

Templos de Mnajdra (Malta)



Resumen

Cuando uno visita las islas de Malta son bastantes los atractivos de diferente naturaleza que puede encontrar en ellas. La misma capital, la Valletta, es muy bonita de ver y resulta agradable el pasear por ella, toda ella rodeada de imponentes murallas defensivas y llena de edificios de la época colonial inglesa, monumentales iglesias, entre las que destaca la Concatedral de San Juan.

Pero son sus ruinas megalíticas las que me llevaron allí, siendo numerosos los restos de templos repartidos, tanto por Malta como por la isla vecina Gozo, llamados así aunque no se conoce exactamente la función que cumplieron en la prehistoria.

Entre todos ellos, es el conjunto de Mnajdra, formado por tres templos diferenciados, el que presenta unas claras connotaciones astronómicas y unas orientaciones a puntos muy significativos de su horizonte local.

El templo I, el más pequeño, se orienta exactamente a un islote que tiene enfrente, la isla de Filfla. En los dos ortostatos verticales de su entrada se ha querido ver una secuencia temporal de ortos helíacos, correspondientes a diferentes estrellas de primera magnitud, a partir del orto helíaco de las Pléyades, contabilizadas mediante filas de pequeños agujeros realizados en las lajas de piedra

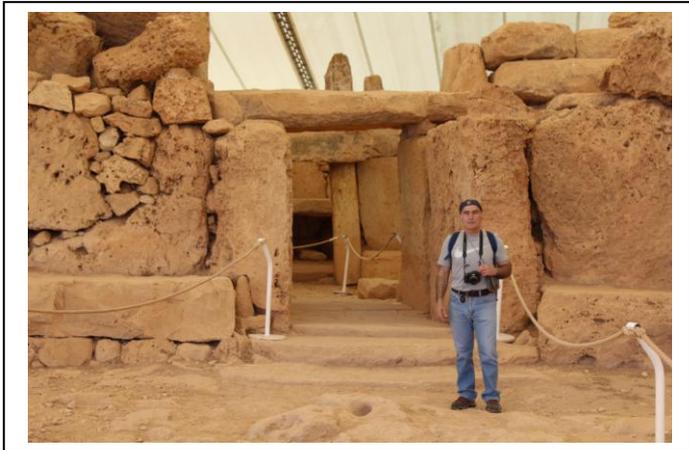
El templo II, el más moderno, situado entre los otros dos, presenta unas alineaciones desde distintos elementos del interior del mismo con los puntos del horizonte por donde se produce el orto en el solsticio de invierno, pero también con el punto donde se observa el lunasticio mayor de la Luna.

Es en el templo III en donde se aprecia unas orientaciones más claras. Está perfectamente orientado su eje axial al este de su horizonte y por tanto marca el orto del Sol en los equinoccios, pero también el helíaco de las Pléyades en la época de su construcción. Además señala los puntos solsticiales del verano y del invierno.

TEMPLOS NEOLÍTICOS DE MNAJDRA EN MALTA

El motivo principal para la elaboración de este nuevo trabajo de Arqueoastronomía, y que a continuación se va a desarrollar, hay que buscarlo en la visita que realicé al archipiélago maltés durante el mes de marzo del 2018. Tengo que decir que esta visita estaba más que justificada, ya que deseaba ver todos los templos que mi estancia en las islas me lo permitiera, y cuantos más mejor. Me atraían muchísimo esas construcciones tan maravillosas, enigmáticas y antiguas que se distribuyen por sus dos principales islas, Malta y Gozo, y bien que no me defraudaron, sino todo lo contrario.

Aunque el estudio va a girar sobre el complejo templario de Mnajdra y sus posibles alineaciones astronómicas, es necesario aclarar que hoy en día se pueden visitar otros templos, tan o más imponentes que Mnajdra, como pueden ser los de Ggantija, en la isla de Gozo, y los de Hagar Qim y Tarxien en la de Malta, sobre los que también hay publicados algunos estudios que los relacionan con la astronomía.



Entrada al Templo Sur de Mnajdra

El espacio geográfico

El país de Malta está formado por un conjunto de islas e islotes más o menos pequeños, cercanos a la costa, siendo la propia isla de Malta la mayor de todas ellas. Su superficie total es de 316 Km². No tiene grandes montañas, de tal manera que su cota más alta es Ta' Dmejrek



con 253 m. el cual se halla cerca de nuestro templo de estudio, sobre los acantilados de Dingli al sur de la isla.

Su litología está compuesta totalmente por roca caliza, lo que ha posibilitado su fácil extracción y posterior utilización como material de construcción, ya desde épocas muy antiguas, de lo cual todos los templos pueden dar fe de ello, además de la propia capital, la Valletta.

Su costa es rocosa y recortada, sobre todo por su lado norte, en donde abundan acantilados, bahías y calas.

El archipiélago se encuentra en el centro del mar Mediterráneo, a unos 100 Km. de Sicilia en dirección norte, pudiéndose ver en la lejanía el volcán Etna los días soleados, mientras que por el sur y el oeste se encuentran, respectivamente, y a unos 300 Km. las costas de Libia y Túnez; más lejos por el este, a unos 800 Km. hallaríamos la gran isla de Creta.

Su clima es del tipo mediterráneo, caracterizado por tener inviernos suaves y veranos calurosos. Las precipitaciones más abundantes se producen durante los meses de otoño e invierno, mientras que durante el verano sufren una fuerte sequía estival. No poseen cursos de agua permanentes, solo algunos arroyos de carácter estacional, por lo que el suministro de agua se

ha limitado a lo largo de su historia a la recogida mediante tanques o algibes excavados en la roca, hoy en día sus necesidades son cubiertas mediante desaladoras del agua del mar.

Prehistoria de Malta.

Durante la última glaciación de Würm III, Malta y Sicilia estuvieron unidas por un puente de tierra, como lo prueban los restos óseos de animales encontrados en la cueva de Ghar Dalam. Fue a partir de la oscilación templada de Allerod, sobre el 10000 a.C., al comienzo del periodo interglaciario del Holoceno, cuando las líneas de costa adquieren la misma forma que tienen en la actualidad.

No se han encontrado pruebas de una ocupación paleolítica, registro por otro lado esperado dada la poca extensión de las islas y su ecosistema de tipo mediterráneo, lo que impediría la existencia de grupos estables de cazadores-recolectores.

Las primeras poblaciones humanas, formadas por grupos de agricultores y ganaderos, correspondientes al periodo del Neolítico Antiguo, arribaron a las islas entre el 5200 y el 4500 a.C., durante la fase de Ghar Dalam. Su procedencia hay que buscarla en Sicilia como lo

Neolítico

Fase de Ghar Dalam.....	5000 - 4300 a.C.
" Grey Skorba.....	4500 - 4400 a.C.
" Red Skorba.....	4400 - 4100 a.C.

Periodo de los templos

Fase de Zebbug.....	4100 - 3700 a.C.
" Mgarr.....	3800 - 3600 a.C.
" Ggantija.....	3600 - 3200 a.C.
" Saflini.....	3300 - 3000 a.C.
" Tarxien.....	3150 - 2500 a.C.

Edad del bronce

Fase Tarxien Cemetery..	2400 - 1500 a.C.
" Borg in-Nadur.....	1500 - 700 a.C.
" Bahrija.....	900 - 700 a.C.

Cronología prehistórica de Malta

atestiguan las cerámicas encontradas en estos yacimientos y en los templos antiguos, como el de Skorba, catalogadas dentro del tipo Stantinello, por el yacimiento epónimo siciliano. Junto a estos materiales encontramos otros como pueden ser la obsidiana de las islas Lípári, el ocre de Sicilia y las hachas de piedra, de posible origen alpino. Estos materiales prueban la existencia de un comercio norte-sur, mientras que no se aprecian contactos comerciales desde Malta hacia el norte.

Una posible explicación sería el alto grado de aislamiento mantenido en el archipiélago, a consecuencia de la existencia de corrientes marinas muy favorables para la navegación entre Sicilia y Malta, sobre todo

durante la primavera y el verano, pero muy peligrosas para las embarcaciones de la época si navegaban en la dirección contraria.

La estrella principal de la constelación de los Peces Australes, Fomalhaut, culminaría en el punto cardinal sur sobre la medianoche durante el V milenio a.C. pudiendo de esta forma servir de orientación para la navegación nocturna, mientras el Sol sería utilizado para la diurna.

Una fuerte presión demográfica, o un cambio medioambiental, pudo ser la causa del advenimiento del siguiente periodo, el de los Templos (4100 - 2500 a.C.). Antes del mismo, durante la fase de Skorba, se han encontrado figuritas de piedra y barro cocido representando mujeres con sus atributos femeninos bien marcados además de tallas sobre huesos de animales de carácter fálico. Esto parece indicar unas concepciones religiosas basadas en el culto a los antepasados y a la gran Diosa Madre, omnipresente en todo el Mediterráneo oriental durante el Neolítico, una diosa de la fertilidad y posiblemente también diosa de los muertos.

Al comienzo de este periodo, durante la fase de Zebbug (4100 - 3. 00 a..C.), se han encontrado enterramientos en sepulturas excavadas en la roca, que junto a otras tumbas trogloditas pueden servir de preludio en la construcción de los templos. Esta es la hipótesis defendida por John D. Evans, profesor de Prehistoria de la Universidad de Londres.



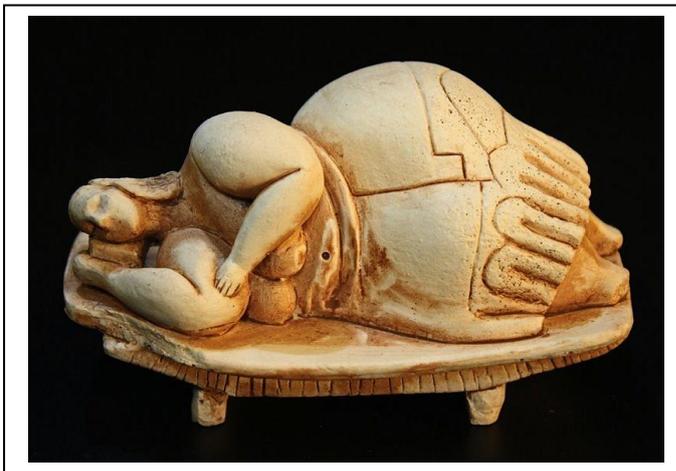
Figuras femeninas de barro en Ggantija (Gozo)

Durante las siguientes fases de Mgarr, con su templo de Ta' Ha-grat, y los de Ggantija asistimos a la aparición de los primeros templos con dos transeptos.

Es durante la siguiente fase, de Tarxién, cuando se produce el apogeo y plenitud de la cultura megalítica maltesa.

Entonces es cuando vemos como los templos se enriquecen con estructuras internas complicadas y se adornan, con bellos relieves naturalistas, los dinteles y pilastras que dan entrada a los ábsides de los mismos.

Cerca de este templo de Tarxién se encuentra el imponente, extenso y complejo hipogeo de Hal Saflieni, excavado en la roca, con tres niveles o pisos en donde podemos ver paredes decoradas con diferentes dibujos geométricos. En este hipogeo se han encontrado numerosos



La dama durmiente

restos humanos, se dice que hasta siete mil personas, además de la emblemática figurilla conocida como " la dama durmiente " , que hoy en día se puede ver, junto con otras más, en el Museo Arqueológico de La Valletta.

Durante esta fase se cree que pudieron coexistir unos treinta templos en las dos islas de Malta y Gozo.

Toda esta magnífica y original cultura desaparece bruscamente sobre el año

2500 a..C. , dentro de un contexto arqueológico extraño en el que se pueden observar unas prácticas religiosas diferentes y una cultura funeraria importada de fuera, pasándose de inhumar los cadáveres en tumbas megalíticas colectivas, a incinerarlos de forma individual, o lo que es lo mismo, se abandona ya la Edad de la Piedra y se entra en la Edad del Bronce. Una vez se ha desarrollado a grandes rasgos la prehistoria de Malta, es momento de reflejar algunas de las hipótesis que explicarían el tipo de sociedad sobre el que se asentaba esta cultura tan especial.

El ya mencionado profesor Evans nos describe una Malta en los tiempos prehistóricos replegada sobre sí misma, envuelta en cultos extraños, tecnológicamente retrógrada y aislada de las principales corrientes culturales que se manifestaban alrededor de ella. Solo mantuvo relaciones con el exterior para procurarse los materiales que no existían en la isla como era el sílex, la piedra verde o glauconita, la obsidiana, el ocre rojo...etc.

Evans entiende que, si hubo contactos, estos tuvieron que producirse al principio, ya que son los tiempos más antiguos en las islas los que muestran paralelismos con el exterior, mientras que son creaciones originales las estructuras más modernas y complejas. Esto prueba que no hubo ni misioneros ni colonos malteses que propagaran fuera de las islas aquella arquitectura suya tan personal. Por otro lado, no se han encontrado objetos malteses importados por otras culturas mediterráneas de la época. Los modernos estudios genéticos de su población se caracterizan por constatar una gran pureza en sus genes, además de poseer una gran salud, como demuestran sus restos óseos y dentales.

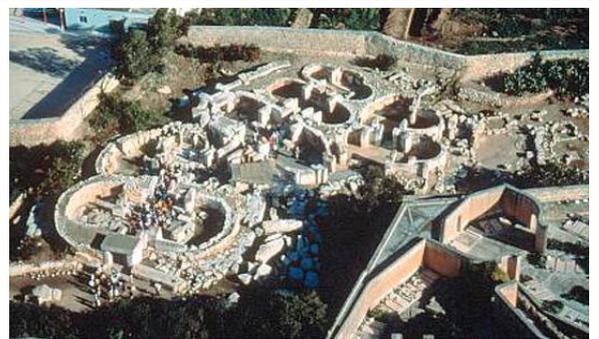
Bernabó Brea, por el contrario, sostiene que Malta y las islas Lípári con las que aparece asociada en ocasiones, alcanzó una floreciente cultura, debido a las relaciones marítimas y comerciales mantenidas, tanto con las tierras vecinas como con las más distantes. De esta manera, Malta supondría como un puerto de escala obligatoria para todas las rutas que unían el Mediterráneo Oriental con el Occidental, jugando así un extraordinario papel como transmisor de ideas y mercancías.

El eminente profesor de la Universidad de Cambridge Colin Renfrew, todo un experto en el Megalitismo, ve una distribución de los templos, o parejas de ellos, en relación con las tierras de cultivo. De esta manera surgen seis grupos, estimándose en unos 6 Km la distancia media entre templos o grupos de ellos vecinos entre sí, cada uno dominando sobre una zona del terreno cultivable. Podían servir, extrapoliéndolos en el espacio que no en el tiempo, a modo de " kudurrus " o estelas mesopotámicas, a las que se les asignaba la función específica de demarcación espacial y de legitimación del terreno, basándose en el culto a sus ancestros, que se hallaban de cuerpo presente en sus tumbas colectivas megalíticas. ! Qué mayor legitimidad para un grupo humano que poder reivindicar ante los demás el terreno en disputa, que guarda los restos óseos de sus antepasados, generación tras generación !

Renfrew estima en unos 2.000 habitantes de media en cada territorio (otros investigadores lo ven excesivo y lo cuantifican en la mitad), con ligeras variaciones entre los más grandes y los más pequeños.



Templos de Ggantija en la isla de Gozo



Templos de Tarxién

Estas comunidades estaban dirigidas por una clase sacerdotal, que se encargaba de las ceremonias y rituales comunales y de dirigir los trabajos públicos necesarios, como pudieron ser los sistemas de irrigación y la construcción de monumentos, así como de la redistribución de la riqueza generada por todo el grupo social residente en cada territorio.

Arqueoastronomía en Malta

El término arqueoastronomía admite varias definiciones, entre ellas, la más inmediata, se refiere conceptualmente a las dos palabras que la forman, es decir, se unen en una sola disciplina la ciencia de la Arqueología con la Astronomía, creando un vínculo, dentro de las distintas sociedades humanas, con o sin escritura, entre el cielo visible en cada momento y lugar con sus realizaciones materiales visibles, o con sus más invisibles ideas espirituales.

Parece que el arqueoastrónomo persigue explicar y recrear, en la medida de lo posible, los cielos antiguos que acompañaron al hombre, ya desde las culturas más antiguas, como pudieron ser las paleolíticas hasta, sin solución de continuidad, llegar hasta el comienzo de la Edad Moderna y el advenimiento del método científico. Desde entonces el conocimiento se adquiere de una forma más experimental y objetiva que sirve para interpretar las acciones y las percepciones humanas cuando ellos miraban el cielo de una forma más exacta.

A lo largo del siglo XX han sido varios los autores que han abordado estas posibles connotaciones astronómicas en las construcciones megalíticas del archipiélago maltés.

T. Zammit, en 1929, ya relacionó varios puntos excavados en un bloque del templo de Tarxién con la constelación de la Cruz del Sur, visible en el cielo de aquella época.

G. Formosa descubrió y fotografió en 1975 alineamientos al orto y ocaso solar en el templo de Hagar Qim.

Los trabajos de campo llevados a cabo por Agius y Ventura en 1980 midieron las orientaciones de los ejes principales de veinticuatro templos en Malta y Gozo.

P. Micalleh, en 1990, publicó un trabajo en el que reunía inequívocas pruebas sobre el uso como observatorio solar del templo sur de Mnajdra.

J. Cox propone en 2001 que algunos templos han sido construidos orientados hacia una dirección en concreto, tesis que también defienden M. Vasallo y K. Albrecht, al considerar que se ve un esfuerzo por orientar los templos hacia el orto solar en el solsticio de invierno.

Por último Tore Lomsdalen, al que vamos a seguir a partir de ahora en muchas de sus apreciaciones y en su trabajo de campo, que llevó a cabo en el 2013, acerca del complejo templario de Mnajdra, llega a la conclusión de que estos templos suponen la más antigua estructura arquitectónica en el mundo antiguo, que presentan una intencionalidad para poder seguir las trayectorias anuales del Sol al orto y los grandes ciclos de la Luna.

Una vez expuestas, a grandes rasgos, las distintas aportaciones a la arqueoastronomía maltesa hechas por los principales investigadores, se puede concluir diciendo que existe un consenso general que defiende una finalidad astronómica, por parte de los constructores, para los templos megalíticos presentes en las islas de Malta y Gozo.

El complejo templario de Mnajdra

Mnajdra se encuentra situado al sureste de Malta, sobre una ladera que cae mediante abruptos acantilados al mar. Enfrente, a unos 5Km de la costa, se encuentra el islote de Filfla, una meseta en forma de altar con acantilados de 60 m. de altura.

Alrededor del complejo se ven otras ruinas, posibles restos de otras estructuras que existieron y hoy han desaparecido. También, a unos 250 m. de distancia, se hallan excavados en las rocas

del lugar unos tanques o cisternas interconectadas entre ellas, que pudieron ser utilizadas para el suministro de agua, tanto para los templos de Mnajdra como para los de Hagar Qim, muy próximos entre sí. El conjunto está formado por tres templos que el visitante se encuentra sucesivamente según se accede al recinto vallado y que está techado en la actualidad para preservar todo el yacimiento.



Templos de Mnajdra

El primero de ellos, al que llamaremos Mnajdra I, es un pequeño templo trilobulado orientado al suroeste, el segundo es el templo del medio, Mnajdra II, insertado entre los otros dos y el tercero es el templo sur, Mnajdra III, orientado hacia el este y enmarcado por una fachada de rocas grandes megalíticas.

Todos ellos están contruidos en piedra caliza local, la más dura y resistente ante la erosión para los muros

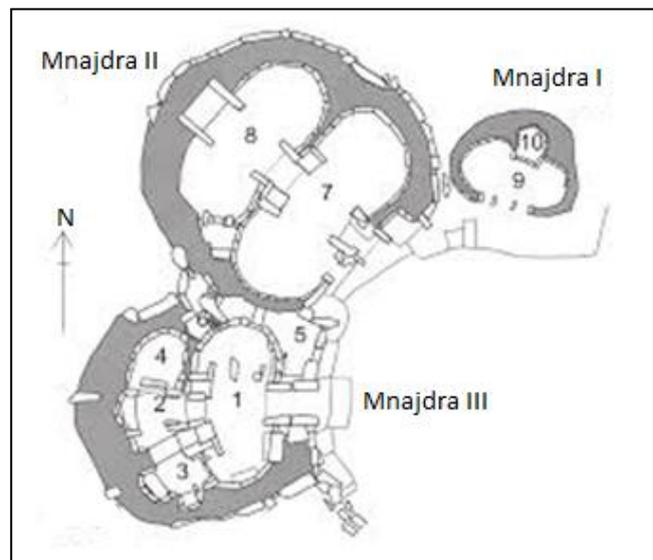
exteriores, mientras que la más blanda y modelable se aplicó en la decoración interior.

En cuanto a su cronología, hay que decir que se construyeron en distintos momentos o fases, según parecen confirmar los restos arqueológicos encontrados en ellos, sobre todo cerámica.

- Mnajdra I es el más antiguo, construido en la fase de Ggantija (3600 - 3200 a.C.)
 - Mnajdra II fue construido en distintos momentos, correspondientes al comienzo y al final de la fase de Tarxién (3150 - 2500 a.C)

- Mnajdra III se hizo en cuatro fases:
- Sala nº 3 durante la fase de Ggantija o incluso, en un momento anterior.
 - Salas 2ª y 4ª durante la mitad de la fase de Ggantija.
 - Sala nº 1 sobre el 3000 a.C.
 - Sala nº 5, al final de la fase Tarxién.

Dada la amplitud temporal de construcción para los distintos edificios, y con objeto de elegir una fecha con la que poder trabajar y realizar todos los cálculos necesarios, la fecha que he elegido es el año 3000 a.C., correspondiente a la mitad del periodo constructivo de Mnajdra.



Templos de Mnajdra

Así mismo, es necesario conocer unos cuantos datos imprescindibles para avanzar en el trabajo, como pueden ser las coordenadas geográficas del sitio, la inclinación de la Eclíptica en ese momento y las coordenadas ecuatoriales absolutas del Polo Norte Celeste y del Punto Aries para la fecha elegida.

- Coordenadas geográficas (ϕ , λ)

Latitud (φ) : $35^{\circ} 49' 36'' = 35,826666$ N.....Longitud (λ) : $14^{\circ} 26' 11'' = 14,436388$ E

- **Polo Norte Celeste (α_0, δ_0)**

Ascensión recta (α_0) : 14h 9m 47s = $212^{\circ}, 446093$

Declinación (δ_0) : $63^{\circ} 19' 6'', 9 = 63,318601$

- **Punto aries (Υ)**

Ascensión recta (α_0) : 4h 29m 14,6 s = $67^{\circ}, 310856$

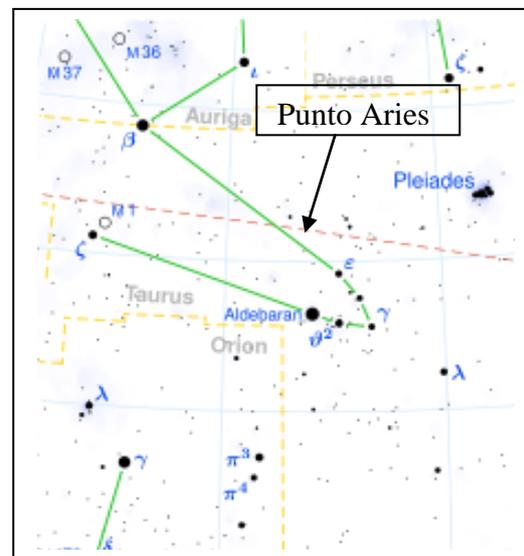
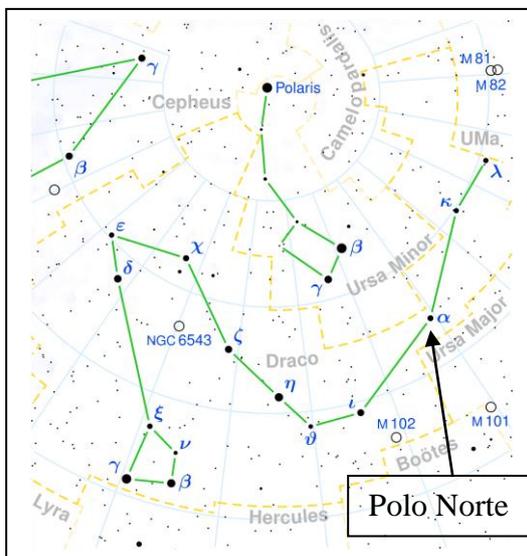
Declinación (δ_0) : $22^{\circ} 24' 29'', 3 = 22,408147$

Inclinación de la Eclíptica (ϵ_0)

$\epsilon_0 = 24^{\circ} 1' 15'', 6 = 24,021012$

Angulos auxiliares de precesión

ζ	θ	Z
- $32^{\circ}, 4460932$	- $26^{\circ}, 6813989$	- $31^{\circ}, 902662$



Para ver los cálculos detallados realizados para hallar las coordenadas ecuatoriales absolutas del Polo Norte Celeste y del Punto Aries, así como las correspondientes a las estrellas, una vez corregidas de movimiento propio y de precesión, más el valor de la inclinación de la Eclíptica en el 3000 a.C., leer mi artículo " Construcción de un planisferio para épocas remotas ", publicado por ApEA en la revista Nadir nº 33.

A partir de aquí ,el trabajo consistirá en abordar de forma concreta el estudio de cada uno de los tres templos y sus posibles alineaciones u orientaciones astronómicas a determinados astros.

Mnajdra I, Templo del Este

Su planta tiene forma de hojas de trébol y cuenta con lo que parece ser un altar en su parte del fondo.

Está orientado hacia el suroeste, con un acimut $A = 30^{\circ}$, hacia la isla de Filfla, con la que parece guardar una relación especial, dada su silueta en el horizonte, parecida a un altar con forma de cuernos de toro. La mampostería pequeña de los

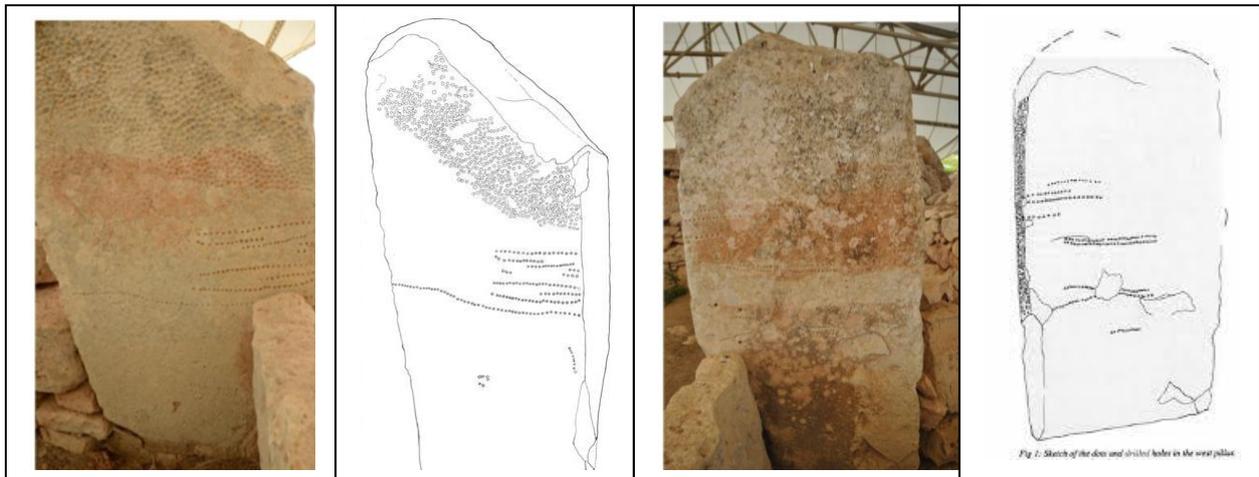


Mnajdra I

muros son reconstrucciones modernas, pero no las losas verticales de piedra.

Según los restos encontrados, parece ser el más antiguo y pudo estar dedicado al servicio doméstico, dada la cantidad de cerámica encontrada en él.

Lo más destacable que presenta este templo, aparte de su orientación a la isla de Fifla, son sus dos losas verticales ortostáticas que flanquean la puerta de entrada a la sala del fondo del templo. En ellas se pueden ver varias filas de puntos agujereados que discurren paralelamente unas con otras. Ambas tienen aproximadamente las mismas dimensiones, de 1,5m x 0,7m x 0,27m de alto, ancho y grueso, respectivamente. La de la izquierda según se entra fue recolocada de nuevo en su actual posición durante unas excavaciones, realizadas a principios del siglo XX, mientras que la de la derecha se halla in situ.



Laja vertical este

Laja vertical oeste

Ambas presentan daños producidos por la erosión en algunas partes de su superficie, originando algún hueco visible en las filas de puntos. Así mismo se aprecian en su parte superior otros puntos taladrados de forma aleatoria y no en filas, que corresponden al tipo de decoración característica durante la fase Ggantija, y además, se ve una agrupación de seis puntos bastante enigmáticos en la parte inferior del pilar este, ¿ las Pléyades ?

El número aproximado de puntos en cada uno de los pilares es de unos 179 - 181, es decir, alrededor de medio año del calendario solar, por lo que podemos hacernos la pregunta de si hay alguna cuenta de días detrás de estas representaciones de puntos.

F. Ventura, G. F. Serio y M. Hoskin sugieren dos hipótesis explicativas en su trabajo del año 1991 " Possible tally stones at Mnajdra, Malta "

La primera de ellas defiende que las dos losas son la cuenta de los días que tiene un año, y de medio año si se toma solo la más conservada y clara de las dos, la de la derecha o al este geográfico. Pero surge la pregunta ¿ cómo fijaban el comienzo de los solsticios y equinoccios ?

Ellos piensan que la posterior construcción del templo de Mnajdra III y sus seguras alineaciones a los solsticios de invierno y verano, además de a los equinoccios, cuando se iluminaba su pasillo central, posibilitarían la cuenta de días presentes en las filas de puntos.

¿ Podía corresponder cada fila de puntos a los días transcurridos entre las distintas festividades anuales de la comunidad ?, nunca lo sabremos, pero.....

La segunda hipótesis, la más elaborada, fijándose en particular en el bloque del este, señala que, ya que el templo Mnajdra III también estuvo alineado al orto del cúmulo de las Pléyades

des en el 3000 a.C., cada una de las filas de puntos correspondería a los días transcurridos entre los ortos helíacos de las principales estrellas, más el cúmulo de las Híades, en una secuencia que comienza con el orto helíaco de las Pléyades. Ellos proponen como posible secuencia representada la siguiente :

Posible cuenta en las losas verticales de Manajdra I

Intervalo de días	Día del año	Fecha	Estrella o grupo	Fecha estimada según factor extinción atmosférica	
				$k=0.20$	$k=0.25$
	96	6 Apr	Pleiades	96	100
19					
	115	25 Apr	a Tau	113	116
13					
	128	8 May	Hyades	125	128
16					
	144	24 May	a Ori	142/147	144/149
3					
	147	27 May	c Ori	144	147
4 + 3					
	154	3 Jun	b Ori	155	158
24					
	178	27 Jun	a CMa	176	177
11					
	189	8 Jul	b CMa	186	188
25					
	214	2 Aug	a Boo	212	214
53					
	267	24 Sep	c Cru	264	267
8 or 9					
	275/276	2/3 Oct	b Cen	277	279

La primera columna (19,13,16,3,.....53,8 o 9) corresponde a los puntos que hay en cada una de las filas horizontales, más la fila vertical final, que se pueden ver en el pilar del este. Hay que tener en cuenta que en esta secuencia, avalada por el eminente astrofísico Schaeffer, contempla en sí misma todas las incertidumbres asociadas al cómputo de este evento astronómico, como pueden ser las condiciones de la atmósfera (factor de extinción 0,20 con buenas condiciones y tiempo seco, y 0,25 con tiempo húmedo; ambos para el nivel del mar) , la magnitud de cada estrella, su acimut al orto respecto del orto solar, el horizonte del observador, el arco de visión elegido (separación angular vertical entre la estrella y el Sol) ... entre otras más.

Yo he intentado contrastar esta secuencia, realizando los cálculos correspondientes para hallar las fechas de los ortos helíacos correspondientes a los seis primeros astros de la lista hasta β Orión (Rigel). Después de haber calculado sus coordenadas ecuatoriales absolutas para la fecha de estudio y de trabajar con ellas, he obtenido la siguiente secuencia:

Estrellas	ORTO CÓSMICO	ORTO HELÍACO	ARCO VISIÓN	$\Delta\lambda$ (Δ Long. Eclíptica)	$\Delta\lambda/0,98564736$ (nº días)
Pléyades	2 de marzo	25 de marzo	18°	22°,4	22,7 días
Aldebarán	31 de marzo	19 de abril	15°	18°,78	19,059 días
Híades	29 de marzo	21 de abril	18°	22°,63	22,956 días
Betelgeuse	5 de mayo	25 de mayo	15°	19°,37	19,657 días
Bellatrix	29 de abril	19 de mayo	15°	19°,26	19,546 días
Rigel	19 de mayo	8 de junio	15°	19°,6	19,889 días

Coordenadas ecuatoriales absolutas de los cúmulos y estrellas

Estrellas o cúmulos	Coordenadas ecuatoriales J 2.000		Coordenadas ecuatoriales 3.000 A.C.	
	Ascens. recta (α)	Declinación (δ)	Ascens. recta (α)	Declinación (δ)
Pléyades	56°,444027	24°,263704	349°,822518	-0°,3344001
Aldebarán	68°,97916	16°,50916	3°,223694	-5°,506924
Híades	66°,725	15°,86666	1°,141259	-6°,471088
Betelgeuse	88°,79166	7°,40694	24°,500599	-7°,535507
Bellatrix	81°,282763	6°,349703	17°,80897	-11°,260776
Rigel	78°,63333	-8°,20166	20°,591031	-25°,793666

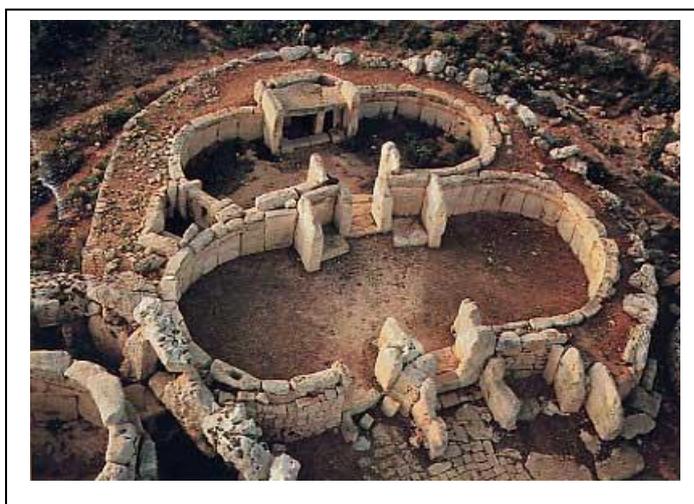
Una exposición más detallada de todos los cálculos a realizar para hallar las fechas del orto helíaco de las estrellas y de los cúmulos aquí analizados, se puede consultar en mi artículo "Momentos históricos de las Pléyades", en el que trato algunos momentos de especial significado de dicho cúmulo para algunas sociedades del Mundo Antiguo y de la Prehistoria.

Con todas las reservas que conlleva expresar una opinión al respecto, creo que el Templo I de Mnajdra solo está asociado a la isla de Filfla, la cual destaca en el horizonte, y debió jugar un importante papel para estas comunidades neolíticas. De hecho, se han encontrado restos arqueológicos y fragmentos varios de cerámica que avalan esta vinculación especial. En la imagen de al lado se ve a la isla, perfectamente enmarcada, en la puerta de entrada a Mnajdra I.



Mnajdra II, Templo del Medio

Construido en piedra caliza blanda, consiste en una estructura con cuatro ábsides, orientado hacia el sureste. Tiene un corredor central que nos lleva a un altar situado al fondo del mismo. Su parte frontal es una plataforma de unos 2,5m de alta y 7m de ancha. Puede ser que esta plataforma sea una moderna reconstrucción de los años 1950, basada en las excavaciones llevadas a cabo por Thomas Ashby entre los años 1908 y 1911.



Mnajdra II, Templo Medio

Consta de dos habitaciones, la primera de 17m x 2m y la segunda de 14m x 6m. Su puerta de entrada tiene unas dimensiones de 1.6m de alta por 1,25m de ancha. A los dos lados de la puerta que comunica la primera con la segunda sala a través de un pequeño corredor, hay dos piedras horizontales enmarcadas cada una por otras dos verticales, a modo de hornacinas para colocar objetos de culto. En una de las losas de la hornacina de la izquierda hay un grabado de la fachada

de un templo, techado con lajas de piedra.

En su fondo hay un altar, que está alineado con el corredor central del templo. En esta misma sala hay un pequeño nicho al que se accede por una puerta de entrada de 1m x 0,6m, albergando en su fondo una pequeña mesa, apoyada en un pilar circular.

Los restos de cerámica encontrados en él ayudan para datar esta dependencia en la fase Tarxién. Una vez se ha descrito la distribución general del templo, es el momento de centrarnos en las posibles alineaciones propuestas por algunos investigadores que han trabajado sobre Mnajdra, en general, y sobre este templo en particular.

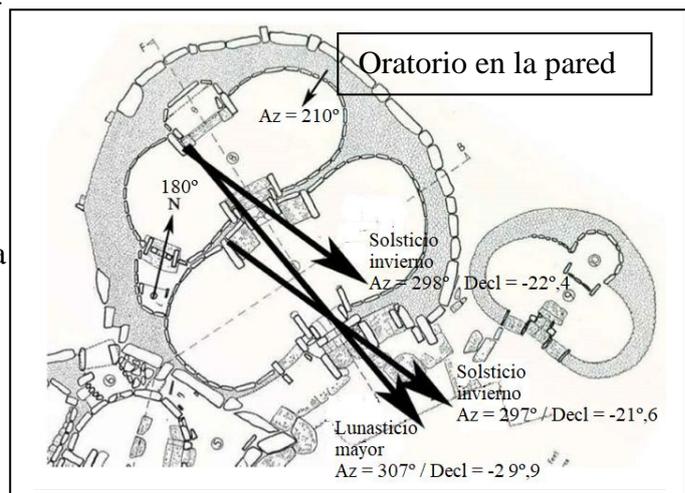


Salita lateral al final del templo con mesa

Según Fodera Serio, Hoskin y Ventura, el eje axial del templo tiene un acimut de $318^{\circ},5$.

M. Vasallo observó que los rayos del orto solar, durante el solsticio de invierno, iluminan la esquina de la pared correspondiente al nicho izquierdo de la puerta de entrada de la primera sala a la segunda, cuando atraviesan, al amanecer, la puerta de entrada.

Tore Lomsdalen propone varias alineaciones. Afirma que el Sol se alza con un acimut $A = 297^{\circ}$, correspondiente a una declinación $\delta = -21^{\circ},6$ y sobre una altura en el horizonte de $0^{\circ},5$, pero si se mira desde el centro de esa misma pared, a través de un poste colocado en el medio de la puerta de entrada, entonces se observa una alineación de $A = 300^{\circ}$, que señala sobre el horizonte el punto de encuentro entre el mar, el cielo y la ladera de la colina, correspondiendo a una $\delta = -24^{\circ},55$ (mayor de la esperada por la altura de la plataforma sobre la que se asienta el templo).



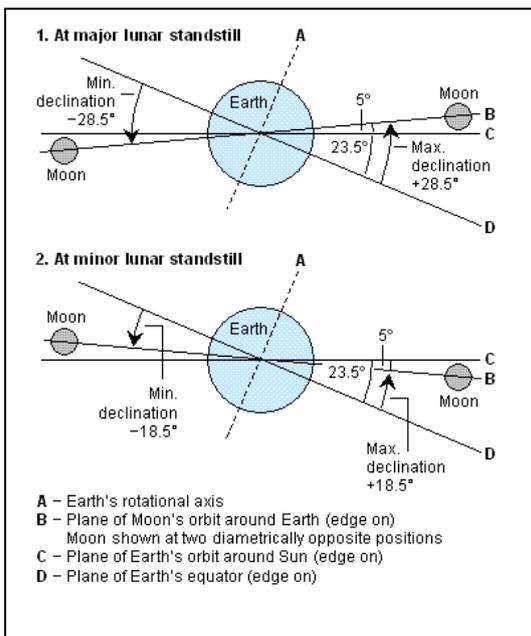
Alineaciones en Mnajdra II, Templo Medio

Un nicho, situado en la pared izquierda de la segunda habitación, presenta un acimut de $A = 180^{\circ}$, es decir, directamente al norte.

Colocándose en la parte izquierda del altar más al fondo del templo, dos alineaciones han sido posibles hacer. La primera se orienta, a través de la puerta del corredor que comunica las dos salas, hacia el solsticio de invierno, con un acimut $A = 298^{\circ}$. Esta última alineación pudo cumplir su función astronómica en el caso, muy probable, de que esta segunda sala existiera mucho antes de que se construyera la primera y el frente del templo. La segunda, con origen en ese mismo punto del altar del fondo, pasando a través del lado izquierdo del corredor que une las dos salas, apuntaría al lunasticio mayor en ese momento de construcción, con un acimut $A = 307^{\circ}$, correspondiente a una declinación lunar $\delta = -29^{\circ},87$ (aunque el cálculo de la declinación de la Luna en el momento de la construcción es sólo de $\delta = -29^{\circ},2$).

Esta orientación al lunasticio mayor es observada también por J.Cox en otros tres templos de Malta : Hagar Qim, Ta' Hagra y Ggantija.

El lunasticio, mayor o menor, es un fenómeno astronómico que ocurre, por término medio, cada 18,61 años y que está relacionado con el ciclo de regresión o precesión de los nodos de la órbita lunar, es decir, es el movimiento equiparable al de la precesión de los equinoccios para la órbita de la Tierra (cada 25.776 años), pero aplicado a la órbita de la Luna alrededor de la Tierra. Los dos nodos lunares son los puntos en el espacio en los que la órbita de la Luna interseca al plano de la Eclíptica.



Lunasticio mayor y menor

Estos momentos de declinación máxima y mínima varían porque la órbita lunar está inclinada unos $5^\circ,14$ y la dirección del eje de rotación en el espacio varía con ese periodo de 18,61 años, sumando o restando alternativamente esta inclinación a la correspondiente a la inclinación de la Tierra, $23^\circ,439$. Estos fenómenos ocurren siempre alrededor de las fechas correspondientes a los equinoccios, tanto de otoño como de primavera.

Como consecuencia, la declinación de la Luna varía entre $23^\circ,439 - 5^\circ,14 = 18^\circ,299$ y $23^\circ,439 + 5^\circ,14 = 28^\circ,579$.

Esto hace que, durante los lunasticos menores, la Luna se mueva entre los $18^\circ,299$ y $-18^\circ,29$, mientras que para los lunasticos mayores, 9,3 años después, esta inclinación pasa, en dos semanas, de culminar muy alta en el cielo, con una declinación de

$28^\circ,579$, a culminar muy baja sobre el horizonte, con $-28^\circ,579$ de declinación.

A consecuencia de esta variación, los acimuts al orto y ocaso de la Luna pasan en el horizonte desde sus puntos más hacia el norte, hasta los más hacia el sur.

Resulta muy estimulante para la imaginación pensar como la observación y el cómputo de estos amplios ciclos astronómicos, similares en duración temporal a la vida media aproximada de una generación durante el Neolítico, pudieron servir para señalar el momento de ciertos festivales o rituales de especial importancia para la Comunidad.

Con objeto de contrastar las alineaciones enunciadas anteriormente por T. Lomsdalen he encontrado, trabajando para un lugar de latitud $\varphi = 35^\circ,826$ y con una inclinación de la Eclíptica para el año 3000 a..C. de $\epsilon_0 = 24^\circ 1' 15'',64 = 24^\circ,02101$, lo siguiente :

Acimut del orto solar el día del solsticio de invierno.

Aún cuando T. Lomsdalen da dos acimuts al orto de $A = 298^\circ$ y $A = 297^\circ$, el orto solar para la latitud de Mnajdra y una declinación solar $\delta = -24^\circ,02101$ en el solsticio de invierno es igual a :

- sin tener en cuenta la refracción y el paralaje.

$$\cos A = \frac{-\sin \delta}{\cos \varphi} \quad (1) \text{ entonces sustituyendo valores nos da un acimut al orto de}$$

$A = 300^\circ,136566$. Obviamente, la altura (h) del Sol al orto deberá ser $h = 0^\circ$, para comprobarlo vamos a utilizar las ecuaciones de transformación de coordenadas ecuatoriales horarias

(δ , H) a horizontales (h , A).

$$\cos h \cdot \cos A = \sin \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \sin \delta \quad (2)$$

$$\cos h \cdot \sin A = \cos \delta \cdot \sin H \quad (3) \quad \dots \text{dividiendo la (2) entre la (3) nos queda.....}$$

$$\cotag A \cdot \sin H = \sin \varphi \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \tag \delta \quad (4), \quad \dots \text{haciendo la sustitución.....}$$

$\sin H = \sqrt{1 - \cos^2 H}$ (5) junto con los valores de A, φ y δ nos queda la siguiente ecuación de 2º grado en cos H:

$$0,67962434 \cos^2 H + 0,42301134 \cos H - 0,20644656 = 0$$

resolviéndola y tomando el valor adecuado para H (el más próximo al acimut A) obtenemos un ángulo horario $H = 288^\circ,76779$ despejando h de la ecuación (2) tenemos.....

$$\cos h = \frac{\cos \delta \cdot \sin H}{\sin A} \quad (6) \text{ sustituyendo los valores ... } \cos h = 0,99999999 \text{ y } \arccos h \cong 0^\circ$$

- Teniendo en cuenta la refracción y despreciando el paralaje del Sol

Tomando el radio angular aparente solar, $R = 16'$, y el valor de la refracción al orto, $\rho = 35'$, sumando ambos valores, el ángulo horario (H) al orto se hallará mediante la expresión:

$$\cos H = \frac{\cos 90^\circ - \rho - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} \quad (7) \text{ y sustituyendo valores ..} H = 287^\circ,5598764 \text{ (orto)}$$

Para saber el acimut que corresponde a este ángulo horario H hacemos uso de la ecuación (3), como la altura (h) es igual a 90° menos la distancia cenital (z), es decir $h = 90^\circ - z$, entonces la ecuación (3) se convierte en $\sin z \cdot \sin A = \cos \delta \cdot \sin H$, como $\sin z = 1$, ya que la distancia cenital del Sol al orto es $z = 90^\circ$, entonces ... $\sin A = \cos \delta \cdot \sin H$. Sustituyendo valores nos sale $A = 299^\circ,444304$.

¿ Qué altura tiene el Sol el día del solsticio de invierno cuando sale por este acimut A ?

Haciendo uso de la ecuación (6), sustituyendo los anteriores valores nos da $\cos h = 1$ y por tanto $h = 0^\circ$. Esto nos indica que el centro del Sol se halla en el horizonte, está saliendo .

Comentario a los acimuts propuestos por T. Lomsdalen

Si ahora pasamos a trabajar con el acimut dado por T Lomsdalen $A = 297^\circ$ y nos preguntamos cuánta altura tiene el Sol, durante el solsticio de invierno, para ese acimut dado, obtenemos lo siguiente:

Las ecuaciones (4) y (5) nos llevan a....

$$0,6022223 \cos^2 H + 0,42301134 \cos H - 0,12904452 = 0 \text{ . Resolviendo en cos H elegimos como solución de la ecuación en este caso } H = 283^\circ,2881856.$$

Llevando este valor del ángulo horario H a la ecuación (6) nos da que $h = \pm 3^\circ,90186854$, e interpretando este resultado, ya que el Sol no ha salido todavía pues su acimut al orto es igual a $A = 300^\circ,136566$, concluimos que en ese momento el Sol debe estar unos $3^\circ,9$ por debajo del horizonte. El otro acimut $A = 298^\circ$ nos llevaría a una conclusión similar.

Haciendo un resumen de todo lo anterior, se puede decir que parece existir una alineación intencionada hacia el orto solar durante el solsticio de invierno, desde y a través de distintos elementos constructivos que se pueden tomar como referencia (altares laterales, corredor central, puerta de entrada), pero que el lugar exacto de la alineación presenta cierta incertidumbre, aunque la orientación general del templo, al sureste, invite a creer en la veracidad de esta hipótesis de trabajo.

Alineación al lunasticio mayor

Anteriormente indiqué la posible alineación al lunasticio mayor, así como sobre la naturaleza y descripción del fenómeno. Así mismo, T. Lomsdalen fijaba su acimut en 307° . A continua-

ción voy a abordar el desarrollo matemático a realizar para poder contrastar dicho acimut.

El valor de la declinación más grande que puede alcanzar la Luna (lunasticio mayor) lo calculamos mediante la siguiente expresión:

$$\delta = 23^{\circ},6961 - 0,013004 T + \Sigma \text{ términos periódicos (en grados }^{\circ} \text{) (8)}$$

Este último sumatorio de términos periódicos corresponden a funciones seno y coseno de sumas y restas algebraicas sobre valores de diferentes conceptos, asociados a las posiciones del Sol y de la Luna. Estos conceptos orbitales, todos expresados en grados, son :

- Elongación media de la Luna (D). Expresa la diferencia entre las longitudes medias de la Luna y el Sol.

$$D = 345,6676 + 333,0705546 K - 0,0004214 T^2 + 0,00000011 T^3 \text{ (9)}$$

- Anomalía media del Sol (M). Es el ángulo descrito por el Sol, en sentido antihorario, y con centro en el foco de su órbita elíptica, cuando gira con una velocidad angular igual a su movimiento medio.

$$M = 1,3951 + 26,9281592 K - 0,0000355 T^2 - 0,0000001 T^3 \text{ (10)}$$

- Anomalía media de la Luna (M'). Es la diferencia entre las longitudes medias de la Luna y del perigeo de su órbita.

$$M' = 186,21 + 356,9562794 K + 0,0103066 T^2 + 0,00001251 T^3 \text{ (11)}$$

Argumento de latitud de la Luna (F). Es la distancia media contada desde su nodo ascendente. Supone la suma de la anomalía verdadera y del argumento del perigeo.

$$F = 145,1633 + 1,4467807 K - 0,002069 T^2 - 0,00000215 T^3 \text{ (12)}$$

La variable K es un número entero, negativa para fechas anteriores al año 2000. Los sucesivos valores de K darán los correspondientes valores máximos de la declinación de la Luna hacia el norte o hacia el sur. El valor K = 0 corresponde a enero del 2000.

$K = (\text{año destino} - 2000,03) \cdot 13,3686$, el año de destino se toma con decimales, si es preciso, para expresar fracción de él, por ejemplo, el 30 de abril de 1990 sería el 1.990,3287.

El factor 13,3686 supone el número aproximado de meses sidéreos que hay en un año sidéreo. Concluyendo, K representa el número de pasos sidéreos de la Luna que ha habido durante el periodo temporal a evaluar. Siempre se tomará el valor más próximo al entero.

T nos indica el número K pero expresado en centurias. $T = \frac{K}{1.336,86}$

Realizados los cálculos correspondientes, los valores encontrados para cada uno de ellos son:

$$K = -66.843 \quad T = -50 \quad D = -22.263.090,48 \quad M = -1.799.957,627$$

$$M' = -23.859.818,17 \quad F = -96.566,90278$$

El sumatorio de los términos periódicos se va a calcular a continuación, para ello es necesario introducir una nueva variable (E), la cual se multiplicará por el coeficiente (pero no por el argumento) del término que corresponda, que serán aquellos en cuyo argumento aparezca la anomalía media del Sol (Mo - M), ya que estos términos dependen de la excentricidad de la órbita de la Tierra alrededor del Sol, la cual, actualmente, decrece con el tiempo. Por esta razón hay que tenerla en cuenta, porque la amplitud de estos términos es variable. Los términos sobre los que hay que actuar de esta manera van señalados por un asterisco.

El valor de E lo da la siguiente expresión:

$$E = 1 - 0,002516 T - 0,0000074 T^2 \text{ (13)}, \text{ en nuestro caso este valor es } E = 1,1073$$

Los valores respectivos de cada uno de los términos se pueden ver en la siguiente tabla

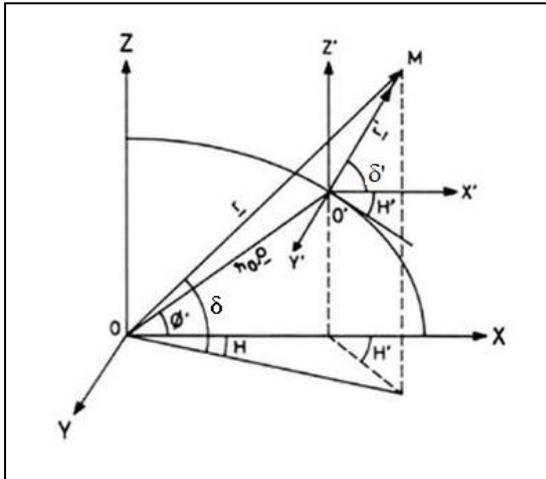
Término	coeficientes	Argumentos	Valor Argumento	Valor término
1°	-5,1093	sen F	-0,998539293	5,10183681
2°	0,2658	cos 2F	-0,99416144	-0,264248111
3°	-0,1448	sen (2D-F)	0,560020566	-0,081090978
4°	0,0322	sen 3F	0,986879229	0,031777511
5°	0,0133	cos (2D-2F)	-0,603965545	-0,008032742
6°	0,0125	cos 2D	0,514439534	0,006430494
7°	-0,0015	sen (M'-F)	-0,195385084	0,000293078
8°	0,0101	sen (M'+2F)	0,999405623	0,010093997
9°	0,0097	cos F	0,054030364	0,000524095
10°	0,0087	sen (2D+M-F) *	-0,144628724	-0,001393282
11°	0,0074	sen (M'+3F)	0,01957541	0,000144858
12°	0,0067	sen (D+F)	-0,842290434	-0,005643346
13°	-0,0063	sen (M'-2F)	0,968737321	-0,006103045
14°	-0,006	sen (2D-M-F)*	0,972084888	-0,006458338
15°	0,0057	sen (2D-M'-F)	-0,899655187	-0,005128035
16°	-0,0056	cos (M'+F)	-0,996083185	0,005578066
17°	-0,0052	cos (M'+2F)	0,034473195	-0,000179261
18°	-0,0041	cos (2M'+F)	0,229077731	-0,000939219
19°	-0,004	cos (M'-3F)	-0,953917957	0,003815672
20°	-0,0038	cos (2M'-F)	-0,33277379	0,00126454
21°	0,0034	cos (M'-2F)	0,248088699	0,000843502
22°	-0,0029	sen (2M')	0,281336711	-0,000815876
23°	0,0029	sen (3M'+F)	-0,36508445	-0,001058745
24°	0,0028	cos (2D+M-F)*	-0,989485994	-0,003067842
25°	-0,0028	cos (M'-F)	0,980726603	-0,002746034
26°	0,0023	cos (3F)	-0,161460172	-0,000371358
27°	0,0021	sen (2D+F)	-0,467355611	-0,000981447
28°	0,0019	cos (M'+3F)	0,999808383	0,001899636
29°	0,0018	cos (D+F)	0,539023956	0,000970243
30°	-0,0017	sen (2M'-F)	-0,943006683	0,001603111
31°	0,0015	cos (3M'+F)	0,930974406	0,001396462
32°	0,0014	cos (2D+2M'+F)	-0,71687678	-0,001003627
33°	0,0012	sen (2D-2M'-F)	-0,304319365	-0,000365183
34°	-0,0012	cos (2M')	-0,959609116	0,001151531
35°	0,001	cos M'	-0,142110669	-0,000142111
36°	-0,001	sen 2F	-0,107902882	0,000107903
37°	0,0037	sen (M'+F)	0,088421089	0,000327158
				$\Sigma = 4,78029008$

Entonces la ecuación (8) adquiere el siguiente valor:

$$\delta = 23^{\circ},6961 - 0,013004 T + \Sigma \text{ términos periódicos } (14)$$

$$\delta = 23^{\circ},6961 - 0,013004 T \cdot (-50) + 4,780290086 = 29^{\circ},1265901$$

Hay que decir que esta declinación es geocéntrica, por lo que tratándose de la Luna, un astro relativamente cerca de la Tierra, es necesario hacer una corrección por paralaje y dar la declinación topocéntrica correspondiente para la latitud de Mnajdra, $\varphi = 35^{\circ},826$



Paralaje diaria de la declinación δ

Entre las coordenadas topocéntricas y las geocéntricas hay una pequeña diferencia que se llama paralaje diurna. Esta paralaje se explica porque en aquellas coordenadas, el observador está en la superficie de la Tierra, mientras que en las geocéntricas estaría en el mismo centro.

Cuando se corrigen por paralaje las coordenadas ecuatoriales que no dependen del tiempo, la corrección depende del ángulo horario (H).

La fórmula para encontrar la declinación aparente (δ'), a partir de la declinación ecuatorial (δ) corregida por paralaje diurna es:

$$\text{tag } \delta' = \cos H' \frac{r \text{ sen } \delta - \rho \text{ sen } \varphi'}{r \cos \delta \cos H - \rho \cos \varphi'} \quad (15) \quad \text{en donde}$$

- (H') es igual al ángulo horario al orto de la Luna (H) más el incremento por paralaje (Δ)

- (δ) es la declinación geocéntrica de la Luna anteriormente hallada $\delta = -29^{\circ},1266$

Tomamos el valor - de la declinación porque buscamos, dentro del lunasticio mayor, su declinación más hacia el sur en el horizonte.

- (r) es la distancia media de la Luna a la Tierra en radios terrestres $r = 384.400 \text{ Km}$ igual a $60,268 r_t$.

- (φ') es la latitud geocéntrica.

- (ρ) es la distancia en radios terrestres desde el punto de observación al centro de la Tierra.

Lo primero a hallar es el ángulo horario al orto de la Luna, H .

Sin tener en cuenta la refracción, $\cos H = -\text{tag } \delta \cdot \text{tag } \varphi$, entonces $H = 293^{\circ},71895$

Después hallamos $H' = H + \Delta$ para lo que necesitamos hallar antes el incremento

$$\text{tag } \Delta = \frac{\rho \cos \varphi' \text{ sen } H}{r \cos \delta - \rho \cos \varphi' \cos H} \quad (16)$$

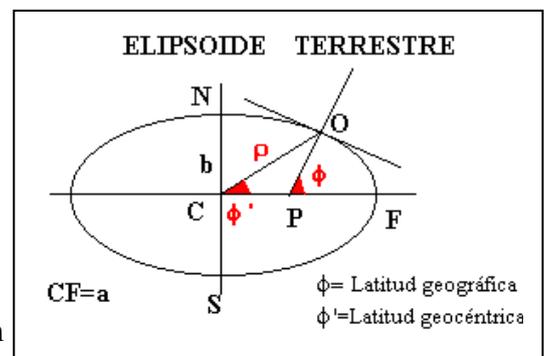
Para conocer el valor de la latitud geocéntrica φ' se introduce una variable auxiliar (u)

$\text{tag } u = \frac{b}{a} \text{tag } \varphi$ en la que a y b son el radio polar y el ecuatorial de la Tierra y φ la latitud de Mnajdra.

Sustituyendo valores.... $\text{arc tag } u = 35^{\circ},734727$.

Siendo (h) la altura en metros de Mnajdra, $h = 85 \text{ m}$ y ρ su distancia al centro de la Tierra, se cumple:

$$\rho \text{ sen } \varphi' = \frac{b}{a} \text{ sen } u + \frac{h}{6.378.140} \text{ sen } \varphi \quad (17), \text{ sustituyendo valores } \rho \text{ sen } \varphi' = 0,582082957$$



$$\rho \cos \varphi' = \cos u + \frac{h}{6.378.140} \cos \varphi \quad (18) \quad \dots\dots\dots y\dots\dots\dots \rho \cos \varphi' = 0,811740496$$

Dividiendo la (17) entre la (18) obtenemos la latitud geocéntrica $\varphi' = 35^{\circ},643554$

Ahora conocemos todos los valores necesarios para hallar, mediante la ecuación (15), la declinación aparente de la Luna durante el lunasticio mayor en Mnajdra en el 3000 a.C.

Su valor era $\delta' = -29^{\circ},758598$. Conocida la declinación menor o más hacia el sur con la que salía la Luna, podemos calcular su acimut al orto.

Sin tener en cuenta la refracción, la expresión nº (1) nos lo halla.

$$\cos A = \frac{-\operatorname{sen} \delta}{\cos \varphi} \quad , \text{ sustituyendo los valores nos queda que } A = 307^{\circ},746609, \text{ lo cual se ajusta}$$

mucho a los 307° que le asignaba T.Lomsdalen y, por tanto concluyo que, mirando desde el lado izquierdo del altar del fondo de la segunda sala, a través corredor que la une a la primera, se vería salir la Luna más hacia el sur en el horizonte local cada 18,61 años.

Relacionando este ciclo de los lunasticios, mayores y menores, con el correspondiente al de los saros de 18 años y 11 días aproximadamente, surge inmediatamente la pregunta de si pudo servir este evento astronómico como marcador temporal para hacer un seguimiento de los eclipses de luna, ya que la secuencia de los mismos se repite y son visibles en todo el hemisferio nocturno y, lo que es más importante, si tres lunasticios mayores consecutivos pudieron servirles para predecir con un cierto grado de exactitud los eclipses solares, ya que cada tres saros se repite, aproximadamente, la secuencia de los mismos, en las mismas zonas geográficas. Por otro lado, los mayores y menores lunasticios se producen siempre cerca de los puntos vernal y otoñal, posibilitando con ello que los tres astros se encuentren alineados y puedan eclipsarse mutuamente.

Mnajdra III, Templo Sur

Al igual que el anterior Templo Medio, Mnajdra III es una estructura formada por cuatro ábsides. Su fachada cóncava está compuesta de seis bloques megalíticos, tres a cada lado de la entrada principal, la cual se abre a un patio o espacio abierto parcialmente pavimentado.

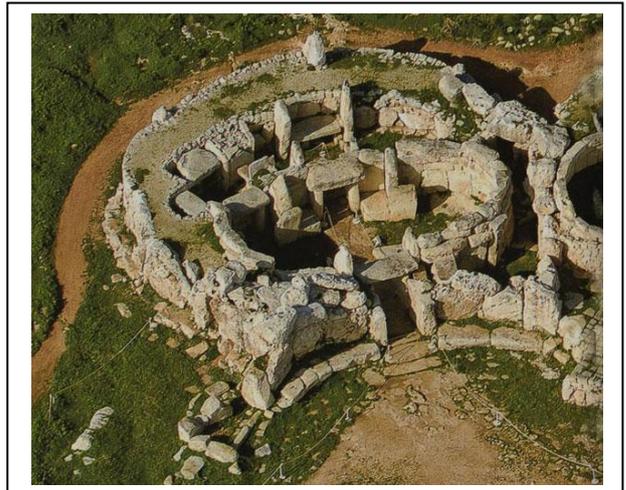
En este patio se encontró un agujero en el suelo de unos 15 cm de diámetro para insertar un poste de posible uso ritual o sacrificial.

El corredor central mide unos 15,5 m desde la entrada hasta el altar del fondo.

La primera sala tiene unas dimensiones de 14 m x 7 m, con restos en el suelo, formado por una especie de cemento de piedra caliza, común en otros templos malteses. Las paredes son bloques de piedras verticales de dimensiones 2 m x 1,5 m, cubiertos por otros bloques de piedras horizontales.

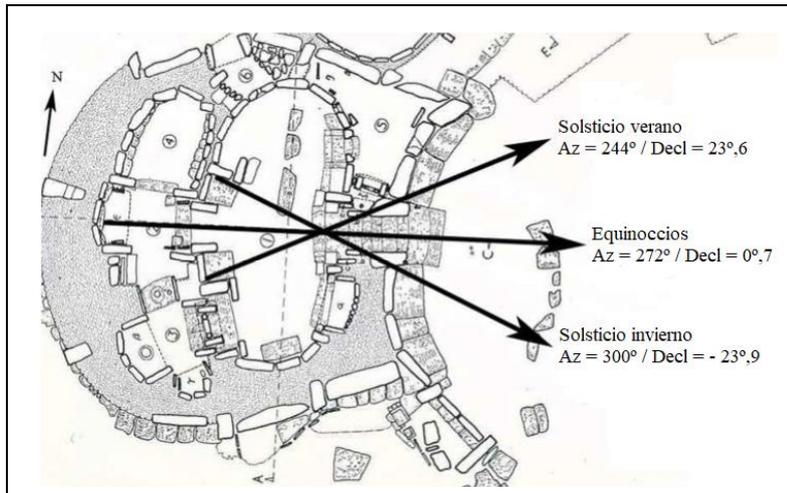
En su lado derecho se abre una puerta de entrada a una pequeña estancia, a modo de capilla para orar con un pequeño altar. Parece que fue añadida después, durante la fase de Tarxien.

En su lado izquierdo hay una puerta de entrada, decorada con lajas de piedra agujereadas, que nos lleva a una pequeña sala, especialmente sagrada, con una especie de doble altar, el más



Mnajdra III, Templo Sur

grande en el frente y escoltado a los lados por otros dos más pequeños; las dos lajas horizontales de piedra del altar están asentadas sobre columnas cilíndricas. Parece ser un santuario para ceremonias especiales.



Planta y alineamientos de Mnajdra III, Templo

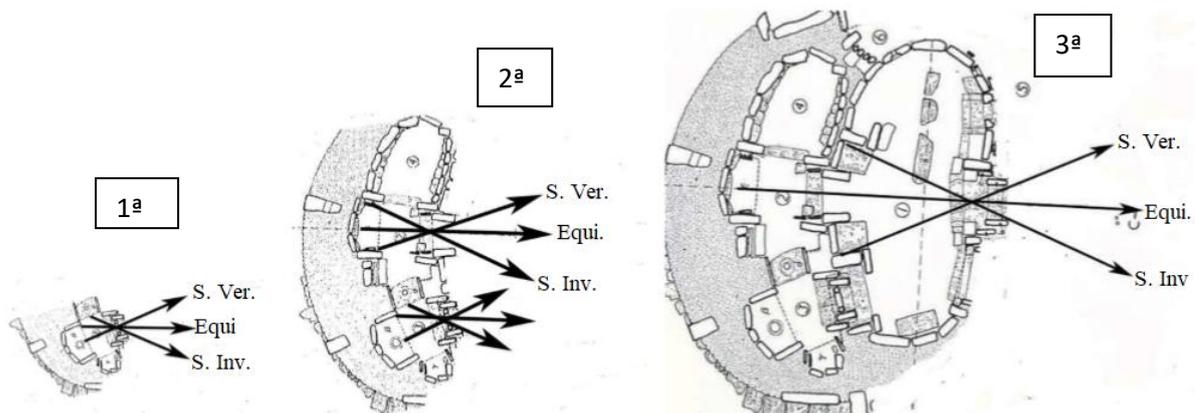
La puerta de entrada desde la primera sala a la segunda presenta a cada lado un altar, con lajas decoradas con agujeros.

En el fondo de esta sala hay un nicho a modo de altar, centrado a lo largo del corredor principal, con una losa horizontal de 2,7m de largo por 1,25m de ancho, asentada sobre pilares.

Al lado derecho del altar se abre una sala pequeña, en la que por los restos encontrados en ella (huesos, partes del cuerpo en arcilla, restos

de pierna de una estatua...etc) pudo cumplir la función de sala dedicada a una deidad asociada con la Salud.

Para el estudio de este templo vamos a seguir nuevamente las alineaciones propuestas por T. Lomsdalen . Él defiende hasta doce alineaciones al orto del Sol durante los equinoccios y los solsticios, correspondientes a las diferentes salas del templo, y que pudieron cumplir su función a medida que se fueron construyendo durante esas cuatro etapas constructivas que menciona. Paulatinamente, las alineaciones de las salas más antiguas fueron quedando obsoletas y sustituidas por las más modernas, aunque manteniendo sus orientaciones iniciales.



Evolución de los alineamientos según las etapas constructivas

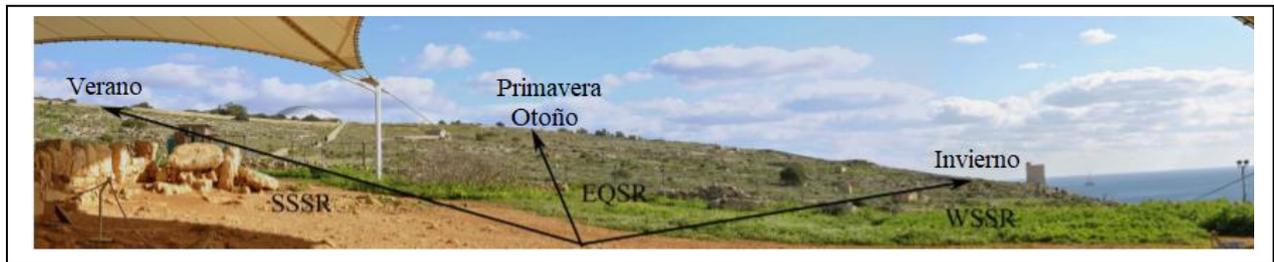
En este estudio solo voy a tener en cuenta las alineaciones finales de la primera sala, ya que son las más interesantes y están bien documentadas por varios autores.

Mnajdra III es el único templo de toda Malta cuya orientación principal es hacia el este. Esto pone de manifiesto una intencionalidad por parte de sus constructores para seguir el recorrido del Sol durante todo el año, ya que el corredor central se ilumina completamente al ama-

necer de los equinoccios, mientras que durante los solsticios dos ortostatos verticales son también iluminados por el Sol al orto. Este interés por conservar las alineaciones se ve avallado por el hecho de que los ortostatos del pasillo de entrada al templo están contruidos con distintos tipos de piedra caliza y colocados en diferentes momentos temporales, en un intento por seguir manteniendo las orientaciones iniciales.

Es fundamental para el que no ha estado allí, el hacerse una idea del horizonte local ya que sobre el mismo se van a poder observar todos los ortos solares a lo largo del año.

Sobre su horizonte este se perfila la silueta de una colina, como a unos 500 m. de distancia, que se ve, en su punto noreste, con una altura de unos 4°,5 y que, paulatinamente, va descendiendo hasta los 0°, cerca del punto del orto de invierno, lugar donde se juntan el cielo, el mar y la tierra. Más hacia el sur tenemos los acantilados que caen abruptamente sobre el mar.



Según observaron F. Ventura, G.F. Serio y M. Hoskin, la orientación principal del templo es hacia el Este, por tanto, orientado hacia el orto solar en los equinoccios, tomando como alineación la visual con origen en el altar más al fondo y pasando a través de la puerta que comunica las dos salas y también de la que da entrada al edificio. Midiendo el acimut de esta alineación sale que $A = 272°,5$ ($0°,5$ más que T. Lomsdalen), señalando hacia un punto sobre la colina, de 4° de altura sobre el nivel del mar.

Alineación al solsticio de invierno

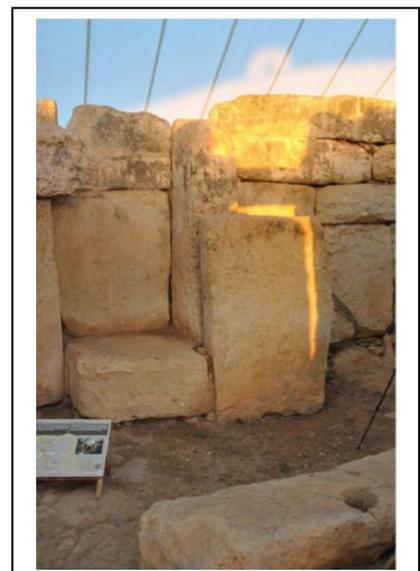
Como se puede observar en la foto de arriba, el Sol tiene su orto solsticial de invierno en un punto concreto donde se unen el cielo, el mar y tierra, próxima a la torre de vigilancia costera Hamrija Tower.

En este punto sobre el horizonte, a unos 353m de distancia y a 0 m. de altitud, F. Ventura et alii. encontraron un agujero en el terreno, de unos 35 cm de diámetro y de profundidad similar, que pudo servir a los constructores para señalar el orto solar en el 3000 a.C.

Se puede hallar su acimut al orto, (sin tener en cuenta la refracción, el radio angular y la paralaje diurna), sabiendo que su declinación, en ese momento, era $\delta = -24°,02101$.

$$\cos A = \frac{-\sin \delta}{\cos \varphi} (1) \dots \text{entonces } A = 300°,136563$$

En ese momento, el ortostato vertical correspondiente a la especie de hornacina del lado derecho de la puerta que comunica las dos salas, es iluminado por un fino haz de luz vertical.



ortostato vertical iluminado

Alineación a los equinoccios y al orto heliaco de las Pléyades

Anteriormente ya hicimos mención de esta alineación equinoccial observada por todos los investigadores que se han acercado a este Templo sur. Ya hemos fijado su acimut y sabemos que el Sol, durante el equinoccio, tiene una declinación de $\delta = 0^\circ$, con lo que su acimut al orto es $A = 270^\circ$ (punto este). Sin embargo el acimut con el que se le ve aparecer en la mañana equinoccial es $A = 272^\circ,5$ y con una altura $h = 4^\circ$

Voy a comprobar este último dato, para lo cual primero tengo que calcular el ángulo horario (H) que tiene el Sol cuando se encuentra en un acimut $A = 272^\circ,5$.

Nuevamente las ecuaciones (4) y (5) nos llevan a la siguiente expresión:

$0,3445233 \cos^2 H - 0,0019062 = 0$ (ya que la tag $\delta = \text{tag } 0^\circ = 0$), entonces despejando $\cos H$ quedan : $H_1 = 85^\circ,7341299$ y $H_2 = 274^\circ,2658701$, cogemos este último valor H_2 porque es el que más se aproxima al valor del acimut A.

Ahora la ecuación (6) , nos da el valor de la altura del Sol, en función de H y de A.

$$\cos h = \frac{\cos \delta \cdot \text{sen } H}{\text{sen } A} = \frac{\text{sen } H}{\text{sen } A} \quad \text{ya que } \cos \delta = 1 \quad \text{entonces } h = 3^\circ,4576346 = 3^\circ 27' 27'',48$$

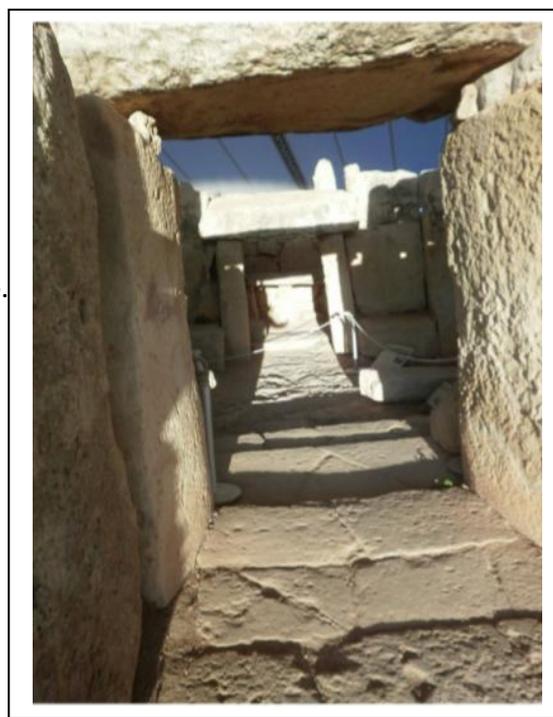
La interpretación que hago de este dato es que el Sol durante el orto en los equinoccios de primavera y de otoño, cuando se encuentra en el acimut correspondiente al eje axial principal del Templo III de Mnajdra, su centro verdadero se halla $0^\circ,55$ grados por debajo del horizonte, pero que si calculamos el valor de la refracción atmosférica (ρ), por medio de la fórmula de Bennet para cuando el Sol se encuentra con una altura $h = 3^\circ 45$, tenemos que...

$$\rho = \frac{60''}{\tan \left(h + \frac{7,31}{h+4,4} \right)} \quad (19) \quad \text{sustituyendo valores nos quedaría que } \rho = 783'',127 = 13',05$$

que sumados a los 16' correspondientes al radio angular del disco solar harían un total de 29'05 a añadir a h, por lo que la altura aparente observada desde el corredor central sería igual a:
 $h = 3^\circ 27' 27'',48 + 29',05 = 3^\circ 56' 30'',48$, es decir habría empezado a salir sobre la colina y su corredor central se encontraría completamente iluminado.



Orto equinoccial del Sol desde el altar del fondo



Corredor central iluminado en el equinoccio

La segunda posible alineación, sugerida por F. Ventura y su equipo en 1991, propone que este templo estaría orientado hacia el orto heliaco del cúmulo estelar de las Pléyades.

Los cálculos que he realizado para hallar esa fecha del orto helíaco han dado los resultados siguientes:

	ORTO	ORTO	ARCO	$\Delta\lambda$ (Δ Long.	$\Delta\lambda/0,98564736$
Cúmulo	CÓSMICO	HELÍACO	VISIÓN	Eclíptica)	(n° días)
Pléyades	2 de marzo	25 de marzo	18°	22°,4	22,7 días

Como se puede ver en el cuadro, el orto helíaco se produciría entre el 24 y 25 de marzo, unos cuatro días después del equinoccio de primavera. El orto cósmico es la salida simultanea del Sol y las Pléyades, el arco visión es la distancia angular vertical entre el Sol y el cúmulo para que sea visible al amanecer, el $\Delta\lambda$ es la diferencia de longitudes eclípticas del Sol entre el orto helíaco y el cósmico y la última columna nos indica el número de días que transcurren entre los dos ortos.

Los datos obtenidos para el Sol y las Pléyades, en el momento del orto cósmico para el año 3000 a. C., teniendo en cuenta la inclinación de la Eclíptica en ese tiempo y también la corrección por movimiento propio y precesión para las estrellas principales del cúmulo estelar fueron :

Astro	Acimut (A)	Ascensión recta (α)	Declinación (δ)	Long.eclíptica (λ)	Ang.horario (H)	Tiempo sidéreo (θ)
Sol	277°,9	345°,426828	-6°,398266	344°,112024	274°,643482	260°,070310
Pléyades	270°,412437	349°,822518	-0°,334400	350°,524210	270°,241417	260°,063935

Alineación al solsticio de verano

En simetría con el ortostato vertical, iluminado durante el solsticio de invierno, también el ortostato vertical del lado izquierdo es iluminado en el solsticio de verano.

De forma similar a como se encontró el agujero para poste que señalaba el solsticio de invierno, se buscó en el terreno, sobre la colina, el correspondiente al verano. Se encontró uno, pero situado unos 3° al sur del orto solar del verano. Ventura y su equipo pensaban que pudo servir para localizar el punto de entrada del verano, si contando los días de



Orto solar en el solsticio de invierno, en y desde el ortostato vertical

ida y vuelta transcurridos entre dos pasos consecutivos del Sol por esa referencia y posteriormente se dividía entre dos, daría la fecha del solsticio de verano. Contando noventa días a partir de esta fecha nos llevaría al equinoccio de otoño. Para conocer dicho momento también

podría ayudar el orto heliaco de las Pléyades que , como hemos dicho anteriormente, tenía lugar sobre el veinticuatro de marzo. El acimut de este orto heliaco también marcaba aproximadamente el punto cardinal este.

T. Lomsdalen propone para la alineación un acimut $A = 244^\circ$, correspondiente a una declinación solar actual de $\delta = 23^\circ,4372$, diferente a la que alcanzaba el mismo día en el 3000 a.C. $\delta = 24^\circ,021012$, más de medio grado mayor, o lo que es lo mismo, más de un diámetro solar desplazado hacia el norte el orto solar durante el solsticio de verano, con respecto a la actualidad .

Teniendo todo esto en cuenta los cálculos que he realizado nos informan de lo siguiente.

El acimut correspondiente al orto solar, en la fecha de estudio, sería igual a:

$$\cos A = \frac{-\sin \delta}{\cos \varphi}, \text{ sustituyendo valores } A = 239^\circ,863433$$

También afirma que la altura del Sol, cuando aparece al amanecer por el borde de la colina, es de unos $4^\circ,5$, haciéndose necesario por tanto saber cuál es su altura cuando se encontraba con un acimut $A = 244^\circ$

Lo primero a calcular es el ángulo horario H que corresponde a ese acimut. Las ecuaciones (4) y (5) nos llevan a la siguiente expresión:

$$0,58048921 \cos^2 H - 0,42301134 \cos H - 0,10731143 = 0 \text{ Resolviendo la ecuación en } \cos H \text{ y eligiendo el valor más apropiado nos queda que } H = 258^\circ,5086226$$

La ecuación (6) nos dará la altura h para el ángulo horario anterior y una $\delta = 24^\circ,021012$

$$\cos h = \frac{\cos \delta \cdot \sin H}{\sin A}, \text{ sustituyendo valores } h_1 = 5^\circ,2056$$

Si se asume un ángulo horario $A = 243^\circ$, entonces la ecuación de 2º grado que resulta es:

$$0,60222231 \cos^2 H - 0,42301134 \cos H - 0,12904453 = 0 \text{ y unas vez resuelta nos da un valor para } H = 256^\circ,7118136 \text{ y de nuevo la ecuación (6) nos lleva a una } h_2 = 3^\circ,9018713.$$

Sintetizando todo lo anterior, podemos afirmar que, con una visual realizada desde el ortostato izquierdo del corredor que comunica las dos salas del Templo Sur, pasando por el borde del ortostato vertical derecho de la puerta de entrada y dirigida, con un acimut comprendido entre 243° y 244° , hacia el horizonte local, señalaría el orto del Sol en el solsticio de verano en la fecha anteriormente señalada, sin tener en cuenta la refracción atmosférica.

Tomando los anteriores valores de altura real o verdadera, h_1 y h_2 , y con objeto de conocer la posición aparente del Sol teniendo en cuenta el valor de la refracción atmosférica, utilizaremos nuevamente la fórmula de Bennet, que nos dará los valores de refracción (ρ) medidos en segundos de arco

$$\rho = \frac{60''}{\tan \left(h + \frac{7,31}{h+4,4} \right)}$$

Si hacemos $h = h_1 = 5^\circ,2$ entonces la refracción $\rho_1 = 9',57$

Si hacemos $h = h_2 = 3^\circ,9$ entonces la refracción $\rho_2 = 11',95$

Es decir, para esas alturas del Sol su refracción por término medio supone unos $11' = 0^\circ,183$, los cuales tenemos que incrementar a las alturas reales para saber la altura aparente con que se vería el Sol sobre la colina. De esta manera el Sol se podría encontrar a $5^\circ,388$ sobre el horizonte, viéndose entonces totalmente para un $A = 244^\circ$, o bien con $4^\circ,084$ de alto para un $A = 243^\circ$ y, por consiguiente, estaría a punto de aparecer. Cualquiera de esos dos valores se ajustaría bien a lo medido y observado por Lomsdalen.

Epílogo

Quiero finalizar este trabajo con un comentario o reflexión personal respecto a los templos megalíticos malteses en general y sobre el de Mnajdra en particular.

Lo primero a resaltar es la originalidad de estas construcciones, encuadradas en un marco temporal tan antiguo y que no presenta paralelismo con ninguna arquitectura contemporánea del Mundo Antiguo mediterráneo y solo algo y en cierta medida, con el megalitismo en la Península Ibérica.

Lo anterior se justifica si analizamos las altas culturas de ese momento. Así, en Mesopotamia durante el IV milenio a.C. su edificio más representativo era el zigurat y Templo Blanco del dios Anu, localizados ambos en la ciudad de Uruk, que en Egipto no se había construido aún ninguna pirámide (la primera en serlo sería la escalonada de Saqqara, construida por el arquitecto Imhotep para el faraón Zoser de la III Dinastía, sobre el 2700 a.C.); que lo que después sería el majestuoso palacio de Cnossos en Creta tampoco existía, pues la civilización minoica se encontraba todavía en su fase neopalacial, con construcciones palaciales más sencillas.

Diferente es la comparativa con el megalitismo ibérico, pues los dólmenes de Alberite (Cádiz) y de Menga (Málaga) soportan, por su espectacularidad y dimensiones, una preeminencia e importancia similar para fechas tan antiguas como el IV milenio a..C.

Para cada uno de los templos que visité se les puede asignar un calificativo diferente, con todas las reservas que esto conlleva.

Así Ggantija, en la isla de Gozo, destaca por su antigüedad, su sencillez y su construcción dispar, con grandes piedras megalíticas en su exterior y más pequeñas para los muros interiores.

Hagar Qim comparte con Ggantija los grandes megalitos exteriores, mientras que por dentro presenta una cierta anarquía en planta, fruto de las sucesivas ampliaciones posteriores. Tarxien es por excelencia la joya de todos ellos, tanto por las estructuras de los varios templos que lo conforman, más complejas interiormente, como por la cantidad y calidad de la decoración escultórica y de bajorrelieves que posee. Es el que más aporta para el conocimiento de la sociedad neolítica maltesa. Mnajdra es un complejo templario sabiamente dispuesto por sus constructores. De él sobrecoge su armonía y especial relevancia como posible observatorio astronómico, como espero que la lectura del artículo haya sido capaz de transmitir al lector.

Pienso que el aislamiento de los circuitos comerciales del Mediterráneo sólo se podía superar si existía una organización social clara, bien definida y estable en el tiempo. La distribución espacial de los diferentes conjuntos templarios, de una forma equilibrada, permitiría el control sobre cada grupo local por parte de una clase social dirigente elitista, encarnada por la casta sacerdotal, que sería la encargada de dirigir los rituales y festejos de la comunidad, tanto a nivel local como en todo el archipiélago.

Es el momento de enumerar también los numerosos peligros o aspectos negativos a los que se enfrentaría este tipo de sociedad neolítica aislada, entre los que se encontrarían:

- La sobreexplotación de los recursos económicos, fundamentalmente los agrícolas y ganaderos, pues parece que la explotación del mar no fue significativo, aunque matizando que sí se constata una utilización de moluscos terrestres y marinos durante algunos momentos de su historia.
- La erosión de los suelos, propiciado por la poca profundidad y desarrollo de los mismos, ya que la roca madre de piedra caliza aflora con facilidad en el terreno, dejando por consiguiente

solo potencialmente explotables las suaves vaguadas del interior y las plataformas costeras que hay cerca de los acantilados.

- La evolución autóctona de la tecnología, al estar desconectados de las rutas comerciales que posibilitaban la difusión de los nuevos inventos. Esto les mantuvo durante más tiempo en la tecnología de la Edad de Piedra, mientras a su alrededor se abrían camino avances como el uso de los metales (Calcolítico), de la rueda y del carro, o incluso, de los comienzos de la domesticación del caballo.

Cuando accedieron a ellos, el cambio fue brusco y traumático, pero entonces la sociedad megalítica maltesa desapareció para siempre.

- La sobrepoblación, relacionada directamente con los dos primeros aspectos comentados anteriormente, estaría siempre presente como un peligro latente, ya que la carga poblacional que permitirían las dos islas de Gozo y Malta era limitada. Esto pudo ser fuente de conflictos y enfrentamientos entre los seis grupos o territorios locales que indicaba C. Renfrew.

Lo sucedido en la isla de Pascua, durante los siglos XVII y XVIII, en relación con su crisis poblacional, nos puede servir de ejemplo.

- La endogamia intrínseca asociada a todo grupo que está aislado geográficamente, lo cual podría llevar a la población a sufrir de patologías o mutaciones regresivas que se transmitieran hereditariamente.

- Las enfermedades y epidemias, llegadas del exterior, como consecuencia de las relaciones esporádicas mantenidas con otros grupos humanos llegados a las islas, contra las que una sociedad eminentemente aislada no se encontraba inmunizada.

Dentro de este contexto general, y ciñéndonos específicamente a Mnajdra, este conjunto templatario representa la intencionalidad constructiva por excelencia, con el objetivo de poder medir el paso del tiempo mediante los astros del firmamento, principalmente del Sol y de la Luna pero también de algunas estrellas.

Me resulta especialmente sugerente la existencia de alineaciones al lunasticio mayor constatadas en los templos de Ggantija, Ta' Hagra, Hagar Qim y en nuestro Templo II de Mnajdra. Su existencia supone que los sacerdotes o la clase dirigente era capaz de contar el tiempo mediante la observación de fenómenos astronómicos de ciclo largo (aproximadamente 18,61 años).

Las preguntas que me hago al respecto de ello son múltiples: ¿ habría rituales específicos en los templos anteriormente señalados relacionados con la fertilidad cada vez que se cumplía un ciclo ?, ¿ señalarían los momentos adecuados para las reuniones entre las poblaciones de los diferentes territorios ?, ¿ servirían para, a modo de nuestras romerías, combatir la excesiva endogamia local mediante las uniones entre poblaciones de todo el archipiélago ?, ¿ indicarían el momento oportuno para enviar expediciones fuera del territorio insular con diferentes objetivos, como pudieran ser la obtención de productos de los que carecían, de esclavos... entre otros más ?.

El hecho de que las plantas de casi todos los templos malteses sean polilobuladas, con varios ábsides en la mayoría de ellos, y que las figurillas de terracota halladas en muchos de ellos representan a mujeres de amplias formas con sus atributos femeninos muy acentuados, me reafirma en la creencia de una relación especial de los templos con la fertilidad. Esta idea no parece tan extraña en el Mediterráneo durante el neolítico, como pude apreciar contemplando la colección tan extraordinaria de Diosas Madres que posee el museo de Arte Hitita en Ankara.

Por último, en mi afán de buscar relaciones entre los distintos sucesos históricos, me pregunto también si el final de esta extraordinaria cultura, incluyendo la sustitución del componente genético de la población por otro nuevo, así como la aparición de la metalurgia, la construcción de sistemas defensivos para los poblados y el surgimiento de una nueva cultura funeraria, no pudo estar causada por las sucesivas oleadas de pueblos protoindoeuropeos, relacionados con la expansión de la cultura de la cerámica cordada a los Balcanes, para desde allí, y a través de la Península del Peloponeso, llegar a Malta, como parecen demostrar los restos de cerámica encontrados en el archipiélago maltés. Estos pueblos extendieron el uso del bronce, el carro de cuatro ruedas, las hachas de combate, el enterramiento en túmulos y la ganadería por todo el continente europeo.

Es digno de resaltar que la construcción de sistemas defensivos en Malta fueran sincrónicos en el tiempo con los correspondientes en la Península Ibérica, cuando sobre el 2500 a.C. aparece el primer recinto fortificado en el poblado de Los Millares (Almería) y también en los portugueses de Vila Nova de Sao Pedro y Zambujal, cerca del estuario del Tajo. Así mismo, hace muy poco apareció una noticia, basada en los resultados presentados en la revista New Scientist por David Reich de la Escuela Médica de Harvard en Boston (Massachussets), en la que nos sugiere que los hombres de la Península Ibérica fueron completamente exterminados de una forma violenta sobre el 2500 a.C, por la llegada de una nueva cultura. que estaba emparentada con los pueblos indoeuropeos de los Yamna, pertenecientes a la cultura de los Kurganes. Si pudieron llegar a las costas atlánticas y a las Islas Británicas, por qué no pudieron hacerlo a Malta, originando el cambio genético y cultural que se aprecia en ese momento.

Bibliografía

- Tore Lomsdalen : " Is there evidence of intentionality of sky involvement in the prehistoric megalithic sites of Mnajdra in Malta ? ", 2013
- Martín Almagro Bash : " Una discusión sobre la prehistoria de Malta ", 1960
- Colin Renfrew : " El alba de la civilización ", 1986
- J.Cox : " Observations of moonrise and sunrise from ancient temples in Malta ", 2004
- Frank Ventura : " Possible tally stones at Mnajdra, Malta ", 1993
- Jean Meeus . " Astronomical algorithms ", 1998
- J.José de Orús, M^a Asunción Catalá y Jorge Nuñez : " Astronomía esférica y mecánica celeste ", 2007

