
METROLOGÍA EN ARQUITECTURA EGIPCIA DE LA XVIII DINASTÍA, EN LUXOR (EGIPTO) (SEC. XV-XVIII)

Mónica M. MARCOS*

Cuvinte cheie: *Metrologie, arhitectura, Dinastia a XVIII, Luxore*

Palabras clave: *Metrología, arhitectura, XVIII Dinastía, Luxor*

Rezumat

În cadrul conservării și restaurării patrimoniului arhitectural, scopul acestui studiu este metrologia aplicată în compoziția arhitecturii realizată în timpul dinastiei XVIII în vechea Thebes (Egipt).

Obiectivul va fi determinarea relațiilor geometrice și metrologice presupuse a fi utilizate în modelele arhitectonice și modulul utilizat în proiectul inițial al clădirilor.

En el campo de la Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico, una indispensable herramienta de la metrología aplicada en la composición de la arquitectura realizada en épocas pasadas, tanto para excavación como para reconstitución de elementos.

Las relaciones geométricas y metrológicas supuestamente utilizadas en los modelos arquitectónicos y el módulo empleado en el proyecto inicial de los edificios, definen las bases de la investigación, y de las posibles prospecciones en el terreno para su posterior análisis y comprensión.

La base de partida son los datos recopilados, tanto históricos como de los trabajos realizados en el último siglo, y de las mediciones llevadas a cabo in situ.

El trabajo desarrollado, parte de los datos metrológicos, constructivos y arquitectónicos recopilados a lo largo del desarrollo de Proyectos de Excavación, Reconstrucción, Consolidación, Estudio y Reparación de la arquitectura religiosa, situada en Luxor, correspondiente al periodo histórico del Reino Nuevo, durante la XVIII Dinastía.

El examen de los modelos globales y de las tipologías empleadas tanto en composición, como en medidas y dimensiones, puede establecer una relación conceptual entre los conjuntos arquitectónicos proyectados y construidos con las creencias filosóficas y religiosas que rigieron dicho periodo histórico y cultural.

El estudio métrico, así como la geometría y proporcionalidad que guiaron el pensamiento espacial de los antiguos constructores, dan pautas de entendimiento del edificio, su génesis y del conocimiento para posibles actuaciones, al contar con el patrón modular que los creo.

* Arhitect egiptolog, membru al Asociației Spaniole de Egiptologie "AEDE"

En el marco del Patrimonio Arquitectónico es de vital importancia la comprensión de la obra para poder acercarse a ella e intervenir de la manera más fiel posible a su verdadera identidad histórica y conceptual.

El análisis realizado contempla:

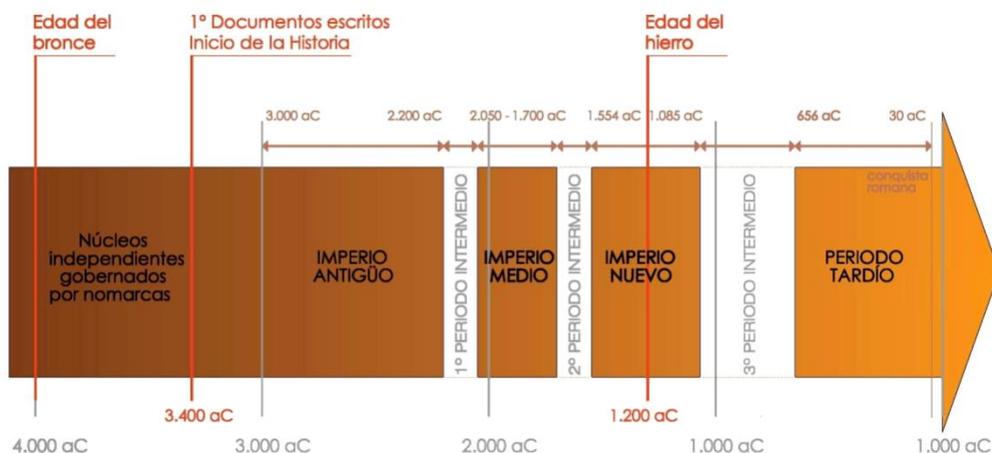
- Definición y caracterización del sistema métrico empleado en arquitectura.
- Una compilación de referencias en cuanto a las proporciones y medidas utilizadas en el periodo histórico y cultural correspondiente a la XVIII Dinastía en Egipto.
- Establecer una metodología de análisis basada en la geometría y proporción, de acuerdo a las unidades de medida vigentes en dicho periodo.

Contexto Histórico y Geográfico

En el contexto histórico, se podría establecer una cronología para enmarcar los estudios. La civilización egipcia comienza aproximadamente en el 3.000 a. C con las primeras culturas prehistóricas del predinástico y protodinástico y acaba en el 31. a. C con la conquista del Imperio Romano.

Se estructura en tres grandes periodos; Imperio Antiguo, Imperio Medio e Imperio Nuevo, entre los que se suceden épocas de transición; Primer, Segundo y Tercer Periodo Intermedio. Estas épocas intermedias se caracterizan por inestabilidad política, y son coincidentes con los principales acontecimientos bélicos.

Los principales datos que han conseguido recabarse proceden de textos, inscripciones y excavaciones arqueológicas, siendo todavía amplias las lagunas de información por completar.



Periods of the Egypt History

La Situación de los emplazamientos define su fin.

Como ejemplo de referencia para el desarrollo del trabajo se escogen determinados templos y construcciones funerarias, situados en la antigua Tebas, Luxor, en Egipto. El periodo en el que se desarrollaron estas construcciones comprende, de manera aproximada, del año 1.550 al 715 a. C.

Luxor se sitúa en un curvado del río Nilo, en la zona central del país. El clima y la geografía determinaron el desarrollo de los asentamientos en la ribera del río, para aprovechar las crecidas y el área fértil de Egipto.



Location; Luxor, Egypt.

La orilla oriental del río era donde se situaba la antigua Tebas, como ciudad o urbe funcional, todavía existente, mientras que la orilla occidental era la zona sagrada donde se ubicaban tumbas y templos, según la orientación solar que caracterizaba la cultura egipcia.

Las edificaciones funerarias correspondientes a esta zona y periodo están compuestas mayoritariamente por una zona exterior procesional y un recinto interior de culto. El primero suele estar conformado por un patio exterior porticado, y el interior por un hipogeo excavado en la roca, con sala columnada. Pero la evolución de las creencias y rituales a lo largo de los siglos hizo evolucionar tipos y esquemas compositivos. En cuanto a los templos, varían su tipología según su función y localización.

En el siglo XIX, Auguste Mariette realizó aquí los primeros sondeos arqueológicos, pero no documentados.

La zona comenzó a excavar a principios de 1881, con Gaston Maspero [1846-1916], como director del Servicio de Antigüedades de Egipto. Las excavaciones en tumbas y templos se iniciaron en la década de 1890 dirigidas por el arqueólogo francés Edouard Naville [1844-1926], entre otros, y relevantes figuras de la arqueología, como Herbert Winlock realizando labores de excavación y restauración.

Desde mediados del siglo XX, se han dirigido numerosos trabajos de excavación, reconstrucción y restauración por distintas misiones internacionales en colaboración con el Consejo Supremo de Antigüedades

En la imagen siguiente se aprecia el estado general en la actualidad.



Temples and Necropolis location in Luxor.

En el contexto geográfico, la localización es importante.

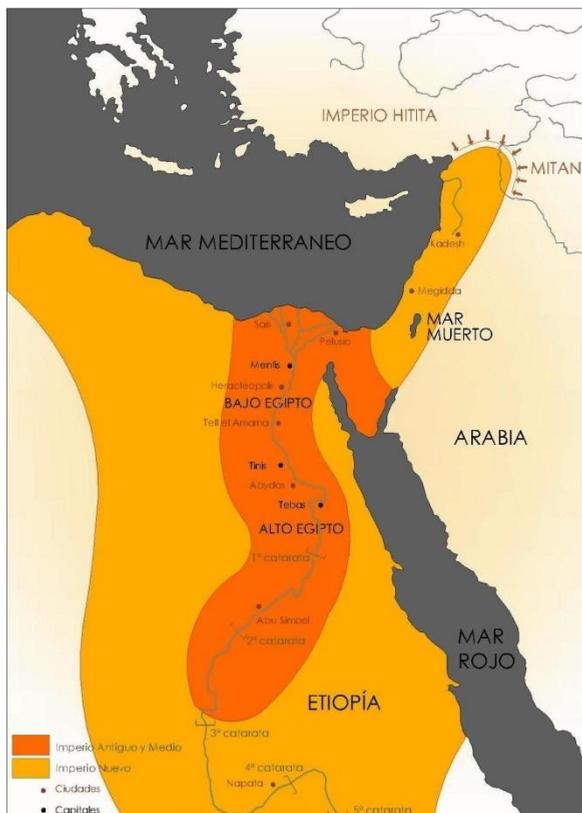
La situación geográfica de Egipto, rodeada de desierto y con una economía autóctona articulada a ambos márgenes del río, hicieron de él un país centrado en la agricultura. Siendo ésta su principal forma de subsistencia, el ejército se consideraba una necesidad limitada a tiempos de inestabilidad política o con objeto defensivo.

Nos encontramos ante el proceso de formación de un estado con un eje estructurante, el Nilo, y un territorio limitado en ambas márgenes por desiertos. La presencia de este desierto en casi todas sus fronteras constituyó de por sí una barrera importante frente a sus enemigos. El delta sirvió como base para el control de las rutas comerciales.

El espíritu bélico se limitó a determinadas épocas a lo largo de la historia, y asociadas a gobernantes que emprendieron políticas expansionistas.

Sin embargo, Egipto realmente no destacó en las hazañas militares hasta épocas tardías, tras la expulsión de los Hicsos en el 1.527 a.C. Se podría considerar que fue

aquí cuando se originó un expansionismo militar alimentado por la oportunidad de la conquista de nuevos territorios.



Military expansion in different periods

Como localización particular, indicar que las Necrópolis Tebanas se localizan en los valles que conforman el área funeraria situada en la orilla Oeste del río, muy próximo al conjunto monumentales como el de Deir el Bahari.

Se extiende de norte a sur, a lo largo de unos 3 km entre las colinas que delimitan el desierto y la ribera del río Nilo. Se divide en varios sectores; El Tarif, Dra Abu El Naga, Asasif, El Joja, Sheij Abd el Gurnah, Asasif sur y Gurnet Murrari. La zona de Deir el Bahari, objeto de estudio se localiza en los pequeños valles que conforman el área funeraria en la orilla Oeste del río.

Arquitectura. Tipologías constructivas

La multitud de construcciones funerarias circundantes al área, así como la posición maclada entre ellas, crea un complejo conjunto de enterramientos, variados tanto en el nivel del terreno en el que se asientan, como en la época en la que fueron construidos.

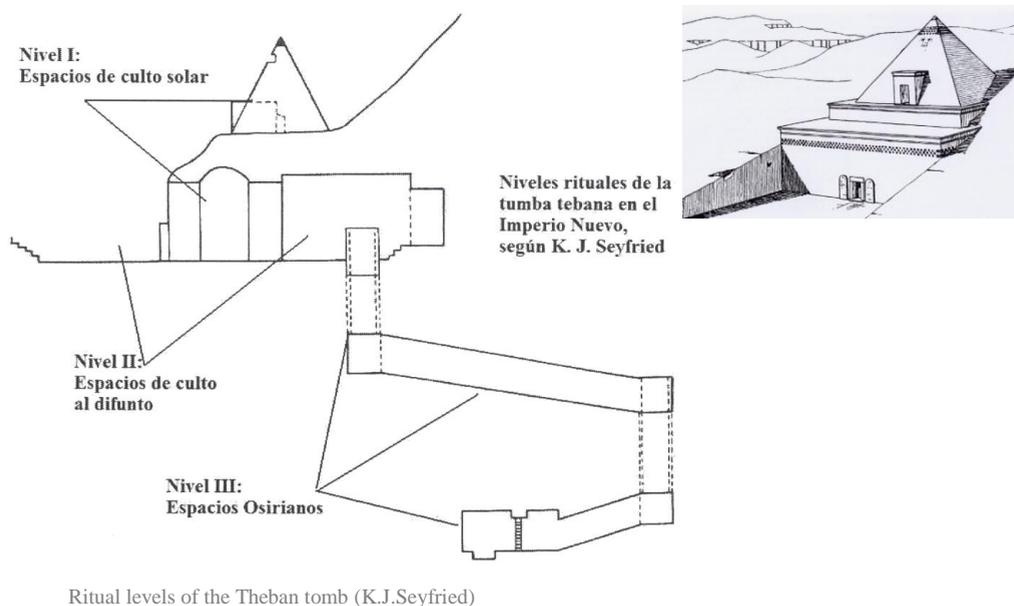
Desde época anterior, y de manera masiva durante el reinado de Amenhotep III (1.350 a.C) se excavaron y construyeron en esta zona tumbas para nobles y funcionarios.

La estructura y distribución de los hipogeos varía según el propietario, el reinado y la época.

Fue en este periodo cuando se generalizó la construcción de hipogeos en el área, y cuando se alcanzaron mayores cotas tanto arquitectónicas, como de representación artística. También se reutilizó la necrópolis posteriormente con construcciones pertenecientes a la XX y XXII Dinastías.

Se trata de un conjunto de tumbas de considerables dimensiones de personajes de la nobleza egipcia, localizadas en la necrópolis tebana, componiéndose de sala hipóstila bajo el patio solar.

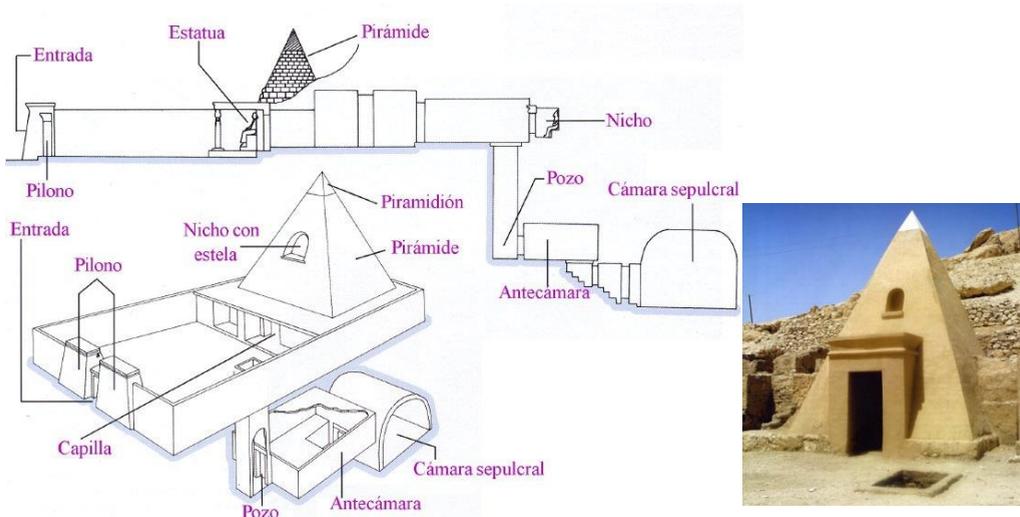
Son conjuntos funerarios en los que las creencias religiosas fueron definitivas a la hora de fijar conceptos arquitectónicos, sobre todo estructuralmente hablando. La concepción de la articulación de las tumbas está directamente relacionada con el culto. De esta forma, los componentes de los espacios se vinculan a la intención de la edificación, pudiendo diferenciarse tres módulos, el espacio al culto solar, el espacio para el culto al difunto, y el espacio osiriaco, recogidos en el esquema siguiente.



1

Las tipologías variaron según los factores de construcción de cada enterramiento, pero la concepción religiosa que determinó la arquitectura fue una constante en el área.

¹ K.J. Seyfried, *Entwicklung in der Grabarchitektur des neuen Reiches als eine weitere Quelle für theologische Konzeptionen der Ramessidenzeit*, in Assmann J, Burkard G, and Davies V (eds), *Problems and Priorities in Egyptian Archaeology* (Studies in Egyptology, London 1987), p. 219-53.



La orientación de las construcciones, sigue la direccionalidad de las tumbas de la época, distribuidas según un eje principal longitudinal en el sentido este-oeste, sobre el que se alinea un patio solar, un recinto porticado y a continuación el recinto cerrado que contienen el área funeraria.

El eje longitudinal de las tumbas está orientado de este a oeste encontrándonos en primer lugar una rampa descendente. Dichas rampas suelen constituir el acceso al patio, habiéndose hallado perimetrales a los patios varias tumbas más, debido a la reutilización del recinto funerario en épocas posteriores a la de su dueño original. Actualmente, tanto las rampas como los patios, se encuentran sepultados bajo varios metros de arena y escombros con restos arqueológicos que se van recuperando a medida que avanzan las prospecciones.

Los templos se encuentran localizados en la orilla del río Nilo, y son de considerables dimensiones, estando parcialmente reconstruidos en los ejemplos más significativos. Nos encontramos con dos tipologías de templos según su localización; los de la orilla este y los de la orilla oeste.

- Templos de la orilla este:

En el caso de Deir el Bahari conviene señalar el peculiar carácter del templo en la margen izquierda del río en Tebas. Aquí sólo se podían encontrar cierto tipo de edificios especiales, y todos los ejemplos datan desde el periodo comparativo de la XVIII a la XX Dinastía. Los grandes templos de la margen derecha del río (Karnak, Luxor, ...) son en primer lugar edificios erigidos para el culto de la deidad local, y el trabajo de muchas generaciones. Desde tiempos de la XII Dinastía, de los Amenemehats y Userstesens casi cada soberano o familia reinante tomaba el deber de añadir o reparar la estructura de Karnak. Cada generación insistía en ser representada aquí, por eso los muros del gran templo de Amón llegó a convertirse en los anales de la monarquía egipcia.

- Templos de la orilla oeste:

Muy distinto era en los templos de la margen izquierda. Aquí el faraón empezaba un templo con la intención de acabarlo él mismo. El plan era suyo y trataba de llevarlo a cabo de principio a fin, de hecho, estos monumentos eran levantados por el rey para su propia gloria y memoria, y las inscripciones con las que era decorado a menudo tomaban la forma de capítulos de su propia autobiografía. De acuerdo a entender el objeto de estos templos se deben comparar con las tumbas egipcias del Reino Antiguo.

La tumba egipcia se conformaba por tres partes; la capilla exterior, el pozo y la cámara del sepulcro.

- La capilla exterior: Estaba compuesta por una o más estancias, a veces pródigamente decorada, adornada con columnatas o peristilos y siempre accesible a los parientes de los difuntos y a los sacerdotes. Allí iba su familia para hacer libaciones y llevar ofrendas de comida e inciensos al difunto; ellos también iban en determinadas fechas del año para celebrar ritos religiosos, cuya naturaleza y detalles estaban prescritos por un código ceremonial.
- El pozo vertical: Situado en la capilla o cerca de ella donde los sarcófagos eran introducidos en la cámara sepulcral.
- La cámara sepulcral: Se rellenaba y la cámara era cerrada herméticamente para que nadie pudiera tener acceso a la momia, que debía ser preservada de cualquier sacrilegio.

La capilla funeraria sin embargo estaba abierta a los visitantes y aquí el difunto enseñaba cómo había sido su vida. Fue aquí donde él había hecho sus alabanzas para ser inscrito, y que le había gustado exponer la posterioridad las cualidades por las que había sido reconocido, los hechos importantes que habían marcado su carrera, a la cual las dignidades del favor real lo había elevado, y las riquezas que se habían reunido.

En Tebas se desarrolló una vasta necrópolis que ocupaba un considerable espacio, en la margen izquierda del río, y consideraba las tumbas destinadas a los grandes personajes del reino, que era dicha para los reyes. Aquí se pueden encontrar las tres partes esenciales de las tumbas pertenecientes al Reino Antiguo y Reino Medio, pero en lugar de estar todas juntas, o cercanas, están separadas a considerable distancia.

En el Valle de los Reyes, lejos de las tierras cultivadas, y en medio de una soledad que raramente es disturbada, está la capilla sepulcral, y lo equivalente al pozo, la larga galería subterránea penetrando dentro de la roca, y a menudo excavada a distintos niveles. Ninguna de ellas era accesible, y todas fueron herméticamente cerradas.

Fuera del valle y cerca de la población, levantadas y camufladas por la arena del desierto a la vista de cualquier hombre, y cerca de la escuela de sacerdotes, estaba la capilla donde se realizaban las ofrendas y donde se celebraban los ritos del piadoso cuidado de la familia y visitantes. Pero la capilla se había convertido en un templo; muchos de aquellos templos han permanecido hasta nuestros días (Goornah, Rameseum, Medinet Habu y Deir el Bahari).

Es a Mariette² a quien debemos dar el crédito de haber reconocido por completo la naturaleza y función de estos templos de la orilla izquierda.

Son grandes capillas funerarias conectadas directamente con las tumbas reales cuya existencia implican.

Su carácter especial viene determinado, debemos proceder a dividir estos templos funerarios en dos categorías; los erigidos para un solo soberano, y aquellos que servían para varias tumbas reales.

- Templos para un solo soberano:

A la primera categoría pertenecen el Rameseum y Medinet Habu. Ramses II, el más vano y ostentoso de los faraones egipcios, y después de él aquellos que pertenecen a su sucesor quien deslumbrado por la magnificencia externa y la vanagloria de su reinado, pareció imitar a su padre en todo, Ramses III. Construyó sus propias capillas funerarias, monumentos diseñados para perpetuar sus hazañas, y para llevar a la posteridad lo que estimamos como sus principales títulos a la fama. Por lo tanto cada uno de estos templos estaba en conexión solo con una tumba.

- Templos para varias tumbas reales:

Era lo contrario con aquellos de Goornah y Deir el Bahari. Seti I empezó la construcción de Goornah, y aquí levantó la capilla funeraria de su padre Ramses I. Las inscripciones en los muros representan a Ramses I muerto y sentado en su santuario portando el emblema de Osiris.

En su honor el templo fue construido y las ceremonias celebradas. Seti I no acabó el edificio, y lo continuó su hijo añadiendo un largo relieve donde su padre, volviendo de su tumba invocaba a Amón a favor de Ramses II, representado antes que él ofreciendo perfumes a la sagrada barca del dios. El templo de Goornah es de esta manera, la gran capilla de dos tumbas, y es como en las mastabas del Reino Antiguo, o como en las tumbas de Beni Hassan, había dos pozos abiertos desde la misma habitación.

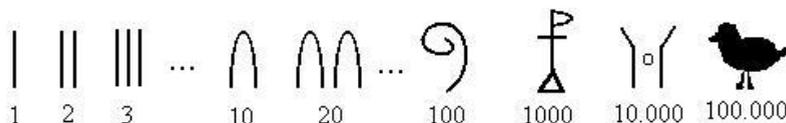
Medidas y metrología

Como conceptos arquitectónicos, es manifiesta la imposibilidad de comprensión de la arquitectura, sin estudio previo de filosofía, lengua y pensamiento egipcios. Todo conjunto arquitectónico responde a unos fines rituales, por lo que es decisiva en su concepción la unidad de medida que responde a estos fines intencionados. Todo se proyecta bajo unas reglas, módulos y esquemas funcionales que vinculan la construcción a su fin ritual y mágico, por lo que en el análisis de todos los ejemplos la constante es la unidad de medida, que se repite para dar sentido a los trazado reguladores y geométricos.

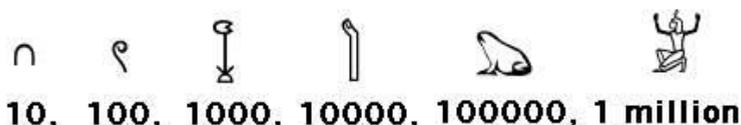
Partimos de simple hecho del error en la unidad de medida. El sistema de numeración egipcio era un sistema decimal por yuxtaposición. El nacimiento de los jeroglíficos no fue inmediato y respondió a un proceso lingüístico que evolucionó a lo largo de los siglos.

² Mariette, Auguste, 1821-1881; Mariette, Alphonse, tr; Dickerman, Lysander, *The monuments of Upper Egypt, a translation of the "Itinéraire de la Haute Égypte"*, in Boston, J. H. Mansfield & J. W. Dearborn (eds), p. 182.

Inicialmente los números se escribían con símbolos básicos, sencillamente la anotación de tantos trazos como números se contabilizasen, y más adelante los números evolucionaron en símbolos jeroglíficos como se describe a continuación:



Los números del 1 al 10 se representaban con simples trazos, sin embargo, los números más significativos contaban con su ideograma o jeroglífico propio. El número 10 representado como manea de ganado, el 100 una cuerda enrollada, el 1000 una flor de loto, el 10.000 un dedo, el 100.000 es por una rana o un pato y 1 millón por un Dios con las manos alzadas en adoración.



Éste último símbolo, dejó de utilizarse con significado numérico, y para ello aparecieron otras jeroglíficos para indicar números más altos. Considerando uno de los autores consagrados en escritura jeroglífica, Gardiner, el producto se utilizaba para cifras mayores, como se indica;

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{c} \text{Lotus} \\ \text{Finger} \end{array} = (100000 \times 4) + (10000 \times 7) \\
 \begin{array}{c} \text{Finger} \\ \text{Arch} \end{array} = 470000
 \end{array}$$

El cero aparece como símbolo en la XVIII Dinastía, en el Papiro Boulaq³

mediante el símbolo nfr ⁴.

Unidades, pesos y medidas han sido una constante que han relacionado distintas civilizaciones gracias a la aparición del comercio.

Con los inicios de la arqueología y la búsqueda de lo antiguo, el interés por los tesoros fue el motor de las primeras aproximaciones a los restos de la historia. Sin embargo, muchos otros datos fueron pasados por alto, y nos dan una idea clara de las relaciones entre distintas culturas y países. El significado de pesos y medidas empleados en la antigüedad es una pista clara para seguir el rumbo de las transacciones comerciales y de la propagación de la cultura geográficamente.

³ Mariette, Auguste, *Les papyrus égyptiens du Musée de Boulaq, vol. II*, Paris, 1872.

⁴ Lumpkin, B, *The Mathematics Used in Egyptian Construction and Bookkeeping*, in *The Mathematical Intelligencer*, 2002, p.20-25.

Las civilizaciones antiguas disponían de un sistema de pesos y medidas que les permitían organizar sus intercambios y la construcción. Parece probable que las primeras medidas establecidas fueran las de longitud (delimitación de la tierra), y posteriormente las de capacidad (contabilizaban lo producido por la tierra) y las de peso (con la aparición de los metales). La balanza más antigua es egipcia con piedras de caliza, datada en el 3.800 a. C.

Las primeras medidas de longitud datadas, pertenecen también a Egipto, derivando de las partes del cuerpo humano; codo (distancia del dedo anular al codo), brazo (distancia del dedo anular al pecho), y la braza (distancia entre los dos dedos anulares). Palmo y dedo surgen como fracciones del codo.

La conexión cultural entre la mayoría de los edificios excavados viene dada simplemente según la medida o el tipo de codo, en el caso de la cultura egipcia, con el que se planificaron.

En la civilización egipcia, podemos encontrar una serie de unidades de medida cuya utilización se evidencia en numerosos documentos que han permanecido hasta nuestros días. La unidad de longitud es la decisiva en arquitectura.

Codo egipcio. Datado aproximadamente en el 3.000 a.C, era la principal unidad de medida, dividida en palmos, y a su vez en 4 dedos. El codo menor o codo corto se dividía en 6 palmos o 24 dedos. En arquitectura, la unidad de medida adoptada generalmente era el codo real, correspondiente a 7 palmos o 28 dedos. Se estandarizó por el codo real maestro, del que se conserva algún ejemplo.

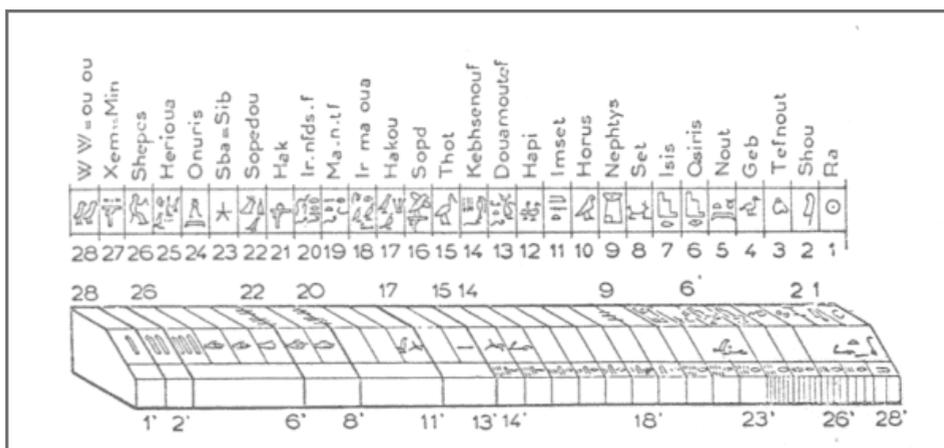


Varilla de Medición de Maya (Tesorero de Tutankamon), Saqqara. Museo Louvre, Paris.

Muestra fracciones de una determinada unidad de longitud. A la derecha vemos el jeroglífico formado por una tela doblada, que representa $1/2$. Y justo debajo, una unidad dividida en 2 partes iguales. A la izquierda del signo de $1/2$ están los jeroglíficos que denota $1/3$, y a continuación de una unidad se divide en 3 segmentos iguales. Esto continúa con $1/4$, $1/5$, ...

El codo original medía unos 457 mm, que era la medida desde el codo hasta el final del dedo corazón con los dedos extendidos. A partir de la III Dinastía se tomó como unidad de medida el codo real, que es el codo más un palmo y equivalía a unos 523-524 mm, y se subdividía en 28 dígitos. Este era el lado de un cuadrado, la diagonal que era la base de medida de tierra, 29,161.

En Egipto el codo se dividía en 7 palmos, 28 dedos de 0,737, pero la cifra habitual de medida era 0,729, formada como fracción del Remen. En Babilonia el codo estaba dividido en múltiplos de 6.



Asociaciones lunares “Royal Cubit stick” Museo Egipcio, Turín ⁵

El conocimiento de la geometría por parte de los egipcios se basa documentalmente en papiros matemáticos que se han conservado hasta nuestros días, como el Papiro Rhind.

Los métodos de cálculo diferían de los actuales, ya que su aritmética reducía la división y la multiplicación a la suma y la resta.

Hasta el s XIX, los datos referentes a la arquitectura egipcia fueron apenas inexistentes. La expedición de Napoleón⁶ fue la primera documentación relativamente fidedigna que reprodujo planos y medidas de los vestigios arqueológicos. Hasta entonces la falta de información, unida al lento desciframiento de los textos egipcios, no hizo posible su estudio.

⁵ Lectura de derecha a izquierda en el registro superior, el dígito XIV sobre un palo de codo fue marcado en 16 partes iguales. El siguiente dígito fue dividido en 15 partes y así sucesivamente, a la cifra de 28, que se dividió en dos partes iguales. Así, podría hacerse medición a fracciones de dígitos con cualquier denominador de 2 a 16. La división más pequeña, 1/16 de un dígito, era igual a 1/448 parte de un codo real. La precisión de la palanca de codo está atestiguada por las dimensiones de la gran pirámide de Giza; Aunque miles fueron empleados en la construcción, sus lados varían no más de 0.05 por ciento de la longitud media de 230.364 m.

⁶ Gouvernement français, *Description de l'Égypte*, Paris, 1829.

Fue durante el Renacimiento, cuando surge en Europa un interés manifiesto por lo antiguo, y en particular por las proporciones en arquitectura a raíz del descubrimiento en Montecassino del Tratado de arquitectura romana, suscrito por Vitrubio⁷. Se rescata así el concepto de proporción y armonía.

En Egipto el origen de la geometría fue funcional. Los tributos correspondientes a los terrenos que se cultivaban eran proporcionales a la superficie, y debido a las crecidas periódicas del río Nilo, estas delimitaciones desaparecían. Tras cada inundación los linderos debían ser marcados de nuevo, por lo que se desarrolló un sistema de cálculo preciso que favoreciera la rapidez del proceso.

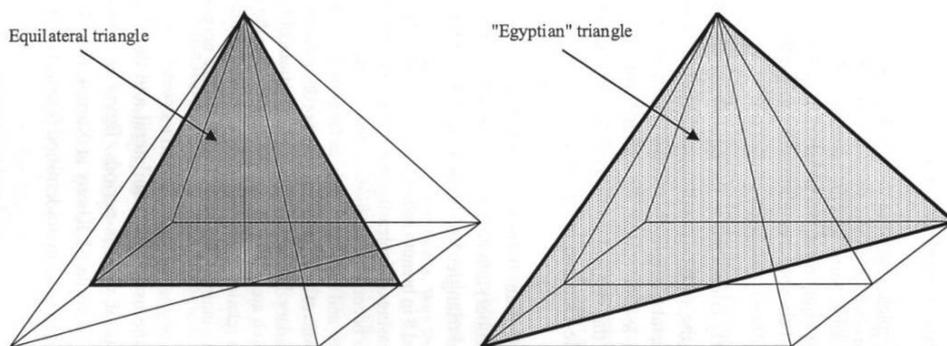
Los conocimientos egipcios de la geometría hicieron posible logros como la construcción de las pirámides o medir tierras. La geometría egipcia junto con la babilónica, fueron las precursoras de la potente geometría griega.

El dominio de los triángulos fue posible gracias a los nudos espaciados en cuerdas, que servían para medir y comprobar los ángulos rectos. Pitágoras recogió toda esta experiencia geométrica para su teorema. En Egipto ya se conocía la relación entre la hipotenusa y los catetos en un triángulo rectángulo. Contaban con fórmulas para medir áreas, como las del cuadrado, rectángulo, rombo y trapecio.

La figura geométrica más utilizada en la arquitectura egipcia fue el triángulo. Según autores destacados (como Viollet le Duc y Auguste Choisy), la tipología más recurrente se podría englobar en tres triángulos distintos.

- Viollet le Duc

- Triángulo 3-4-5: Corresponde al grupo de triángulos rectángulos, en que las dimensiones de sus 3 lados corresponden a números enteros.
- Triángulo equilátero: Con tres lados iguales.
- Triángulo egipcio: Triángulo isósceles, con 2 lados iguales y uno diferente, en el que el radio entre la base y la altura es 8:5.

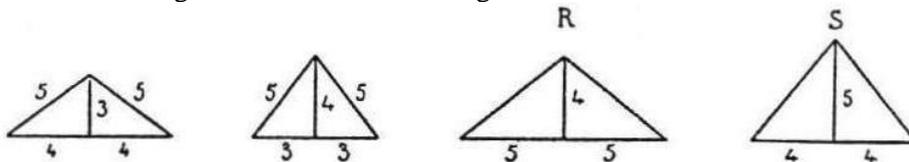


Triángulos equilátero y egipcio utilizados en Arquitectura “*Entretiens sur l’architecture*” Viollet le Duc (1863)

⁷ Marco Vitruvio, *De architectura*, 15 a.d.C.

- Auguste Choisy

- Triángulo equilátero: Con tres lados iguales.
- Triángulo egipcio: Triángulo isósceles, con 2 lados iguales y uno diferente, en el que el radio entre la base y la altura es 8:5.
- Triángulo áureo: Construido según la sección áurea.



Triángulos usados en arquitectura egipcia “*Historie de l’architecture*” A. Choisy (1899)

Parece probable que los arquitectos usaran la serie de Fibonacci o los triángulos isósceles 8:5 en la realización de los planos, luego trazaban un eje de simetría utilizando triángulos 1:2, 1:4 y 1:8 para determinar puntos específicos, y posteriormente el diagrama de construcción se basaba en la combinación de cuadrados y triángulos que definían el perfil general del edificio. Finalmente el uso de triángulos 8:5 sobre el eje principal, marcaba en la intersección con éste, las estancias transversales. Del mismo modo se proyectaban ángulos, columnas y elementos arquitectónicos.

La arquitectura egipcia vino marcada por una serie de factores ligados directamente a su génesis, por ser inherentes al sitio donde estaba asentada. El crecimiento del Nilo, el ciclo solar y la geografía del lugar fueron determinantes para la ubicación y proyección de los edificios. La directa ligazón de la naturaleza con los ciclos vitales y religiosos, vinculó las construcciones al fin para el cual fueron concebidas. Ese fin era la continuación de dichos ciclos pero en relación con el hombre como una continuación de la naturaleza misma.

La mayoría de los templos del Antiguo Egipto estaban situados según la orientación del eje este-oeste, que en la mayoría de los casos determinaba el Río Nilo, pero en algunos tramos que el curso del Nilo variaba, las orientaciones también lo hicieron (el delta o la zona de Tebas). Las variaciones de orientación según diversos autores tienen justificaciones distintas. Podrían estar debidas a que el templo se orientase a canales perpendiculares al río para su acceso, o simplemente a su perpendicular, por lo que la orientación sería meramente topográfica. Sin embargo el conocimiento del mapa estelar, así como la organización de constelaciones hace dudar de que no fuese utilizada la astronomía para la alineación de templos. El solsticio de invierno y otras alineaciones estelares fueron empleados de manera evidente.

Probablemente la elección topográfica para a fundación de Tebas fue debida a que en esta zona el río su perpendicular coincide con el eje este-oeste, vinculando la salida del sol en el solsticio de invierno con la puesta del sol en el solsticio de verano, contribuyendo a su identificación como lugar sagrado.

La orientación se realizaba según el sol, o las estrellas. En la “*ceremonia de fundación*” se utilizaban postes, y según la intersección de la sombra que arrojase con un círculo marcaba la alineación del eje principal.



Representación de Seshat, en La Capilla Roja de Karnak (izda), y el Templo de Seti I en Abydos (dcha)

El conocimiento de estas orientaciones y alineaciones en arqueología son fundamentales, tanto a la hora de plantear excavaciones en lugares determinados, como para saber en que zona o área de cada edificio seguir haciendo prospecciones, por conocer las estructura, ejes y distribuciones de los yacimientos.

El origen religioso y filosófico de la génesis del proyecto, justifica la utilización de un módulo regulador.

De acuerdo a la tradición antigua y a la concepción egipcia de la geometría sagrada, los templos egipcios fueron diseñados para operar como dispositivos de energía interactivos que podían activar los cuerpos físicos, mentales y espirituales. Se llamaron casas del alma o espíritu, diseñadas para despertar los sentidos. Se construyeron según líneas de ley, con una combinación específica de piedras, utilizando las propiedades energéticas de agua, alineados con los eventos solares y estelares específicos, de acuerdo a patrones de geometrías sagradas que se reflejan en nuestro mundo natural, y el cosmos superior.

Los egipcios emplearon numerología, geometría sagrada, las medidas que se encuentran en la naturaleza, y los modelos matemáticos basados en movimiento celeste para diseñar espacios sagrados. Un enfoque complejo para la construcción de sus templos, tumbas y pirámides incluido el uso del arte simbólico y materiales de construcción.

La base de la cultura egipcia es religiosa. Todo es por y para una finalidad espiritual que contribuya y mantenga el orden cósmico. La creación del mundo a través de eneadas de dioses justifica el génesis y fin de la humanidad en su pensamiento, por lo que la naturaleza creadora de un dios estará encarnada en la tierra mediante el faraón

(rey y dios a la vez). Es por ello que lo que para los egipcios tenía importancia origino la vida, y el faraón era el encargado de mantener este equilibrio y armonía universal.

El orden divino es el que garantiza que todas las cosas deben encontrarse en su lugar correspondiente. Es por ello que el artista o el arquitecto es sencillamente el medio para que la obra forme parte de la eternidad, o la ley universal establecida en la creación del mundo.

Según John Wilson; "*El mismo equilibrio sale de la cosmología y teología egipcias, que buscaba un contrapeso a cada fenómeno observado o a cada elemento sobrenatural*"⁸.

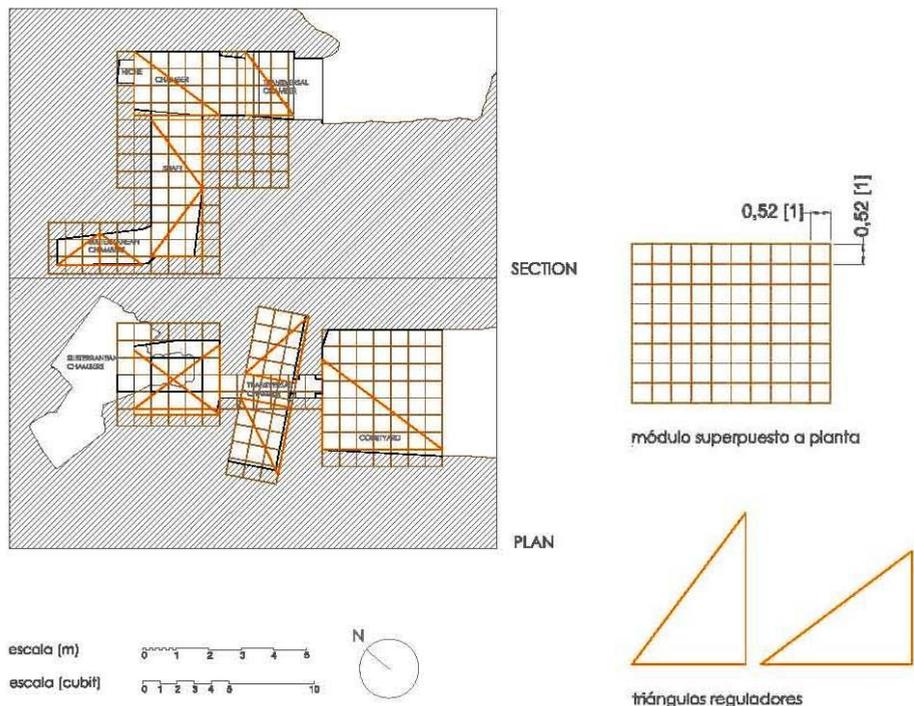
Es evidente, tras los estudios y ejemplos analizados la sistematización de la composición geométrica y arquitectónica a partir de la medida y proporción reales, en la metrología correspondiente. El módulo en arquitectura y su utilización define las proporciones empleadas en el trazado de plantas, alzados y secciones de los edificios. La medida de las construcciones en unidades que no corresponden a la unidad de medida que las generó, crea discrepancias, mientras que si convertimos las unidades actuales de medida al módulo empleado, el codo egipcio, tanto en templos como en tumbas, las proporciones encajan en composiciones. Los trazados reguladores de las plantas, confirman el uso de esta modulación y sistematización de las proporciones

Los resultados de mediciones, pueden ser complicados cuando expresados en palmos o dedos, pero relativamente simples según la subdivisión geométrica del codo. Esto introduce un tema importante, la adopción de un módulo en arquitectura en el diseño, no solo de detalles arquitectónicos, sino del edificio entero. Módulos y dimensiones enteros están comprobados en numerosos monumentos, por varios autores (Badawy, Wisocky, Siegler, Carlotti, ...).

Como posible repercusión del proyecto en la construcción del edificio, se han analizado como ejemplos el Templo de Deir el Bahari, y la Tumba de Nakht TT52 en Luxor.

En la Tumba ed Nakht, hipogeo excavado en la roca, podemos observar el esquema compositivo modulado, y la distribución de espacios con fines rituales. Considerando que los paramentos están excavados en roca, y la dificultad de medidas y replanteo, las proporciones son considerablemente exactas.

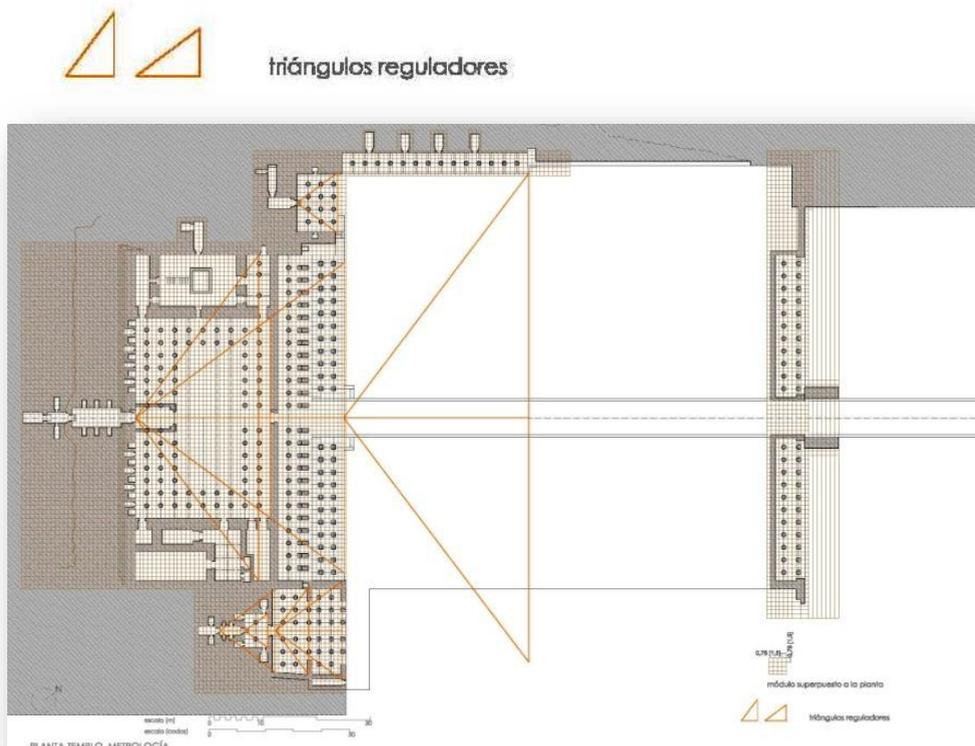
⁸ Wilson, John Albert, *La cultura egipcia*, México: Fondo de Cultura Económica, 1988.



Tumba de Nakht, TT-52, planta y sección (zda), y módulos de composición en codos (dcha)

Partiendo del caso del Templo de Deir el Bahari como representativo de la Arquitectura correspondiente a la XVIII Dinastía en Tebas, podríamos extraer algunas conclusiones de los estudios realizados en cuanto al sistema de composición y medición se refiere.

El Templo encaja en un módulo de 1,5 codos reales egipcios (0,523 m). Toda la alineación de ejes estructurales y de pilares coincide con la medida. La composición geométrica se basa principalmente en la aplicación de este módulo, y la conformación de rectángulos. Se puede observar la correspondencia en el trazado, con los triángulos 3-4-5, anteriormente mencionados.



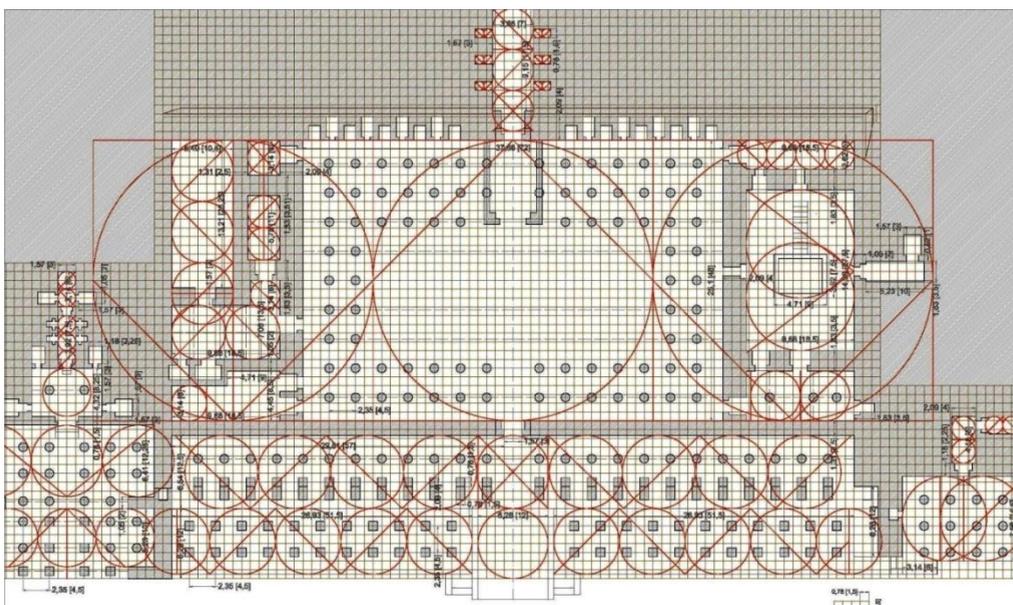
Numerosos autores han mantenido teorías acerca de la geometría y numerología aplicada a la arquitectura egipcia, sin embargo pocos han sido los resultados definitivos, debido a la falta de una evidencia arqueológica cierta.

Considerando los análisis geométricos de Siegler, Viollet le Duc, Badawy, Lauffray, Hinkel, Carlotti y Lauer, quedaría indicar que un aura de misticismo siempre ha rodeado las posibles interpretaciones de los resultados, pero la conexión entre figuras geométricas se ha repetido en la mayoría de los planos.

Tras el análisis de numerosos ejemplos correspondientes al periodo estudiado, y considerando los errores de medición en replanteos, así como las posibles desviaciones de las medidas, debidos al propio material donde se construyeron, los resultados son muy similares, confirmando la existencia de dicho módulo creador, y de las proporciones establecidas en la génesis del proyecto arquitectónico.

Estos módulos fijados por cuerdas, medidas planteadas y elementos constructivos (ladrillos de adobe de un palmo, para poder ser manejados fácilmente por un operario), se repiten en las construcciones.

El control de las dimensiones, medidas y orientaciones, unido a una concepción geométrica perfecta, hizo posible, que en determinados días del año el sol iluminara el Sancta Sanctorum del templo,



La Arquitectura egipcia es el resultado de conceptos matemáticos, geométricos y astronómicos, fruto del pensamiento religioso y filosófico de la época .

El uso metrológico adecuado en la elaboración de planimetrías hace posible llegar a conclusiones en cuanto a la concepción original del edificio .

El conocimiento del sistema constructivo establece premisas para la posible repercusión en estados patológicos (estructurales, funcionales y materiales), al posibilitar intuir los repartos de cargas, partiendo de las supuestas medidas de los edificios y su distribución en el espacio.