. Diego Durán. Op. cit. Tomo II. Cap. XXII. pp. 188 y 189

⁵⁹ Juan Díaz. Op. cit.

⁶⁰ Fr. Andrés de Olmos. Op. cit. p. 61

Fray Toribio de Benavente, Motolinía, en la década de los treinta de ese siglo XVI, la detalla y dimensiona:

... tenían una piedra larga, de una brazada de largo, y casi palmo y medio de ancho, y un buen palmo de grueso o de esquina. La mitad de esta piedra estaba hincada en la tierra... En esta piedra tendían a los desventurados de espaldas para sacrificar y el pecho muy tenso, porque los tenían atados de pies y manos...⁶¹

Francisco López de Gómara modifica un poco lo que Motolinía escribió.

... ponían los sacrificados uno a uno, de espaldas sobre la piedra... Hay en cada espacio de los templos que está en las gradas al altar una piedra como tajón, hincada en el suelo y alta como una vara de medir, y sobre la cual recuestan a los que han de ser sacrificados...⁶²

Fray Bartolomé de las Casas, también se basa en Motolinía:

La manera de sacrificarlos es ésta: tenían enhiesta una piedra, e hincada, larga de una braza de ancho palmo y medio, y un palmo de grueso... En esta tendían de espalda a la persona que atados los pies y manos...⁶³

Fray Bernardino de Sahagún sigue más a Olmos y Gómara que a los demás y da detalles nuevos según presuntas investigaciones personales:

De estas torres unas eran mas altas que otras, y cada una de ellas era dedicada a un dios... Delante de cada una destas estaba una **piedra redonda a manera de taxón**, que llamaban *técheatl*, donde mataban a los que sacrificaban a honra de aquel dios. Y desde la piedra hasta abaxo estaba un regaxal de los que mataban...⁶⁴

Llegándolos al taxón, que era una piedra de tres palmos en alto o poco más, y dos de ancho, o casi, echábanlos sobre ella de espaldas y tomábonlos cinco, dos por las piernas y dos por los brazos y uno por la cabeza...⁶⁵

Fray Diego de Landa, hacia 1570 desde España, describe la piedra de sacrificios entre los mayas. Es evidente que copia a sus cronistas predecesores añadiendo peculiaridades:

... había en los patios de los templos unos altos maderos labrados y enhiestos y cerca de las escaleras del templo tenían una **peana redonda y ancha**, y en medio una **piedra de cuatro o cinco palmos de alto, enhiesta, algo delgada**; arriba de las escaleras del templo había otra tal peana.

Y llegado el día juntábanse en el patio del templo y... si le hablan de sacar el corazón, le traían al patio con gran aparato y compañía de gente, y embadurnando de azul y su coraza puesta, le llevaban a la **grada redonda** que era el sacrificadero y después de que el sacerdote y sus oficiales untaban aquella piedra de color azul y echaban al demonio purificando al templo, tomaban sus chaces al pobre que sacrificaban y con gran presteza le ponían de espaldas en aquella piedra y asíanle de las piernas y brazos que le partían por enmedio. En esto llegaba el sayon nacón con un navajón de piedra y dábale con mucha destreza y crueldad una cuchillada... y echaba la mano al corazón como rabioso tigre arrancándolo vivo...⁶⁶

⁶¹ Fr. Toribio de Benavente, Motolinía. Op. cit. Trat. I, Cap. 6, p. 32

⁶² Francisco López de Gómara. Op. cit. Cap. CCXXIX, p. 313

⁶³ Fr. Bartolomé de las Casas. Op. cit. Cap. XXIV. p. 85

⁶⁴ Fr. Bernardino de Sahagún. Op. Cit. Segundo Libro. p. 181

⁶⁵ Ibidem. Segundo Libro, Cap. II. p. 82

⁶⁶ Fr. Diego de Landa. Op. cit. Cap. XXVIII. p. 50

con mucha destreza y crueldad una cuchillada... y echaba la mano al corazón como rabioso tigre arrancándolo vivo...⁶⁶

Fray Diego Durán, por el mismo año de 1570, recompone y novela lo que escribieron sus antecesores:

Puestos ante el ídolo, hacían su humillación y poníanse en orden junto a una piedra puntiaguda, que estaba frontera de la puerta de la cámara donde estaba el ídolo, tan alta que daba a la cintura, y tan puntiaguda, que, echado de espaldas encima de ella el que había de ser sacrificado, se doblaba... y subíanlo al lugar donde el rey estaba, y encima de la piedra, figura y semejanza del sol, echábanlo de espaldas y asíante aquellos cinco ministros... que no se podía menear. El rey alzaba el cuchillo y cortábale por el pecho.⁶⁷

El veraz Bernal Díaz del Castillo, escribió:

... vimos que a muchos ponían plumaje en las cabezas... y... luego les ponían de espaldas encima de unas piedras, algo delgadas, que tenían hechas para sacrificar, y con unos navajones de pedernal les aserraban por los pechos y les sacaban los corazones...⁶⁸

Hacia 1579, el fraile octogenario Francisco de Aguilar, de la orden de Santo Domingo, rememora sobre la piedra de sacrificios...

Tenían aquestos naturales templos muy grandes, todos cercados con almenas, y en otros tenían aquesta cerca de leños, unos sobre otros, todo en circuito, y de allí ponían fuego y sacrificavan. Tenían grandes torres y encima una casa de oración, y a la entrada de la puerta, un poco antes, tenían puesta una piedra baxa, hasta la rodilla, en donde a mugeres y hombres que hazían sacrificios a sus dioses, los echavan de espaldas, y ellos mesmos se estavan quedos, adonde salía un sacerdote con un navajón de piedra que casi no cortaba nada, hecha a manera de hierro de lanza, y luego con aquella navaja le abría por la parte del corazón y se lo sacava, sin que la persona que era sacrificada dixese palabra; y luego al que o a la que era así muertos los arrojavan escaleras abaxo, y lo tomavan y hazían pedasos con gran crueldad, y lo asavan en hornillos y lo comían como manjar muy suave, y desta manera hazían sacrificios a sus dioses. El dicho sacerdote tomava el corazón en la mano y entrava en la casa de oración, donde estavan puestos ydolos así de piedra como de madera, con su altar; y unos cabellos muy largos hasta abaxo, transados, que se cobrian con ellos, y así andavan cargados de piojos...⁶⁹

Fray Genónimo de Mendieta, en la parte final del siglo XVI, da su versión particular de la piedra de sacrificios:

... los tendían, quebrándoles las espaldas sobre una losa que para ello tenían enhiesta, y de presto el dicho 'papa' con un pedernal hecho a manera de navajón, le daba en el pecho tan diestramente, que saltándole el corazón...⁷⁰

⁶⁶ Fr. Diego de Landa. Op. cit. Cap. XXVIII. p. 50

⁶⁷ Fr. Diego de Durán. Op. cit. Tomo I. Cap. III. p. 32

⁶⁸ Bernal Díaz del Castillo. *Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España*. Ed. Porrúa, S. A. México 1972. Cap. CLII. p. 352

⁶⁹ Fr. Francisco de Aguilar 1579. *Historia de la Nueva España*. En *Anales del Museo*. Tomo III.

⁷⁰ Fr. Gerónimo de Mendieta. *Historia Eclesiástica Indiana*. Editorial Porrúa. México. 1980. Libro II. Cap. XVI. p. 100

Fray Juan de Torquemada, ya en el siglo XVII, vuelve a basarse en Motolinía en su descripción de la piedra de sacrificios:

... tenía más de una braza de largo, media vara de ancho y una tercia de grueso...⁷¹

El R.P. José Acosta, prefiere a Durán en su descripción de la *téhcacatl*:

Delante de sus aposentos había un patio de cuarenta pies en cuadro, en medio del cual había una piedra de hechura de pirámide verde, y puntiaguda de altura de cinco palmos, y estaba puesta para los sacrificios de hombres que allí se hacían, porque echado un hombre de espaldas sobre ella le hacían doblar el cuerpo, y así le sacaban el corazón.⁷²

Finalmente (para no alargar más esta recopilación) Diego Valadez en su *Retórica Cristiana*, en latín, da una descripción diferente a las de los demás:

En la capilla mayor donde estaba el ídolo, había una mesa de piedra cuadrada, grande y espléndida, que tenía tres varas de cada lado, semejante a las (de) los monumentos romanos, con la diferencia de ser de un solo color, sustentada sobre cuatro animales que le servían de pequeñas columnas;...⁷³

El empeño de los eruditos contemporáneos en adjudicar la función de *temalcácatl*, *cuauhxicalli* o *téhcacatl* a los monumentos aztecas conocidos como Piedra de Moctezuma, Piedra de Tizoc y Piedra del Sol, es incomprensible.

Es evidente que los tres monolitos son *temalcácatl* o "piedra redonda", que es lo que significa esta palabra. Pero, desde los estudios de Don Antonio de León y Gama, quien fue el primero que intentó el desciframiento de dos de ellas, se ha negado sistemáticamente que sirvieran para el sacrificio gladiatorio. Argumentó León y Gama que carecen del "taladro o agujero para que por él pasara la soga con que se ataba al cautivo que había de lidiar sobre ella".

Siguiendo a las "fuentes", ninguna de las tres piedras puede ser un *cuauhxicalli*: "vaso de águila para recoger la sangre de los sacrificados". Evidentemente ninguna es "vaso de piedra" (Juan Díaz), ni puede servir para dar de beber (Anónimo de 1528) ni es un "vaso de palo" o "escudilla" (Motolinía), ni está hecho de calabaza (Gómara), no parecen "xicara" (Las Casas y Sahagún) ni tienen forma de "plato" (Landa). A esto hay que agregar los relatos novelados de fray Diego Durán y las suspicacias de superchería cobran fundamento.

Las descripciones de la piedra de sacrificios que se encuentran en las "fuentes" son tan contradictorias y los relatos sanguinarios de asesinato "ritual" tan exorbitantes que se necesita una credibilidad dogmática para imaginar a los monumentos mexicanos cubiertos de sangre y "un regaxal" a su derredor, con las pestilencias, el mosquero y gusanera consiguiente.

⁷¹ Fr. J. de Torquemada. *Monarquía Indiana*. En Antonio de León y Gama. Op. cit. p. 47

⁷² R. P. Cosé Acosta. *Ibidem*. p. 48

⁷³ Fr. Diego Valadez. *Ibidem*. p. 48

Quienes se empeñan en asignarles alguna función ritual o ceremonial relacionada con el sacrificio de seres humanos, no encuentro que traten de explicar la persistencia, por más de cinco siglos de restos de colorantes blanco, rojo, amarillo, negro, azul y verde, a pesar de presuntamente estuvieron periódicamente bañadas en sangre.

LA PIEDRA DEL SOL

Innumerables y variados son los desciframientos que sobre este monolito mexicana se han efectuado en los poco más de dos siglos que han transcurrido desde su reaparición. Estos son algunos de ellos.

Don Antonio de León y Gama, 1792.

El análisis de este eminente sabio mexicano se centra en la probable función calendárica de la Piedra. León y Gama aventura la opinión de que el monolito tenía diversas funciones:

- a).- Servía "para conocer exactamente los tiempos del año en que se debían celebrar" la mayor parte de los festejos mexicanos.
- b).- "Era un padrón que demostraba los varios movimientos del sol, en declinación, en el período de 260 días del año lunar, desde que partía de la equinoccial para ir al trópico de cáncer, hasta volver a la misma equinoccial".
- c).- "Servía también esta piedra de un reloj solar".
- d).- Corresponde esta piedra "a la mitad de la elíptica, desde el primer punto de aries, hasta el primero de libra".

En resumen, D. Antonio de León y Gama asegura:

Por lo cual se debe considerar esta piedra como un apreciable monumento de la antigüedad mexicana, para el uso de la astronomía, de la cronología y de la gnomónica, prescindiendo de los demás usos que de ella hacían los sacerdotes gentiles para su astrología judiciaria.⁷⁴

Creé que su forma original debió ser de un paralelepípedo rectángulo, "cuadrado perfecto que tenía por lado cuatro varas y media castellanás" con un grueso que "llega a una

⁷⁴ D. Antonio de León y Gama. Op. cit. p. 92

vara", en la cual el cilindro labrado (de "poco más de cuatro varas y un canto labrado de una tercia de vara) coincidía su circunferencia con el lado del cuadrado de la mano derecha:

Lo que manifiesta que no era sola esta piedra, sino que había otra semejante, que se unía a ella por aquella parte, la que puede estar a poca distancia del lugar donde se halló ésta. En ella deberían hallarse representados los demás festos mexicanos, que se comprendían en el tiempo que gasta el sol en caminar, con su movimiento en declinación, la otra mitad de la elíptica.⁷⁵

Considera que su colocación debió ser "sobre un plano horizontal, elevada verticalmente, mirando al sur, y con perfecta dirección de oriente a poniente".

Con notable erudición para su época, León y Gama identifica los diversos símbolos y figuras labrados en la cara circular de la Piedra. Para él las figuras del canto son "solamente de ornato, y nada significa". Conocedor de la mayoría de los cronistas y etnólogos del Siglo XVI, Don Antonio de León y Gama no se deja llevar por una credulidad ingenua; califica de "ridículas fábulas" las "edades" del surgimiento y muerte de los 4 soles y las "ficciones" que "referen Torquemada, Boturini, Clavijero y otros" sobre "la fábula del buboso, que se echó al fuego para convertirse en sol". En cambio descifra los símbolos de los 20 días y los del movimiento del sol *Nahui Ollin Tonatiuh*, en sus cuatro etapas del ciclo de 52 años: *Nahui Ocelotl*, *Nahui Ehecatl*, *Nahui Quiahuitl* y *Nahui Atl*. Cuenta los puntos de los recuadros que circunscriben al Aro de los Días y encuentra que suman 260 (200 en los recuadros visibles y 60 en los ocultos), que corresponden a los del *Tonalámatl*. Y descifra el símbolo *trece-caña* labrado en la figura trapezoidal que remata el diseño de la Piedra.

De otros símbolos con franqueza Don Antonio de León y Gama admite: "ignoro qué cosa sean".

Algunas de las conclusiones del notable sabio no han sido aceptadas o han sido rebatidas en la actualidad. Dedujo D. Antonio el día primero del año mexicano en el "9 de nuestro enero", que correspondía al mes nombrado *Itzcalli* y el día *Cipactli*; pocos lo aceptan hoy. Tampoco estuvo acertado León y Gama en "el artificio... para conocer los movimientos del sol" en especial su uso como "relox solar".

Todo el artificio de esta piedra... consiste en los ocho agujeros, ó taladros, que aún permanecen visibles, inmediatos a la proyectura del cirento en los cuales fijaban otros tantos índices, o gnomones, por cuyo medio la sombra que hacía el sol demostraba los respectivos tiempos, con bastante precisión...

... a mas de señalar el medio día por las sombras verticales, paralelas, causadas por los gnomones de arriba X, Z, señalaban igualmente las horas de las 9 de la mañana, y 3 de la tarde; tiempo que debían observar para sus ritos y ceremonias. La hora de las 9 demostraba la sombra del gnomon Z, cuando pasando por el lado izquierdo z del cuadro *Nahui Ocelotl*, por en medio del circulillo, o anillo g, por el centro del sol, y por el lado derecho g del cuadro *Nahui Quiahuitl*, coincidía con el otro gnomon S de abajo: lo mismo debía suceder a las 3 de la tarde, pasando la sombra del índice o gnomon X... con el otro gnomon Y...⁷⁶

Lámina VII

⁷⁵ Ibidem. p. 92

⁷⁶ D. Antonio de León y Gama. Op. cit. pp. 104 a 109

Alejandro de Humboldt, 1805

Para el ilustre sabio el monolito podía corresponder a "restos de una herencia que les ha sido transmitida por pueblos antaño civilizados, pero caídos más tarde en la barbarie".

Humboldt considera una función calendárica al monolito, siguiendo la opinión de León y Gama, por quien expresa un reconocimiento de su sabiduría. Con su reconocida erudición compara los calendarios mexicanos (*tonalpohuali* y *metzalapohualli*) con las maneras de medir el transcurso del tiempo entre pueblos de la antigüedad y contemporáneos. Examina los jeroglíficos que designan los días mexicanos y se asombra por la analogía que encuentra con los de los signos del zodiaco tibetano, chino, tártaro y mongol. En base a ésta y otras similitudes concluye

... bastaban para hacer en extremo probable la hipótesis de que los pueblos de los dos continentes han extraído sus ideas astrológicas de una fuente común.⁷⁷

Humboldt recapitula lo estudiado por sabios como Sigüenza, Boturini Beraducci, Clavijero y Gama, sobre el calendario mexicano, el cual, según ellos, se componía de 4 y 8 **partes del día**; el día que iniciaba al salir el sol; **semana** de 5 días; **mes** de 20 días, **año** con 18 meses y 5 días *nemontemi*, el cual comenzaba en el solsticio de invierno; ciclo o "indicción" *molpilli*, ligadura de años, compuesto de 4 *tlalpilli*; **siglo** de 104 años llamados "envejecimientos"; y 4 **edades** o soles.

Por los símbolos de los días y las representaciones de las edades, Humboldt le asigna función calendárica al monolito prehispánico sin profundizar a más desciframientos o a una explicación del método para la cuenta del transcurso del tiempo.

Humboldt considera que el calendario mexicano, intercalando 25 días cada 104 años..

... supone una duración del año trópico más exacta que la supuesta por Hiparco y, lo que es en extremo notable, casi igual al año de los astrónomos de Almamón...⁷⁸

Se desconcierta por la minuciosidad del labrado y peso del monumento (24,400 kilogramos), y por...

... los círculos concéntricos, las divisiones y las subdivisiones sin número, (que) están trazadas con exactitud matemática. Cuando más se examinan los detalles de esta escultura, más se descubre en ella ese gusto por la repetición de las mismas formas, ese espíritu de orden, ese sentimiento de simetría que, en los pueblos semicivilizados, rempazan el conocimiento de la belleza...⁷⁹

⁷⁷ Alejandro de Humboldt. Op. cit. p. 205

⁷⁸ Idem. p. 198

⁷⁹ Ibidem. p. 201

Para Humboldt el monumento, que a partir de él empezó a designarse Calendario Azteca, a pesar de las evidencias de perfección y complejo significado, era un intento por establecer oscuras reminiscencias anteriores a la caída nueva en la barbarie de los pueblos americanos, entre los cuales...

... la ferocidad de las costumbres, sancionada por un culto sanguinario, la tiranía ejercida por los príncipes y sacerdotes, los quiméricos sueños de la astrología y el empleo frecuente de la escritura simbólica, parecen haber contribuido singularmente a perpetrar la barbarie en las artes, y el gusto de las formas incorrectas y horrosas...⁸⁰

Lámina VIII

Profesor Ph. Valentini. 1878.

Discurso pronunciado ante la Sociedad Científica-Alemana en el Republican Hall de Nueva York, el 30 de abril de 1878.

El profesor Valentini con pedante suficiencia recapitula con poco acierto lo que otros han investigado sobre la Piedra del Sol a la cual asigna la función de Piedra para el sacrificio humano; en su discurso explica gráficamente a su auditorio:

... sigue la descripción de la sangrienta fiesta oblatória que tuvo lugar en la inauguración de esta piedra, y en la cual fueron sacrificados miles de hombres: el rey era el principal sacrificador, y en el primer día debió sacrificar con sus propias manos 100 de los prisioneros, y se dice que bebió la sangre y comió la carne de los sacrificados, y que se excedió en el trabajo, al grado que se enfermó y a poco murió...⁸¹

Esto ocurrió, según él "por el año de 1478 de nuestra era, es decir, hace 400 años, y 2 años antes de la muerte del rey Axayacatl..." Siguiendo a los cronistas, afirmó en su conferencia

La piedra debió servir hasta 1521 para otros sacrificios sangrientos: en este año tomaron los españoles la Ciudad de México, y Cortés mandó arrasar la Pirámide, y llenaron con sus restos los canales de la Ciudad; pero no se propusieron destruirla, sino que la dejaron a la expectación pública en la Plaza del Mercado... hasta que finalmente su eminencia el obispo Montúfar, habiéndose disgustado, mandó enterrarla en el mismo lugar para que se perdiese el recuerdo de los abominables actos ejecutados en ella...⁸²

Valentini trató de demostrar que con "las ricas esculturas que cubren el disco" el artista que las esculpió consiguió "hacer sensible un tema altamente abstracto, a saber, la división del tiempo, y precisamente aquella que se usaba entre los pueblos del Anáhuac antes de la conquista española."

⁸⁰ Ibidem. p. 137 y 232

⁸¹ Profr. Ph. Valentini. Discurso pronunciado ante la Sociedad Científica Alemana en N. York. 1878. Anales del Museo Nacional. Tomo III.

⁸² Profr. Valentini. Op. cit.

Identificó la representación de *Atonatiuh*, el Dios Sol, en el escudo central mediante el pequeño símbolo en la frente del rostro representado.

Interpretó en la siguiente zona concéntrica la división del día en 16 horas y en 4 partes: "la salida del sol, su paso al medio día por el meridiano, su ocaso y su paso interior por el meridiano..."

En la siguiente zona identificó los 20 días del mes mexicano.

En la zona de series de cuadrados con los números en ellos encerrados, encontró los días del año lunar: 200 en los 4 series de 10 cuadrillos visibles y 60 en los 12 cuadros ocultos por las volutas (1 1/2 en cada uno). Criticó a León y Gama porque este dimensionó mal los cuadrados ocultos.

Para los 365 días del año solar le faltaban 165 y los encontró en la zona de "granos de maíz". Encontró 70 en 6 series de 10 y 2 de 5 "granos" visibles. Ocultos por las 16 patas de las flechas (1 1/2 en cada una) encontró 24, mas los dos complementos de las series interiores ocultas por las trompas de las serpientes ($2 \times 5 = 10$ granos), sumó 104. Como necesitaba 105, se las arregló para suponer que la flecha inferior era mas ancha y ocultaba el "grano de maíz" que le hacía falta. Gran total: 260 del año lunar, mas 105 de esta zona, igual a 365 días del año solar.

El profesor Valentini, ante los científicos alemanes en Nueva York, supuso que los 5 días *nemontemi* corresponden a los 5 "granos de maíz" inferiores, ocultos por la flecha central.⁸³

Alfredo Chavero 1875 - 1903.

A lo largo de 28 años Alfredo Chavero se dedicó a publicar los resultados de acuciosos estudios de la Piedra del Sol, a la cual propone que en lugar de denominarla así o Calendario Azteca "se llame a este admirable monumento, con más propiedad Piedra Ciclográfica Mexica".

En 1875 publicó su primer estudio, un segundo en 1876 y, a partir de 1882, y hasta 1903 publicó sus desciframientos, separándose completamente de las ideas de sus predecesores y cuestionando el discurso del arqueólogo alemán P.H. Valentini, a quien se calificaba de plagario.

Alfredo Chavero afirmó:

⁸³ Ibidem.

Es este monumento una piedra votiva dedicada al sol, en el cual se esculpieron diversas manifestaciones del astro de la luz, ya astronómicas, ya cosmogónicas, ya en relación con la teogonía y con los mitos de los antiguos mexicanos.⁸⁴

Su erudito estudio lo dividió en cuatro amplias explicaciones:

I.- La cara central.

Para Chavero es el "dios-astro irradiando su luz sobre la tierra, lo que se figura con la lengua que sale de sus labios..."

La diadema de la cara del sol está adornada con el símbolo *ácatl*, y un círculo a cada lado que dan el numeral dos, y el todo el año *Omeácatl*, principio del ciclo de (52 años), y en el cual brotaba el fuego nuevo como señal de vida para la tierra...⁸⁵

II.- Las aspas que rodean la cara central.

Representan los cuatro soles: el primer sol era el de aire...(*ehecatli*)... el símbolo y los cuatro puntos que lo rodean, nos dan el nombre mexicano de la edad del aire: *Nahui Ehecatli*. El segundo sol era el del fuego...; *Nahui Quiahuitl*. El tercer sol era para los mexicanos el del agua...: *Nahui Atl*. El cuarto sol era el de tierra...: *Nahui Ocelotl*. Los mexicanos tenían un quinto sol que era en el que vivían...: *Ome Acatl*: era el dios que les daba vida...

Leídos en sentido inverso... tenemos los cuatro años mexicanos: *Tochtli*, *Acatl*, *Tecpatl* y *Calli*... Las cuatro aspas significan también las cuatro estaciones, los cuatro movimientos del sol terminados por los dos equinoccios y los dos solsticios... Pero hay más aún. Las cuatro aspas también significan los cuatro puntos cardinales: *Calli*: poniente; *Tecpatl*: norte; *Acatl*: oriente y *Tochtli*: sur...⁸⁶

Para Chavero, la flecha de enmedio de las aspas "es la expresión de la luz", y las dos garras laterales es el "tiempo".

... y toda la figura central con la flecha y las garras, el *Cipactli*, la luz que nos baja del cielo, el sol como productor de la luz y creador del día...⁸⁷

III.- El sector de rayos.

Alfredo Chavero consideró que indica las partes del día.

Si observamos los rayos del sol... se notará que los cuatro principales están completos... lo que nos da una primera división del día en cuatro partes iguales; pero también vemos las puntas de otros cuatro rayos... por donde se ve que los mexica dividían, desde el orto del sol hasta su ocaso en ocho partes iguales... En la misma Piedra encontramos en tercer término... las ocho divisiones de la noche, que por la oscuridad natural de ésta, no tienen la forma de rayos de luz. *Iztl*... Siendo 16 las horas...⁸⁸

⁸⁴ Alfredo Chavero. *La Piedra del Sol*. Anales del Museo Nacional

⁸⁵ *Ibidem*.

⁸⁶ *Ibidem*.

⁸⁷ *Ibidem*.

⁸⁸ *Ibidem*.

IV.- Círculo de 20 casillas con los símbolos de los días.

Dedica extensas explicaciones a este Círculo de los Días que publica en los *Anales del Museo de Antropología e Historia*.

V.- Resumen Final.

Chavero concluye, en 1903:

He terminado la explicación de los veinte signos cronológicos, y con ella mi trabajo. Los rayos, glifos, aspas y puntos de la Piedra, dan en sus diversas combinaciones la cronología mexicana, desde las horas hasta la edad *Iluchueliztli* de 104 años. Los veinte signos explicados forman la ciclografía completa. En primer lugar hacen la veintena, llamada mes por los cronistas. Repetidas dieciocho veces, es decir, dieciocho veintenas, componen con los cinco *nemontemi* el año de 365 días. Computados por treceñas, producen el *Tonalamatl* o año ritual de 260 días. Este, repetido 73 veces, forman el *Niuhmalpilli* de 52 años. Además, entresacados los cuatro conográficos, *Tochtli*, *Acatl*, *Tecpatl* y *Calli*, con ellos se hace el siglo civil colocándolos por triadecatéridas. Aplicándolos á los años los veinte signos, en la forma de Tonalámatl, nos dan el ciclo de 260 años; y con cuatro de estos el gran ciclo de 104 años, el cual también está representado por el *Iluchueliztli* con garras al centro de la Piedra...⁸⁹

Roberto Sieck Flandes 1939.

En el Congreso Internacional de Americanistas, el señor Flandes presentó su ponencia *¿Cómo estuvo pintada la piedra conocida con el nombre de "El Calendario Azteca"?* Se trató de un estudio minucioso sobre su polícromía, detalles y figuras para elaborar una reconstrucción "de acuerdo a todas las fuentes de información..." y con datos y opiniones de A. Caso y jefes de empleados del Departamento de Monumentos Arqueológicos del Museo Nacional de Arqueología y de la Biblioteca Nacional de México...

La reconstrucción pictografiada ha tenido la mas amplia difusión.

Las bases para la determinación de los colores fueron: "figuras análogas que conservan color, frescos o murales, cerámicas y vestigios de estuco que conserva la misma Piedra"; entre estos Sieck Flandes encontró: rojo en los rayos de luz; azul en el numeral superior del signo *4-Ollín*; verde en el tercer cuadrado con estilizaciones de *chalchihuitl*, blanco en las plumas y perla, y amarillo en el fondo del cuadrete del signo *4-Ehecatl Tonatiuh*.⁹⁰

Raúl Noriega 1953.

Innumerables estudios e interpretaciones se han efectuado al transcurso de este siglo; los más sólo han repetido lo que sus antecesores concluyeron.

⁸⁹ Ibidem.

⁹⁰ Roberto Sieck Flandes. *¿Cómo estuvo pintada la piedra conocida con el nombre de Calendario Azteca?*. Congreso Internacional de Americanistas. 1939.

En 1953, Raúl Noriega presentó un estudio de la *Piedra del Sol y quince monumentos astronómicos del México Antiguo* que se apartó radicalmente de las interpretaciones tradicionales. Aseguró:

Solo mentes adiestradas en el manejo de las altas matemáticas y con informes de cálculos astronómicos transmitidos durante decenas de siglos, pudieron llegar a la concepción de un calendario de 260 días, factor de cuenta para todos los astros de nuestro sistema...⁹¹

Hasta Noriega había dos corrientes de interpretación para el desciframiento del llamado Calendario Azteca.

La primera la ocupaban aquellos que creían que la Piedra era "un altar votivo al sol; los signos que están esculpidos en el monolito son adornos sagrados propios de la deidad, el dios Tonatiuh". Hernán Beyer era uno de los eruditos más destacados que así lo aseguraban.

La segunda estaba compuesta por aquellos que pretendían "hallar en la Piedra un verdadero calendario, con cálculos de semanas, meses y años y la definición de eras cosmogónicas."

Con Noriega se abre una nueva corriente de aquellos que creen que "el monumento integra, con fórmulas magistrales, la expresión matemática, en ocasiones de miles de años, de los movimientos del Sol, Mercurio, Venus, la Luna y la Tierra. (También, muy posiblemente, los de Júpiter y Saturno)". Según Noriega, en la Piedra están consignados las equivalencias de los movimientos de varios planetas, y registra con precisión "los ciclos de los tránsitos de Venus y Mercurio por el disco del Sol, así como la sucesión de otros heliacos del primero de estos cuerpos celestes. Señala, además, el ciclo de repetición de los eclipses".⁹²

Esta corriente de estudio e interpretación de la Piedra del Sol abierta por Raúl Noriega, no ha tenido seguidores de importancia. Pero su afirmación categórica aún prevalece:

No tengo noticia de que exista otro (monumento) igual en su género en todo el mundo, ni antiguo ni moderno. Es un alarde supremo de sabiduría cosmográfica e ingenio matemático.⁹³

Carlos Chanfón Olmos, 1987.

Es el pionero en la investigación en un campo inédito: la geometría y las culturas prehispánicas del Nuevo Mundo, con un trabajo sobre la Geometría y la Piedra del Sol, publicado en la Revista *Churubusco* de 1978.

⁹¹ Raúl Noriega. Op. cit.

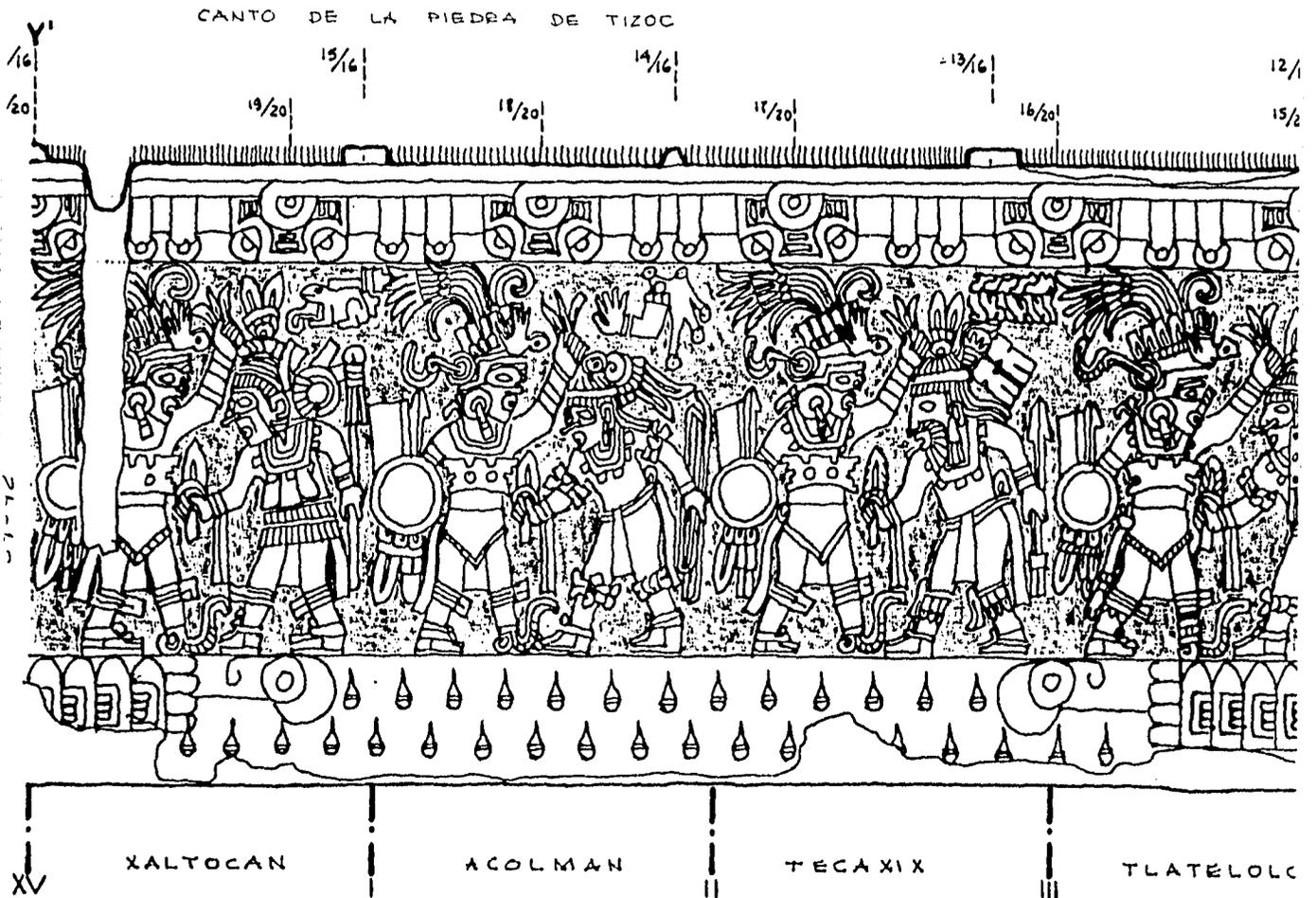
⁹² Ibidem.

⁹³ Idem.

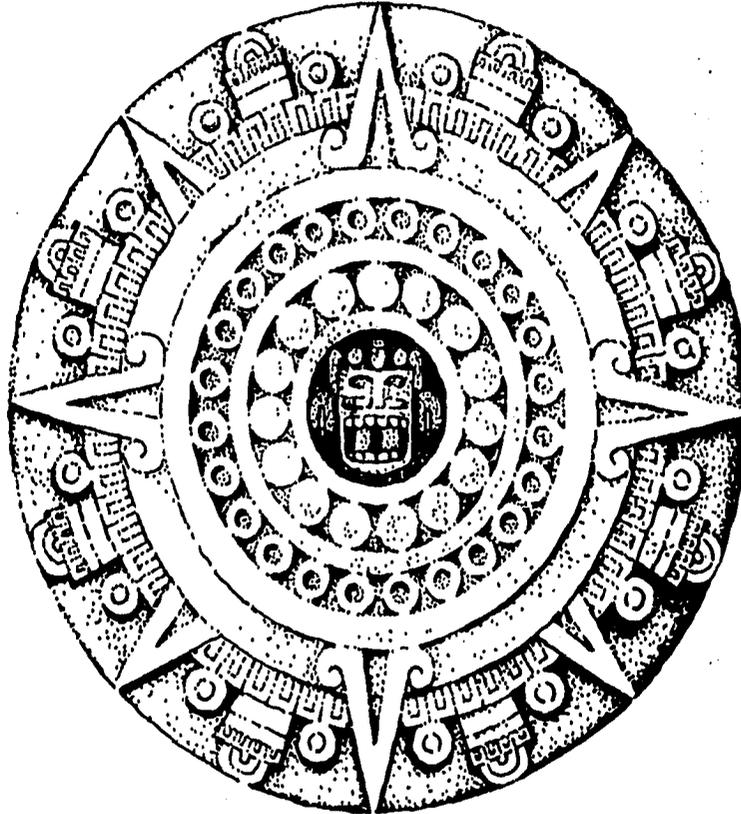
Oliverio Sánchez, 1992.

Sin conocer el trabajo elaborado por el Dr. Chanfón Olmos, el matemático regiomontano Oliverio Sánchez presentó en 1992, un estudio sobre la Geometría de la Piedra del sol con notables deducciones de procedimientos constructivos de polígonos regulares y divisiones múltiples del círculo en sectores equiangulares. Su trabajo permanece inédito.

Lámina IX



Monolito mexica hallado en junio de 1988 durante trabajos arqueológicos en el edificio del Ex-arzobispado de México, localizado en la calle de Moneda 4, de la capital de la República. Ha sido colocado en sitio preponderante en la Sala Mexica del Museo Nacional de Antropología e Historia, designándola: *Cuauhxicalli*.



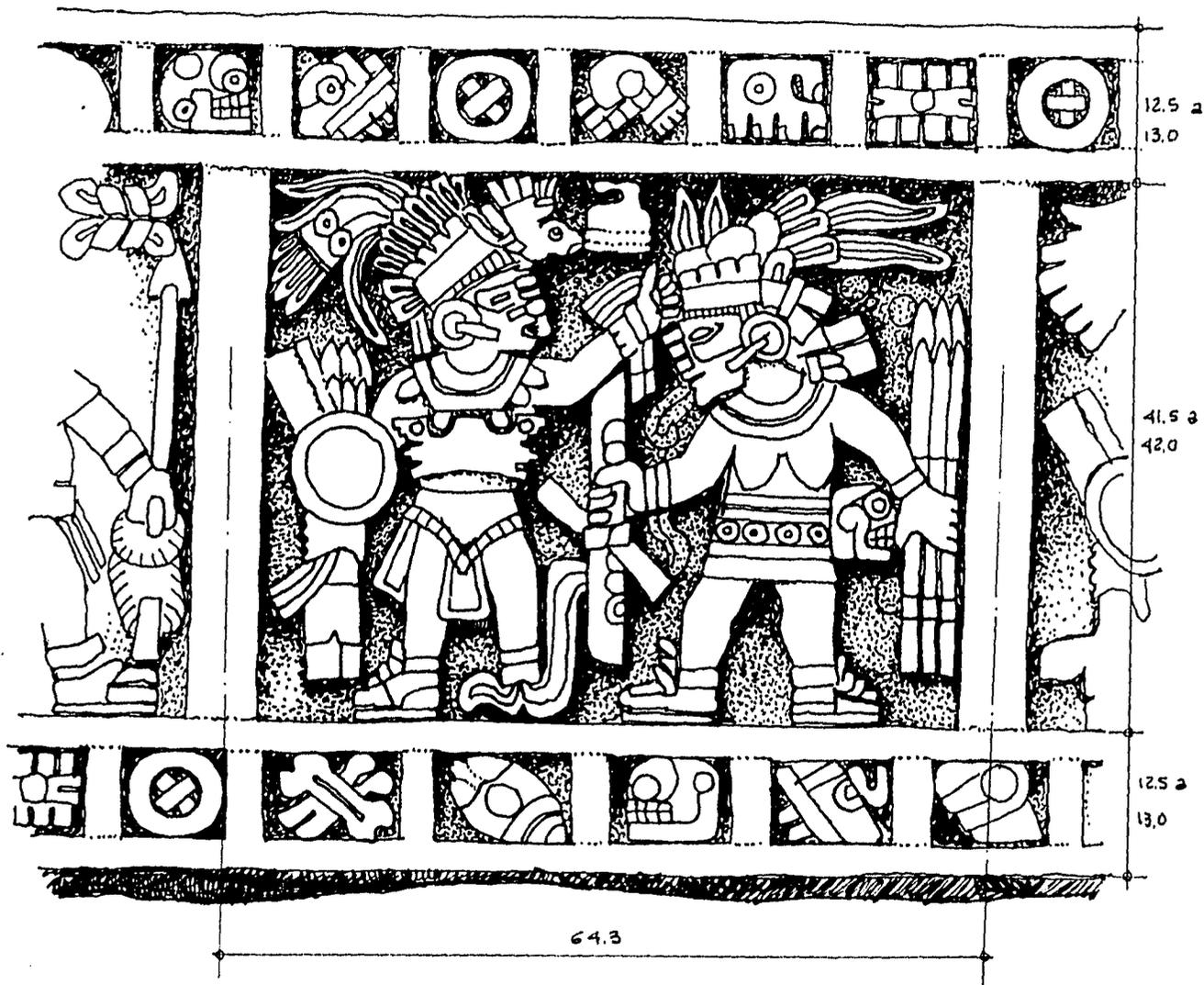
Por su forma, diseño y labrado ha sido relacionada con la llamada *Piedra de Tizoc*. Se estima que el *Cuauhxicalli* ("vaso del águila, donde se depositaban los corazones de los sacrificados") fue elaborado durante el reinado de Moctezuma I. (Boletín N° 5 de Antropología).

Las figuras geométricas de su cara circular han sido identificadas como relacionadas con "el culto al sol" y representativas de "elementos celestes": 15 puntos son "perlas"; 24 argollas son "ojos estelares"; series de grapas son "plumas de águila"; otras 16 argollas son "chalchihuites" (gotas de sangre) o "piedras preciosas"; figuras triangulares son "puntas de flechas" o "rayos solares".

El diámetro reportado (Boletín de Antropología) es de 2.24 m.; yo medi con flexómetro 2.25 m. La altura varía entre 68 y 76 cms., y su peso calculado es de 11.5 a 12 toneladas. En el centro tiene una oquedad de 45 cms. de diámetro y hasta 20 cms. de profundidad, con un rostro esculpido, donde guías sanguinarios y algunos antropólogos suponen que se depositaba "el corazón y la sangre del guerrero inmolado para alimento de la deidad solar..." Son visibles aún rastros de colores rojo y blanco, en la cavidad central, y amarillo, negro, azul y verde con que estuvo pintado.

Se encontró a 2.19 m. bajo el pavimento del patio actual con una declinación de su eje principal de 20°30' noreste.

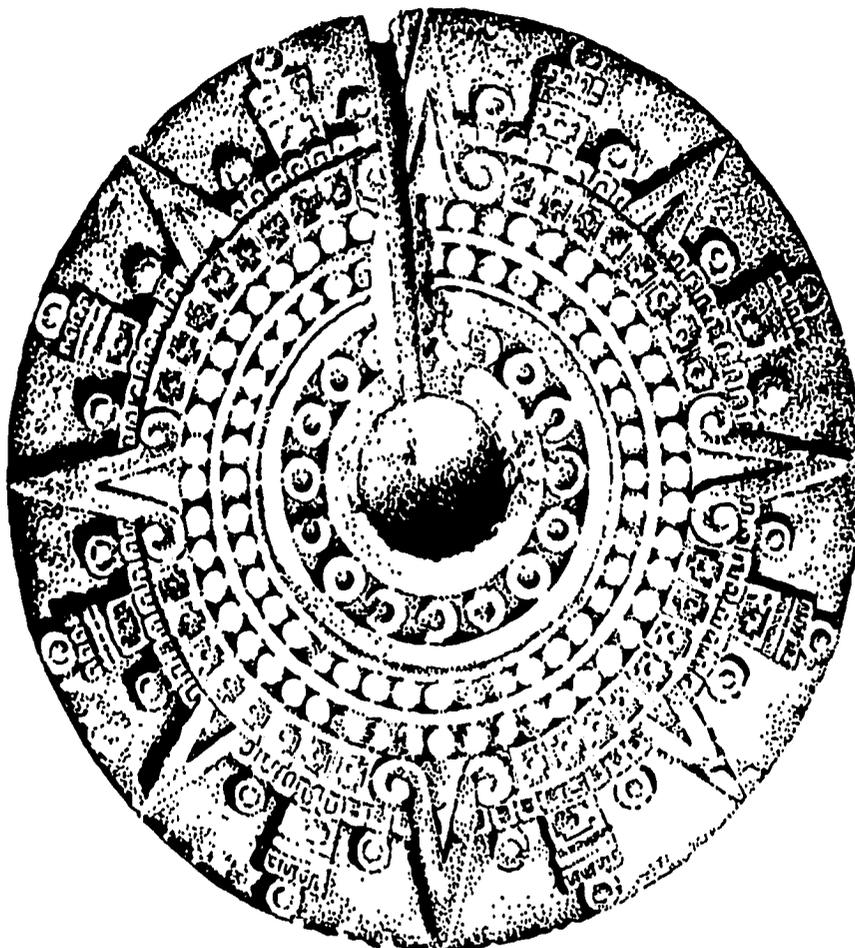
La altura del monolito, en su canto profusamente labrado, es de 67 a 68 cms., con un diámetro aproximado de 7.07 m. y con notables irregularidades derivadas de la forma y textura de la piedra aprovechada. Consta de dos franjas de 12.5 cms. (aproximadamente), una superior de 59 pequeños recuadros y una inferior de 57 con figuras esculpidas. Estas delimitan once tableros con dos figuras humanas en cada uno.



En base a los atavios y glifos toponímicos se han identificado los poblados a que se refieren las figuras representadas. En cada tablero aparece el pueblo tenochca y un pueblo aparentemente sometido, en este orden: Culhuacan, Tenayuca, Xochimilco, Chalco, Xaltocan, Acolman, Tecaxix, Tlatelolco, Tonatihuco, Mixtlan y Cuertlaxtlan (Revista Arqueología, N° 4 de 1994)

Las figuras de los recuadros son ocho y aparecen repetidas en las dos franjas sin orden aparente y con diversas variantes, de la siguiente manera: mano con objeto redondo en la palma (5 veces en la superior y 7 en la inferior); atado (7,7); calavera (7,6); capullo (7,7); cabeza de animal (7,5); huesos en cruz (7,8); objeto o cabeza de animal en forma de uso (7,8) y círculo con cruz con variantes diversas (12 y 9). Total: 116 recuadros

Monolito prehispánico hallado al costado S.O. del atrio de la Catedral Metropolitana el 17 de diciembre de 1791. Se conserva en la Sala Mexica del Museo Nacional de Antropología.



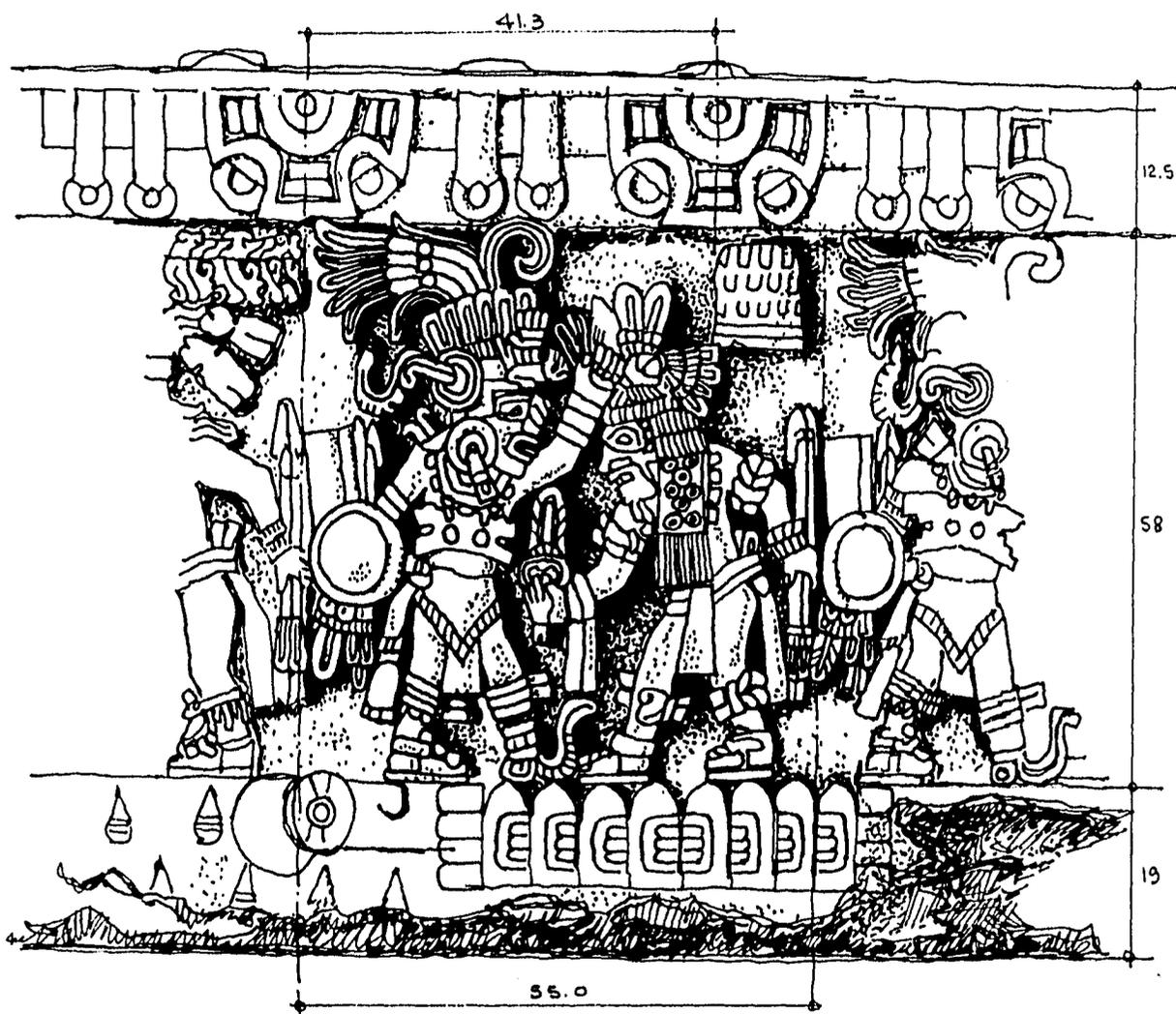
Al ser encontrada causó enorme perplejidad y a lo largo de dos siglos ha sido motivo de estudios especializados en diversas disciplinas e interpretaciones de eruditos, como D. Antonio de León y Gama, Alejandro Von Humboldt, Prescott, J. Fernando Ramírez, Manuel Orozco y Berra, Alfonso Caso, Raúl Noriega y expertos contemporáneos.

Ha sido designada como *Téhcacatl* (Piedra de Sacrificios), *Temalácatl* (Piedra para sacrificio gladiatorio), *Cnauhxicalli* (Recipiente de corazones en el sacrificio humano) y *Monumento Astronómico*. A excepción de Raúl Noriega, todos le han asignado función "ritual" y para efectos "ceremoniales"; éste, en cambio, encontró que la Piedra de Tizoc contenía "expresiones de fenómenos y movimientos planetarios esencialmente referidos a Venus".

Alfonso Caso la midió para interesar a los estudiosos en "la determinación del módulo o medida con la que fue construido un monumento" y, mediante él, "establecer las influencias culturales, determinar quienes hayan sido los constructores... y ... fijar la época de construcción..."

No hay antecedente de un estudio matemático explícito que desentrañe su diseño geométrico y que consiga una aproximación a la capacidad cultural del grandioso pueblo mexica.

Tiene una altura de 89 cms, sin contar el labrado de su cara circular. Se compone de 3 franjas: la superior de 12.5 cms, contiene un ritmo de 20 módulos con figuras geométricas semicirculares y dos broches que cuelgan del borde; en la central, de 58 cms, están labradas 15 pares de figuras humanas en secuencia ininterrumpida; y en la inferior, de 19 cms, hay 4 juegos de dobles representaciones: una con un cinto de 8 "pedernales", abarcando 2/20 de la circunferencia, y el otro con "gotas" en 2 niveles, abarcando 3/20.



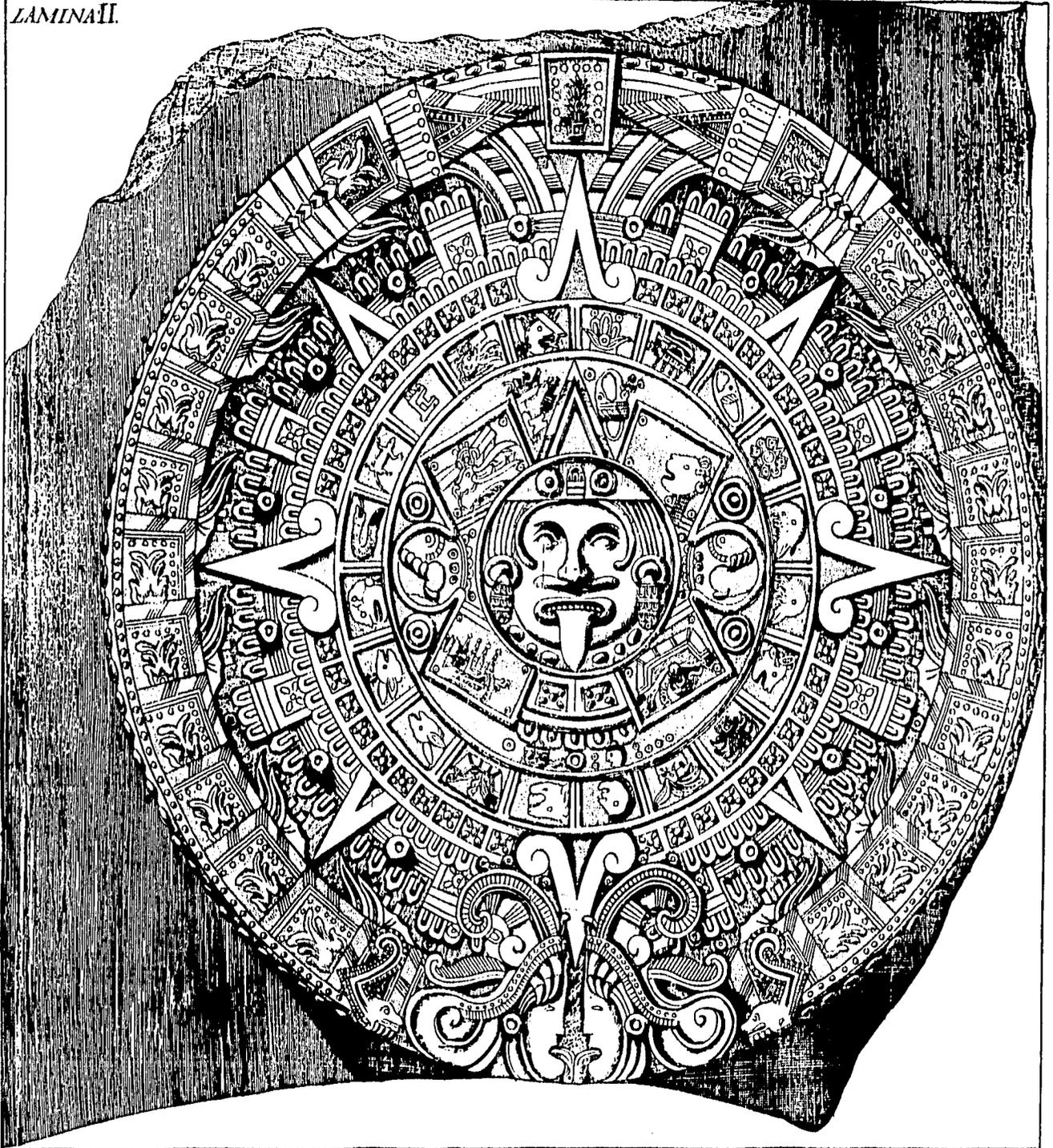
Las dobles figuras humanas, con los glifos toponimicos, han sido indentificadas como representaciones de pueblos del altiplano mesoamericano: uno de ellos es el pueblo mexica, acompañado de pueblos aparentemente sometidos, del mismo modo y secuencia que aparecen en la Piedra de Moctezuma, mas otros 4.

Desde el punto de vista geométrico interesan las subdivisiones en 15 y 20 partes de la circunferencia con que se repartieron las dobles figuras humanas y el ritmo modular de las franjas superior e inferior.

Una profunda grieta intencional, lesiona el diseño geométrico tanto en su cara circular como en parte del canto. No pertenece a la composición prehispánica. Es de creerse que fue obra de mano española, durante o posterior a la Conquista. Durán la describe con exactitud, e inventa, imagina, intuye o perversamente le contaron el absurdo de que en la "pileta redonda" central "se recogía la sangre de los sacrificados" y que "de esta pileta (salía) un caño por donde se (derramaba) aquella sangre..."

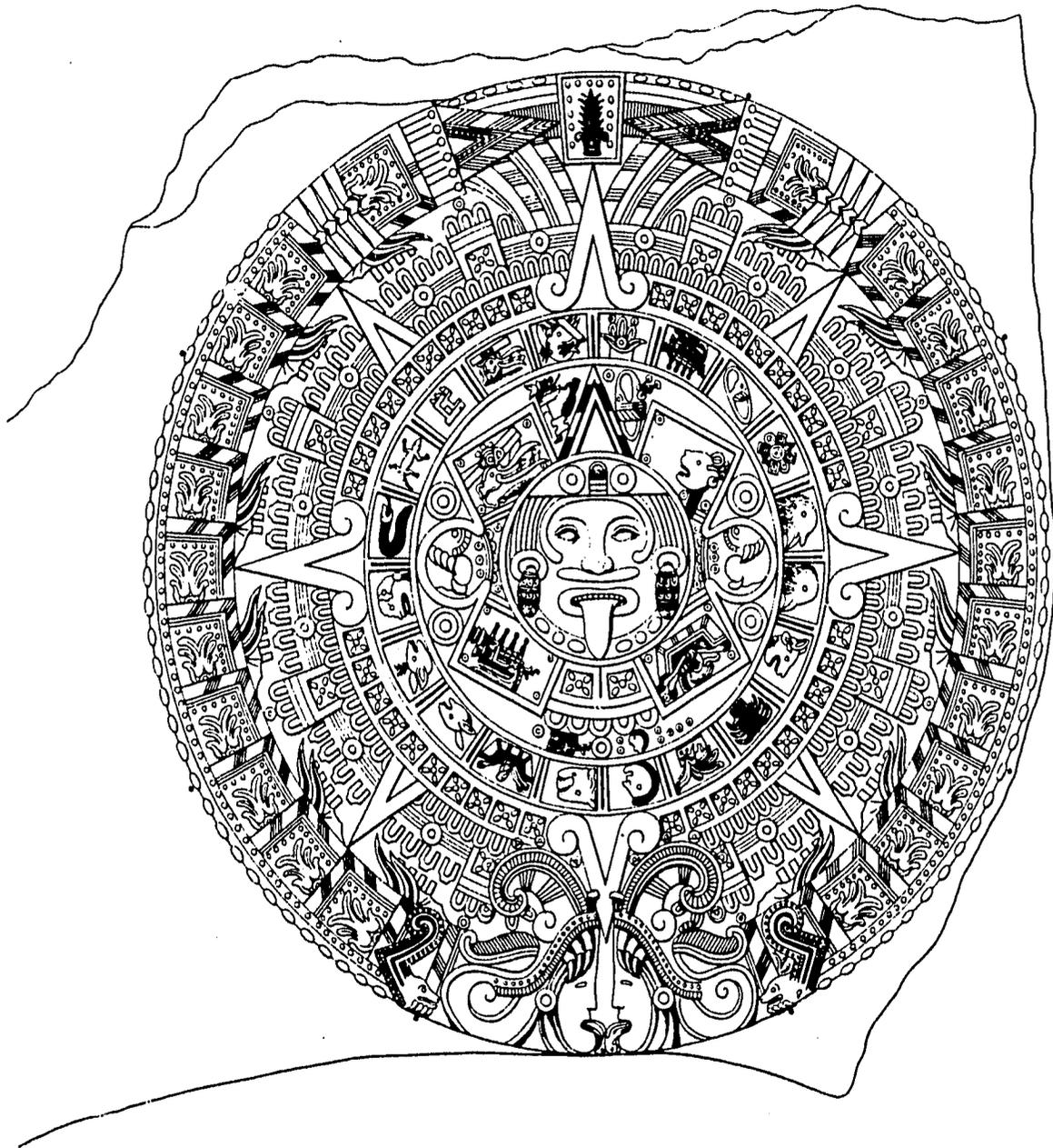
Para nuestra fortuna la Piedra de Tizoc fue salvada de la destrucción y, enterrada, consiguió trascender como legado que ahora tenemos la oportunidad de recibir.

LAMINA II.



LAMINA VII

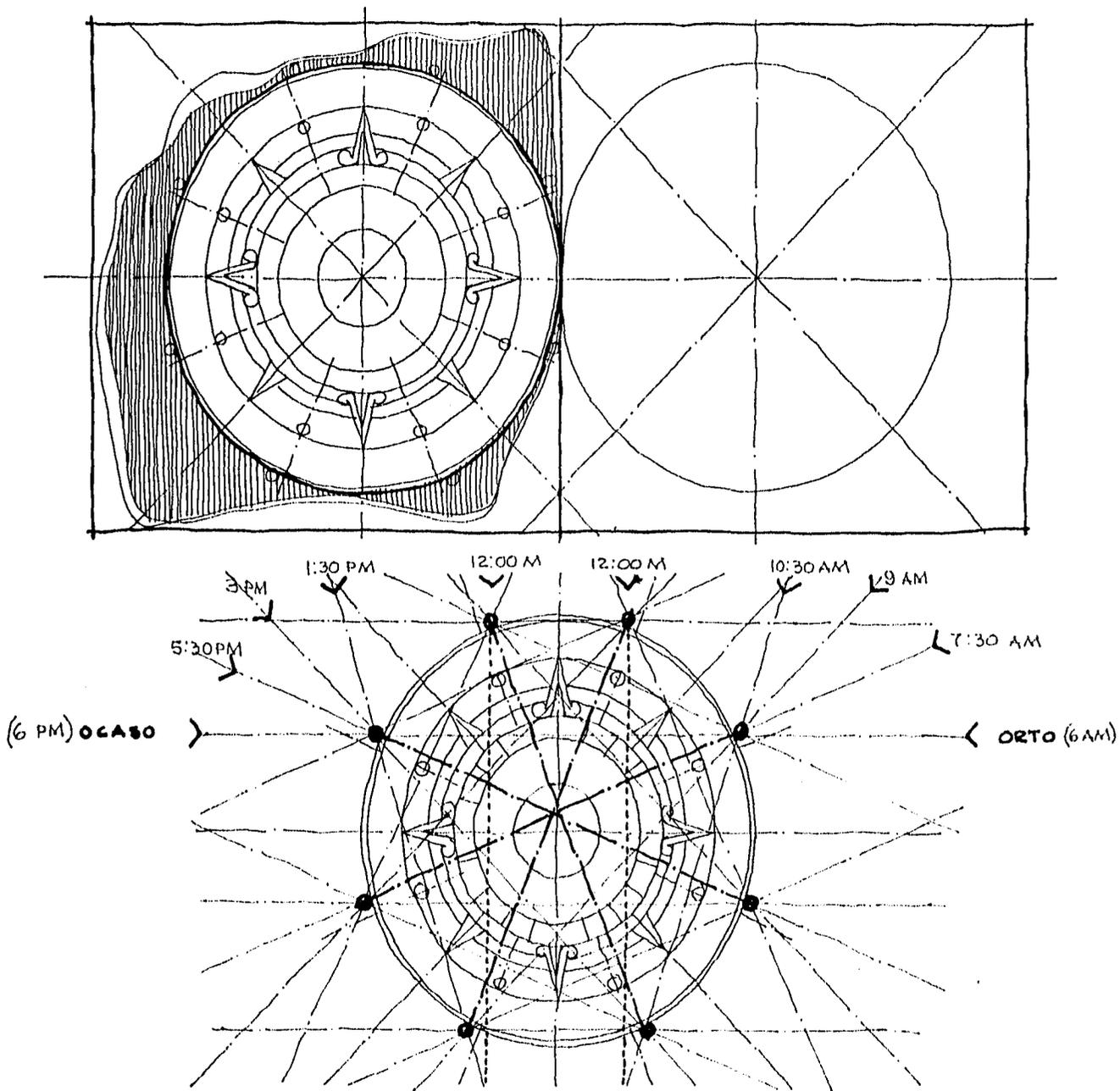
LA PIEDRA DEL SOL. A. de León y Gama.



Relief en basalte

LAMINA VII BIS. LA PIEDRA DEL SOL. A. de León y Gama

No se ha encontrado el otro monolito que supuso León y Gama debía completar el significado astronómico y calendárico de la Piedra del Sol.



Los taladros en los que, colocados "gnomones" presuntamente debían indicar el medio día mediante la coincidencia de sombras verticales según León y Gama, no se encuentran exactamente a plomo. En cambio, las proyecciones de sombras coincidentes podrían indicar el orto y el ocaso del sol. Así como divisiones de la parte diurna del día en 4 y 8 periodos iguales.



"No tengo noticia de que exista otro (monumento) igual en su género de todo el mundo, ni antiguo ni moderno. Es un alarde supremo de sabiduría cosmográfica e ingenio matemático". Raúl Noriega (1953).

Fue hallada el 17 de diciembre de 1790 durante trabajos de repavimentación de la Plaza Mayor de México.

En 1992 el matemático Oliverio Sánchez la analizó desde el aspecto de la geometría y dedujo su diseño y composición matemática. Encontró procedimientos de construcción de figuras geométricas precisas, algunas de las cuales han sido retos insuperados para la geometría moderna euclidiana, como la trisección y pentasección de ángulos, así como los métodos de construcción de polígonos considerados insolubles, como son los des 7, 9 y 17 lados, con aproximaciones de diezmilésimos de grado.

Posiblemente, la llamada Piedra del Sol se mantenía inconclusa y fue sepultada posteriormente, para preservarla de la barbarie que llegó del otro lado del mar.

Capítulo Tercero

La Geometría Mexica

LA GEOMETRIA Y LA PIEDRA DEL SOL. 1978

Estudio del Arq. Carlos Chanfón Olmos, publicado en la *Revista Churubusco* de 1978. Es el primero que aborda explícitamente el aspecto geométrico de la Piedra del Sol.

Sólo un antecedente se puede encontrar: el análisis de Alfonso Caso de tres monumentos prehispánicos con el objeto de determinar el módulo o medida con que fueron diseñados y construidos. Empero, este esfuerzo del eminente erudito no obtuvo un resultado contundente que despertara una continuación de estudios matemáticos de las culturas prehispánicas o de los monumentos por él analizados.

El artículo de don Alfonso Caso titulado *Las medidas del Calendario Azteca* se publicó en la *Revista Mexicana de Estudios Históricos* en 1928. En su estudio dos aspectos consigue resaltar sobre la Piedra del Sol: en primer lugar, la clara y exacta división angular del monolito circular en 4, 8, 16 y 32 partes y con relaciones angulares entre algunas figuras. En segundo, la probabilidad de que el módulo o medida unitaria que sirviera para el diseño fuera equivalente a 11.2 centímetros: 32ava parte del diámetro total.

En este aspecto su deducción es sólo aproximada, no se ajusta exactamente a las circunferencias concéntricas elegidas por él para su análisis. La unidad de medida que obtiene 33.6 cms., viene a añadirse a las propuestas por otros eruditos: Orozco y Berra, 50.3 cms., el Ing. Almaraz, de 80 cms para Teotihuacan y Guillermin Tarayre, quien propuso 33.83 cms. (en base a cronistas) y que cita D. Alfonso Caso.

El primer aspecto deducido por Caso es puramente geométrico. Considera que el diámetro total del diseño (3.58 m) se deriva de una voluntad de aprovechamiento máximo

del monolito. En el segundo, Caso enfatiza las relaciones geométricas de las partes de diseño, como de las líneas del ángulo correspondiente a las, dos dieciseisavas partes inferiores del círculo, las cuales son tangentes a los llamados "cuernos de la *xihcoatl*" y paralelas a las "aspas" del glifo *ollin*.⁹⁴

A pesar del exiguo éxito en su propósito específico, Don Alfonso Caso puso un primer énfasis deductivo en un aspecto evidente en la Piedra del Sol: la perfección del diseño geométrico.

Cincuenta años después de ese primer intento, el arquitecto Chanfón Olmos se avoca en primer lugar a "analizar puntos sobresalientes en el diseño de la Piedra del Sol." Pretende en segundo término "dar fundamento a una apreciación más científica sobre el valor geométrico que posee la monumental pieza", para finalmente, captar "el avance que alcanzó la sociedad mexicana en el campo de los trazos geométricos".⁹⁵

Esos fueron sus tres objetivos.

Para alcanzar una justa valoración de estos conocimientos mexicanos el Dr. Chanfón resalta la importancia que ha tenido la Geometría en el desarrollo cultural del mundo occidental, en una exposición excepcional, breve y erudita, de la trayectoria de la Geometría desde su origen remoto hasta su sistematización en Grecia, "mediante los recursos de compases, de reglas o de escuadras". Desde Euclides, en el Siglo III a.C. y luego en Roma, Bizancio e Islam, la importancia de la Geometría alcanza un amplio desarrollo de la visión cosmológica "pitagórico-platónica" original con un "sistema de teoremas concatenados, orientados a relacionar los polígonos regulares inscritos o circunscritos a una circunferencia, con los cinco poliedros regulares llamados platónicos o pitagóricos, a su vez inscritos o circunscritos a una esfera". Teoremas y proposiciones que trascienden los siglos y se revitalizan con el interés por la Antigüedad Clásica en el Renacimiento.

El arquitecto Chanfón Olmos, en su glosa, expone los nuevos caminos que la Geometría Euclidianas recorre a partir del Renacimiento produciendo ramificaciones como la Geometría Analítica, la Descriptiva, la Proyectiva, la Diferencial, hasta la Geometría tetradimensional de la actualidad "que considera el tiempo como cuarta dimensión" y las "hiper-geometrías". En "relación a la ciencia de las culturas prehispánicas del Nuevo Mundo", expone la total ausencia de análisis fuera de "escasos y modestos intentos."

Con esta realista aseveración, Carlos Chanfón Olmos aborda su análisis del diseño geométrico de la Piedra del Sol, exponiendo con claridad los parámetros de su examen:

a).- **Evitar caer en la tentación de una interpretación no fundamentada.** Al descubrir en la Piedra "las relaciones áureas, los polígonos regulares, el movimiento de rotación, la inscripción y circunscripción de polígonos, la diagonal $\sqrt{5}$, la segmentación polar del círculo, y, hasta el omnipresente pentágono con su consecuencia, el ángulo

⁹⁴ Alfonso Caso. Op. cit.

⁹⁵ Carlos Chanfón Olmos. Op. cit.

pitagórico perfecto de 36°, se puede llegar, de manera "bien intencionada" al terreno de la pura imaginación.

b).- **Atenerse a los hechos escuetos.** El tipo de trazos para el diseño geométrico, patentes en la piedra, son del tipo de aquellos "que solamente pueden hacerse con compás, regla y escuadra".

c).- **Evitar caer en la confusión de mezclar trazos geométricos de precisión con otros trazos de existencia no demostrada.** Afirmaciones subjetivas y poéticas enmarcadas con palabras como "sugieren", "indican", "revelan", "enfátizan", etc., son más propias de análisis estéticos de pintura y escultura, y no de Geometría.

d).- **Evitar caer en afirmaciones categóricas basadas en apreciaciones subjetivas.** El Dr. Chanfón Olmos, deja a otros investigadores... "escudriñar sobre el significado de las figuras y glifos o su contenido simbólico."

Estos son los resultados del examen Geométrico del Dr. Chanfón.

Primero.- Análisis del diseño geométrico de la Piedra del Sol.

Divide el diseño en tres áreas: la **banda exterior** compuesta de dos serpientes, la **banda intermedia** con 8 *rayos solares*, y el **núcleo central**. Estos son sus hallazgos fundamentales:

- **I. Sección Aurea.**

Comprueba la existencia "sorprendente" de relación áurea entre los elementos de composición, lo cual considera como probablemente "circunstancial"

- **II. Ejes Coordinados y ejes de simetría radial.**

Como ya había observado Alfonso Caso, Chanfón distingue las divisiones radiales iguales hasta de treinta y dos sectores circulares, mediante ejes coordinados, ejes a 45°, ejes secundarios y ejes secundarios finales.

La posición exacta de estos ejes quedan indicados por 4 *rayos solares* principales, 4 *semiocultos*, y conjuntos de pequeños círculos. Todos los elementos que definen la posición de los ejes, con excepción de los coordinados, se encuentran exclusivamente en la **banda intermedia**.

- **III. Polígonos regulares inscritos y circunscritos.**

Los puntos **principales** y **secundarios** y los vértices de los cuatro rayos completos y los semiocultos, sirven de referencia para construir cuatro cuadrados que producen polígonos equiláteros y equiángulos: de 4, 8, 16 y 32 lados.

- **IV. Diseño del núcleo central.**

En base al "tema de cuadrados del diseño", el Dr. Chanfón Olmos traza otro cuadrado circunscrito a la circunferencia interior del **anillo vigesimal** e inscrito a la circunferencia que oculta parte de los *rayos solares secundarios*.

Para la división en 20 partes del **anillo vigesimal**, divide este cuadrado base mediante las diagonales posibles de cada mitad del cuadrado formando 4 triángulos isósceles que circunscriben el círculo que contiene la *cara del sol*. Con trazos paralelos a los ejes coordenados que unen las intersecciones de las diagonales anteriores, se obtienen los 20 puntos, que mediante radiales, dividen en 20 sectores el **anillo vigesimal**.

- **Diseño de la banda exterior.**

No lo describe, pero lo indica en un esquema gráfico mediante un cuadrado exterior que complementa el conjunto de 4 cuadrados interrelacionados en el diseño general.

Segundo.- Fundamento del diseño geométrico.

Un diseño geométrico preciso como el de la Piedra del Sol, necesariamente debió estar respaldado por una ciencia de trazo "semejante a la que llamamos Geometría en la cultura occidental". El doctor Chanfón no aborda la investigación de los sistemas, métodos y principios que le dieron estructura; evita caer en la especulación no fundamentada y elude el trazo de un pentágono en el **anillo vigesimal**, el cual considera artificioso y sólo lo anota como "posibilidad hipotética".

Tercero.- Alcance de la sociedad mexicana en el campo de los trazos geométricos.

El diseño de la Piedra del Sol la eleva "al rango de los diseños geométricos más complicados y científicos conocidos". Su calidad geométrica "es comparable a los casos islámicos y góticos", afirma.

El labrado de la Piedra, por su perfección, implicó la necesidad de un trazo planeado y organizado. La existencia de otros monolitos similares y de complicados edificios prehispánicos de gran calidad, deriva a la conclusión de "la existencia de una organización suficiente y una ciencia desarrollada perfectamente apta para el logro de sus objetivos".

En su conclusión el Doctor Chanfón plantea la necesidad de un levantamiento fotogramétrico de la Piedra mediante el cual "y con buena dosis de paciencia" continuar el análisis del diseño "hasta en sus mínimos detalles, tanto en el trazo como en el proceso de ejecución".⁹⁶

⁹⁶ Carlos Chanfón Olmos. Op. cit.

Comentarios.

Una revisión matemática de los trazos deducidos por el doctor Chanfón revela diversas imprecisiones:

- La **banda exterior** no queda dimensionada por el cuadrado inscrito en la circunferencia periférica del monumento, pues no se exponen sus referencias geométricas con los cuadrados que componen el trazo de la **banda intermedia**.
- Los lados de cuadrados inscritos en la circunferencia exterior de la **banda intermedia** no son tangentes a la circunferencia interior de la misma. Expresado de otro modo: el polígono regular, equilátero y equiángulo, circunscrito a la circunferencia interior de la **banda intermedia**, y resultante de la "rotación" de cuatro cuadrados, relaciona los centros de los 2 juegos de *puntos*, pero no exactamente con los vértices de los 8 *rayas del sol*.
- El procedimiento para dividir en 20 partes el **arillo de los días** no resulta equiángulo; produce 2 tipos de ángulos de distinta abertura: 18.4349° y 16.2602° , sensiblemente diferentes a $360^\circ/20=18^\circ$.

Lámina X

LA GEOMETRIA DE LA PIEDRA DEL SOL. 1992

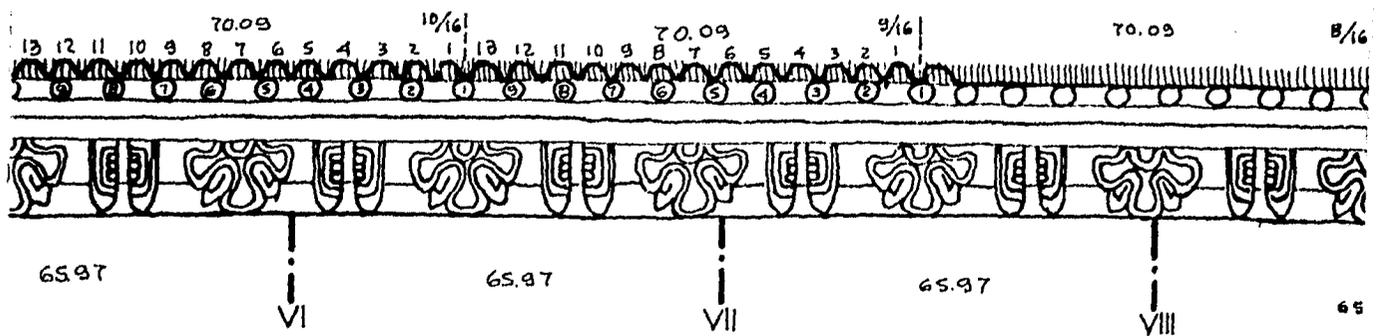
Con motivo del quincuagésimo aniversario del encuentro de Colón con el Nuevo Mundo, el matemático Oliverio Sánchez presentó un estudio geométrico del llamado Calendario Azteca a un reducido grupo de personas. Posteriormente, en lo personal, el matemático amablemente respondió cuestionamientos, disipó suspicacias y me reveló las comprobaciones matemáticas del trazo geométrico deducido en el diseño de labrado del monolito prehispánico.

Oliverio Sánchez, entonces profesor de matemáticas en la Universidad Metropolitana, consideraba su estudio como pionero en el campo de la Geometría prehispánica. A la fecha permanece inédito; el matemático Sánchez consideraba imprescindible un levantamiento riguroso del diseño de la Piedra para alcanzar aproximaciones milimétricas de los trazos y evitar caer en conclusiones infundadas o bordar en especulaciones improbables.

El trabajo del matemático originario de Monterrey, Nuevo León, se enfocaba específicamente en deducir los métodos de trazo que fueron empleados para resolver

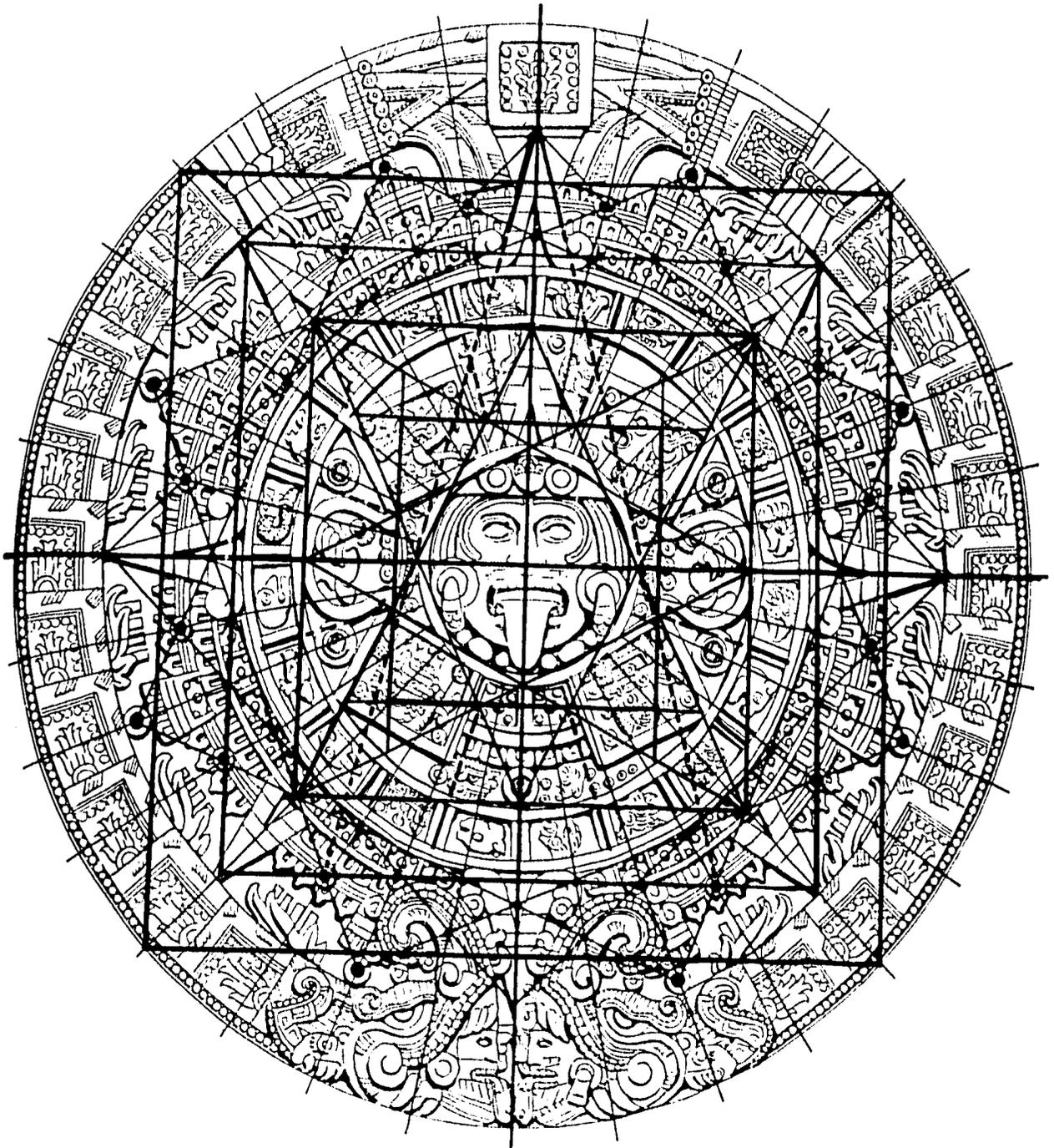
problemas de geometría revelados en el diseño, con únicos recursos de trazo de la regla y el compás, como son: división del círculo en diverso número de sectores angulares iguales, construcción de polígonos regulares de diverso número de lados inscritos en coronas circulares, trisección y pentasección de ángulos específicos. Para el profesor Sánchez, tanto los glifos o figuras mexicas como el rostro humano en el núcleo del diseño o las presuntas cabezas de serpientes que rematan la corona exterior del diseño, aparentemente no tienen significado geométrico explícito y su desentrañamiento juzga que pertenece a otra disciplina.

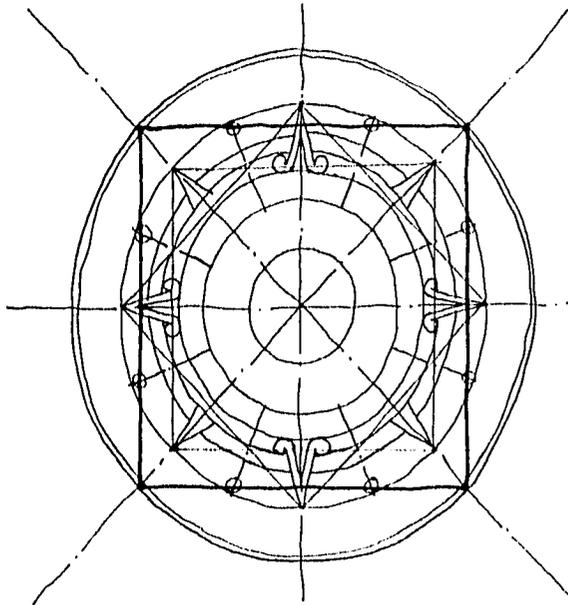
Sus hallazgos en Geometría de la Piedra del Sol se incluyen en este trabajo señalando explícitamente su procedencia y otorgando el crédito respectivo.



CANTO DE LA PIEDRA DEL SOL

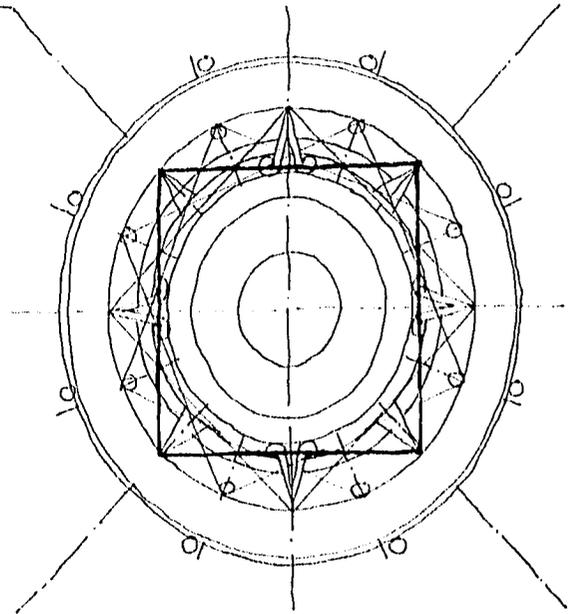
Figura 14. Conjunto de las cuatro posiciones del cuadrado y los treinta y dos ejes radiales trazados sobre la Piedra del Sol. La ilustración permite apreciar que la rotación del cuadrado define un círculo "inscrito", que es el "núcleo central", y un círculo circunscrito, que es el borde interior de la "banda exterior". Los tres sexdecagonos regulares estrellados quedan inscritos en circunferencias labradas parcialmente en la piedra.



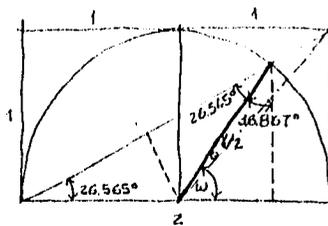
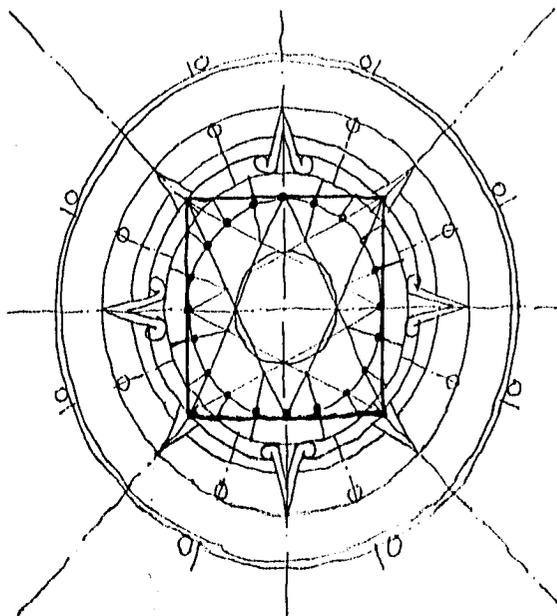


El cuadrado inscrito en la circunferencia perimetral no dimensiona la **Banda Exterior** del diseño, ni se indica su relación geométrica con la rotación de cuadrados de la **Banda Intermedia**.

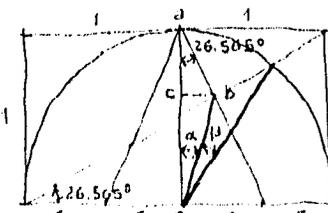
La rotación de cuadrados circunscritos a la circunferencia interior de la **Banda Intermedia** no dimensionan ésta con exactitud.



El procedimiento de división del círculo en 20 partes no produce sectores equiangulares en el **Aro de los días**.



$$\begin{aligned} \alpha &= 90^\circ - 36.867^\circ = 53.133^\circ \\ \frac{\gamma}{2} &= 53.133^\circ - 45^\circ = 8.133^\circ \\ \gamma &= 2 \times 8.133 = 16.266^\circ < 18^\circ \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} ab &= .5 \cos 26.565^\circ = 0.4472 \\ cb &= 0.4472 \sin 26.565^\circ \\ &= 0.20 \\ ac &= 0.4472 \cos 26.565^\circ \\ &= 0.40 \\ oc &= 1 - 0.40 = 0.60 \\ \tan \alpha &= 0.2 / 0.6 = 0.3333 \\ \alpha &= 18.434^\circ > 18^\circ \end{aligned}$$

$$56 \blacktriangleright \beta = +45^\circ - (18.434^\circ + 8.133^\circ) = 18.433^\circ > 18^\circ$$

Capítulo Cuarto

Fundamentos de La Geometría Mexicana

La pretensión de abordar el análisis de monumentos prehispánicos con la intención de deducir procedimientos, métodos, sistemas de diseño y trazo geométrico, sustento de una posible cultura de altas matemáticas, encuentra de entrada tres problemas importantes: el problema de determinación de la unidad en los sistemas de medidas mexicas, el problema de dimensionamiento riguroso de los monumentos elegidos para el análisis y el problema de los instrumentos u objetos utilizados para el trazo del diseño geométrico.

El Problema de las Unidades de Medida Prehispánicas.

Esporádicamente en este siglo expertos contemporáneos de diversas disciplinas lamentan la ausencia de datos, en las crónicas sobre las culturas vernáculas del Nuevo Mundo, "las fuentes del siglo XVI", sobre las unidades de medida de distancia, superficie, volumen, peso y de una posible unidad angular. Se funda esta lamentación de falta de información en la abundante, aunque discrepante referencia a los sistemas prehispánicos para el cómputo del tiempo y, eventualmente, respetables eruditos han abordado el problema de deducción de tales unidades de medida en base a exiguos datos y elucubraciones analíticas de las obras que mejor se han conservado. Con criterios modernos, emanados de la trayectoria cultural grecorromana, se emprende la búsqueda del probable "metro" que sirviera de módulo de diseño a los constructores y artesanos de los pueblos de Mesoamérica.

No hemos aprendido a observar desprejuiciadamente las expresiones culturales de los pueblos prehispánicos de América. Creemos lógico nuestro sistema de medidas. Nos parece natural tener una vara de platino e iridio, depositada en buen resguardo en país neutral, para que sirva de patrón mundial de medida de longitud. Consideramos sensato cargar al cinturón una caja metálica con una cinta de longitud similar a la de una copia

nacional de patrón-metro con la cual dimensionamos nuestro entorno y pretendemos encontrar algún vestigio que demuestre que los pueblos prehispánicos eran tan desarrollados y cuerdos como a nuestra cultura suponemos, y mediam la realidad como nosotros lo hacemos.

Olvidamos la crítica a nuestra unidad de medida que ha modificado su fundamento y definición. Al principio **el metro** pretendió ser "la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre... que pasaba por París"; hoy **el metro** es igual a 1.650.763,73 veces la longitud de onda en el vacío de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles 2pro y 5ds del átomo de criptón 86" (sic)⁹⁷.

Con esta misma lógica nos maravillamos del sistema de cómputo del tiempo entre los mayas y aztecas, del cual encontramos abundantes referencias en **las fuentes** no exentas de contradicciones e incongruencias. Y todo porque su calendario es semejante al nuestro gregoriano.

En nuestro sistema de cómputo del tiempo, hemos creado unidades referidas a los movimientos aparentes del Sol y la Luna, como el segundo (unidad fundamental), la hora, el día, la semana, el mes, el año, el siglo y la era.

Para ilustrarnos con nuestra lógica, veamos las definiciones de estas unidades de tiempo:

Segundo es "la 1/31.556 parte de la longitud del año trópico estacional de 1900".⁹⁸

Hora es "cada una de las 24 partes en que se divide el día solar..." Se compone de 3,600 segundos.

Día es "el tiempo que la Tierra emplea en dar una vuelta alrededor de su eje, o que aparentemente emplea el sol en dar la vuelta alrededor de la Tierra..."; "Tiempo comprendido entre dos pasos sucesivos del sol por el meridiano superior..."

Semana: está compuesta de 7 días.

Mes es un tiempo variable compuesto de 28, 29, 30 o 31 días; "...procede de las lunaciones de la antigüedad..." El mes sinódico es el "periodo en que la Luna cubre todas sus fases: 29.5306 días solares medios (ó 29d 12h 44m 03s)."

Año es el tiempo que coincide de modo aproximado con la traslación de la Tierra alrededor del Sol..." El año trópico consta de 365.2422435 días solares medios. En nuestro calendario gregoriano el año principia en un día arbitrario designado, 1º del mes de enero, y dura 365 días, intercalando uno de 366 días en los años múltiplos de 4, exceptuando aquellos múltiplos de 100 y no múltiplos de 400.

⁹⁷ Enciclopedia Hispánica. Encyclopaedia Britannica Publishers. Inc. 1991-1992.

⁹⁸ *Ibidem*

El siglo consta de 100 años: 24 de 366 días y 76 de 365, con una excepción.

La Era Cristiana, para el cómputo del Calendario Gregoriano, comenzó a contar a partir de una supuesta fecha del nacimiento de J. C., ocurrida hacia el 753 de la fundación de Roma, pero que posiblemente ocurrió cuatro años antes, en un día imposible de deducir.

Cuando Colón tropezó con el imprevisible continente americano, cuando Cortés emprendió la conquista de México y durante las seis primeras décadas del virreinato de la Nueva España, período en que la mayoría de los etnólogos cristianos emprendieron los estudios calendáricos de las culturas mesoamericanas, el Calendario Juliano acumulaba más de 10 días de error. Esta situación se corrigió el año de 1582, para que el equinoccio de primavera coincidiera con el 21 de marzo.

Entre este caos calendárico los cronistas del siglo XVI reportaron unidades cronométricas prehispánicas parecidas a la hora (partes del día), semana (de 13 días) mes (de 20 días), años (*tonalpohualli*, de 260 días, y *Xiuhpohualli* de 365), ciclos de 4 años y de 13 (*tlalpilli*) en el medio siglo de 52 años (*Xiuhmolpilli*) y el siglo propiamente de 104 años (llamado "envejecimiento" por Humboldt). Finalmente las 4 edades o "soles".

Estas asombrosas semejanzas cronológicas de los antiguos mexicanos con las nuestras, que maravillaron a los etnólogos de ese siglo, tropezaron con inexplicables discordancias, como la dualidad de "años" o la imprecisión en la fecha de inicio del *Xiuhpohualli*, como unidad de medición del transcurso del tiempo. Los cronistas del Siglo XVI que se ocuparon del asunto, no supieron reportar con precisión este dato fundamental; unos supusieron que iniciaba al principio de marzo, otros en febrero y D. Antonio de León y Gama, que lo calculó, aseguró que el año nuevo prehispánico ocurría en día variable, entre los últimos de diciembre o primeros de enero. La fecha y momento para la ceremonia del Fuego Nuevo, tampoco fue dada con exactitud

Con la soberbia de quien considera que su propio sistema es el mejor y más racional, los frailes etnólogos preguntaron a los indios sabios el inicio calendárico que señalara el momento preciso del principio del día, del mes, del año y del siglo azteca, como en nuestra ilógica calendárica que perdura hasta nuestros días.

¿Cuándo da comienzo el Año Nuevo entre nosotros? A las 0 horas del 1º de enero que marca el calendario y que las campanas del templo señalan con repiques festivos y cuando en la televisión cuentan: "10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1...¡ya!" Entonces añadimos otro año de 365 o 366 días a la Era Cristiana, la cual dio comienzo en un momento arbitrario sin referencia con el nacimiento de Jesucristo. ni con el Sol o la Luna ni acontecimiento relevante.

Pero planteemos el problema: ¿En qué momento daba comienzo un Nuevo Año en el cómputo calendárico mexica? Como ningún antiguo mexicano vive para respondernos, Perogrullo nos podría responder: ¡Cuando termina el Año Viejo!

No se requieren almanaques o relojes o que alguien nos indique que el acontecimiento ha ocurrido. Lo que se requiere es observación atenta de la naturaleza y buen juicio para apreciarlo: es el momento en que un ciclo del recorrido aparente del Sol en torno a la Tierra se ha completado y da comienzo un ciclo nuevo. Extraordinarios observadores de la naturaleza y los astros, los pueblos prehispánicos de Mesoamérica sabían distinguir el instante en que el Sol arribaba a su punto equinoccial de primavera en la elíptica; ¿ese podría ser el momento exacto para indicar el fin y el principio del ciclo temporal básico!

Indudablemente los sabios mexicas observaban que ese ciclo anual, o *xiuhpohualli* comprendía 365 días (o periodo, por ejemplo, que transcurre entre dos pasos sucesivos del Sol por el meridiano) pero había un sobrante (de 0.242243 de día). Por lo mismo, el nuevo ciclo podía iniciar en 4 distintas etapas del día. Observaban que al cabo de 4 *xiuhpohualli* el sol parecía completar otro tipo de ciclo de $4 \times 365 + 1$, o sea: 1461 días; pero no era exacto, había un faltante (de 0.031028 de un día). Observaban que tras 13 periodos de 4 ciclos de 4 años más 1 día, el Sol acumulaba un retraso aparente de casi la mitad de un día (0.403364): era el *xiuhmolpilli*, digno de conmemorarse con una ceremonia importante. Y observaban que tras dos ciclos de 52 "años" o *xiuhmolpilli* el retraso del sol era casi de un día y lo llamaban *cehuetiliztli*. En esos 26 periodos de 4 ciclos de 4 años más 1 día (104 años) el Sol parecía volver a su origen equinoccial con un día de retraso, ... pero había un sobrante de 0.193272 de un día. Sabían que en 5 etapas de 26 periodos de 4 ciclos de 4 años más 1 día (5 *cehuetiliztli*) la diferencia desaparecía añadiendo en su cronología un día. El Sol alcanzaba finalmente su punto de origen del recorrido, ... aunque no con exactitud: ¡faltaría 0.03364 de un día! diferencia que se eliminaba tras 31 recorridos de 5 etapas de 26 periodos de 4 ciclos de 4 años más 1 día (16,120 años) Pero no con exactitud; ¡porque habría un mínimo sobrante de una partícula de día!

Así sabrían los sabios del pueblo mexica, con abrumadora evidencia, que el ritmo de la naturaleza contenía su propia métrica a la que el ser humano no podía sustraerse.

En el fraccionamiento de la unidad temporal o *xiuhmolpilli* ocurría también similar fenómeno de división imperfecta. Un "año" quedaba integrado por 73 partículas de 5 "días" y un sobrante de 0.2422453 de día, los cuales se designarían, por su propia peculiaridad como *nemontemi*: sobrantes, vacuos.

Por este elemental análisis, llegamos a comprender que en los antiguos mexicanos había una disposición para el aprovechamiento pleno de los recursos personales y de la naturaleza, mediante un profundo conocimiento de sus potencias y recursos y los límites humanos.

Para ese aprovechamiento importaba el cálculo de las fracciones sobrantes o faltantes, *nemontemi*, tanto en el cómputo del tiempo como para las unidades de distancia, superficie, espacio y peso.

Similar criterio debe seguirse para deducir la unidad prehispánica de distancia, superficie y volumen.

Por los reportes y crónicas existentes en "las fuentes" y las deducciones de Caso, Orozco y Berra, el ingeniero Almaraz y Guillermin Tarayre, infero (palabra muy usada para mostrar seria erudición) que los mexicas, cuando menos, no necesitaban de un módulo estandar o patrón como en nuestro sistema de medidas utilizamos para las longitudes y distancias.

La unidad, en el mundo prehispánico, pudo ser semejante al concepto de **mónada** de los griegos. La unidad era lo Uno: La Totalidad.

Alfonso Caso, al medir los monumentos de Tizoc y del Sol, se percató que había una voluntad de aprovechamiento pleno de las piedras que sirvieron para su diseño. y elaboración. Si observamos el otro monumento estudiado en esta tesis, la Piedra de Moctezuma, nos percatamos también de esa intención de aprovechamiento máximo del monolito natural. Es decir, en las tres Piedras esculpidas, la unidad de longitud es particular al diámetro máximo de la circunferencia, susceptible de trazar. La unidad de superficie parece ser el máximo círculo y la unidad de volumen el máximo cilindro con superficie labrable posible de extraer de cada una de las piedras elegidas.

La unidad es obtenida; no es impuesta.

En relación con nuestro sistema métrico, **la unidad** en la Piedra del Sol, equivale a 356 cms. del diámetro mayor; **la unidad** en la Piedra de Tizoc, equivale a 264 cms., y **la unidad** en la Piedra de Moctezuma a 222.5 cms.

De la idea de unidad, **mónada**, derivan los conceptos fundamentales de la Geometría: **diáda** (señalada por la línea que da simetría a la unidad: diámetro, diagonal), **triáda** (representada por el triángulo equilátero), la **tétrada** (del cuadrado, que reúne la simetría, el paralelismo y la perpendicularidad) y la **péntada**, con su riqueza de posibilidades, enigmático sustento y esotérico procedimiento de trazo.

En las tres Piedras mexicas estudiadas geoméricamente, el trazo básico de diseño sigue una rigurosa construcción interrelacionando estos conceptos básicos. La progresión del diseño produce un segundo nivel de la geometría mexicana que contiene fraccionamientos de la unidad hasta en 10 partes, (con los múltiplos poligonales del triángulo, cuadrado y pentágono), y la aparición del heptágono, que en geometría abre la serie de polígonos de número primo de lados imposibles de construir a la perfección con los recursos de la regla y el compás.

A su vez el desdoblamiento de estos diez conceptos deriva al nivel complementario de fraccionamiento de la unidad, en donde la serie de polígonos de número primo de lados (11, 13, 17 y 19) pone a prueba los métodos de construcción implementados por la Geometría euclidiana.

En la matemática prehispánica de Mesoamérica estos 20 conceptos constituyen el fundamento en una estructura posicional, de sistema vigesimal, que en la Geometría Mexicana alcanzan un sustento excepcional para un posible desarrollo científico y técnico.

El problema del dimensionamiento de las 3 piedras.

Quienes han abordado el análisis geométrico de la Piedra del Sol, el doctor Carlos Chanfón Olmos y el matemático Oliverio Sánchez, han reconocido que existe la necesidad de una medición rigurosa del monumento mexicana, para confirmar los trazos deducidos y continuar con el análisis de su diseño geométrico. La naturaleza misma de los estudios lo exigen para no caer en el terreno de la especulación o de las apreciaciones infundadas.

A lo largo de poco más de 200 años, se han efectuado diversas mediciones de la Piedra del Sol, excelentes tomas fotográficas y numerosos dibujos, los cuales, paradójicamente, contribuyen con sus discrepancias a eliminar la confiabilidad para un trabajo que exige exactitud. Sobre su diámetro, por ejemplo, León y Gama da una longitud de 3 varas castellanas, una pulgada y cuatro y media líneas, Humboldt reporta 3.40 m., Orozco y Berra la mide y anota 3.56 m., y Alfonso Caso da un diámetro de 3.58 m., pero encuentra una diferencia entre sus diámetros diagonales de hasta 2 cms. Las fotografías disponibles muestran un escorzo en sus tomas que distorsionan el disco. Los dibujos, algunos excelentes, han sido elaborados para ilustrar las explicaciones calendáricas y también contienen discrepancias en la proporción geométrica de las partes.

A lo anterior hay que añadir la manufactura del labrado, probablemente efectuado con herramienta lítica o por algún procedimiento de desgaste fino aún no comprobado, que produce irregularidades escultóricas.

Sin confiar en los dimensionamientos obtenidos, por mi parte, subrepticamente y rústicamente, con flexómetro, obtuve unas medidas básicas de las Piedras de Moctezuma y Tizoc que están al alcance en el Museo y obtuve fotografías y dibujos para verter los datos conseguidos. Con la Piedra del Sol el problema de elaborar un dibujo confiable a escala u obtener una buena fotografía sin distorsión, se volvió casi insuperable. No existe un levantamiento fotogramétrico a disposición. Afortunadamente, en una primera exposición de los objetivos de un estudio geométrico, las autoridades del Museo me permitieron moverme dentro de la Sala del Museo para verificar algunas dimensiones y espesores de figuras al alcance en la Piedra del Sol.

De acuerdo a estos datos obtenidos en sitio y en base a las medidas reportadas en diversas épocas, elaboré los dibujos para proseguir la aproximación a la geometría del pueblo mexicana según el método implementado por el matemático Oliverio Sánchez. Deduje los procedimientos de trazo de los polígonos inscritos y circunscritos a circunferencias, división, trisección y pentasección de ángulos específicos, explícitamente labrados en las tres piedras y abordé el problema de la Cuadratura del Círculo. El resultado sintéticamente fue publicado en la *Revista México Desconocido* con el título "Primera Visión de la Geometría Mexicana".

Tiempo después que este trabajo fue entregado a la Revista, presenté a la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura como tema de tesis de graduación "Visión de la Geometría Mexica" el cual me fue aceptado.⁹⁹

Dentro del desarrollo de la tesis y con el invaluable respaldo de la UNAM solicité a la dirección del Museo Nacional de Antropología la oportunidad de efectuar mediciones exhaustivas de las 3 Piedras motivo de esta tesis, la cual amablemente me fue concedida. Inclusive, recibí algunos implementos y herramientas de la Jefatura de mantenimiento del Museo, para facilitar la medición. Los trabajos se efectuaron el lunes 8 de mayo, desde las 9 de la mañana, hasta las 4 de la tarde. El objetivo fue el de tomar medidas sobre líneas de coordenadas y diagonales indicando las cotas de las diversas circunferencias concéntricas de los diseños, dimensiones de figuras específicas y de los cantos y, especialmente, referencias para el cálculo en taller de ángulos importantes y relaciones relevantes entre puntos específicos del diseño.

Con estos datos elaboré dibujos a escala 1:5 con suficiente confiabilidad para la verificación de las hipótesis geométricas. Preferí el entintado a pulso más acorde al trazo escultórico de los monumentos.

Las dimensiones calculadas las efectué mediante computadora de 10 dígitos. Los trazos comprobatorios del diseño calculado los realicé con regla y compás.

Esta exigencia de precisión fue premisa fundamental para evitar en lo posible caer en el terreno de las especulaciones, de lo ilusorio o imaginado, en el propósito perseguido.

Es conveniente insistir que el procedimiento de labrado o desgaste de las piedras para obtener la minuciosidad del detalle, no ha sido aclarado. Por otra, son evidentes los daños que han sufrido los 3 monumentos por el transcurso del tiempo y los avatares históricos en que se han visto envueltos, lo que explica en parte las variaciones en los dimensionamientos que han sido tomados en diversas épocas.

El problema del instrumental mexica para el diseño geométrico.

No debe existir duda alguna sobre las herramientas para el trazo y diseño de los tres monumentos: la regla y el compás.

Entendemos por **regla** el objeto rígido, largo, ancho y generalmente poco grueso que se utiliza para trazar líneas rectas. **Compás** es el instrumento con dos extremos aguzados, ajustables en su separación, que se usa para trazar circunferencias, arcos de círculo o para transportar medidas.

⁹⁹ Revista México Desconocido. Primera Visión de la Geometría Mexica. N° 29. Año XIX. Mayo de 1995.

La abundante presencia de conjuntos de circunferencias concéntricas, y multitud de pequeños aros y círculos con igual diámetro, evidencian el uso del **compás**. Innumerables líneas con presencia virtual en el diseño uniendo puntos próximos o distantes, y trazos rectos explícitos, son clara señal del uso magistral de la **regla**.

En consecuencia, podemos hablar de la existencia prehispánica de una Geometría Mexica equiparable a la Geometría Euclidiana de nuestra cultura occidental.

Todos los procedimientos deducidos para la construcción de figuras geométricas en base a los trazos del diseño de los tres monumentos mexicas, se obtienen con sólo los recursos de regla (blanca: sin módulos, ni escalas, ni medidas) y el compás

Similitud en el diseño geométrico de los tres monumentos.

Existe un parentesco de las tres piedras que resulta manifiesto al primer análisis.

A.- División del círculo en sectores equiángulos que permite la construcción de polígonos equiláteros

- Ejes coordenados. Indicados preponderantemente por un mismo señalamiento compuesto de cuatro *puntas de flechas* caracterizadas por una forma triangular con arranque de *volutas*.
- Diagonales que dividen al círculo en 8 sectores equiángulos, indicados por cuatro *rayos* o figuras triangulares.
- División del círculo en 32 sectores equiángulos indicados por diez y seis *argollas* o semiargollas intermedias a las anteriores figuras.

B.- Conjunto de circunferencias que constituyen coronas circulares concéntricas, con un núcleo central.

C.- Canto con 3 bandas labradas modularmente a toda la circunferencia

Existe la posibilidad de que la Piedra del Sol sea un monumento inconcluso cuyo canto sería de similar composición que el de las otras dos piedras: franjas superior, principal e inferior. En esta posibilidad, el labrado se interrumpió con la franja superior.

D.- Interrelación entre los polígonos regulares con las circunferencias de las Coronas Concéntricas en la cara principal y con el canto.

DIMENSIONAMIENTOS

Para la finalidad de análisis geométrico se describen los componentes del diseño de las tres Piedras, siguiendo algunas de las denominaciones que el tiempo ha vuelto populares. Las medidas elegidas para la comprobación del diseño son los promedios de aquellas diversas (ortogonales y diagonales) tomadas en sitio.

Las calculadas corresponden a las deducidas en taller. Las dimensiones angulares reportadas son aquellas que sensiblemente corresponden a una intención detectada en el diseño.

La Piedra de Moctezuma

Es la mejor conservada y su extracción reciente permite apreciar con pocos daños su magistral manufactura. Paradójicamente es el monumento que mayores irregularidades de diseño manifiesta:

- El núcleo tiene una excentricidad evidente.
- El diámetro tiene una diferencia de hasta 5 centímetros entre sus dimensiones ortogonales respecto a las diagonales.
- La corona exterior refleja la diferencia de diámetros con variaciones en las bandas circulares de hasta 3 centímetros.
- Las aberturas angulares de las "puntas de flecha" y de "rayos" no están claramente definidas.
- La intención de aprovechamiento máximo del monolito natural se refleja en irregularidades de las superficies labradas, especialmente una gran abolladura de 8 centímetros en el perímetro principal. En la altura total llega la diferencia hasta de 4 centímetros.
- Las franjas del canto no son de ancho parejo.

- Los cuadretes de las bandas superior e inferior (59 y 57) no tienen igual longitud por lo que no corresponden en número exacto a sectores perimetrales iguales.

Para la deducción de la composición geométrica se eligen medidas promedio y ángulos cuya intención de diseño es apreciable.

Se compone de 10 bandas circulares concéntricas en 3 coronas mas 1 aro y núcleo. El canto contiene tres franjas.

	CORONAS		BANDAS CIRCULARES	MEDIDAS EN SITIO	MEDIDAS CALCULADAS
I	Corona exterior	1	Periférica	111.25	109.6015511
		2	de 8 sectores de pequeñas grapas	100.65	100.2573764
		3	de 16 argollas	98.55	98.8913939
		4	Aro de 65 grapas	86.025	87.52552104
II	Aro con volutas	5	Lisa	76.40	77.5
III	Corona intermedia	6	de separación	64.75	65.19714879
		7	Aro de 24 argollas	57.85	56.46238711
		8	de separación	46.85	44.74464586
IV	Aro de puntos	9	Aro de 15 puntos	39.75	38.75
		10	cinta periférica al núcleo	28.25	27.40038777
V	Núcleo	11	rostro	22.20	22.16737936
	Ángulos	α	ángulo de puntas de flecha		30.94084046°
		β	ángulo interior de puntas de flecha		10.33775117°
		ω	ángulo auxiliar		27.79125138°
VI	Canto	a	franja superior	12.6	
		b	franja intermedia	41.2	
		c	franja inferior	10.3	

LAMINA XI

Piedra de Tizoc

La maestría del labrado y el trazo son muy superiores a los de su antecesora. El diseño geométrico deducido es diferente a la de la Piedra de Moctezuma. Los daños infringidos al monumento por la acción voluntaria del hombre, como por la acción del tiempo, son de consideración. Las irregularidades de manufactura geométrica son menores que en la de Moctezuma, pero evidentes.

- Excentricidad perimetral.
- Ancho variable de la corona exterior debida a lo anterior.
- Abertura angular de "rayos" y "puntas de flecha" con variaciones sustanciales.

Se aprecia una evolución en el diseño geométrico, un mayor rigor en el trazo y un avance notable en la ejecución, acaso producto de una dedicación científica a lo largo de 20 años.

El diseño se compone de 13 bandas circulares concéntricas al núcleo, en 3 coronas y dos aros.

	CORONAS		BANDAS CIRCULARES	MEDIDAS EN SITIO	MEDIDAS CALCULADAS
I	Corona exterior	1	de 8 argollas	132.0	132.0
		2	de sectores de grapas	119.5	
		3	de argollas y recuadros	106.00	106.2278629
		4	de 80 grapas	95.5	95.60255074
II	Corona intermedia	5	Aro de 48 recuadros	88.1	88.32524004
		6	de 48 puntos	76.4	76.4919016
		7	Cinta de separación	68.8	69.06503592
		8	de 40 puntos	65.0	66.0
		9	Cinta de separación	56.1	56.54507688
III	Corona interior	10	Aro liso	53.4	53.39512163
		11	Aro de 16 argollas	43.1	43.36904448
IV	Núcleo	12	Cinta periférica al núcleo	30.9	30.66654548
		13	Oquedad	21.6	21.68452224
	Angulos		Angulos puntas de flecha		26.86766950°
V	Canto	14	Franja superior	17.4	
		15	Franja intermedia	53.4	
		16	Franja inferior	18.5	

LAMINA XII

Piedra del Sol

La maestría del diseño, del trazo y del labrado, la convierten en excepcional monumento de la Geometría mundial.

Como en la Piedra de Tizoc, las huellas de agresiones irreflexivas y del transcurso del tiempo son mucho más notorias que en la Piedra de Moctezuma recientemente hallada. Afortunadamente, las lesiones no consiguen deteriorar la perfección de su manufactura ni la voluntad de construir un monumento que contuviera las conquistas culturales alcanzadas por un pueblo consciente de que su tiempo, según los presagios, está por concluir.

Los sobrantes de la piedra y el canto labrado con una sola franja, permiten suponer que el monumento estaba en proceso de construcción cuando sobrevino la catástrofe y los ejércitos españoles invadieron el territorio mesoamericano, dejando su huella de desolación, muerte y esclavitud. El glifo *13-caña* puede referirse al año 1523 por llegar y no al pretérito

1471 que le asignan los eruditos. En la realidad, los cuentos de masacres perpetradas sobre ella se repiten para cautivar al turismo ingenuo sin sustento racional.

La evolución del diseño geométrico, la perfección del trazo y la maestría de su ejecución, relacionadas con sus antecesoras de Moctezuma, Tizoc y 20 monumentos más, sólo pudieron ser producto de un esfuerzo metódico, una organización social que permitía la inversión de talentos en búsquedas culturales y un transcurso de tiempo suficiente. Cuatro décadas la separarían de la Piedra de Tizoc. Los logros de la conquista en el campo de la Geometría que contiene la Piedra del Sol, evidencian que este lapso fue eficientemente aprovechado por la élite cultural del pueblo mexicana.

No hay crónica del Siglo XVI que explícitamente se refiera a éste *temalácatl* de *Tonatinh*. Durán, entre los increíbles relatos que dio en su Historia, dejó un vago dato sobre una piedra redonda que vio "mucho tiempo en la Plaza Grande, junto a la acequia, donde cotidianamente se hace un mercado..." "Es decir, por el sitio donde fue hallada la Piedra del Sol. Empero, no la describe como lo hace con la de Tizoc a pesar del tamaño, aspecto y manufactura. Es posible que los propios sabios mexicas ante la llegada de los españoles decretaran su ocultamiento mientras pasaba la calamidad que vomitó el mar.

A pesar de la perfección de su diseño geométrico en un examen riguroso se aprecian irregularidades y mínimas inexactitudes en el trazo y labrado.

- Existe una diferencia de casi 2 cms. entre radios de ejes ortogonales de la circunferencia total. En 1928 Alfonso Caso apreció esta diferencia.
- Las 4 series de 10 cuadretes con 5 puntos del **Aro de 56 recuadros** no están exactamente dimensionados: en los sectores izquierdos se desplazan apreciablemente hasta quedar notoriamente ocultas en parte por las volutas de arranque de las "puntas de flecha" de ese lado.

Don Antonio de León y Gama supuso que tras cada "flecha" habían 3 recuadros, los cuales con los cuatro sectores visibles de 10 recuadros con 5 puntos en cada uno, dedujo que el número de puntos correspondían a los días del *tonalpohualli*: 260 días.

Otros estudiosos midieron también y, sin apreciar las diferencias derivadas de la inexactitud del trazo, consideraron que tras las volutas de arranque de las "puntas de flecha" habían 3 1/2 recuadros, con lo que la cuenta del *tonalpohualli* se descompuso.

En este estudio se indica esa diferencia en el dimensionamiento de los recuadros como una inexactitud de trazo. La intención que se percibe es que tras cada arranque de "punta de flecha" debían existir 4 recuadros ocultos.

- Mínimas diferencias en la simetría del diseño sin significado geométrico: En las colas de las *xiuhcoatl*, la de la izquierda remata con 6 puntos y 12 barras y la de la derecha con 6 puntos y 13 barras; tras la cauda izquierda de la *xiuhcoatl*, junto a la clave *13-caña*, hay 4 barritas con la misma inclinación que las 4 barritas de la cauda derecha y no en simetría como todas las demás.

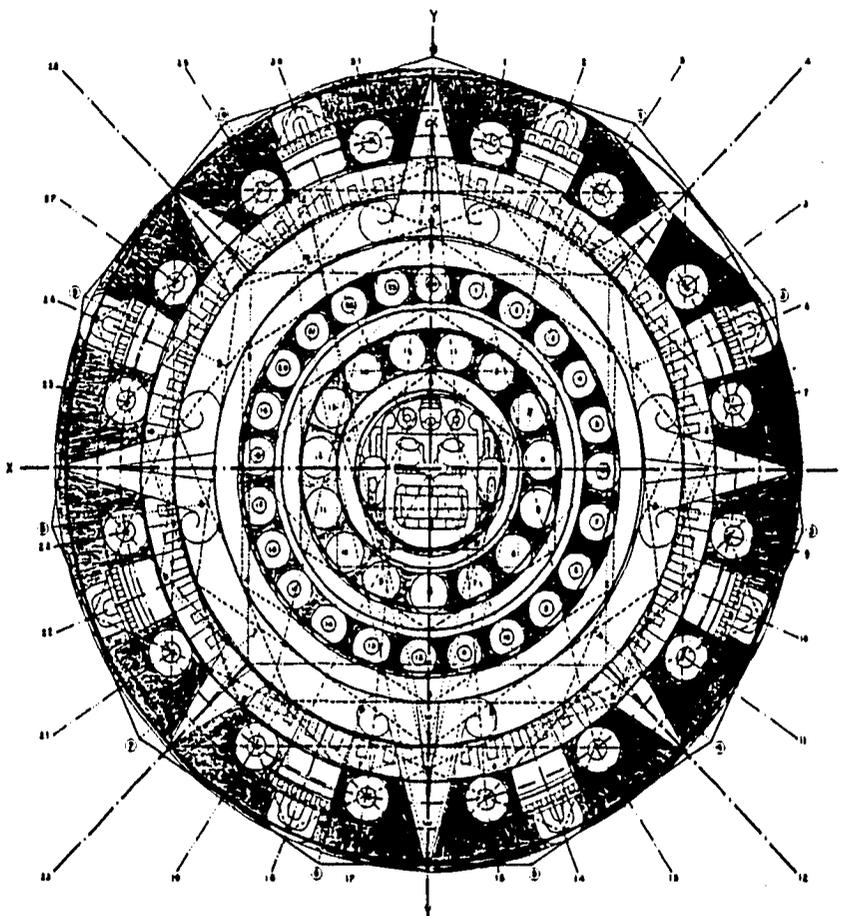
Geoméricamente la Piedra del Sol se compone de 12 bandas circulares, en 3 coronas, una orla perimetral, 2 aros intermedios y núcleo. El canto contiene solo una franja labrada.

Externos al perímetro labrado existen 8 perforaciones en colocación simétrica; 2 de ellas casi han desaparecido por el deterioro.

En los sobrantes de la piedra se aprecian grupos de taladros circulares en cierto orden, a los cuales no encontré relación geométrica con el diseño de la cara principal del monumento. Los llaman "constelaciones".

	CORONAS		BANDAS CIRCULARES Y AROS	MEDIDAS EN SITIO	MEDIDAS CALCULADAS
I	Orla perimetral	1	Barras y puntos	178.5	178.5354049
II	Corona exterior	2	Xiuhcoatl	170.9	171.0
III	Aro de Rayos y Flechas	3	de 8 argollas	145.5	145.4612882
		4	de gotas	132.9	133.0598608
		5	Tres cordones lisos	122.9	123.704657
IV	Corona intermedia	6	Aro de 96 grapas	118.0	117.6806542
		7	Aro de 56 rectadros	111.7	111.3312498
V	Aro de "Los Días"	8	Aro de 20 tableros	99.2	100.1051436
VI	Corona inferior	9	Aro "Ollin"	79.2	78.72308173
		10	Sector de argollas	60.0	
VII	Núcleo	12	Tonatiuh	38.95	38.80046795
	Angulos principales	∞	Puntas de flecha		30.94084046°
		♁	Triángulo de "Ollin"		39.92925748°
		ω	Torres e/rectadros y grapitas		11.25°
VIII	Canto	13	Franja superior	19.5	
		14	Franja intermedia	sin labrar	
		15	Franja inferior	sin labrar	

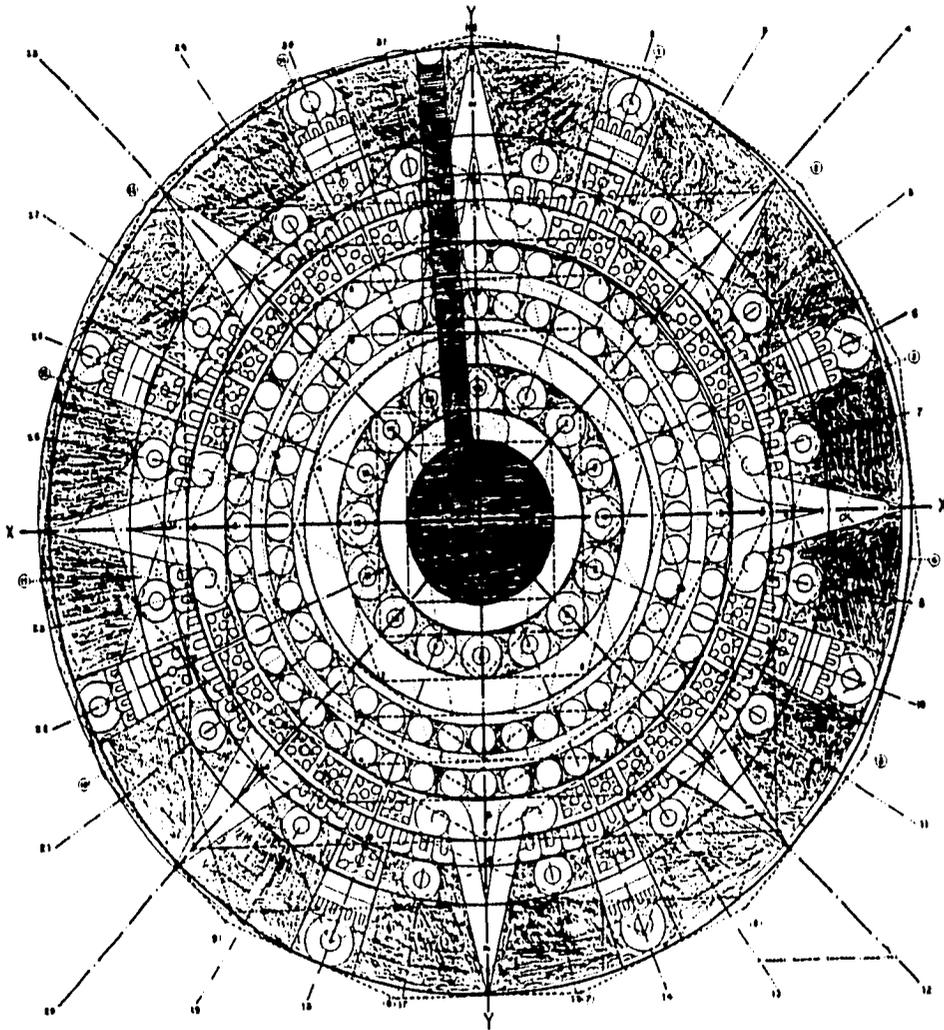
LAMINA XIII



Se midió la Piedra directamente en el Museo y se comprobaron algunos de los trazos deducidos en taller

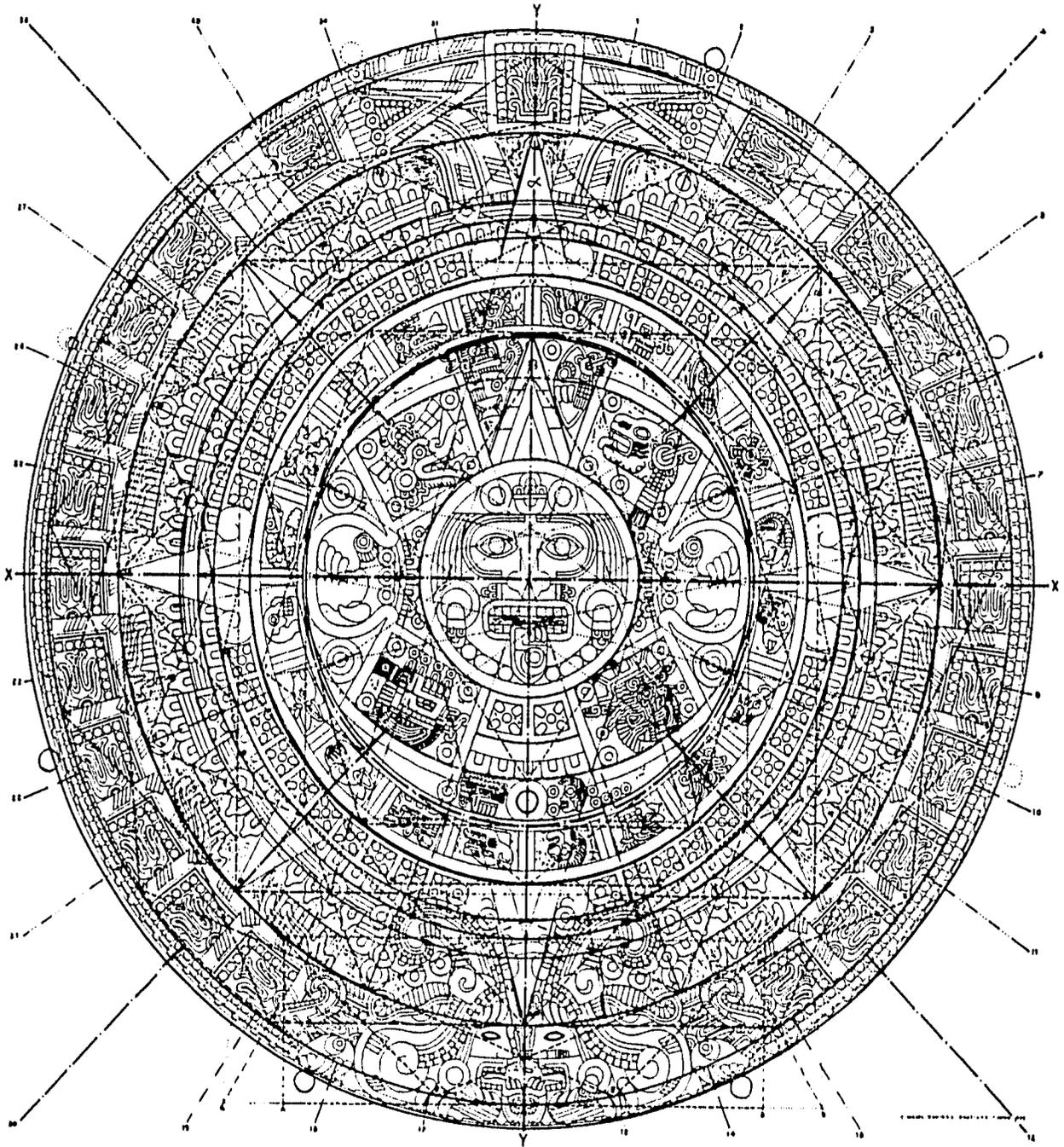
Se encontró una notoria excentricidad del círculo del núcleo sobre las circunferencias concéntricas que forman la composición general. El perímetro de la pieza es de una circunferencia con notables irregularidades, lo que produce diferencias entre diámetros ortogonales y diagonales de hasta 5 cms, con una gran abolladura de origen en el monolito natural.

El **Aro de 24 argollas** contiene un desplazamiento de estas que produce asimetrías en su repartición en los cuadrantes ortogonales



En relación a su antecesora, la Piedra de Moctezuma, se percibe un desarrollo en la perfección del diseño, en el trazo y manufactura de ejecución.

Empero, al medirla directamente en el Museo y comprobar las aberturas angulares y trazos principales del diseño, se detectó una excentricidad de la circunferencia principal; esto produce diferencias notorias en el ancho de la **Corona Exterior** que afecta la dimensión de **rayos, puntas de flecha y torres con bandas, grapas y círculos de remate**. Esta excentricidad es inexplicable para el diseño geométrico y se ignora o corrige en este estudio.



La secuencia de diseños geométricos mexicas en monumentos líticos labrados, alcanza la perfección en la Piedra del Sol.

El desarrollo en el campo de los diseños geométricos, y cálculos matemáticos que implican, se interrumpió abruptamente con la invasión de Mesoamérica por las huestes españolas de Hernán Cortés.

Capítulo Quinto

Evolución del Diseño Geométrico Mexica

Si aceptamos la fechas probables de fabricación de los tres monumentos mexicas (1461 para la Piedra de Moctezuma, 1482 para la de Tizoc y 1521 para la del Sol), sus labrados representan el desarrollo en Geometría del pueblo azteca, a lo largo de 6 décadas, tanto en su concepción como en su manufactura.

Esta evolución se manifiesta en el diseño geométrico y trazo general de las tres piedras.

Trazo General de la Piedra de Moctezuma

Se deducen varias intenciones en el diseño geométrico general:

- La división de la circunferencia en once partes, manifiesta en el labrado del canto, en la franja intermedia con once tableros iguales.
- Un proporcionamiento de las coronas circulares de la cara principal en base al cuadrado para su dimensionamiento general.
- Relación de aberturas angulares de "rayos" y "puntas de flechas" con el trazo de la corona exterior.

LAMINA XIV

Trazo General de la Piedra de Tizoc.

A pesar de la inexactitud del trazo general con excentricidades notorias en algunas circunferencias, el diseño geométrico se deduce por la intención manifiesta.

- División de la circunferencia en quince partes, reflejada en las quince dobles figuras humanas de la franja central del canto.
- Un proporcionamiento de las coronas circulares en base a pentágonos, hexágonos y cuadrados.
- Ausencia explícita de la división equiangular del círculo en tres pares.
- Relación de aberturas angulares de "rayos" y "puntas de flecha" con el trazo general para dimensionamiento del núcleo.

LAMINA XV

Trazo General de la Piedra del Sol.

La perfección del diseño geométrico, del trazo y manufactura, avala la intención geométrica expuesta para las otras dos piedras, cuyas inexactitudes podrían inducir a reserva o la suspicacia.

La maestría del trazo y el ingenio matemático del diseño de la Piedra del Sol para soluciones a problemas complejos de geometría son evidentes. El trazo general es una complicada secuencia de diseños relacionados.

- Proporcionamiento principal en base a dos pentágonos interrelacionados.

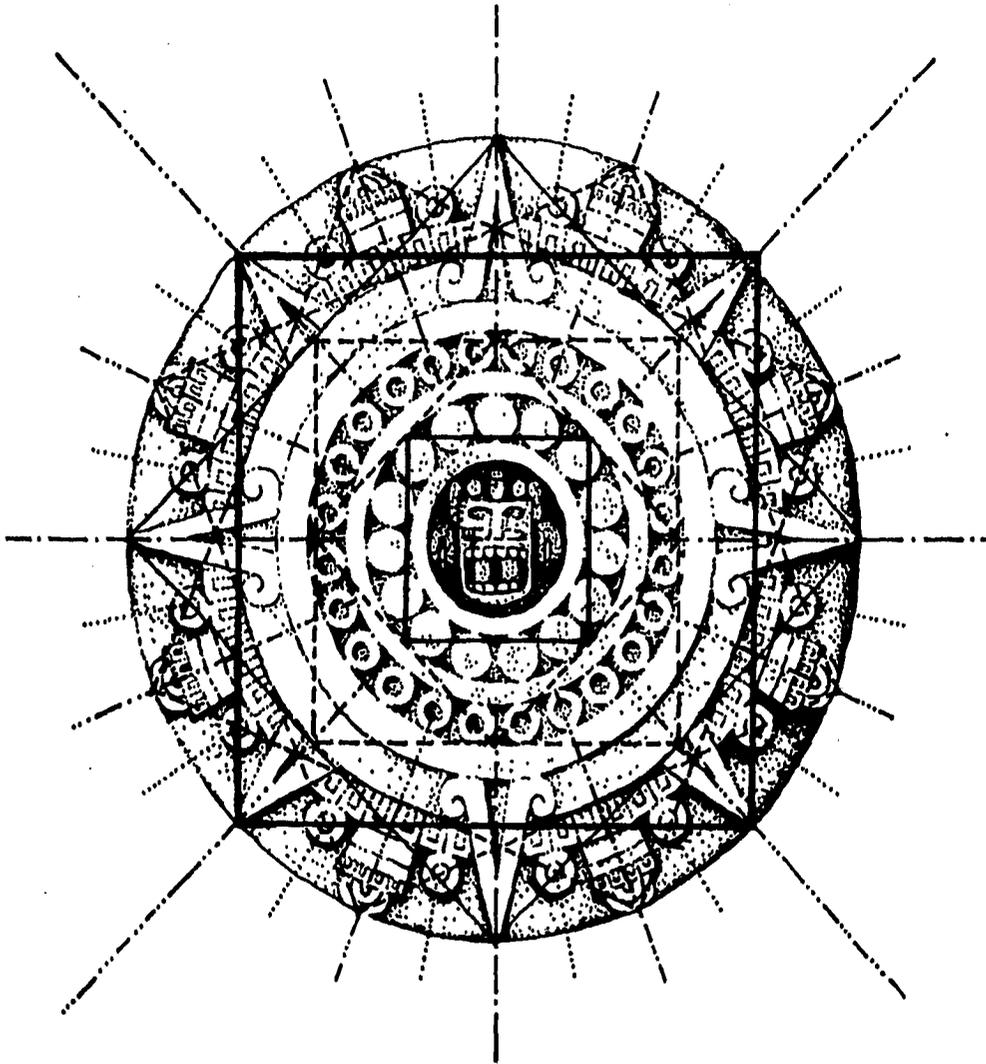
LAMINAS XVI Y XVII

- Proporcionamiento complementario para bandas circulares y aros secundarios mediante cuadrados interrelacionados.
- Proporcionamiento del núcleo por las aberturas angulares de "rayos" y "puntas de flecha".

LAMINA XVIII

- Ingenuosa división del círculo en sesentaicuatroavos por aberturas angulares de las 8 torres de símbolos, que permite trisección de ángulos y subdivisiones de la circunferencia hasta en 384 partes.
- Relación de la cara circular de la piedra con la orla perimetral y el canto labrado en 16 módulos en base al 9, al 12 y al 13.

LAMINA XIX



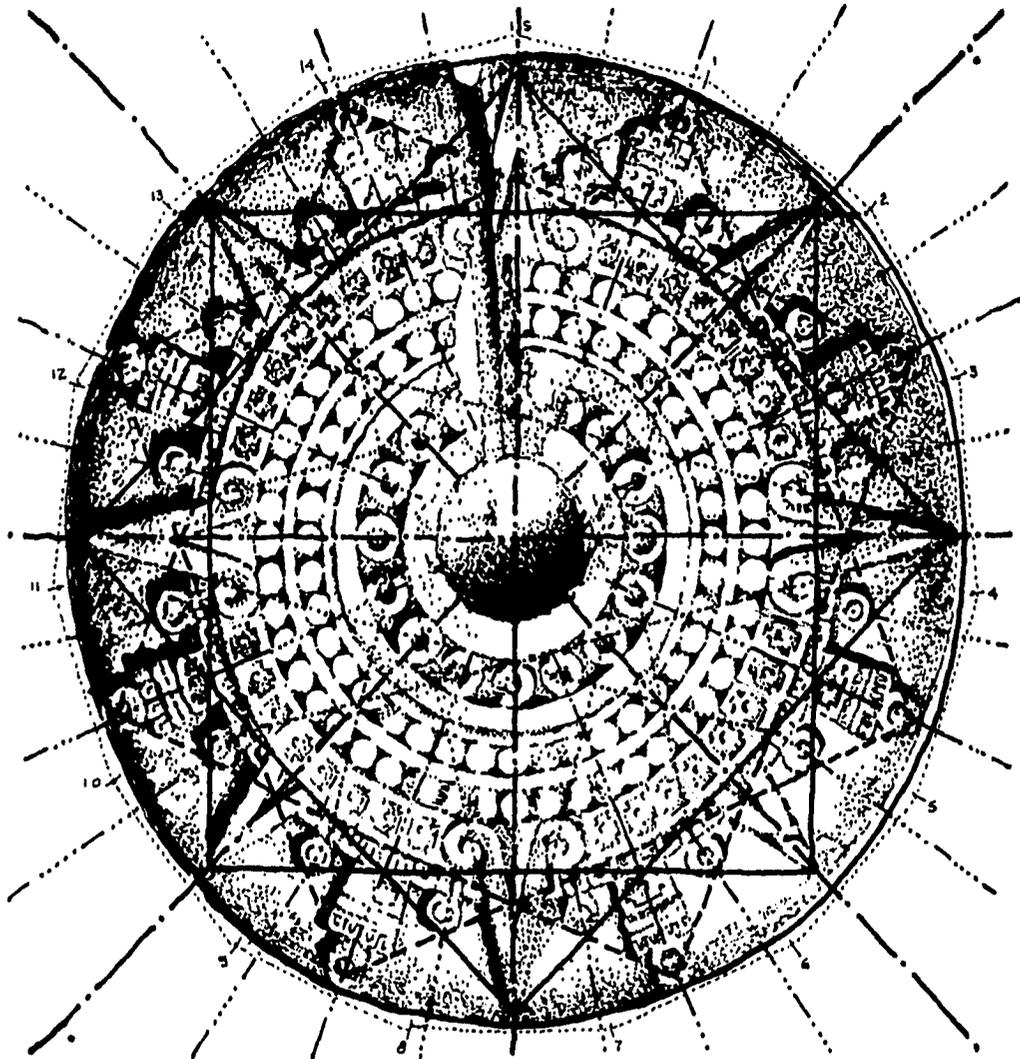
Se toma el círculo máximo capaz de trazarse en la piedra natural como unidad de diseño. La irregularidad perimetral que en este monumento se aprecia, será superada en el trazo y manufactura de otros monolitos geométricos, especialmente en la Piedra del Sol.

Para el dimensionamiento general de las coronas circulares básicas se trazan 4 cuadrados interrelacionados inscritos y circunscritos a las circunferencias que las delimitan.

La división en 32 sectores equiángulos de la Corona Exterior se obtiene mediante la rotación de 4 cuadrados iguales, los que, a la vez, dimensionan los aros concéntricos que contienen secciones de bandas y los centros de las 16 argollas.

Las aberturas de rayos y puntas de flechas las determinan trazos de los vértices (interior y exterior) con los centros de las argollas diametralmente opuestas.

Las dimensiones de las Coronas Intermedia e Interior y del Aro de Volutas se obtienen por trazo de polígonos regulares de 5 y 6 lados, como se iniciará más adelante.



La unidad de diseño es el círculo máximo capaz de trazarse en el monolito natural. Desconcierta la notoria excentricidad de la circunferencia perimetral que contrasta con la maestría del trazo general.

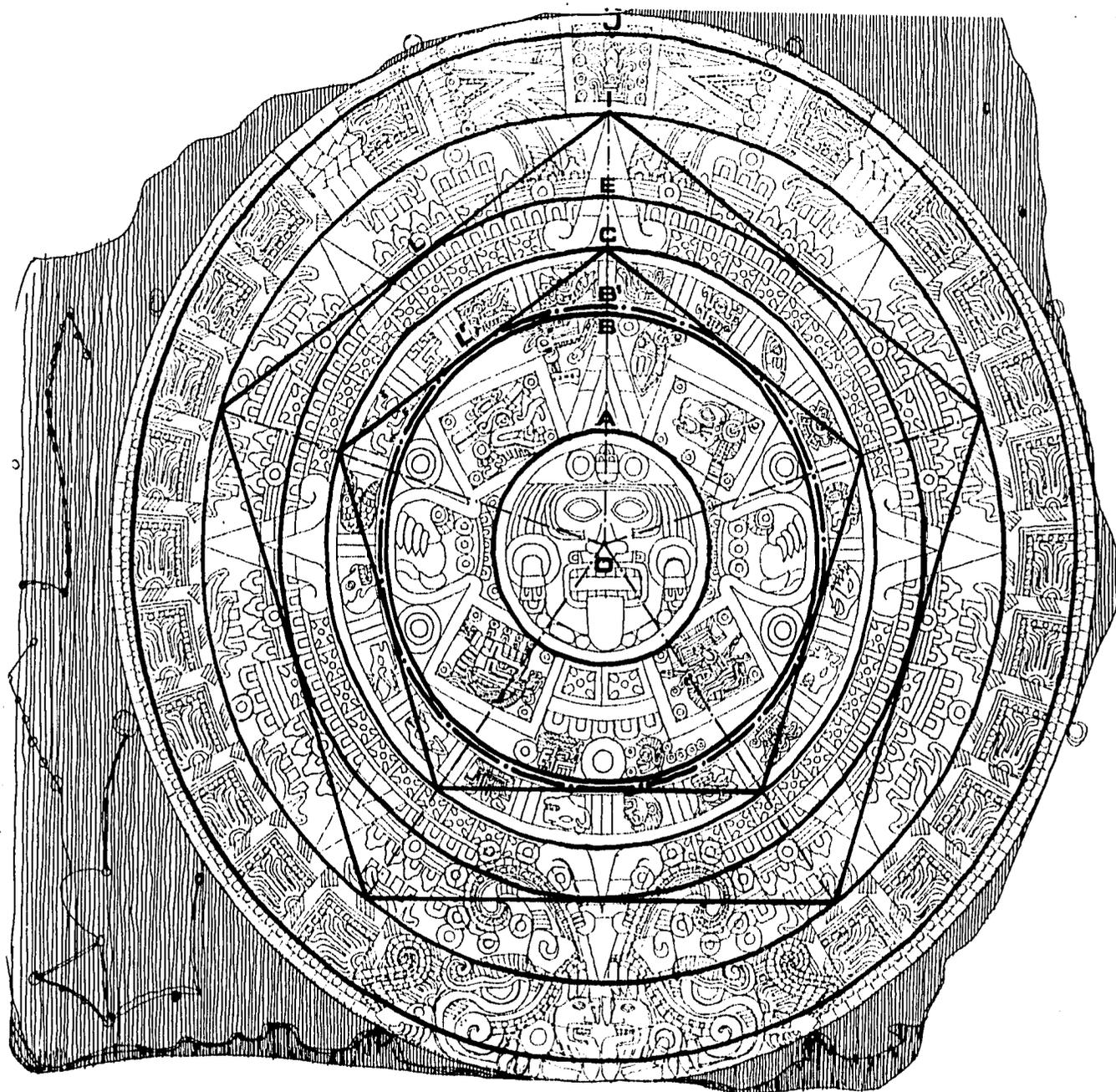
El tema principal del diseño geométrico es un polígono de 15 lados para el labrado de las 15 **dobles figuras humanas** del canto.

La **Corona Exterior** del diseño quedaría dimensionada por la cuerda que une 4 lados del pentacaidecágono regular (96°), construido en base al pentágono y hexágono.

El **núcleo** con su **cinquilla de contorno** se dimensiona por líneas tangentes de los vértices de rayos y puntas de flecha con los puntos de $3/32$ en la circunferencia interior de la **Corona Exterior**.

Los **Aros Concéntricos** que contienen sectores de bandas y dimensionan los arillos de la **Corona Exterior** dividida en 32 partes. Se trazan por las intersecciones de 4 cuadrados regulares.

Los **Aros y Coronas Intermedia e Interior** se dimensionan y dividen mediante hexágonos y pentágonos como se indicará adelante.



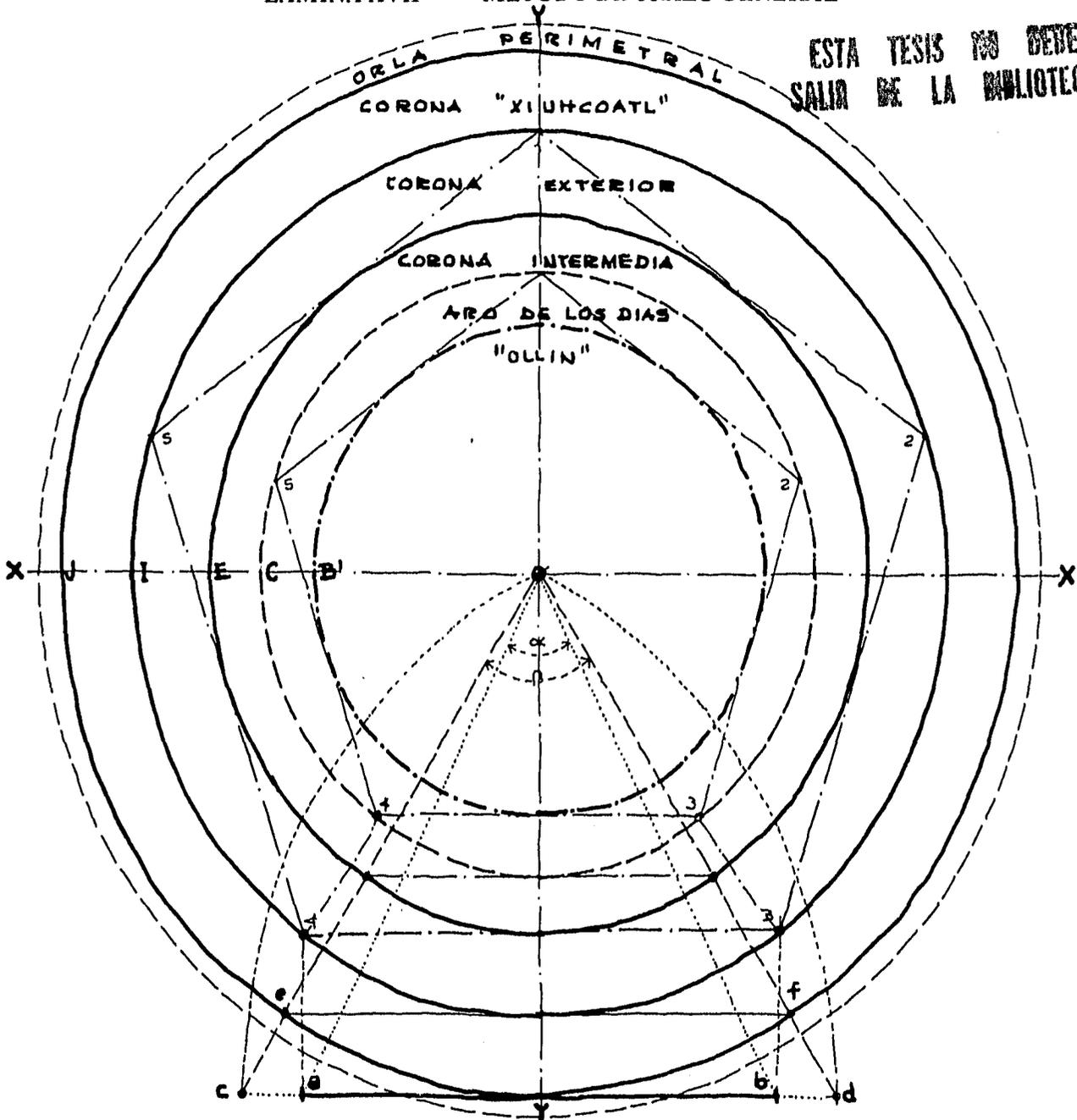
El matemático Oliverio Sánchez dedujo la composición geométrica general en base a dos *pentágonos* interrelacionados. Dimensionan cinco coronas circulares en torno al núcleo *Tonatiuh* y con una orla perimetral de puntos y barras: *Ollin*, *De los días*, *intermedia*, *exterior* y de *Xiuhcoatl*.

La circunferencia exterior (**J**) de la corona *Xiuhcoatl* tiene como radio la dimensión del lado ($OJ=L$) de un *pentágono* inscrito en la *corona exterior* (**E-I**).

A su vez la circunferencia (**E**) que delimita las coronas exterior e intermedia, tiene como radio la dimensión del lado ($OE=I$) de un *pentágono* inscrito en la *corona De los días* (**B'C**), cuyo radio menor da al centro del cintillo circular.

LAMINA XVII METODO DE TRAZO GENERAL

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA



Dada una circunferencia J construir un pentágono regular de lado $L=OJ$.

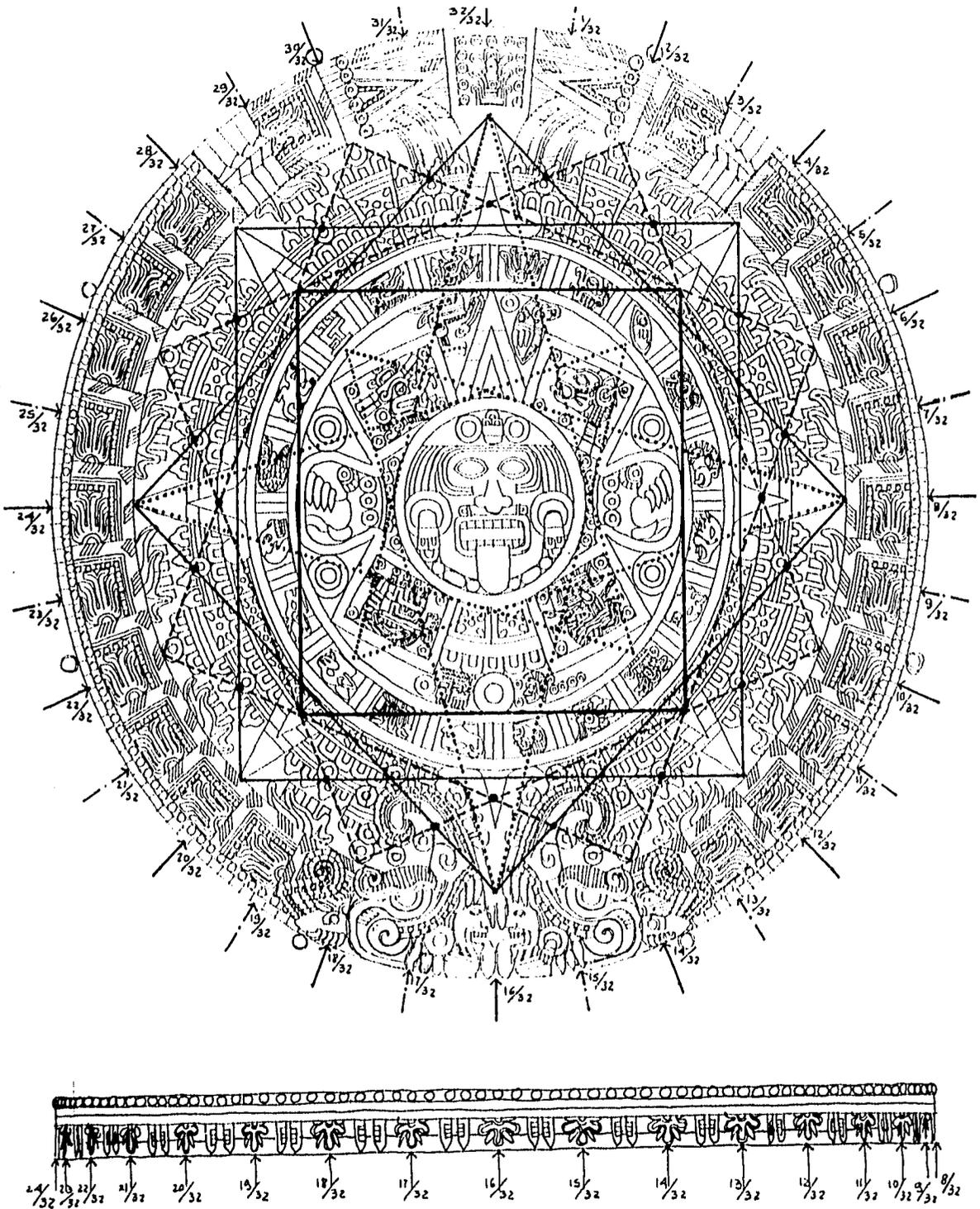
PRIMERO

- 1.- Se trazan los ejes ortogonales del círculo
Se traza una tangente ab al círculo dado con dimensión OJ simétrica al eje YY' .
- 2.- Se construye el ángulo aob , $\alpha = 52.5313010236^\circ$.
- 3.- Con centro en a y luego en b se trazan los arcos con radio $ao=bo$ hasta cortar la línea tangente inicial en los puntos c y d .
- 4.- Se construye el ángulo cod , $\beta = 63.43494882^\circ$.
Las líneas co y do cortan la circunferencia dada en los puntos e y f .
- 5.- Se traza la cuerda ef y con la dimensión de su apotema como radio se construye la circunferencia I, en la cual se inscribe exactamente el pentágono de lado OJ con apotema OE .

SEGUNDO

Dada la circunferencia E, construir un pentágono regular de lado OE
Se repite el procedimiento, aprovechando los ángulos α y β y se construye la corona $B'C$ que inscribe exactamente el pentágono regular de lado OE .

LAMINA XVIII TRAZO COMPLEMENTARIO. Piedra del Sol.

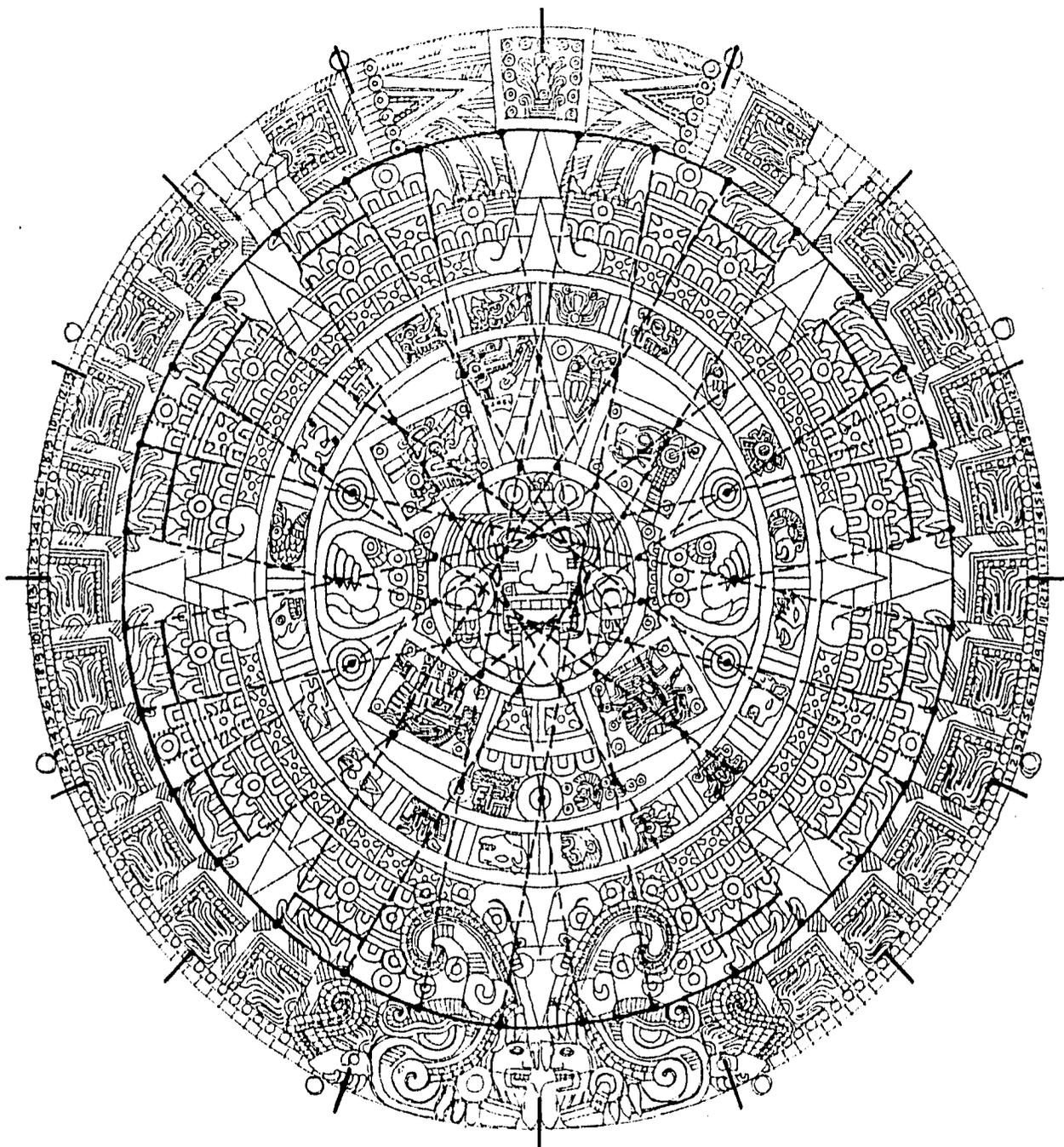


El tema de cuadrados interrelacionados dimensiona los Aros de Grapas, de 3 cintillas con 16 argollas, y de torres y barras semiocultas por fuego en la Corona Exterior.

Un cuadrado relacionado a los mencionados, dimensiona la circunferencia exterior de la Corona Ollin.

Las aberturas angulares de los rayos y puntas de flecha, dimensionan el Círculo Tonatiuh del núcleo con trazos tangentes que unen los vértices de aquellos con puntos opuestos en el círculo auxiliar del Aro de los Días.

Tanto la Orla Perimetral (de puntos y barras) como la franja labrada del canto, están relacionadas con esta división del círculo en 16 sectores equiángulos.



La combinación de los trazos generales del diseño geométrico interrelacionan con maestría las partes de la composición de la cara circular y el canto. En cada dieciseisava parte de la circunferencia existen subdivisiones en base a números clave: 9, 12, 13.

La **orla perimetral**, de **puntos y barras**, contiene en cada cuadrante 4 sectores de 13 puntos: 52 unidades; lo que invita a elucubraciones calendáricas con posibilidades insospechadas.

Capítulo Sexto

Procedimiento Mexicano de Construcción de Polígonos Regulares

La geometría euclidiana resolvió la construcción de polígonos regulares básicos (triángulo equilátero, cuadrado y pentágono regular), inscritos o circunscritos a circunferencias en procedimientos que derivaron a los conceptos de *mónada*, *diada*, *triada*, *tétrada* y *péntada*.

Una primera subdivisión del círculo, a partir de esos tres polígonos básicos mediante los recursos de la geometría euclidiana, permite la construcción del hexágono, el octágono y el decágono, mediante bisección de ángulos. El heptágono, polígono de número primo de lados, no se ha conseguido un procedimiento de construcción exacta. El nonágono enfrenta uno de los problemas clásicos insolubles de la geometría euclidiana: la trisección del ángulo de 120° .

La segunda subdivisión del círculo mediante los procedimientos de la geometría euclidiana a partir de las anteriores, permite construir sólo cuatro polígonos regulares: de 12, 16 y 20 lados, así como el de 15 mediante la combinación del triángulo y el pentágono. Son insolubles con exactitud los múltiplos del heptágono y nonágono y los de número primo de lados: 11, 13, 17 y 19.

Los geómetras mexicanos, permítaseme llamarlos así, conocieron procedimientos para construir el cuadrado, el pentágono y el hexágono equiángulos, como consta en los trazos generales deducidos en los tres monumentos analizados.

En sólo estos tres monumentos mexicanos se encuentran todas las divisiones de la circunferencia, hasta de 20 partes, base del sistema vigesimal de la matemática prehispánica; inclusive aquellas divisiones de número primo como 7, 11, 13, 17 y 19. Este sistema de partición equiangular del círculo permite la construcción de polígonos, inscritos o circunscritos a circunferencias, de los polígonos regulares respectivos. En las piedras

analizadas los polígonos pueden ser construidos inscritos en coronas circulares exactas o con notable aproximación.

Hay una notable ausencia: el triángulo equilátero.

En los tres monumentos analizados las divisiones de la circunferencia y los polígonos inscritos en coronas circulares aparecen en ordenada secuencia que supone como origen central, en el núcleo, el triángulo equilátero. Empero, no se indica ni hay trazo claro que lo suponga. En la Piedra del Sol el dimensionamiento de la Corona *Ollin*, entorno al núcleo *Tonatiuh*, permite inscribir un triángulo equilátero, pero no hay exactitud ni líneas o puntos que lo sugieran.

Mucho se podría bordar sobre esta notoria ausencia.

Rotación de cuadrados para subdivisión del círculo.

En los monumentos mexicas los ejes ortogonales indicados por 4 "puntas de flecha" y las circunferencias que las circunscriben permiten construir cuadrados perfectos. La rotación de estos cuadrados base subdivide al círculo en 8 partes, indicadas con los 4 "rayos", en 16 indicada por las 8 "torres" y en 32 indicadas por 16 argollas.

Este tema de diseño hermana geoméricamente las tres piedras entre sí y con otros veinte monolitos prehispánicos.

La división de la circunferencia en 64 partes se muestra en la **LAMINA XIX** de la Piedra del Sol, y, mediante ingeniosos procedimientos geométricos se produce la división hasta en 384 partes

Incluyo a continuación los procedimientos para construir los polígonos regulares hasta de 20 lados, inclusive los de número primo de lados.

Cuadrado, Pentágono, Hexágono.	LAMINAS XX Y XXI
Heptágono. Se resuelve en la Piedra del Sol.	LAMINA XXII
Nonágono. Se resuelve en la Piedra del Sol.	LAMINA XXIII
Undecágono. Se resuelve en la Piedra de Moctezuma.	LAMINA XXIV
Tricaidecágono. Se resuelve en la Piedra de Moctezuma.	LAMINA XXV
Pentacaidecágono. Se resuelve en las Piedras de Moctezuma y de Tizoc.	LAMINA XXVI
Heptacaidecágono. Se resuelve en la Piedra del Sol.	LAMINA XXVII

COMPLEJOS DE DESINTEGRACIÓN Y MULTIPLICACION DE LA UNIDAD

Amerita destacar una característica común en las tres piedras: su progresiva complejidad concéntrica, particular en cada una de ellas.

Con trazo rigurosamente apegado a los instrumentos de la regla y el compás se subdivide cada corona, aro, banda o cintilla circular concéntrica en un número de sectores cada vez mayor a partir del núcleo.

Los polígonos base de trazo y dimensionamiento se presentan en secuencia progresiva: cuadrado, pentágono, exágono, octágono. Es significativo que el triángulo, origen de la secuencia, se omite su representación en el núcleo, lugar que le corresponde; en sustitución se labra un rostro que los expertos han identificado como de *Tonatiuh*. En la Piedra de Tizoc, aparentemente este rostro fue destruido.

LAMINAS XXVIII Y XXIX

Piedra de Moctezuma

Presenta los siguientes fraccionamientos de la unidad: 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 24, 29, 32, 38, 48, 57, 58, 65, 128, 192, 195 y 384 partes.

LAMINA XXX

Piedra de Tizoc

Presenta los siguientes fraccionamientos de la unidad: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 24, 32, 40, 48, 64, 80, 160, 240 y 480 partes.

LAMINA XXI

Piedra del Sol

Presenta las siguientes fracciones de la unidad: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 17, 18, 20, 24, 28, 32, 34, 36, 45, 48, 52, 56, 64, 96, 104, 144, 135, 208 y 288 partes.

LAMINA XXXII

Ignoro el propósito matemático de este fraccionamiento ordenado de la unidad. Desconozco también el significado numérico de cada símbolo geométrico (puntos, anillos, grapas, recuadros con cinco puntos, figuras triangulares isósceles o con volutas de arranque, barras, *gotas*, bandas con *botones*), labrados en las caras circulares de las Piedras, lo cual rebasa el objetivo de esta tesis.

ELIPSE Y ESPIRAL

La Piedra del Sol es un monumento excepcional de la cultura mexicana, destinado aparentemente para contener un conocimiento enciclopédico.

En el campo de los trazos geométricos presenta una gama de diseños que demuestran una enorme habilidad e ingenio matemático.

Todo en ella se somete a un rigor planeado y solucionado con eficiencia geométrica. Cada trazo revela una relación con las partes y el todo que producen ese efecto sobrecogedor de armonía en la composición.

Las cuatro *aspas* del signo **Ollin** tienen abertura angular idéntica y remate curvado difícil de dibujar. Sólo una elipse soluciona el contorno.

Los llamados *cuernos o trompas* de **Xihcoatl**, tienen un diseño geométrico complicado que se resuelve con un trazo de *voluta jónica* o una espiral de Arquímedes que en este trabajo no intenté resolver.

Los grupos de puntos labrados en los sobrantes de la piedra, que han llamado algunos *constelaciones* ignoro su referencia al trazo geométrico del monolito.

LAMINA XXXIII

LA CUADRATURA DEL CIRCULO

"Construir un cuadrado cuya superficie sea exactamente igual a la de un círculo dado"

Problema insoluble de la geometría euclidiana.

Geómetras de la antigüedad y de diversas épocas han invertido infructuosamente sus talentos tratando de resolverlo. Esporádicamente alguno anuncia que lo ha resuelto sin que su solución soporte una comprobación matemática rigurosa.

La imposibilidad de solución deriva de la inexactitud del número correspondiente a la relación entre perímetro y diámetro del círculo. Empero, buenas aproximaciones se han

conseguido dependiendo de la aproximación del trazo de ≈ 3.141592654 . En este estudio incluyo una solución de la Cuadratura del Círculo obtenida cambiando un dimensionamiento aproximado de ≈ 3.141533339 a partir de un círculo dado y la solución gráfica, propuesta por el general Francisco Poceros y publicada en 1923 por su hijo Fernando Poceros, referida a la "media proporcional entre el radio y la semicircunferencia..."¹⁰⁰

La solución que propongo, en base estricta a regla y compás, consigue una aproximación de 1.8 cienmilésimos.

LAMINA XXXIV

En la Piedra de Moctezuma, monolito mexicana estudiado geoméricamente en este trabajo, al solucionar la construcción del polígono regular de 13 lados, dejaron indicadores que permiten abordar la solución de la Cuadratura del Círculo.

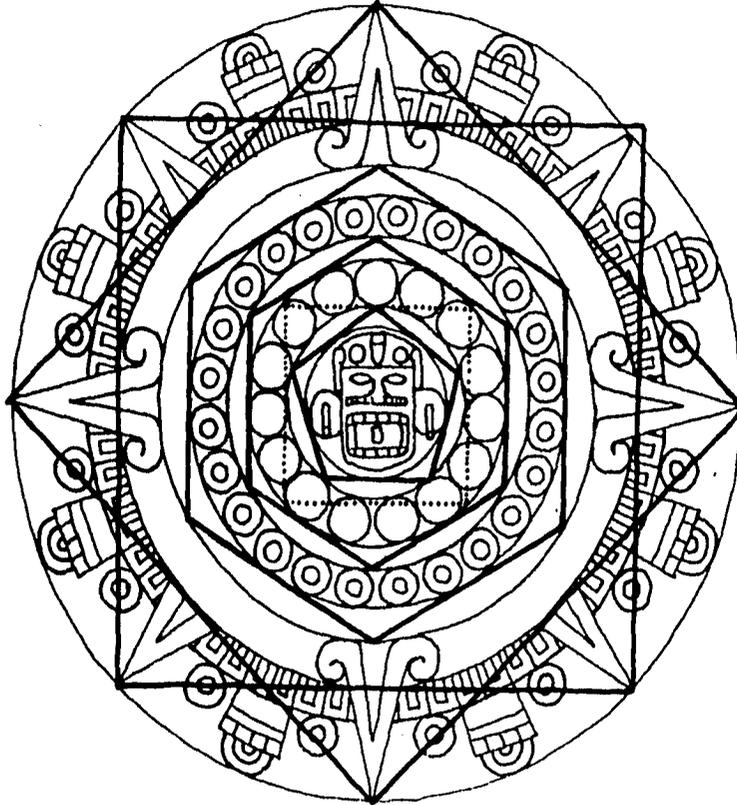
LAMINA XXXV

Incluyo un método de solución aproximada de este problema milenario de la geometría. La inexactitud que se obtiene es de un rango de 3.5 milésimos. Puede estimarse como una buena aproximación con hermoso procedimiento de trazo

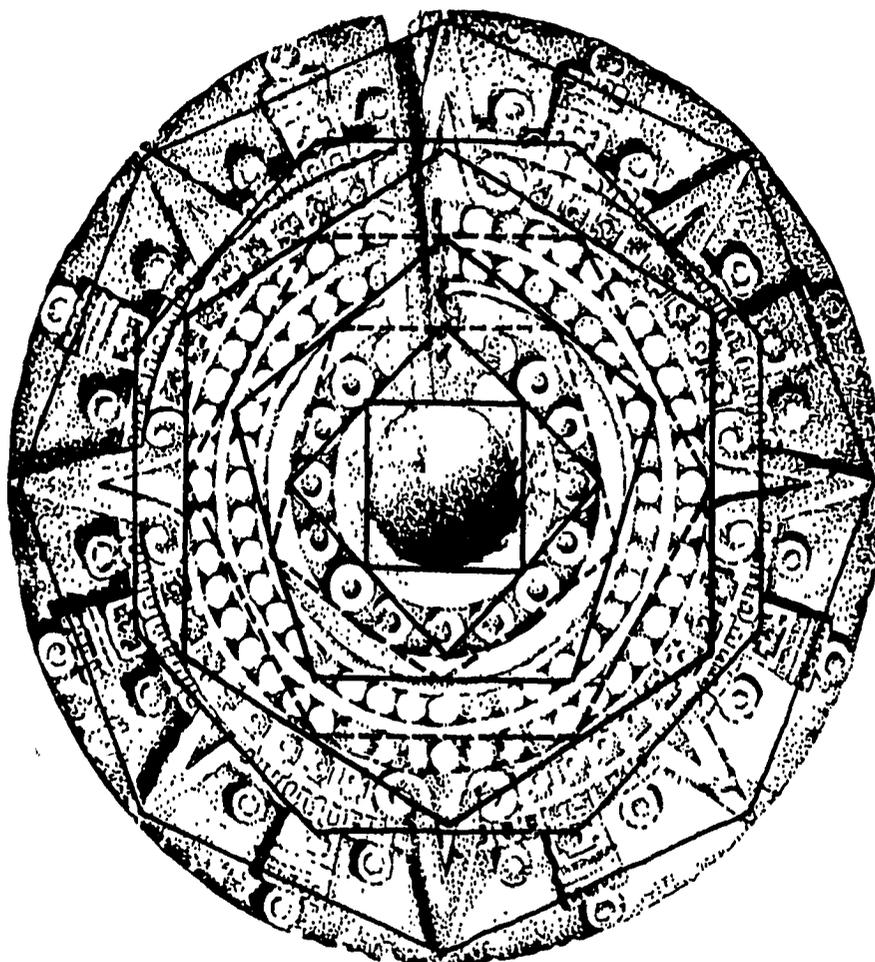
LAMINA XXXVI

¹⁰⁰ Francisco Poceros. Alto estudio que soluciona la cuadratura del círculo. Biblioteca Nacional

LAMINA XX. RELACION DE CUADRADO, PENTAGONO Y HEXAGONO. Piedra de Moctezuma

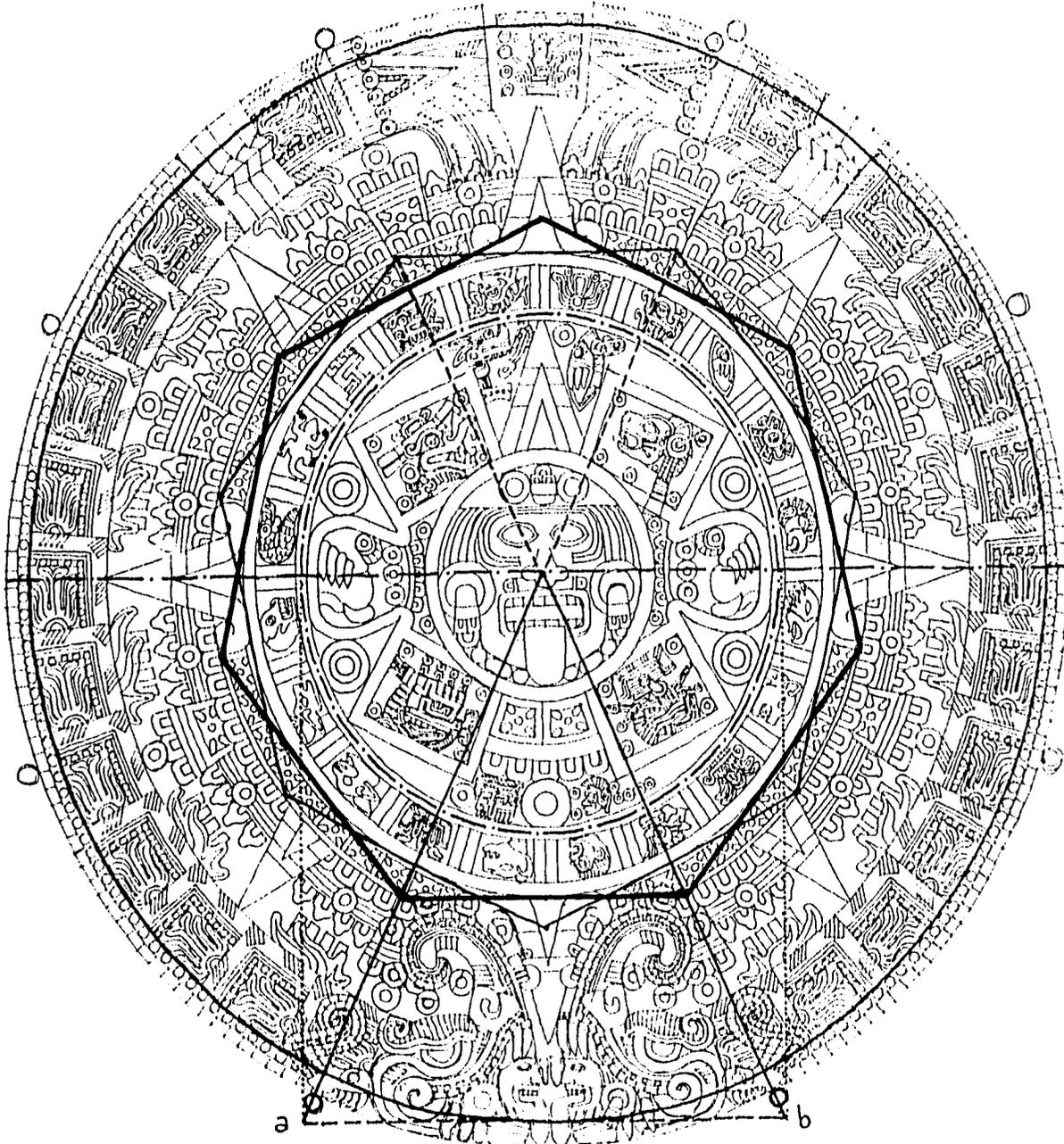


La presencia repetida , en las tres piedras mexicas, de divisiones del círculo en 4, 5 y 6 partes y múltiplos, indicados por bandas circulares concéntricas, invita a suponer que quienes diseñaron geoméricamente los monumentos prehispánicos, tenían conocimiento de un método de trazo equiangular del cuadrado, el pentágono y el hexágono.



El trazo geométrico de cuadrado, pentágono y hexágono, inscrito exactamente en bandas circulares divididas en partes iguales de número múltiplo de 4, 5, 6, demuestra que los geómetras mexicas conocían los procedimientos de trazo de tales polígonos regulares.

La relación geométrica de estos polígonos permite suponer un uso matemático difícil de desentrañar.



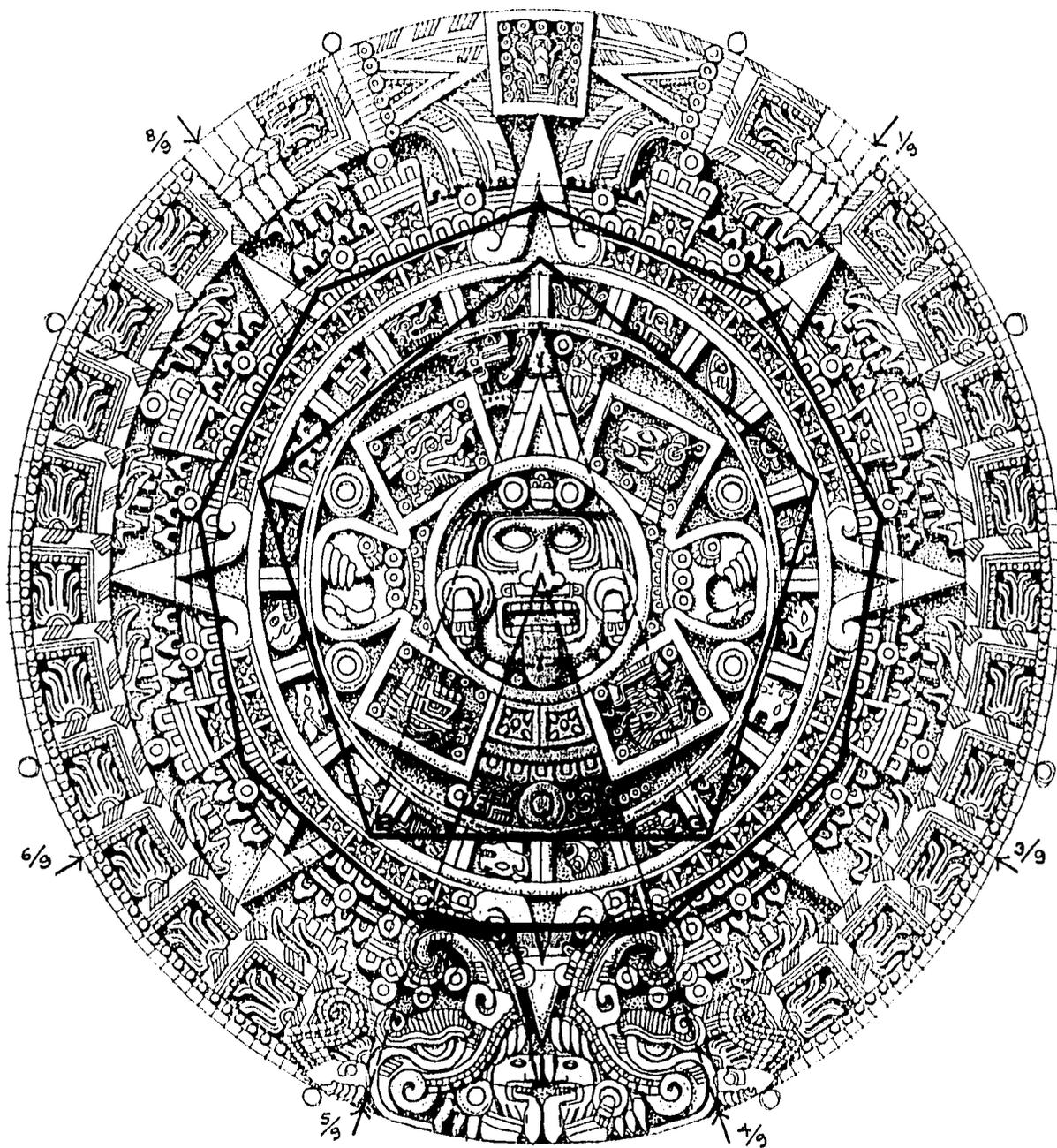
El matemático Oliverio Sánchez observó la división de la banda circular de recuadros con cinco puntos en 56 partes, considerando 4 sectores de 10 recuadros visibles y 4 sectores de 4 ocultos por las volutas de arranque de las puntas de flecha y observó que un heptágono regular quedaba inscrito con precisión en la corona circular de recuadros, correspondiendo 8 a cada uno de los 7 lados.

Deduciendo un procedimiento de trazo en la Piedra, por mi parte, medí la separación de las dos perforaciones inferiores perimetrales a la piedra y observé que correspondían al ángulo del lado base del heptágono. A la vez, calculé la longitud de la tangente *ab* al círculo unitario del diseño geométrico del monumento, comprendida en el ángulo de referencia ($360^\circ / 7 = 51.42857143^\circ$) y comprobé que correspondía aproximadamente al diámetro del círculo auxiliar interior del Aro de los Días.

La aproximación que se obtendría sería de 0.74° para cada lado.

Por bisección de ángulos se obtienen los polígonos de 14, 28 y 56 partes.

En una medición rigurosa se percibe que los recuadros de los sectores izquierdos se desplazan visiblemente hasta quedar parcialmente ocultos por las volutas de la flecha de ese lado.



Para la construcción del *nonágono* regular se requiere la trisección del ángulo de 120° , problema insoluble con exactitud para la geometría euclidiana. Los geómetras mexicas consiguieron una notable aproximación en un método sencillo y bello que dejaron plasmado en la Piedra del Sol y que el matemático Oliverio Sánchez dedujo.

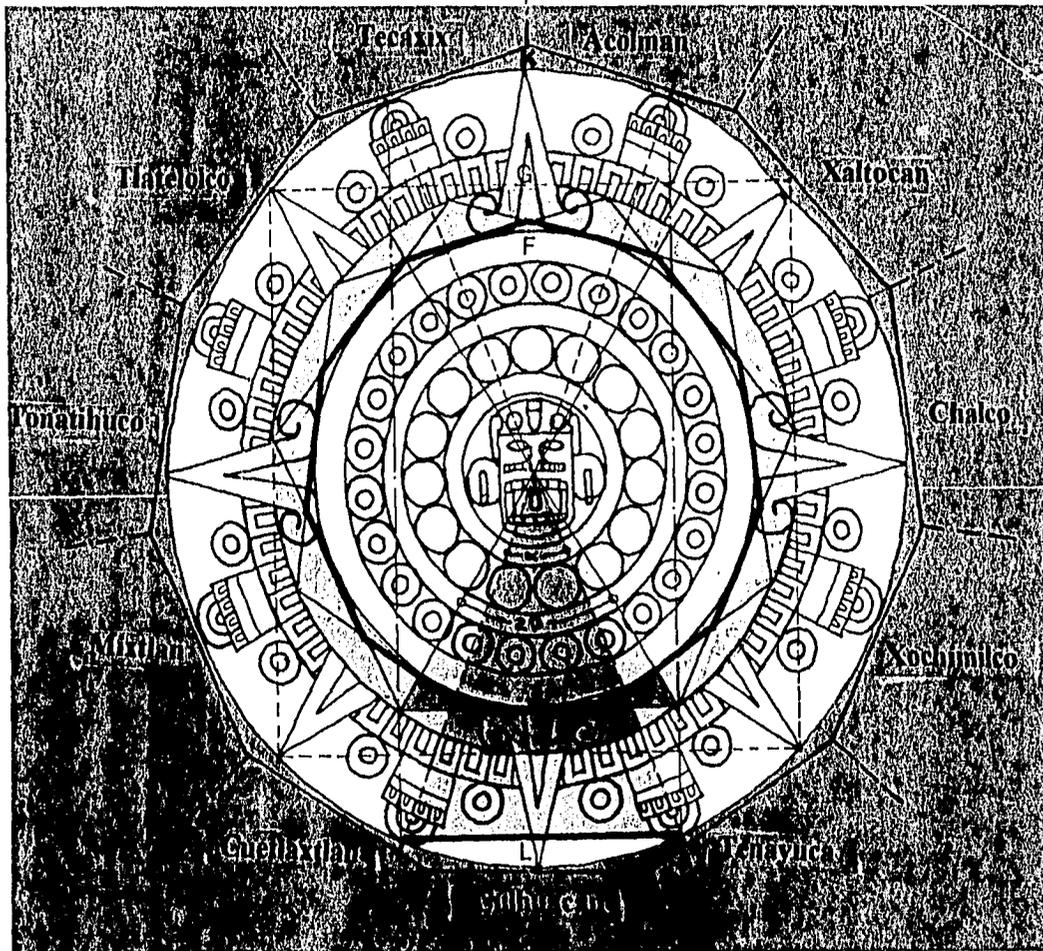
El lado base 2-3 del *pentágono* inscrito en el Aro de los Días y las líneas del vértice superior del Signo Ollin forman un *triángulo isósceles* con ángulo $\delta = 39.92925749^\circ$, sensiblemente igual a $120^\circ/3 = 40^\circ$.

Con el solo recurso de regla y compás se construye el ángulo semejante con vértice en el Centro "O" de la piedra. En el Aro de las 96 *grapas*, cada una de las cuales está trisectada para dividir la circunferencia en 280 partes (múltiplo de 9), se construye el polígono regular de 9 lados.

Los mexicas significaron este procedimiento con claridad mediante la abertura del llamado Pectoral de Tonatiuh.

Los puntos y barras de la Orla perimetral se relacionan estrechamente con esta figura (correspondiendo 23 a cada lado del *nonágono*).

Del polígono regular de 11 lados, número primo, no se tiene un método exacto de construcción en la geometría euclidiana. Los géometras mexicas construyeron el *undecágono* en la Piedra de Moctezuma mediante un método de notable aproximación e indudable sencillez. El *undecágono* es el polígono característico del monolito y se significa en los once grandes tableros del canto.

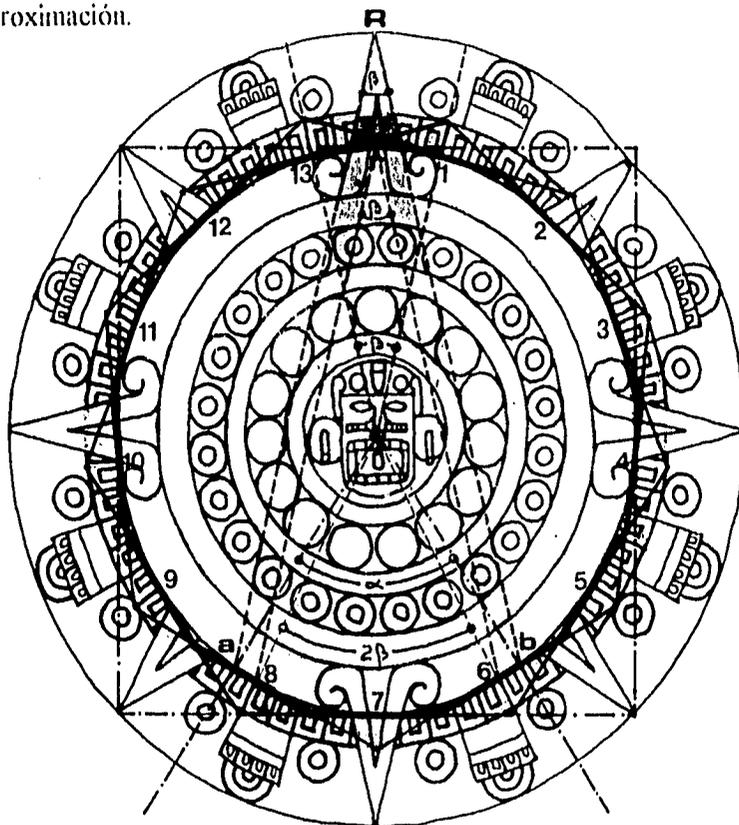


La Corona Periférica (GK) del diseño circular de la piedra inscribe un *cuadrado*, por lo que: R (radio de circunferencia exterior) es la semidiagonal del *cuadrado*, y r (radio de la circunferencia interior) es su semilado.

Un *octágono regular* inscrito en la circunferencia exterior (K) tiene lados de longitud L con un ángulo $\alpha = 45^\circ$. En la circunferencia interior (G) la misma longitud L corresponde a un ángulo $2\beta = 65.53019948^\circ$. Y como $360^\circ \times 2/11 = 65.45454545^\circ$, el ángulo 2β , con notable aproximación, abarca dos lados del undecágono.

La aproximación ($65.53019948^\circ - 65.45454545^\circ/2 = 0.03782702^\circ$) puede considerarse excelente para una construcción geométrica con regla y compás. Para construir un polígono de once lados se gira dos veces la longitud L sobre la circunferencia interior, de radio r . El *undecágono* queda exarito a la circunferencia menor (F) del Aro de las volutas de las Puntas de flechas (FG). Los géometras mexicas dejaron liso este Aro e irradiaron la subdivisión obtenida al canto de la piedra donde significaron el *undecágono* en once tableros con soberbias tallas escultóricas.

La Corona Perimetral del diseño geométrico del monolito es la más compleja. En el Aro de 65 grapas (GH) los geómetras mexicas construyeron un polígono regular de trece lados (otro polígono de número primo de lados que la geometría moderna euclidiana no reporta solución), con un método ingenioso y bello, de buena aproximación.



La Corona Perimetral está dimensionada para inscribir un cuadrado. En ella, el sector a.o.b corresponde a 3/16 del círculo, con un ángulo: $\alpha = 67.5^\circ$.

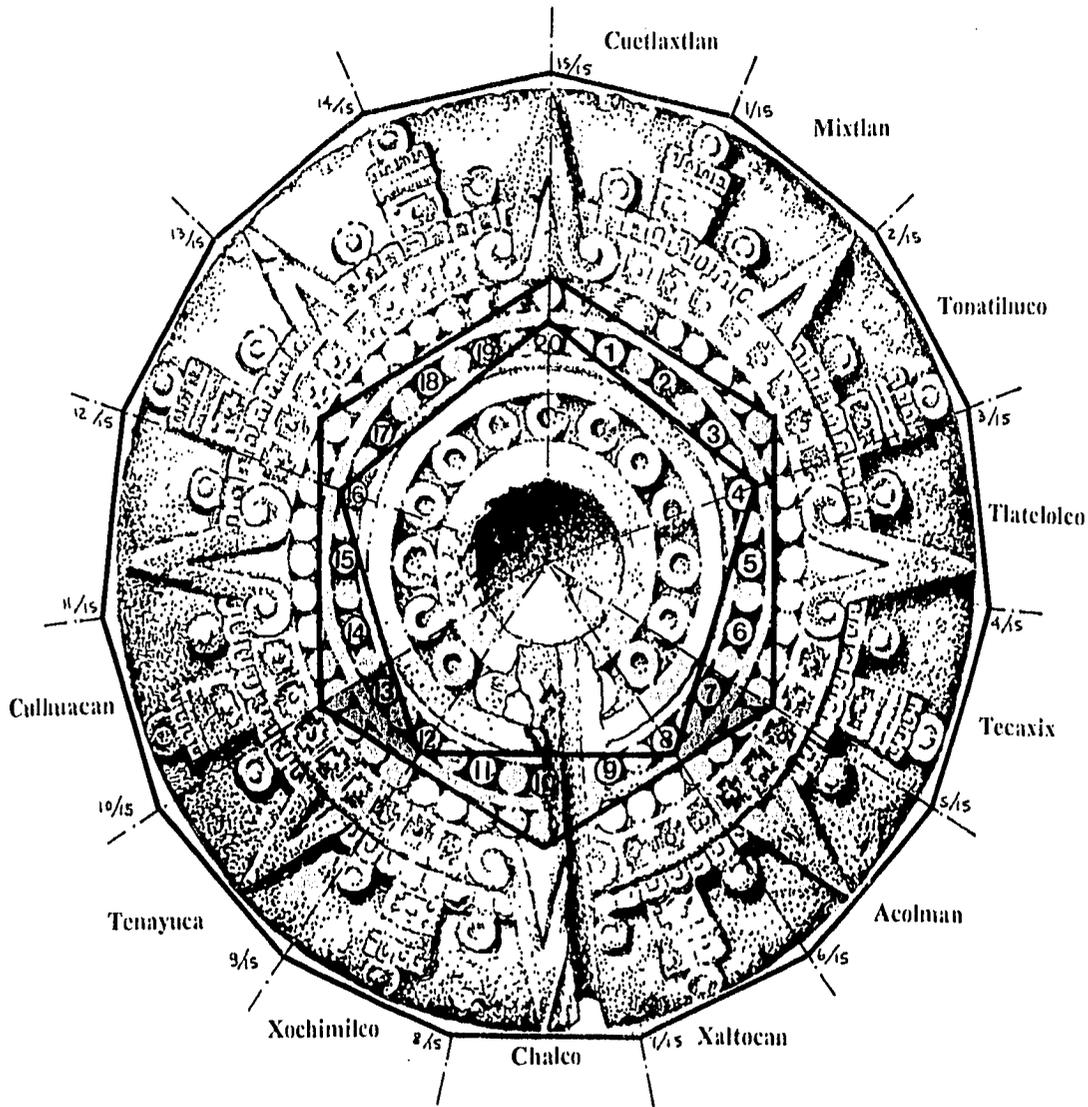
Por otra parte, el ángulo \widehat{aRb} de la figura triangular superior (tangente a la *Cintilla lisa* que envuelve a la oquedad del núcleo) tiene una abertura: $= 27.79133692^\circ : \beta$

Para construir el polígono regular de trece lados, se traza el ángulo semejante $\widehat{8-r-6}$ teniendo como vértice el punto "r", superior de la circunferencia interior de la Corona Periférica. El ángulo $\widehat{8-0-6}$ tendrá una abertura de $2\beta = 55.582672^\circ$ y como $360^\circ \times 2/13 = 55.38461538^\circ$, el ángulo 2β , con notable aproximación, abarca dos lados de la base del *tricaidecágono* y el ángulo $\widehat{13-0-1}$ abarcará el lado superior del polígono regular de trece lados.

Los geómetras mexicas dimensionaron y subdividieron el Aro de 65 grapas (GH) para significar el método de construcción, en forma ingeniosa. El número de grapas visibles, en los sectores inferiores de la figura, es de seis más dos ocultas por las figuras triangulares, por lo que se deducirá que el total sería: $8(6 + 2) = 64$ grapas, que no es múltiplo de 13. Sin embargo, en tres sectores superiores las 8 grapas están repartidas en forma distinta: las visbles son 5 enteras y dos mitades, quedando ocultas tras las *Puntas de Necha y rayos* una entera y dos mitades. Con esta variante los matemáticos prehispánicos ~~hicieron un total de 65 grapas~~ *hicieron un total de 65 grapas* en la parte superior para llegar a 65, número que si es múltiplo de 13.

En efecto, el ángulo $2\beta : \widehat{8-0-6}$ comprende diez grapas de dos lados del polígono en la parte inferior; el ángulo $\beta : \widehat{13-0-1}$ comprende cinco grapas del lado superior del *tricaidecágono*.

LAMINA XXVI. Piedra de Tizoc.
 PENTACAIDECAGONO (15 LADOS) Y BIDECAGONO (20 LADOS)

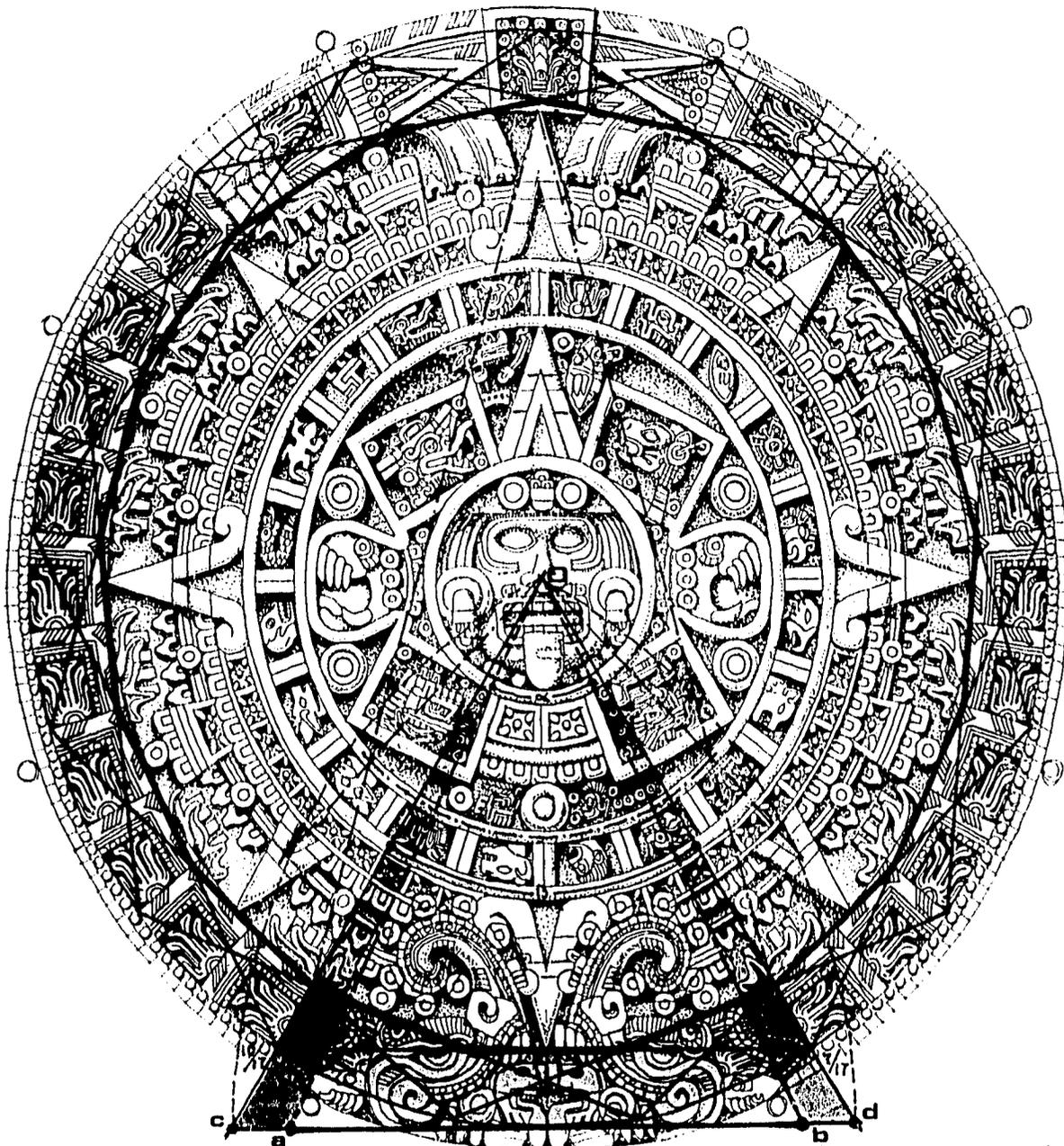


El canto de la piedra esta profusamente labrado en 3 bandas principales, con divisiones en 15 partes para los pares con figuras humanas, y en 20 partes para las franjas superior y inferior.

Tanto el *pentacaidecagono* (poligono regular de 15 lados) como el *bidecagono* (poligono regular de 20 lados) los construyeron los géometras mexicas mediante el *exágono* y *pentágono* de los aros de 40 y 48 puntos.

La diferencia de ángulos interiores de dos lados de los dos polígonos, a partir de un punto común, da los 24° del ángulo de un lado del *pentacaidecagono*: $2 \times 72^\circ - 2 \times 60^\circ = 24^\circ$. En la figura corresponden al ángulo entre 6/15 - 5/15 y 9/15 - 10/15.

El *bidecagono*, que reparte las franjas superiores e inferiores del canto, lo indican dos círculos, del Aro de 40 puntos, para cada vértice del poligono de 20 lados.



La construcción del polígono regular de 17 lados es tal vez la obra maestra de la geometría prehispánica labrada en la **Piedra del Sol**. La dedujo el matemático Oliverio Sánchez. El método de construcción geométrica, en parte, es de mi responsabilidad.

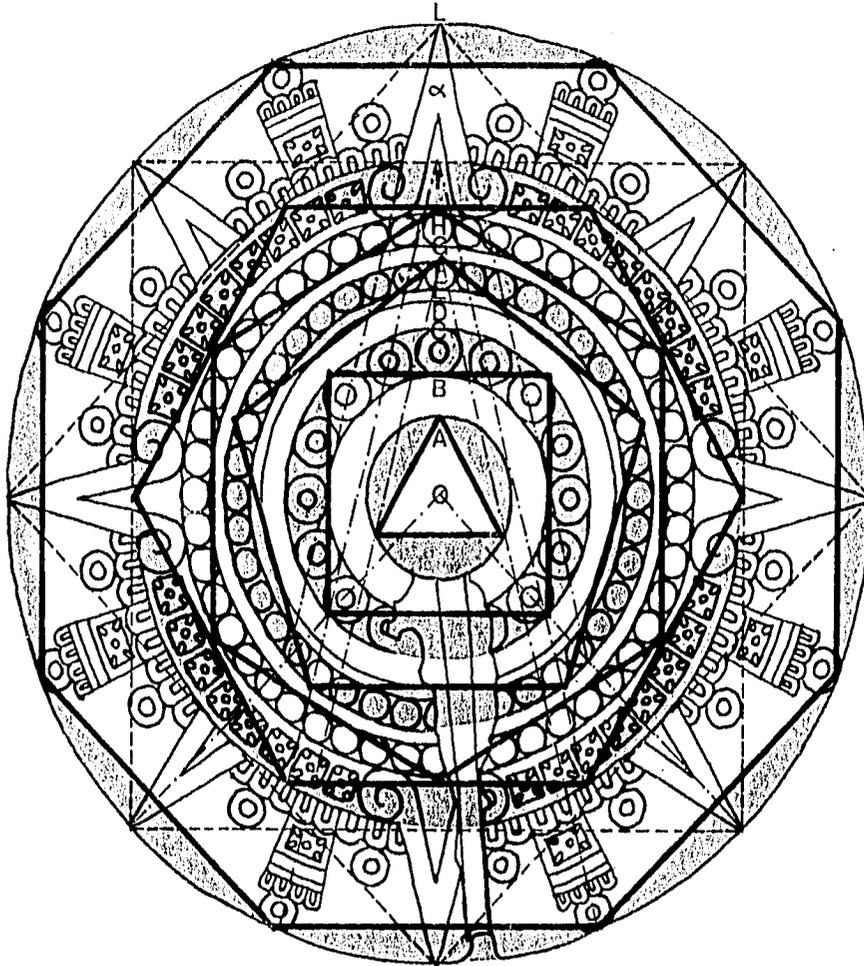
El polígono de 17 lados, y su múltiplo de 34, queda inscrito en la **Corona Xiuhtecuhtli**.

1.- Se traza una tangente ab a la circunferencia exterior (J) de la **Corona Xiuhtecuhtli** con dimensión OJ , simétrica al eje yy' de la piedra.

2.- El ángulo $\alpha = 52.5313010236^\circ$ sera $\hat{a}ob$.

3.- Con centro en a y luego en b , se traza el arco con radio ao y bo hasta cortar la línea tangente inicial en los puntos c y d .

4.- Se construye el ángulo $\hat{c}od$, $\beta = 63.43494882^\circ$, sensiblemente igual a $3 \times 360^\circ/17 = 63.52941176^\circ$. Se localizan los puntos $7/17$ y $10/17$ en la circunferencia J y con la dimensión $7/17 - 10/17$ se dan 3 vueltas a la circunferencia y, al llegar al punto de partida, se tienen trazados al mismo tiempo los polígonos regulares de 17 y 34 lados.



Las coronas circulares y los aros que las integran, contienen polígonos inscritos de número progresivo de lados a partir del núcleo y aumentando la complejidad hacia la periferia.

OA.- Núcleo. Es una oquedad de 15cms de profundidad y 23.24613543 de radio; puede incluir un *Triángulo*.

AB.- 1er. banda lisa. Circunscribe al núcleo.

BC.- Aro de 16 argollas. Inscribe un *Cuadrado*. Por bisección de ángulos permite construir polígonos de 8 y 16 lados.

CD.- 2ª Banda lisa. Con la Primera banda lisa envuelve al Aro de 16 argollas.

DE.- Cintilla de separación.

EF.- Aro de 40 puntos. Un *Pentágono* se inscribe abarcando la cintilla de separación y el Aro. Por bisección se contruyen polígonos de 10, 20 y 40 lados.

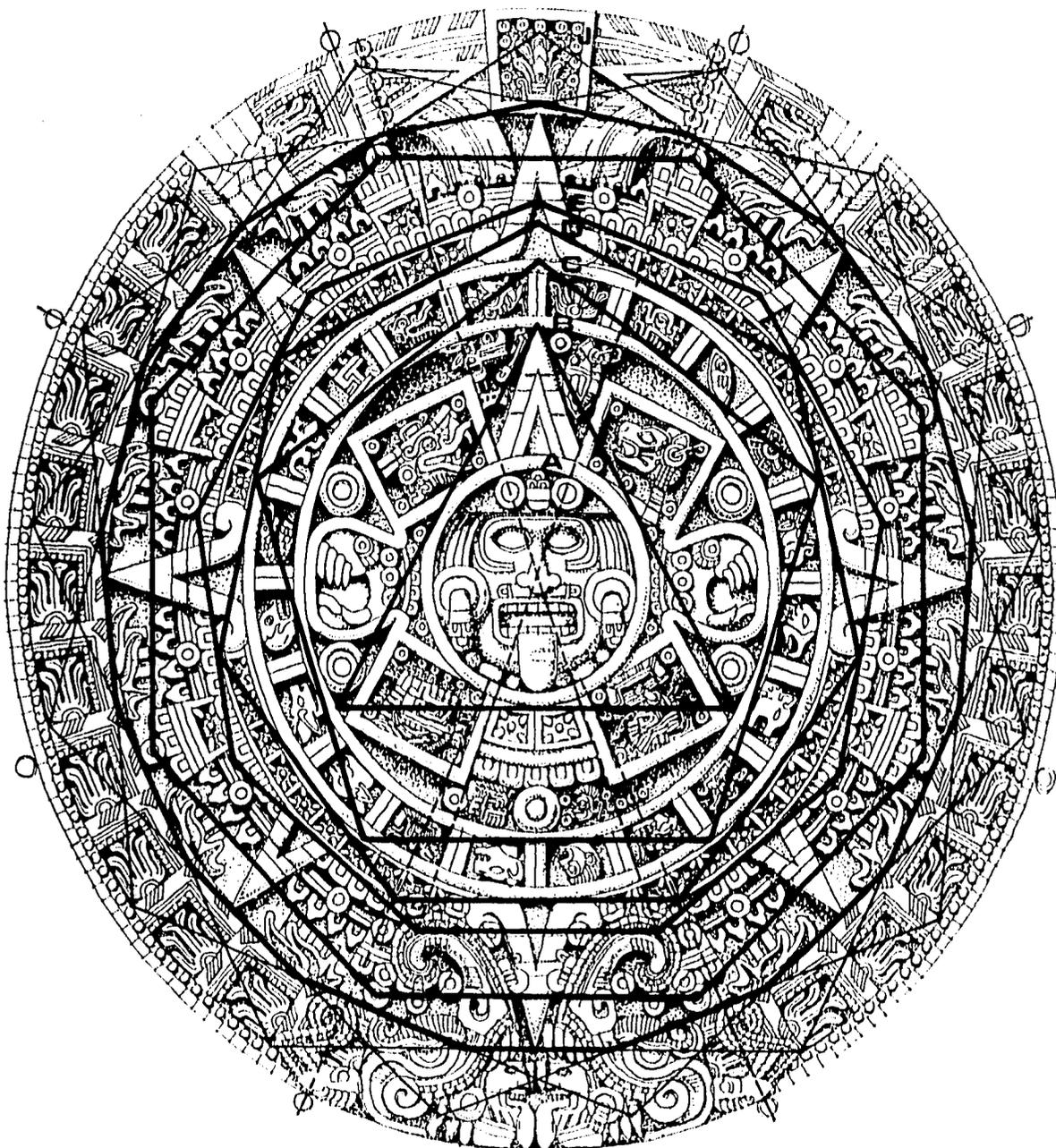
FG.- Cintilla de separación.

GH.- Aro de 48 puntos. En el Aro de 48 puntos y en el Aro de 48 recuadros se inscriben *exágonos*; por bisección se construyen polígonos de 12, 24 y 48 lados.

III.- Aro de 48 recuadros.

II.- Corona Perimetral. Es la mas compleja y se integra por diversos aros. Inscribe polígonos básicos de 4, 8, 16, 32, 64 y de 80 lados con múltiplos hasta 240 y 480 lados.

∞.- El ángulo de la abertura de las "puntas de flecha" y "rayos" de 29.277613190° promedia la dimensión de lados base de los polígonos progresivos: *triángulo, cuadrado, pentágono, exágono y octágono*.



El diseño total del monumento prehispánico comprende una extensa gama de polígonos regulares interrelacionados en progresión creciente de número de lados.

(AB) Corona Ollin: *Triángulo equilátero.*

(B'C) Corona de los días: *Pentágono regular*, dividido por bisección en 20 partes.

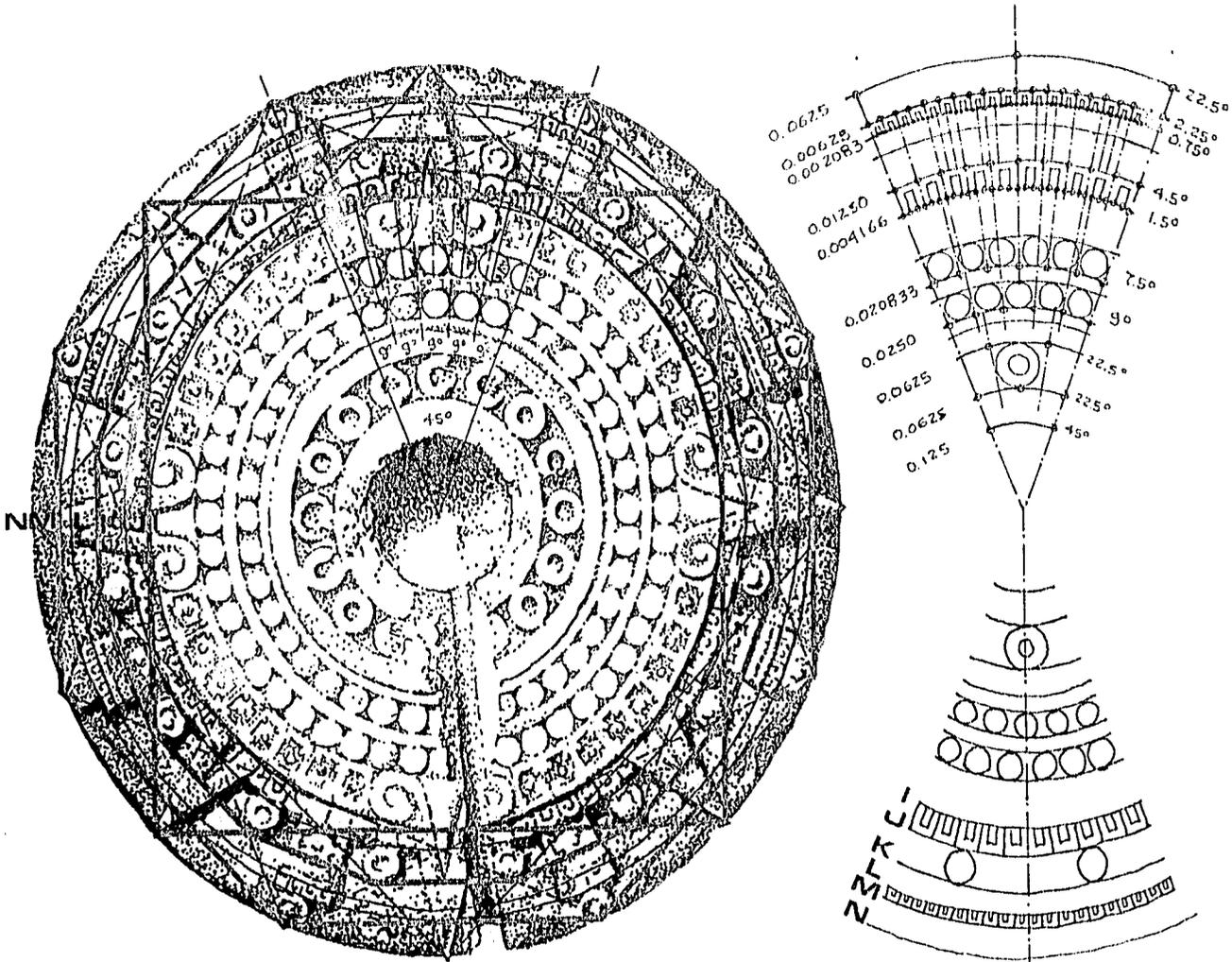
(CD) Aro de recuadros: *Heptágono regular*, dividido por bisección en 56 partes.

(DE) Arillo de grapas: *Nonágono regular*, dividido por bisección hasta 288 partes.

(E) Corona intermedia: Comprende varios aros, arillos y cintillas, para operaciones complejas en base al *octágono* y al *exacaldecágono*.

(I) Corona Xiuhtcoatl: Inscribe un polígono regular, insoluble para la geometría moderna: el *heptimicrógono*, 17 lados, y su múltiplo, el polígono regular de 34 lados.

Las 8 perforaciones exteriores al diseño circular labrado de la piedra parecen relacionarse simétricamente con algunos de los polígonos anteriores.



La corona perimetral está compuesta, en compleja geometría, por 5 aros principales:

IJ Aro de 80 Grapas. En base a un octógono regular, y mediante pentasección de su ángulo de 45° , incluye el polígono de 40 lados. Por bisección del ángulo de 9° incluye el polígono de 80 lados. Y por trisección del ángulo de $4,5^\circ$ se divide el círculo en 240 partes.

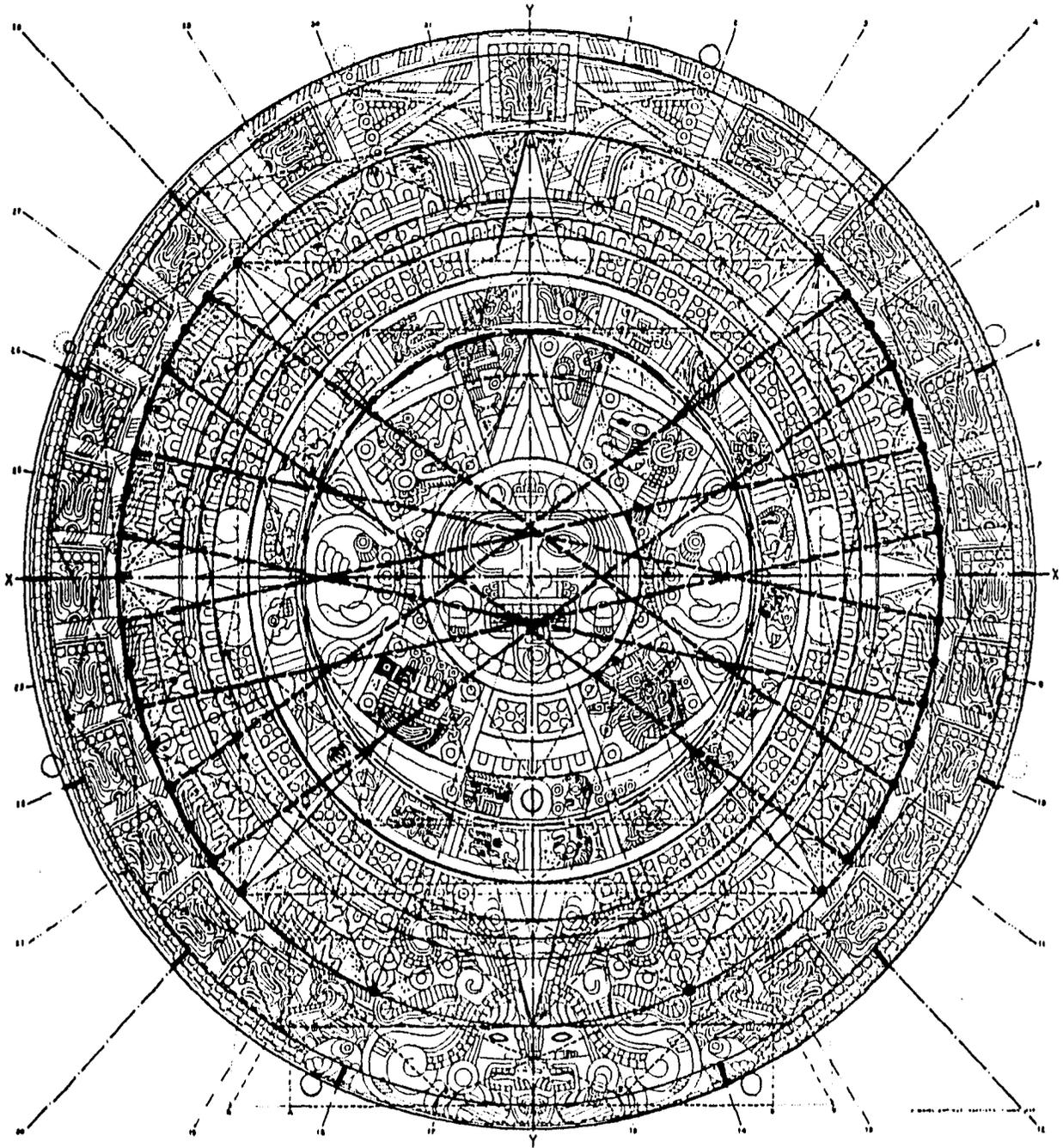
JK Aro de 16 argollas. Se construye y dimensiona a partir del cuadrado inscrito en el corona perimetral. Incluye los 8 recuadros con 5 puntitos que dan base a las "torres" de figuras. Por trisección del ángulo de $22,5^\circ$, se obtiene en el polígono de 48 lados relacionado con el Aro de 48 puntos.

KL Aro de 2 bandas lisas. Sirve de separador.

LM Arillo de 160 grapas. Esta representado en 8 secciones que rematan las "torres" de figuras. Se construye por bisección del ángulo de $4,5^\circ$ de cada grapa del Aro de 80 grapas. Y, por trisección del ángulo de $2,25^\circ$ de cada una las grapitas, se obtiene el polígono de 480 lados; o sea, $1/480$ de la circunferencia: $0,75^\circ$.

MIN Aro periférico. Se compone mediante la construcción de un octógono, relacionado con el exaudecágono del Aro de 16 argollas y al cuadrado base que dimensiona la Corona perimetral.

LAMINA XXXII DESINTEGRACION DE LA UNIDAD. PIEDRA DEL SOL

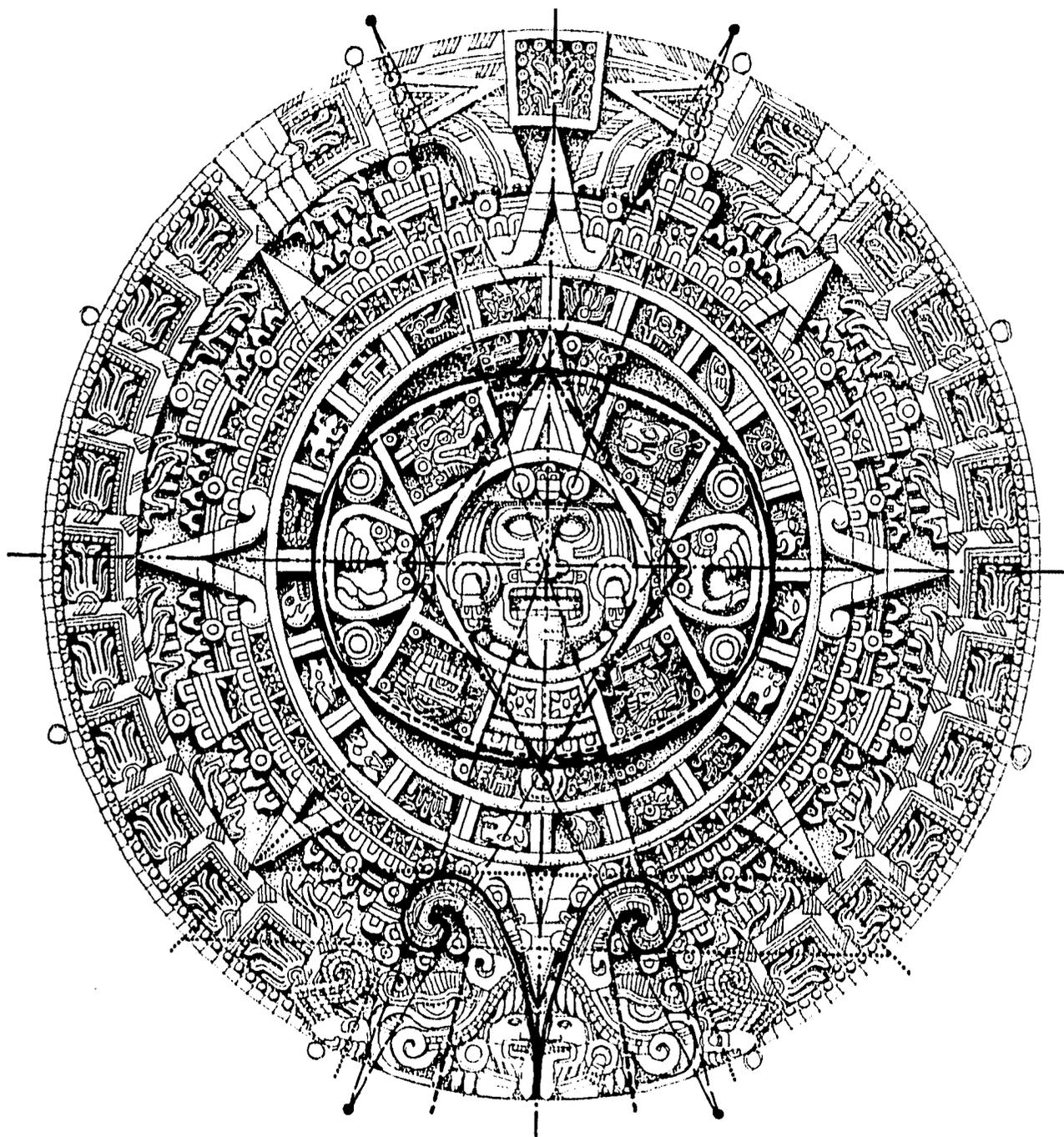


Ingeniosa división de la circunferencia en 64 partes. La 8 torres de figuras en la Corona Exterior tienen una abertura angular ($w = 11.25^\circ$) con centro $OI/2$, produce en la circunferencia 1 una división de $2/64$ en su lado próximo, y de $3/32$ en su lado opuesto.

La anterior peculiaridad permite las trisecciones de $1/32$ de dicha circunferencia, para construir polígonos de 96 lados y de 288.

Asimismo, en la banda de barras semiocultas relacionadas con el aro de grapas, se produce la división de la circunferencia en $32 \times 12 = 384$ partes.

Esta serie de divisiones se relaciona con las de la Orla Perimetral de $16 \times 13 = 208$, y del canto de $16 \times 9 = 144$ partes.



Todo trazo responde a un diseño geométrico riguroso. Las aspas del Siglo Ollin tienen una curvatura y abertura angular cuyo vértice se encontraría fuera de la circunferencia máxima de la piedra. Sin embargo, en conjunto parecen responder al trazo de una elipse cuyo eje mayor tendría como círculo principal el interior del Aro de los Días, y el menor abarcaría de la perla al triángulo del Siglo Ollin.

Los focos de esta elipse tendrían una distancia focal en la que las líneas que los unen con los vértices del eje menor de la elipse, formarían un rombo circunscrito al círculo Tonatiuh.

Los llamados Cuernos de la Xiucatl también parecen responder a un diseño geométrico riguroso de una espiral.

LAMINA XXXIV LA CUADRATURA DEL CÍRCULO.
Solución euclidiana.

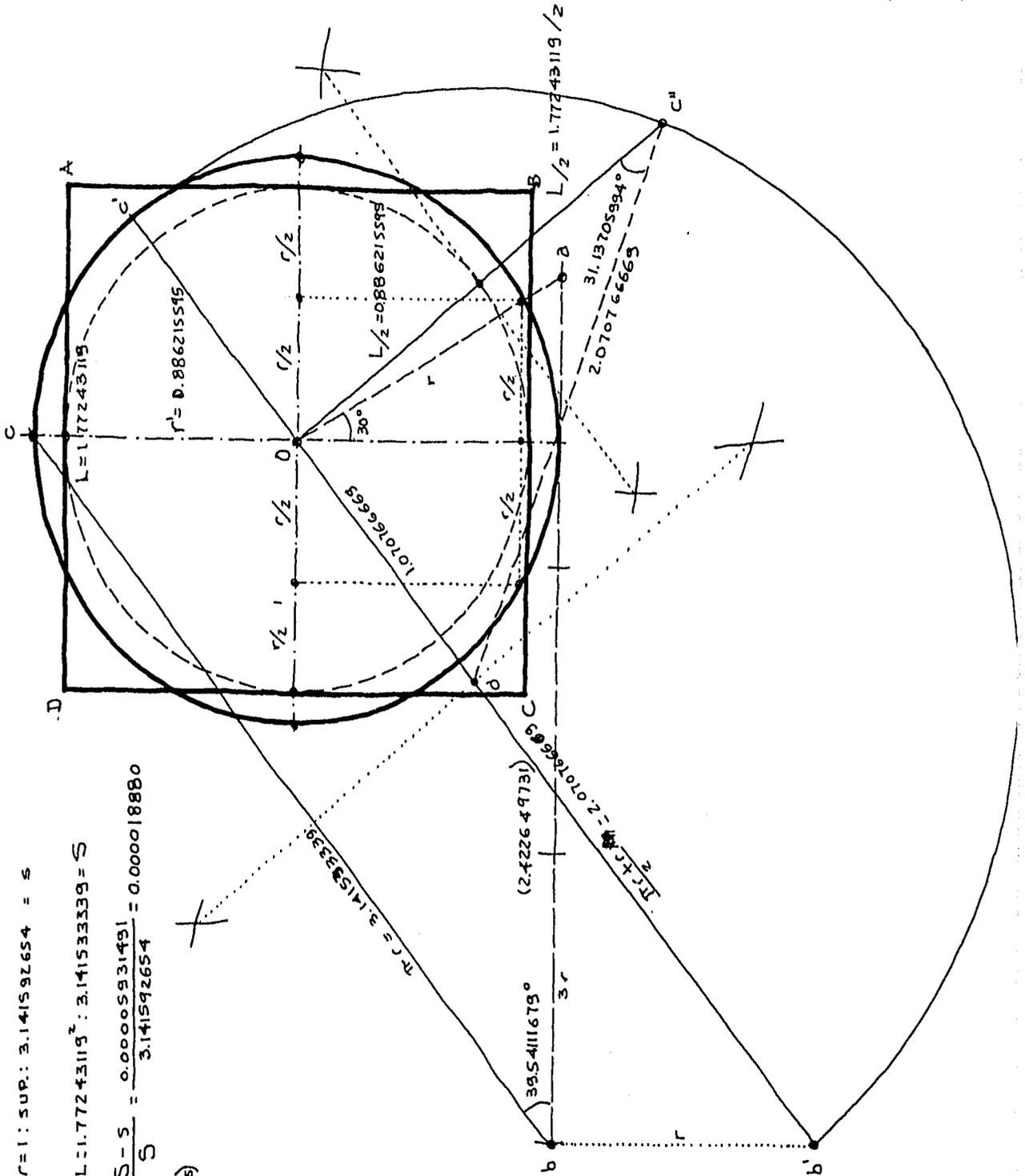
LA CUADRATURA DEL CÍRCULO
SOLUCIÓN EUCLIDIANA: POR F. MIGUEL RAMÍREZ B.

CÍRCULO DE R=1: SUP: 3.141592654 = S

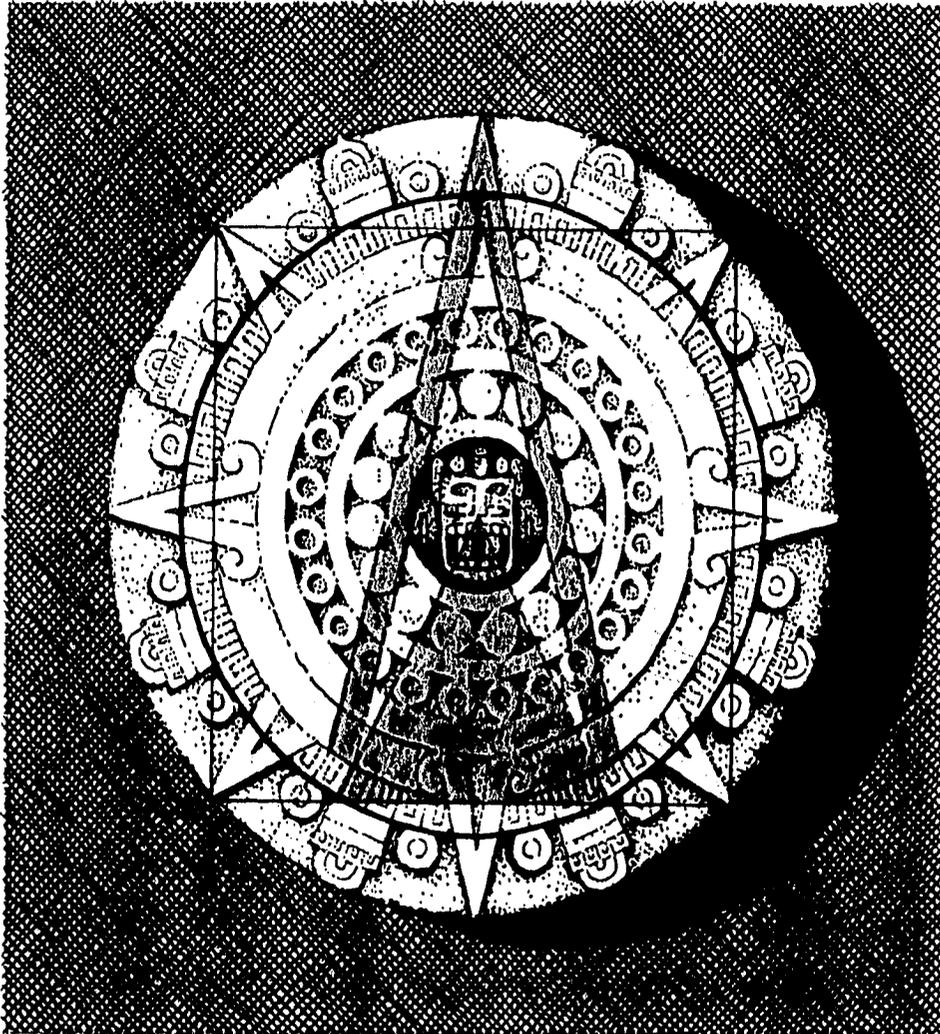
CUADRADO DE L=1.77243119²: 3.141533339 = S

APROXIMACION: $\frac{S-S}{S} = \frac{0.00005931491}{3.141592654} = 0.000018880$

(18 CIENTESIMOS)



El monolito denominado *Piedra de Moctezuma* es un soberbio monumento de geometría y altas matemáticas de la cultura mexicana. Contiene indicadores para resolver, en un método sencillo y bello con una aproximación de 35 diezmilésimos, el problema no resuelto por la geometría euclidiana de la *cuadratura del círculo*.



Es dudoso que los matemáticos del pueblo azteca se plantearan la solución del problema geométrico que durante dos y medio milenios no se ha podido resolver con exactitud en el Viejo Mundo ni en la cultura moderna. Empero, al proponer un método para la construcción del polígono regular de 13 lados, los géometras mexicas resolvieron magistralmente, y con notable aproximación, *la cuadratura del círculo*.

En efecto:

El cuadrado ABCD, inscrito en la *circunferencia periférica* de la Piedra (de radio 1.12 5m) tiene las siguientes dimensiones: Lado = 159.0990258 cms. Superficie = 25,312.5 cms².

El círculo exterior del *Aro de 65 grapas*, dimensionado al construir el *tricaidecágono*, tiene las siguientes dimensiones: radio = 89.921866693 cms. Superficie = 25,402.73646 cms².

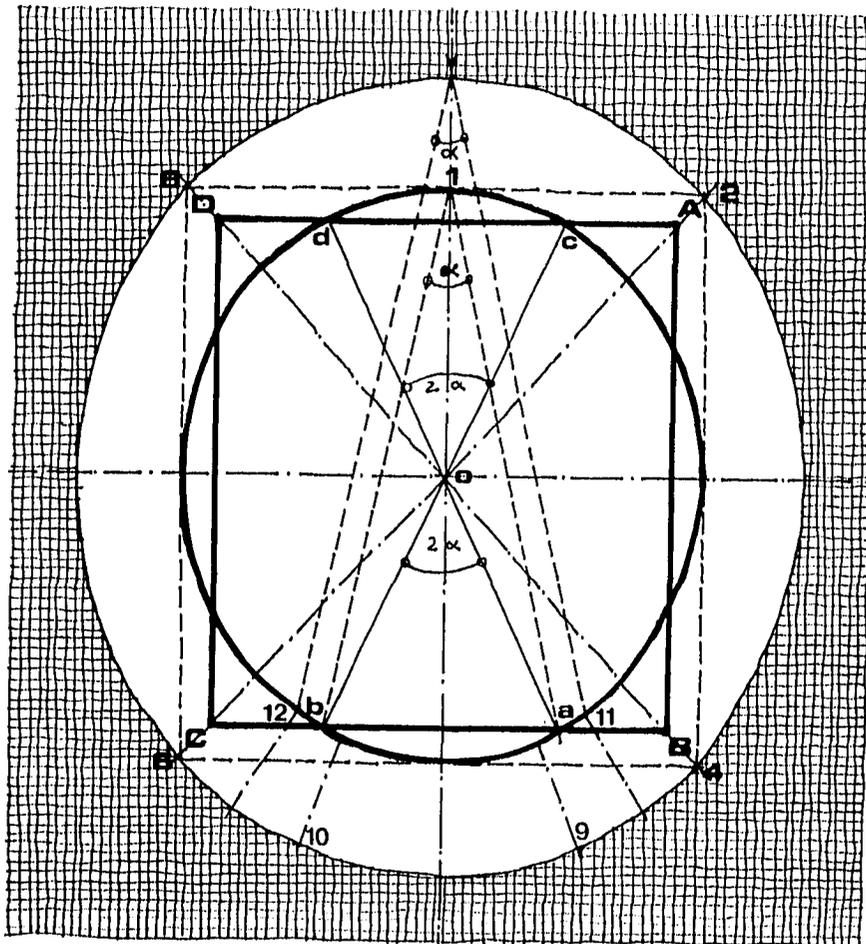
La diferencia de superficies es: 25,402.73646 - 25,312.5 = 90.2364626.

La aproximación es: 90.2364626/25,312.5 = 0.00355

Treinta y cinco diezmilésimos.

LAMINA XXXVI LA CUADRATURA DEL CÍRCULO.
Solución mexicana-Ramírez.

Construir un cuadrado cuya superficie sea igual a la de un círculo dado.
Sea el círculo dado de radio $r = 1$, y superficie $= 3.141592654 r^2$



- a.- Mediante trazos ortogonales se divide el círculo en 4 sectores y, por bisección de ángulos, en 8.
- b.- Se construye el cuadrado auxiliar 2-4-6-8, exscrito al círculo dado, y se circunscribe con una circunferencia auxiliar de radio $R = 1.414213562 r$.
- c.- Por bisección de ángulos se subdivide el cuadrante inferior del círculo 6.0.4 en dieciseisavos y treintaidosavos, obteniéndose los puntos 9 y 10, y 11 y 12; estos últimos localizados sobre el círculo dado.
- d.- Con vértice en el punto Y, superior de la figura y sobre la circunferencia auxiliar, se traza el ángulo $\widehat{12-Y-11}$, $\alpha = 27.791336923^\circ$.
- e.- Con vértice en el punto 1, superior del círculo dado, se traza el ángulo semejante $\widehat{a-1-b}$, $= \alpha = 27.791336923^\circ$.
- f.- Las cuerdas a-b y c-d de los ángulos semejantes (2α): $\widehat{a-o-b}$ y $\widehat{c-o-d}$, prolongadas hasta las diagonales del cuadrado auxiliar, producirán los puntos A,B,C,D.
- g.- El cuadrado ABCD corresponde a la cuadratura del círculo dado, con una aproximación de 35 diezmilésimos.

En efecto, la dimensión del lado del cuadrado será:

$$AB = 2(\cos 27.79133623^\circ) = 1.769302976 r$$

$$\text{Superficie del cuadrado} = 3.130433021 r$$

$$\text{Aproximación: } \frac{3.141592654 - 3.130433021}{3.141592654} = 0.00355 \text{ (35 diezmilésimos)}$$

$$3.141592654$$

Capítulo Séptimo

Conclusiones

La visión difundida y casi generalmente aceptada sobre las culturas mesoamericanas y la azteca en particular, a la llegada de los españoles, es de pueblos predominantemente agrícolas, con centros urbanos para el establecimiento de Estados despóticos, con permanentes campañas guerreras y de comercio y con religión politeísta de ritos bárbaros como la inmolación masiva y el canibalismo.¹⁰¹

Descubrimientos recientes de enterramientos de niños en el Templo Mayor de Tenochtitlán¹⁰² y en Teotihuacán, y restos óseos de 142 individuos bajo el Templo de Quetzalcóatl de Teotihuacán, han permitido a los antropólogos modificar el criterio sobre el gobierno teotihuacano de "teocracia pacifista" a otro de "Estado despótico con un poder centralizado, con práctica del sacrificio humano a gran escala como método de represión y fortalecimiento del poder". Este tipo de Estado debió existir en Teotihuacán desde fases tempranas de su desarrollo: hacia los años 100 y 200 de nuestra era.¹⁰³

Esta visión cultural prehispánica actualmente difundida se amalgama adecuadamente con aquella que describieron los frailes etnólogos del siglo XVI y la cual se considera que justamente destruyeron los conquistadores y el gobierno virreinal. En ella se hace prácticamente imposible un desarrollo científico y resultan casi inexplicables las expresiones artísticas y los restos o relatos relacionados con una técnica avanzada.

Maravilla que un pueblo agrícola sometido por una casta militarizada y de chamanes, en un estado de descomposición y degradación humana, tuviera capacidad para arrastrar una mole de piedra de 25 toneladas, labrarla con delicadas figuras mediante herramientas líticas,

¹⁰¹ Yólotl González Torres. *El sacrificio humano entre los mexicas*. F.C.E. México. 1992

¹⁰² J. A. Román Ballereza. *Sacrificio de niños en el Templo Mayor*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México 1990

¹⁰³ Rubén Cabrera Castro, Oralia Cabrera. *El proyecto Templo de Quetzalcoatl*. *Arqueología*. Revista del INAH N° 6. 1991.

o con procedimiento inexplicable, con el sólo objeto de masacrar multitudes de seres humanos sobre ella, según dejaron escrito los cronistas de la conquista del Siglo XVI.

La incongruencia salta a la vista.

El estudio analítico de tres monumentos mexicas desde la óptica de la geometría abre un resquicio que permite vislumbrar un panorama sorprendente de las culturas prehispánicas en Mesoamérica. Revela que en el pueblo mexica había grupos que no sólo se dedicaban a refinar una capacidad artesanal y artística sino que tenían una metodología y organización social para alcanzar conocimientos en las ciencias matemáticas, lo cual explica el remoto descubrimiento y uso del concepto del cero. A su vez, esa capacidad para lo que hoy designamos Arte y ese almacenamiento y desarrollo de conocimientos, que denominamos Ciencia, debió permitir al pueblo mexica la disciplina necesaria para implementar sistemas prácticos para el aprovechamiento de los recursos y fuerzas humanas y de la naturaleza, que llamamos Técnica.

Si había quien podía invertir tiempo y esfuerzo para diseñar una complicada geometría que implica un almacenamiento de conocimientos matemáticos necesarios para efectuar trazos auxiliares que desaparecen en el labrado final de un monolito, podemos concluir que también había quien podía dedicarse a la observación de los fenómenos de la naturaleza para comprender su interrelación y efectos en los seres vivos y en la colectividad humana.

El mexica, no hay duda, sabía observar la condición de los lomeríos, valles y enormes montañas que formaban aquella inmensa olla natural en que se asentaba su metrópoli. De esta observación sabía aquilatar la importancia de los fenómenos que permitían el sustento de los grupos humanos que convivían en torno a la laguna de Anáhuac. Y sabía apreciar el elevado valor de los elementos fundamentales para el equilibrio de la naturaleza y la supervivencia humana: la tierra, el viento, los astros, el fuego, el tiempo, el agua... *Quetzalcóatl*; en el sentido de lo hermoso: *quetzal*; de lo que reptaba, escurre, fluye serpenteante: *cóatl*. El agua, el líquido vital que procede del cielo, se precipita sobre la tierra, reptaba serpenteante por las arrugas de las montañas y se va, rumbo al mar, prometiendo volver, y vuelve puntualmente para repetir su ciclo incesante y benéfico, como lo comprendió y enseñó el sabio *Ce-ácatl-topiltzin*... El mexica, para entender el fenómeno, enriquecerlo en sus beneficios y aprovecharlo, necesitó medir flujo de escurrimientos pluviales en la laguna de agua salobre, sus niveles fluctuantes y requirió calcular sus volúmenes, para conocer sus efectos en las especies animales y vegetación peculiar de la cuenca lacustre. Necesariamente tuvo que efectuar una medición detallada de la influencia de los cielos astrales en la variación de los niveles de la laguna y los movimientos superficiales producidos por los vientos y escurrimientos profundos de las aguas. Así conoció su composición y supo diferenciar la diversidad de especies animales que se repartían por sectores según la salinidad.

Sólo así se explica que el pueblo mexica ideara, diseñara, planeara y ejecutara una obra prodigiosa de ingeniería que los españoles designaron como "el albarradón" sin comprenderlo. Eran dos formidables represas que, a lo largo de 12 y 20 kilómetros

atravesaban los lagos para separar las aguas salobres de las aguas dulces provenientes de los escurrimientos pluviales. Se dice que el albardón contaba con compuertas móviles, de las que no quedó vestigio, para el control de flujos y reflujos de las aguas derivados de la acción del viento y las mareas. La separación de las aguas favorecía el equilibrio de las especies marinas en la cuenca; las compuertas controlaban los escurrimientos e inundaciones periódicas de canales y acequias, atravesados por puentes móviles ¹⁰⁴ que componían el sistema vial de Tenochtilán, para beneficio de la salubridad urbana.

Con la caída de Tenochtitlán en poder de los españoles, al albardón dejó de operarse con catastróficas consecuencias. La insalubridad por las aguas estancadas y las inundaciones transformaron en inhabitable la ciudad de México, capital del virreinato de la Nueva España. Connotados ingenieros, llamados del Viejo Mundo, fracasaron en el intento de poner remedio a las catástrofes periódicas. Ya en 1556, los del Cabildo y Regimiento de la ciudad preguntaron a los ancianos indios sobre "el remedio que más conviniese y se sugirió inútilmente que se hiciese y reparase cierta albarrada, que para defensa de la laguna en tiempo antiguo solía estar hecha..."¹⁰⁵ En cambio, a lo largo de los siglos siguientes se emprendieron las obras para el desagüe de las lagunas que provocaron su fatal desecamiento con una alteración brutal que modificó la estabilidad ecológica en perjuicio del equilibrio natural de la vida en la cuenca de Anáhuac.

El sistema para destruir el pretérito sin dejar vestigios durante los primeros años del virreinato de la Nueva España, fue altamente eficaz. Imposible evaluar con precisión la calidad de vida del pueblo mexicana en Tenochtitlán que permitió el cultivo del Arte, permitió el avance científico y derivó en formidables obras de ingeniería y arquitectura.

Todo fue agredido, destruido, quemado, menospreciado.

El *calmecac* y el *tepoacalli* dejaron de operar desde el día mismo de la toma de Tenochtitlán por los españoles. La niñez y juventud sobrevivientes vagaron sin sitio o fueron incorporados a las actividades laborales en la encomienda. En la derrota la vida infantil india surgió silvestre. Durante tres lustros, todo niño y adolescente se desarrolló como salvaje, separado de sus mayores y raíces sin alcanzar la mayor de las veces el amparo que los buenos frailes escribieron que les ofrecían. Unos pocos cientos tuvieron la oportunidad de ocupar los pocos ocios que les daban los encomenderos y *calpixques* para aprender a jugar, a rezar, a cantar y a contar en los inmensos conventos cristianos. Repetían lo que los frailes les enseñaban "como papagayos", según lo dijo el Cardenal Loayza, presidente del Consejo de Indias ¹⁰⁶

Los depositarios del conocimiento mexicana, los sabios *tlamatinime*, murieron todos asesinados en la matanza del Templo Mayor, heroicamente defendiendo su ciudad y cultura,

¹⁰⁴ Tomado de *Relación universal legítima y verdadera del Sitio de México*. Carrillo Cepeda Alvarrez. México. 1976. Secretaría de Obras Públicas.

¹⁰⁵ Tomado de *Desagüe del Valle de México*. Relaciones de 1555 a 1823. México. 1976. Secretaría de Obras Públicas.

¹⁰⁶ Lewis Hanke. *La Humanidad es Una*. 2ª Edición. F.C.E. México. 1985. p.45

o envilecidos por el trabajo esclavo en las minas y repartimientos. Pocos fueron juzgados y ejecutados por criticar las enseñanzas cristianas y defender sus creencias y costumbres antiguas, como el señor de Texcoco Carlos Chichimecatecutli, nieto del gran Netzahualcōyotl e hijo de Netzahualpilli, a quien el inquisidor Juan de Zumárraga condenó a la hoguera.¹⁰⁷ Una minoría de ellos feneció en algún escondite esperando que aquella calamidad fuera transitoria.

Así se perdió la llave para el desciframiento de los códices, estelas y enciclopedias en piedra que consiguieron salvarse de la destrucción.

En consecuencia, creo que los desciframientos del diseño y métodos de trazo geométrico de tres monumentos prehispánicos que componen este trabajo, son torpes intentos párvulos que tratan de desentrañar un enigma del que se perdió la clave.

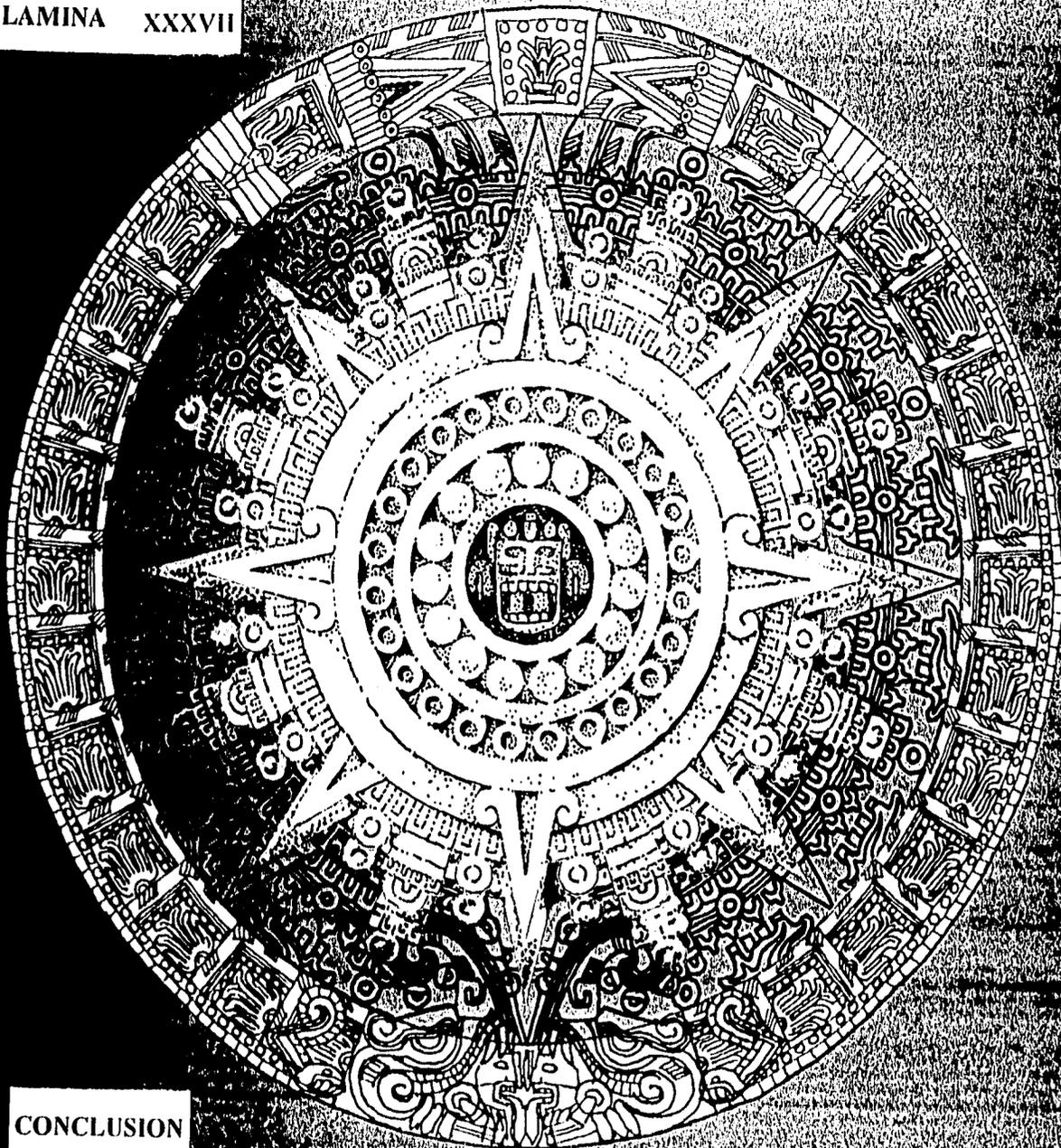
Ante la magnificencia del conocimiento que se columbra en los trazos y figuras labrados en los tres monumentos, y ante la limitación por comprender su significado, quiero expresar mi reconocimiento modesto a aquel pueblo grandioso cuyas huellas de su sabiduría se manifiestan en el legado monumental que tenemos la fortuna de recibir.

Por el error involuntario cometido al intentar descifrar el legado matemático mexicana, sólo quiero expresar una disculpa.

Francisco Miguel Ramírez Bautista
México, Junio de 1995.
Universidad Nacional Autónoma de México

¹⁰⁷ Richard. E. Greenleaf. *Zumárraga y la Inquisición Mexicana*. 1ª reimpresión. F.C.E. México. 1992 pp. 86-93

LAMINA XXXVII



CONCLUSION

Las Piedras de Moctezuma, de Tizoc y Del Sol, constituyen una enciclopedia de geometría y atlas matemáticas. Contienen las soluciones de construcción geométrica de todos los polígonos regulares hasta de 20 lados, incluyendo con notable aproximación aquellos que la geometría moderna euclidiana ha considerado insolubles como el *heptágono*, el *undécagono*, el *tridecágono*, el *heptadecágono* y el *veintidécágono*. Su perfección geométrica permite abordar exitosamente la solución de intrincados problemas como la *trisección* y *pentasección* de ángulos diversos o la *cuadratura del círculo*. Desentrañar sus posibilidades para cálculos complejos del atlas matemáticas, amerita un estudio disciplinado de expertos.

Cada Piedra no es un objeto aislado; sus dimensiones, módulos, figuras geométricas y composición revelan que las tres Piedras son eslabones lógicos de un complejo conjunto instrumental científico que permitió a los pueblos mesoamericanos el disfrute de una vida de bienestar colectiva y armonía con la naturaleza que no quedó registrada en las crónicas y anales elaborados por los conquistadores.

F. Miguel Ramírez B.
Julio de 1995

Láminas

CAPITULO PRIMERO

- I **Ubicación de hallazgos de monolitos prehispánicos.**
- II **Hallazgo de la Piedra de Moctezuma.**

CAPITULO SEGUNDO

- III **La Piedra de Moctezuma.**
- IV **Canto de la Piedra de Moctezuma.**
- V **La Piedra de Tizoc.**
- VI **Canto de la Piedra de Tizoc.**
- VII **La Piedra del Sol. D. Antonio de León y Gama.**
- VII BIS. **La Piedra del Sol. D. Antonio de León y Gama. Comentarios**
- VIII **La Piedra del Sol. Alejandro de Humboldt.**
- IX **La Piedra del Sol.**

CAPITULO TERCERO

- X **La Geometría de la Piedra del Sol. Dr. Carlos Chanfón Olmos.**
- X BIS. **La Geometría de la Piedra del Sol. Dr. Carlos Chanfón Olmos. Comentarios**

CAPITULO CUARTO

- XI **Dimensionamiento. La Piedra de Moctezuma.**
- XII **Dimensionamiento. La Piedra de Tizoc.**
- XIII **Dimensionamiento. La Piedra del Sol.**

CAPITULO QUINTO

- XIV **Trazo General. Piedra de Moctezuma.**
- XV **Trazo General. Piedra de Tizoc.**
- XVI **Trazo General. Piedra del Sol**
- XVII **Procedimiento del trazo general. Piedra del Sol.**
- XVIII **Trazo complementario. Piedra del Sol.**
- XIX **Trazo complementario secundario. Piedra del Sol.**

CAPITULO SEXTO

- XX** Relación de Cuadrado, Pentágono y Hexágono. Piedra de Moctezuma.
XXI Relación de Cuadrado, Pentágono y Hexágono. Piedra de Tizoc.
XXII Heptágono. Piedra del Sol.
XXIII Nonágono. Piedra del Sol.
XXIV Undecágono. Piedra del Sol.
XXV Tricáidecágono. Piedra de Moctezuma.
XXVI Pentacáidecágono. Piedra de Tizoc.
XXVII Heptacáidecágono. Piedra del Sol.
XXVIII Polígonos progresivos. Piedra de Tizoc.
XXIX Polígonos progresivos. Piedra del Sol.
XXX Desintegración de la Unidad. Piedra de Moctezuma.
XXXI Desintegración de la Unidad. Piedra de Tizoc.
XXXII Desintegración de la Unidad. Piedra del Sol.
XXXIII Espiral y Elipse. Piedra del Sol.
XXXIV La Cuadratura del Círculo. Solución euclidiana.
XXXV La Cuadratura del Círculo. Piedra de Moctezuma.
XXXVI La Cuadratura del Círculo. Solución mexicana-Ramírez.

CAPITULO SEPTIMO

- XXXVII** Conclusión.

Bibliografía

1. **Carta del primer Almirante de las Indias, Don Cristóbal Colón, a Rafael Sánchez, tesorero de los Reyes,...** Torcuato Luca de Tena. Ed. Ambos Mundos, México. MXVLXXXV
2. **Tratado sobre las causas justas de guerra.** Juan Ginés de Sepúlveda. F. C. E. México. 1979. Advertencia, Marcelino Méndez Pelayo.
3. **Hernán Cortés y la Conquista de México.** Lucas Alamán, 7a. Ed. Jus. México. 1978.
4. **Hernán Cortés y el Derecho Internacional en el Siglo XVI.** Toribio Esquivel Obregón. 2ª Ed. Porrúa. México 1985.
5. **Diario La Jornada.** México. 22 de abril de 1995.
6. **En torno a la Malinche.** Antr. Carlos R. Margáin.
7. **Descripción histórica y cronológica de las dos piedras...** Antonio de León y Gama. Facsímil de 2ª Ed. INAH. México. 1990.
8. **Vues des Cordillères et monumens des peuples indigènes de l' Amèrique.** Alejandro de Humboldt, en "Aportaciones a la Antropología Mexicana". Jaime Labastida. 2ª Ed. Katún, S. A. México. 1986
9. **Las medidas del Calendario Azteca.** Alfonso Caso. Revista Mexicana de Estudios Históricos. 1928.
10. **La Piedra del Sol y 15 monumentos astronómicos del México antiguo.** Raúl Noriega. Aportación al XVI Congreso de Americanistas. México. 1974.
11. **La Geometría y la Piedra del Sol.** Carlos Chanfón Olmos. Revista Churubusco. México. 1978
12. **La Geometría de la Piedra del Sol.** Oliverio Sánchez. Manuscrito.
13. **Guía descriptiva del Calendario Azteca.** No oficial.
14. **Historia de las indias de la Nueva España e islas de la Tierra Firme.** Fray Diego de Durán. Ed. Porrúa, S. A. México. 1984.
15. **El Cuauhcalli de Moctezuma.** Guillermo Pérez Castro Lira y otros. Revista Arqueología Nº 5. INAH. México, 1989.

16. **Teogonía e Historia de los Mexicanos por sus pinturas.** Angel Ma. Garibay. Ed. Porrúa. México. 1985
17. **Don Fray Juan de Zumárraga.** J. García Icazbalceta. Ed. Porrúa, S. A. México. 1985.
18. **La Ciudad de México.** J. Ma. Marroquí. 2ª Ed. Facsimilar. Jesús Medina Editor. México. 1969.
19. **México en 1554 y Túmulo Imperial.** Fco. Cervantes de Salazar. 5ª Ed. Porrúa, S. A. México. 1982.
20. **Archivo Patrimonio Inmobiliario Federal.** Secretaría de Desarrollo Social. Expediente Moneda N° 4.
21. **Revista Arqueología Mexicana.** N° 4. Octubre-Noviembre 1993. "El nuevo Cuauhxicalli de Moctezuma". J. Lamerías Olvera.
22. **Anales del Museo Nacional.** Biblioteca del Museo Nacional de Antropología.
23. **Historia General de las cosas de la Nueva España.** Fray Bernardino de Sahagún. 2ª Ed. Consejo Nacional Para la Cultura y las Artes. México. 1989.
24. **Itinerario de la Armada del Rey Católico a la Isla de Yucatán, en la India, el año de 1518, en la que fue Comandante y Capitán General Juan de Grijalva.** Los Cronistas: conquista y colonia. Carlos Marín Martínez. Biblioteca Nacional
25. **Manuscrito Mexicano N° 22.** Biblioteca de París. En Anales de Tlatelolco. Ed. Rafael Porrúa. México. 1980.
26. **Historia de los Indios de la Nueva España.** Fr. Toribio de Benavente, Motolinía. Ed. Porrúa, S. A. México. 1969
27. **Historia de la Conquista de México.** Francisco López de Gómara. Ed. Porrúa, S. A., México, 1988.
28. **Los Indios de México y Nueva España.** Antología. Fr. Bartolomé de las Casas. Ed. Porrúa, S. A. México. 1993.
29. **Relación de las Cosas de Yucatán.** Fr. Diego de Landa. Ed. Porrúa, S. A. México, 1986.
30. **Historia Verdadera de la Conquista de Nueva España.** Bernal Díaz del Castillo. Ed. Porrúa, S. A. México. 1972.

31. **Historia de la Nueva España.** Fr. Francisco de Aguilar, 1579. Anales del Museo Nacional. Tomo III. Biblioteca del Museo Nacional de Antropología.
32. **Historia Eclesiástica Indiana.** Fr. Gerónimo de Mendieta. Ed. Porrúa. México. 1980.
33. **Discurso pronunciado ante la Sociedad Científica en N. York.** Profr. Ph. Valentini. 1978. Anales del Museo Nacional. Biblioteca del Museo Nacional de Antropología.
34. **La Piedra del Sol.** Alfredo Chavero. Anales del Museo Nacional. Tomos I a II. Biblioteca del Museo Nacional de Antropología.
35. **¿Cómo estuvo pintada la piedra conocida con el nombre de Calendario Azteca?** Roberto Sieck Flandes. Congreso Internacional de americanistas. 1939. Anales del Museo Nacional. Biblioteca del Museo Nacional de Antropología.
36. **Enciclopedia Hispánica.** Encyclopaedia Britannica Publishers, Inc. 1991-1992.
37. **Revista México Desconocido.** N° 219. Año XIX, Mayo 1995.
38. **Alto estudio que soluciona la cuadratura del círculo.** Francisco Poceros. Biblioteca Nacional 508. M15. 9.
39. **El Sacrificio Humano entre los mexicas.** Ed. F.C.E.-INAH. Yólotl González Tórres. 2ª reimpresión. México 1992.
40. **Sacrificio de Niños en el Templo Mayor.** Juan Alberto Roman Ballereza. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México. 1990.
41. **Arqueología.** Revista del INAH. N° 6. julio-diciembre 1991. "El Proyecto Templo de Quetzalcoatl". Rubén Cabrera Castro, Oralia Cabrera.
42. **Relación Universal, Legítima y Verdadera del Sitio de México.** Carrillo Cepeda Alvarez. Secretaría de Obras Públicas. México, 1976.
43. **Desagüe del Valle de México.** Relaciones de 1955 a 1823. Secretaría de Obras Públicas. México, 1976.
44. **La Humanidad es Una.** Lewis Hanke. 2ª Ed. F. C. E. México. 1985.
45. **Zumárraga y la inquisición mexicana.** Richard E. Greenleaf. 1ª reimpresión. F. C. E. México. 1992.

VISION DE LA GEOMETRIA MEXICA

INDICE

JUSTIFICACION	1
INTRODUCCION	3
El Pueblo Del Sol	
Visión de la geometría mexicana	
Propósito de esta tesis	
CAPITULO PRIMERO. HALLAZGOS DE TRES MONOLITOS PREHISPANICOS	11
1790. La Piedra del Sol	
1791. La Piedra de Tizoc	
1988. La Piedra de Moctezuma	
CAPITULO SEGUNDO. DESCIFRAMIENTOS	23
La Piedra de Moctezuma	
Función	
La Piedra de Tizoc	
Función	
Temalácatl, Cuauhxicalli, Téhcatl	
a). Temalácatl	
b). Cuauhxicalli	
c). Téhcatl	
La Piedra del Sol	
Don Antonio de León y Gama, 1792	
Alejandro de Humboldt, 1805	
Profesor P. H. Valentini, 1878	
Alfredo Chavero, 1875 - 1903	
Roberto Sieck Flandes, 1939	
Carlos Chanfón Olmos, 1978	
Oliverio Sánchez, 1992	

CAPITULO TERCERO. LA GEOMETRIA MEXICA	50
La geometría y la Piedra del Sol. 1978	
La geometría de la Piedra del Sol. 1992	
CAPITULO CUARTO. FUNDAMENTOS DE LA GEOMETRIA MEXICA	57
El Problema de las Unidades de Medida Prehispánicas	
El Problema del Dimensionamiento de las 3 piedras	
El Problema del Instrumental mexicana para el diseño geométrico	
Similitud en el Diseño Geométrico de los tres monumentos	
Dimensionamientos	
La Piedra de Moctezuma	
La Piedra de Tizoc	
La Piedra del Sol	
CAPITULO QUINTO. EVOLUCION DEL DISEÑO GEOMETRICO MEXICA	73
Trazo General de la Piedra de Moctezuma	
Trazo General de la Piedra de Tizoc	
Trazo General de la Piedra del Sol	
CAPITULO SEXTO. PROCEDIMIENTO MEXICA DE CONSTRUCCION DE POLIGONOS REGULARES	82
Rotación de cuadrados por subdivisión del círculo	
Cuadrado, Pentágono, Hexágono.	
Heptágono	
Nonágono	
Undecágono	
Tricadecágono	
Pentacadecágono	
Heptacadecágono	
Complejos de desintegración y multiplicación de la unidad	
Piedra de Moctezuma	
Piedra de Tizoc	
Piedra del Sol	
Elipse y espiral	
La cuadratura del círculo	
Capítulo Séptimo. Conclusiones.	104
LAMINAS	109
BIBLIOGRAFIA	111