

Il modello architettonico preistorico di Ta Hagraat a Malta.

Analisi formale, costruttiva e strutturale

The prehistoric architectural model from Ta' Hagraat, Malta.

Analysis of form, mode of construction, structure

Gennaro TAMPONE

RIASSUNTO

I modelli di edifici esistenti o progettati, comuni nello sviluppo dell'architettura sia come mezzo di studio sia come medium di rappresentazione, sono piuttosto rari nella pre- e protostoria. In ogni caso essi raramente sono definiti tanto da poter dedurre le effettive caratteristiche dell'edificio rappresentato.

Il modello reperito tra il 1923 e il 1926 nello scavo archeologico del complesso templare preistorico megalitico di Ta Hagraat (IV m.) nell'Isola di Malta, scolpito in Calcarea Globigerina e ora conservato nel Museo archeologico di Malta, consente invece, nonostante le piccolissime dimensioni (4,5 x 3,7 x 2,5 cm c.), una lettura puntuale delle caratteristiche architettoniche, cioè materiche, formali, tecnico-costruttive e strutturali.

Notissimo e molto citato, il reperto non è mai stato oggetto di studi sistematici. Escusse le tesi di altri Autori che lo hanno menzionato, l'autore espone i risultati conseguiti con le proprie analisi per le quali ha usato i metodi della storia dell'architettura e dell'ingegneria strutturale (rilievo laser scanner 3D, FEM ecc.).

Esso rappresenta un edificio di forma ellittica di c. 6,5 x 4,5 x 2,70 m realizzato con grandi blocchi lapidei, quindi megalitico, posti in verticale, con alternanza di elementi ortostatici ed elementi diatonici collegati a secco; è coperto con 5 "travi" accostate (le più antiche rappresentate), cioè elementi lapidei posti di taglio della lunghezza presumibile di 5 m (il più lungo), resi stabili da lastre poste di piatto alle due estremità del sistema di travi.

Il modello, che ha valori architettonici autonomi ma con alcune soluzioni originali avanzate, conferma i modi costruttivi dell'architettura dei templi megalitici maltesi ad esso contemporanei soprattutto per quanto concerne, per tali edifici, la presenza di copertura litica, che ancora è oggetto di discussione nell'ambiente accademico.

Si tratta probabilmente di un modello di studio progettuale realizzato di propria mano da un costruttore di architetture megalitiche.

SUMMARY

The models of existing or designed buildings, to be usually found in the development of the architecture, both as study means and as representation medium, are rather rare in pre- and proto-history. In any case they rarely are so defined to allow of a full deduction of the characteristics of the building they represent.

The model, found between 1923 and 1926 in the archaeological excavation of the prehistoric megalithic templar complex of Ta Hagraat (IV m.) in the Malta Island, carved in Globigerina Limestone, now conserved in the Maltese Archaeological Museum, on the contrary allows, in spite of its very small dimensions (4,5 x 3,7 x 2,5 cm c.), of an accurate interpretation of its architectural characteristics, say material, formal, technical-constructive, structural.

Well-known and frequently mentioned, the find has never been the object of systematic studies. Examined the theses of other Scholars who cited it, the author proposes the results of his analysis made with the instruments of the history of architecture and structural engineering (Laser scanner 3D survey, FEM etc.).

It represents a building of elliptic shape of about 6,5 x 4,5 x 2,70 m made with large stone blocks, thus a megalithic one, vertically placed, with alternation of orthostatic and diatonic elements, connected without mortar; it is covered by 5 adjacent "beams" (the most ancient ever represented), i.e. lithic elements rectangular in section, placed on edge, of the supposed length of 5 m c. (the longest one); the beam system is stabilized by a couple of slabs at each end of it, placed flat on the walls.

The model, that belongs autonomous architectural values with a few original and advanced solutions, is the confirmation of the building techniques of the coeval architecture of the prehistoric megalithic Maltese temples mainly as regards, in the temples, the presence of a lithic covering that still is a matter of discussion in the academic setting.

It is probably the embodiment of the development of architectural intuition by a builder of megalithic architectures, made by his own hands.

PREMESSA

I modelli di edifici esistenti o progettati, comuni nella storia dell'architettura sia come mezzo di studio che come medium di rappresentazione, sono alquanto rari nella pre- e protostoria.

In tale ambito temporale relativo, nelle regioni geologicamente caratterizzate dalla presenza di formazioni non fessurate di roccia tenera, specialmente biocalcareni, frequenti sono invece gli edifici, generalmente ipogeici scavati nella roccia, costruiti a somiglianza di altri edifici: tipico il caso delle *domus de janas* della Sardegna pre- e nuragica (Sant'Andrea Priu, per es.) e di tombe etrusche, specialmente dell'area di Cerveteri del periodo orientalizzante oppure dell'Ipogeo dei Volumni a Perugia (fine del III sec.) che, per caratteri spaziali e formali, materiali, strutture portanti, sono il modello delle dimore dei vivi, costruite in muratura e talvolta coperte con tetto a membrature di legno, generalmente con connotazioni di ricercatezza.

IL CONTESTO PREISTORICO MALTESE

Nel contesto maltese preistorico l'ipogeo estremamente complesso di Hal Saflieni nel distretto di Pawla, scavato a più livelli e a ciascuna quota con differente estensione, realizzato e più volte ampliato in un lungo arco di tempo, databile comunque dalla metà alla fine del III millennio, cioè circa alla fine del periodo templare (metà del IV – metà del III millennio), appartiene alla seconda categoria di modelli: il complesso ipogeico di vani accoglie le dimore dei morti, riproducendo i principali motivi formali e strutturali delle architetture esterne megalitiche templari coeve, caratterizzate in particolare dalla volta, anche se parziale, che si costruivano con continuità ormai da circa un millennio nello stesso contesto territoriale. Tali "dimore ipogeiche", riproducendo forme e condizioni delle sedi edificate per le divinità, conferiscono ai defunti una dignità divina o quantomeno soprannaturale.

Il contesto maltese preistorico, nel periodo della edificazione dei Templi megalitici, è peraltro una eccezione molto fortunata per lo straordinario numero e qualità di modelli architettonici singoli propriamente detti, prodotti contemporaneamente alle architetture realizzate.

Questi sono manufatti di pietra o di terracotta che generalmente riproducono edifici o parti di essi, oppure alludono a planimetrie di costruzioni (templari, per la maggior parte). Inoltre vi sono immagini incise su pietra, più rare, come per esempio la nota incisione su uno dei blocchi delle pareti interne del Complesso templare di Mnajdra, che è generalmente

FOREWORD

Models of existing or newly designed buildings, commonly found in architectural history, both as instruments of architectural research and as an interpretative medium, are quite rare in pre- and proto-history.

On the contrary, edifices of this period, generally hypogeal, excavated in the rock, in imitation of built structures, are frequently found in regions characterized geologically by the presence of un-fissured formations of soft rock, especially biocalcarenes. Examples of these are the "*domus de janas*" of nuragic and pre-nuragic Sardinia (St Andrea Priu, Putifigari, for example) and the Etruscan tombs, mainly in the Cerveteri area, excavated in the so called periodo orientalizzante (VII c. B. C.) or of Volumni's Hypogeum (end of III c. B. C.) in Perugia. Referring to their spatial and formal features, their materials, and their load bearing structures, can be considered as models of dwellings, which were built of masonry and sometimes covered with a timber roof, generally with fine connotations.

THE PREHISTORIC MALTESE CONTEXT

In the Maltese prehistoric context the extremely complex Hypogeum of Hal Saflieni in Paola - that was excavated in three different levels, each level having a different extension and which was repeatedly enlarged over a long period of time (from the middle to the end of the III m.) - corresponds to the end of the temple period (spanning from the middle of the IV m to the middle of the III) belongs to the second category of models. This hypogeum, that constitutes the place of the dead, consists of an articulated complex of chambers, wherein are reproduced the most significant formal and structural elements of the open air coeval megalithic temples, in particular the vaults - even if partial - which developed uninterruptedly over a millennium. These "underground dwellings" reproduce the form and condition of the place built for the divinities and confer on the dead a divine, or at least a supernatural stateliness.

It ought to be added that the Maltese prehistoric context during the period of the building of the megalithic Temples (IV – III m.) is a very fortunate exception, being characterised by an extraordinarily large number of singular architectural models of high quality that were produced contemporarily with the architecture.

These are stone and terracotta artefacts which generally reproduce buildings or parts of them, or allude to ground floor plans of buildings, mainly those of the temples. A few rare engravings on stone are also to be found, as for instance the well known carving on one of the internal megaliths of the

letta come la rappresentazione della vista di uno dei lati di un edificio templare. Il problema di questa ed altre incisioni però è che esse non sono assolutamente databili, almeno per il momento, il che non consente approcci di tipo scientifico.

Il cosiddetto “amuleto” reperito nel complesso templare di Tarxien a Malta, un oggetto che per forma ed esigue dimensioni si può ipotizzare sia stato concepito come oggetto ornamentale, forse un pendente decorativo, oppure un *souvenir*, non può essere considerato un modello architettonico anche se potrebbe alludere, per forma, a un edificio simile ai Templi dell’epoca. Sono inoltre da ricordare alcuni modelli di piante (disposizione al suolo) di edifici, tra i quali quello che L. M. Ugolini associò (Ugolini, 1934, p. 199) ad un palazzo.

Restringendo il campo ed escludendo l’ipogeo citato di Hal Saflieni, i reperti che nel contesto maltese più propriamente possono essere considerati modelli architettonici sono tre, il grande modello della facciata di un edificio templare, il piccolissimo modello del quale si intende qui specificamente trattare, reperito negli scavi del complesso templare di Ta Hagraat diretti da Th. Zammit¹ ma di fatto affidata (Evans, 1959, (1982, p.129)) ad aiuti volontari, infine dello straordinario oggetto di suppellettile, un altare mobile, reperito nel primo atrio del tempio maggiore nel complesso di Hagar Qim, Malta.

Mnajdra Temple complex which is generally interpreted as the view of one of the sides of a templar building. At present there is no way of dating this and other engravings and therefore no scientific research can be started.

Considering the shape and small dimension of the so called “amulet” found at the Tarxien temple complex in Malta, as having possibly been conceived as an ornament, may be a decorative pendant, or a *souvenir* and not as an architectural model, although it could allude, through its shape, to a building similar to those built at that time. Furthermore a few models of the ground floor plans of buildings are not to be overlooked, amongst which is the plan that Ugolini (Ugolini, 1934, cit.) associated with a palace.

When excluding the cited Hal Saflieni Hypogaeum, and restricting the field, there are three finds that in the Maltese context can more appropriately be considered as architectural models: the large model of the façade of a temple building (Ceschi, 1939, cit.; Evans, 1959, (1982, p. 129), cit.), the very small model (object of the present paper) found during the excavations of the Ta’ Hagraat temple complex in Malta directed by Th. Zammit¹ (in reality entrusted to volunteer helpers) (s. Evans, 1959, cit.; (1982, p.129, cit.)), and a mobile altar, an extraordinary piece of furniture, found in the excavation in the first apse of the larger temple of the main complex of Hagar Qim, Malta.



Fig. 1 - Modelli dell’architettura preistorica megalitica dell’Arcipelago Maltese. Il modello reperito in tre pezzi a Tarxien

Fig. 1 - Models of the prehistoric megalithic architecture of the Maltese Archipelago. The model was found in three pieces at Tarxien

Per il primo (v. foto) l’autore suppone che si tratti di un “progetto”, in considerazione delle dimensioni, delle perfette proporzioni delle parti costituenti, della indicazione di tutti i particolari tecnici e della loro estrema accuratezza e precisione;

In the case of the first model, considering the dimensions, the perfect proportions of the constituent parts, the existence of all technical details and their extreme accuracy and precision, the Author puts forward the hypothesis that it is a “project”, a project made in order to attain the patron’s approval, which

¹ Themistocles Zammit, medico, professore e rettore dell’Università di Malta, archeologo. Ha scavato Tarxien e Ta Hagraat, ha lavorato a Hal Saflieni

¹ Themistocles Zammit, a Maltese doctor, Professor and Rector of the University of Malta, archaeologist. Excavated Tarxien and Ta’ Hagraat, worked at Hal Saflieni

un progetto da sottoporre al giudizio dei committenti e da consegnare ai costruttori per la realizzazione. Nel complesso, un modello portentoso che ha giustamente ispirato Ceschi già nel 1939 e altri in seguito per la ricostruzione ideale della facciata del Tempio maggiore nel complesso di Tarxien e di altri edifici dello stesso tipo più in generale.

Per il terzo reperto l'autore ha proposto (Tampone, 1991, p. 259) innanzitutto che si tratti di un modello architettonico, in secondo luogo che rappresenti una edicola costituita da quattro colonne e una lastra orizzontale che sostiene una spessa coppa.

would then be handed over to the builders for construction. On the whole, this is a remarkable model that rightly inspired Ceschi and many others to restore the façade of the larger Temple in the Tarxien complex and, more in general, of several other buildings of the same period.

Regarding the third model, the present Author (Tampone, 1991, p. 259, cit.) has proposed: first, that it is an architectural model; and secondly, that it represents an aedicule made up of four columns supporting a horizontal slab on which a thick vessel is placed.



Fig. 2 - Modelli dell'architettura preistorica megalitica dell'Arcipelago Maltese. Il modello (copia nella foto) reperito a Hagiar Qim

Fig. 2 - Models of the prehistoric megalithic architecture of the Maltese Archipelago. The model (a copy in the photo) was found at Hagiar Qim

Infatti l'edificio ora descritto sovrasta un albero, collocato al centro del manufatto e visibile da tutti i quattro lati tra le colonne; poiché l'albero è una teofania, la manifestazione sensibile della divinità, almeno in tempi di poco successivi, quelli di Creta minoica, per esempio, è plausibile pensare che l'altare rappresenti un edificio costruito a dimora o a protezione di una divinità, cioè un tempio.

Al piccolo modello reperito a Ta Hagra (Malta), uno dei complessi Templari più antichi, costruttivamente molto arcaico, nel quale appunto è prevalente la fase Gigantija, spetta un posto particolare non tanto per gli aspetti strettamente archeologici, in questo caso per certo carenti per quanto concerne l'assenza di modalità stratigrafiche che hanno caratterizzato le attività di reperimento, scavo e inventario, ma soprattutto per le connotazioni formali, costruttive e strutturali che esso possiede, esaltate dalla favorevole situazione di quasi completezza del pezzo.

The building overhangs a tree that, placed at its centre, is visible from all four sides in between the columns. As the tree is a theophany, the perceptible expression of the divine, and was considered as such shortly afterwards, such as in Minoan Crete, it is plausible to imagine that the architectural altar represents a building for accommodating and sheltering a divinity - in other words a temple.

The minuscule model found at Ta' Hagra (Malta), one of the most archaic temple complexes of the Gigantija phase, justifies a special mention. This is not primarily for strict archaeological reasons, but particularly for the formal, constructive and structural information that it can provide, augmented by the propitious fact that the object is almost complete.



Fig. 3 - Modelli dell'architettura preistorica megalitica dell'Arcipelago Maltese. Il modello reperito a Ta Hagraat
Fig.3 - Models of the prehistoric megalithic architecture of the Maltese Archipelago. The model was found at Ta Hagraat

Per interpretare tale modello quindi il mezzo più appropriato di indagine è l'analisi architettonica, con la metodologia avanzata pluri-disciplinare di tale genere di studi, estesa a tutti gli aspetti riguardanti le connotazioni indicate.

Per quanto assai noto e citato, esposto con enfasi al Museo archeologico nazionale di Malta a Valletta e riprodotto nella maggior parte delle pubblicazioni sulla Malta preistorica, il modello è stato oggetto soltanto di fugaci, sommarie congetture, comprese le intuizioni di Ceschi (v. oltre), e di qualche sporadico tentativo di ricostruirne la pianta e l'apparecchio, quale quello di Ugolini (v. oltre); nonostante le evidenti qualità espressive dell'oggetto, su di esso però non sono stati mai istituiti studi sistematici relativi alle caratteristiche architettoniche.

L'analisi che l'autore ha condotto dell'edificio che esso rappresenta e, più in particolare, del sistema di copertura, ha avuto lo scopo primario di definirne le caratteristiche, specialmente quelle estetiche, costruttive e strutturali mettendone in evidenza le connotazioni originali, e l'obiettivo complementare di cercare risposte a vari lati oscuri che concernono le architetture costruite del tempo, pervenute tutte mutilate e comunque prive di copertura.

Il presente saggio espone i risultati di tale analisi.

IL REPERTO IN STUDIO

Il modello fu reperito nella campagna di scavi al complesso templare di Ta Hagraat condotta dal 1923 al 1926 (v. sopra). Fu classificato (Zammit, 1929 b, fig. 8) come il modello di una capanna (hut).

L. M. Ugolini, che correttamente ad esso attribuì la proprietà di fornire dirette informazioni sulle forme degli edifici templari coevi, ne dette una pianta, (Ugolini, 1934, p. 58, dis. p.167, "A. La Ferla dis."), integrando idealmente la parte mancante sul retro, caratterizzata da una ipotesi ricostruttiva dell'interno; la supposizione di questo Autore di paramenti delle pareti interne costituiti da blocchi lavorati e regolarmente disposti come alle parti del tempio di Tarxien delle fasi intermedia e ultima sembra alludere all'ipotesi di una realizzazione tarda (v. oltre).

Therefore the most appropriate methodology for investigating this model is through an architectural analysis, with advanced multi-disciplinary methodology for this kind of study, that could be extended to all the cited connotations.

Although very well known, repeatedly cited, emphatically exposed at the National Archaeological Museum of Valletta, Malta and reproduced in the majority of the publications on prehistoric Malta, the model has been the object of fleeting, short conjectures, including Ceschi's intuitions (see overleaf), and the sporadic attempts of reconstruction of its ground floor and structure, like that carried out by Ugolini (see overleaf). Despite the evident expressive qualities of the object, no systematic studies on the architectural characteristics of the model have ever been started.

The analysis carried out by the author on the building represented by the model and, in particular, on the covering system, had the primary goal of assessing its characteristics, mainly the aesthetic, constructional and structural ones, showing the original connotations. The secondary task was to try to give an answer to the several unsolved problems presented by the built architectures of the time, due to the fact that all of them arrived to us mutilated and deprived of covering.

The present essay shows the results of that analysis.

THE FIND

The model was found during the excavation campaign carried out between 1923-1926 at the temple complex of Ta' Hagraat. This object was classified (Zammit, 1929, cit.) as the model of a hut.

L. M. Ugolini (Ugolini, 1934, cit.), who correctly assumed that this could provide direct information on the form of the contemporaneous temple buildings, produced a ground floor plan (Ugolini, 1934, p. 58, dis. p.167, "A. La Ferla dis."), restoring the missing part at the back and visualized the restoration of the inside. His assumption of the existence of an internal wall facing made of well cut vertical blocks, set in a regular arrangement - as in the middle and last phases of the Tarxien temples- seems to allude to a hypothesis that it belongs to a late developmental phase (see below).



Fig. 4 - Foto di D. Cilia del modello reperito a Ta Hagraat
Fig. 4 - Photo by D. Cilia of the Ta Hagraat model

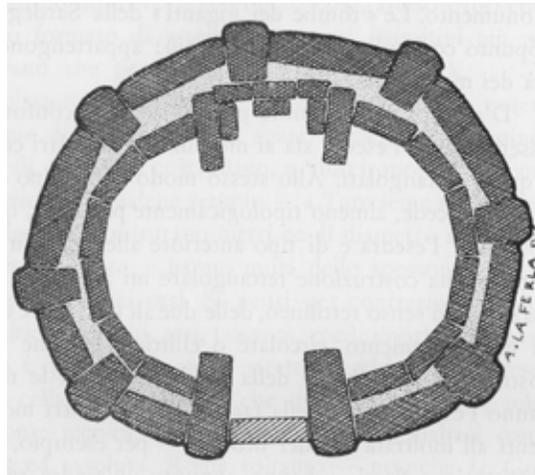


Fig. 5 - L. M. Ugolini, rappresentazione e interpretazione del modellino di Ta Hagraat
Fig. 5 - L. M. Ugolini, representation and interpretation of the small Ta Hagraat model

C. Ceschi, intuendone l'importanza per la interpretazione delle caratteristiche costruttive e strutturali dei Templi coevi, ne pubblicò per primo due foto che, significativamente, pose proprio nella introduzione del suo volume (Ceschi, 1939, pp. 4 - 5). Attribuendo funzione sacrale all'edificio con esso rappresentato, lo definì monocellulare (cioè con una sola coppia di camere laterali; la denominazione di "celle" è tratta da Ugolini, cit.) e ritenne quindi che si trattasse di un tipo arcaico perduto (cioè di cui non si sono trovati esempi), da cui per addizione di celle sarebbero derivati i templi reperiti².

J. D. Evans lo definì modello di un edificio megalitico, di forma

Understanding that the model was fundamental to help interpret the construction and the structural characteristics of the contemporaneous Temples, C.Ceschi (1939, cit.) was the first to publish two photographs of it, putting them, significantly, in the introduction of his book (Ceschi, 1939, pp. 4 - 5). Assuming that it represented a building with sacral functions and "model of a sanctuary", he called it monocellular (i.e. with only two side apses; the term "cella" (cell) is taken from Ugolini, cit.). He thought that it referred to a lost archaic type (of which no traces were ever found), from which, following a cells (apses) addition process, the known temples were derived.²

² Poco chiaro appare il passo in cui è citato il modello: "apparisce modificato (?) mediante una serie di lastroni collocati verticalmente secondo una pianta ellittica, intercalati ad altri blocchi, sempre verticali, posti invece di taglio, copertura composta da grandi lastroni affiancati situati in piano normalmente all'asse maggiore dell'edificio". Forse il termine "modificato" si deve sostituire con "costruito".

² The passage in which the model is mentioned is unclear; the Author states that "it appears to have been modified (?) by means of a series of slabs placed vertically following an elliptical plan, alternating with other vertical blocks, placed in this case on the edge; the roof is composed of large slabs side by side situated on a plane perpendicular to the main axis of the temple." Maybe the term "modified" should be replaced with the word "constructed".

ovale in pianta, con un ingresso definito da portale trilittico, la cui copertura è costituita da sette lastre (*slabs*) orizzontali (Evans, 1971, p. 35 e fig. 32, 11, 12) e “modello di santuario” (Evans, 1959 (1982, p. 22, fig. 77))

G. Tampone (Tampone et al., 1987, p. 6) lo descrisse come un reperto ovale in pianta, riconoscendo che ha i caratteri dell'architettura costruita del periodo, notando che la copertura è costituita da cinque travi poste per coltello e due coppie di lastre laterali poste di piatto, la cui presenza sarebbe dovuta alla necessità del raccordo in altezza con le travi in due aree delle pareti, quelle di estremità, dove la luce da coprire è minima. Ne dette le elevazioni, una pianta senza l'interno, una vista dall'alto. Per la analogia formale con il tempio minore di Mnajdra lo suppose arcaico.

Successivamente (Tampone, 2001, sez. I.a, p. 3), dandone una vista prospettica a volo d'uccello con una ipotetica sezione trasversale, lo ha interpretato come edificio coperto da cinque travi di pietra disposte di coltello e da due coppie di lastre litiche sovrapposte in giacitura orizzontale, una a ciascuna estremità, per stabilizzare le travi oltre che per raccordare il profilo del tetto, anticipando le considerazioni esposte nel presente contributo.

Secondo A. Pace (Pace, 2004, p.152) nel recente libro curato da D. Cilia sulle antichità preistoriche di Malta (Cilia, 2004), opera corredata da contributi da parte dei maggiori conoscitori degli aspetti connessi con l'archeologia dei Complessi templari maltesi, o addirittura protagonisti di ricerche dirette e di scavi nelle aree dei Templi, il modello, citato anche nella parte generale del volume e in molti altri capitoli, fa parte di una vasta iconografia preistorica di architettura maltese che comprende anche l'immagine incisa di Mnajdra (v. sopra), l'amuleto e il modello frammentario di Tarxien (v. sopra).

A. Torpiano (Torpiano, in Cilia, 2004, p. 348, fig.1) interpreta il modello come un edificio coperto con sette travi accostate sicuramente di pietra.

J. D. Evans called it (Evans, 1971, pgs. 35, fig. 32, 11, 12, cit.) a model of a megalithic building, oval in plan, with an entrance defined by a trilithic frame, roofed with seven horizontal *slabs* and thus a “model of a sanctuary” (Evans, 1959 (1982, p. 22, fig. 77))

G. Tampone (Tampone et al., 1987, p. 6, cit.) described the model as an oval find, recognising that it has similar features to the built architecture of the period. He observed that the roof is composed of five beams placed on their narrower end and by two pairs of side slabs placed flat on the walls. These side slabs seem to be needed in order to increase the height of two areas of the walls to attain that of the beams - those at the end - where the span is smallest. The Author has given here the elevations, a plan without the interior and a bird's eye view. Given the analogy with the small Mnajdra Temple, it is assumed to be archaic. In a successive paper (Tampone, 2001, sez. I.a, p. 3, cit.) the Author, giving a bird's eye view with an hypothetic transversal section, interpreted it as a building covered by five stone beams placed on their narrower edge and by two couples, one at each end, of stone slabs laid horizontally one upon the other, meant to stabilize the cited beams and to radius the roof profile, forestalling the considerations exposed in the present contribution.

According to A. Pace, in a recent book edited by D. Cilia (Cilia, 2004, cit.) on Maltese pre-historic antiquities, which includes scientific contributions by the principal experts on the archaeology of the Maltese temple complexes, as well as protagonists of direct research and excavation on the Temples, the model, cited in the general part of the volume and in several chapters, forms part of an ample Maltese prehistoric architectural iconography. It also includes the engraving at Mnajdra, the so called “amulet” and the fragmentary model of Tarxien (see above).

A. Torpiano (Torpiano, in Cilia, 2004, pg. 348, fig.1, cit.) interprets the model as a building roofed with seven beams put side by side but certainly made of stone.

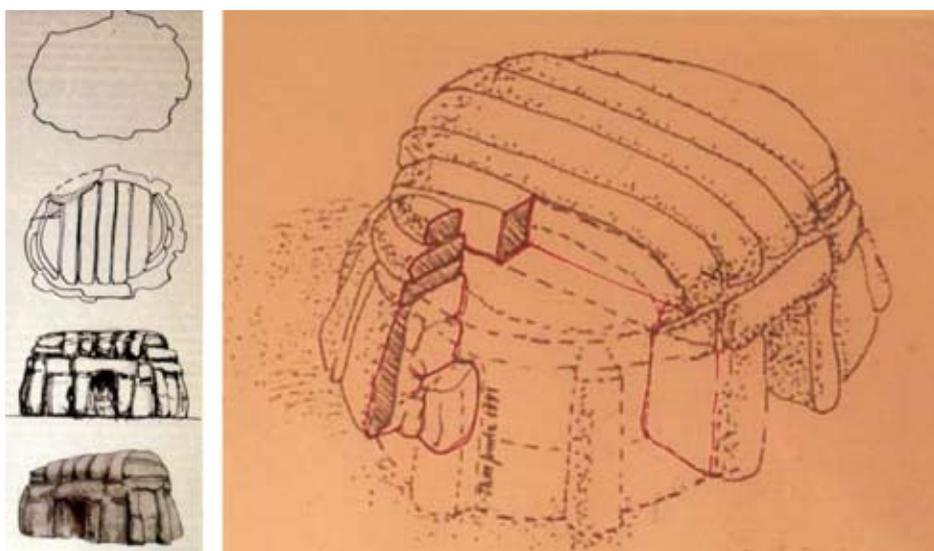


Fig.6 - Viste del modellino di Ta Hagraat (Tampone, 1987). Scomposizione e interpretazione strutturale del modello (Tampone, 2001)
 Fig.6 - Views of the Ta Hagraat model (Tampone, 1987) Resolution and structural interpretation of the model (Tampone, 2001)

R. England (England, in Cilia, 2004, nota 13 e p. 415) vi riconosce analogie con le tombe preistoriche di Xemxija e Zebbug (Trump, 1973, aveva già affacciato tale ipotesi specialmente in rapporto a Zebbug). Espone l'opinione che il materiale adoperato per le coperture dei templi e per il tetto del modello non possa essere che la pietra.³

D. Trump, nell'ultima edizione (Trump, 2008, p. 192) della sua nota guida archeologica di Malta, lo definisce un modello architettonico tridimensionale, una struttura monocellulare, ovale in pianta, a facciata curva convessa che continua la forma delle pareti esterne. Definisce problematico il tetto che non aiuterebbe a risolvere la *vexata quaestio* della copertura dei templi maltesi; aggiunge che non è possibile comprendere dal modello se le "barre" del tetto siano lastre di pietra o travi di legno. In ogni caso giudica, seguendo Evans, che la luce sarebbe eccessiva da superare per lastre di pietra. Sulla base della larghezza del trilito di ingresso stabilisce in 10 – 13 m la lunghezza dell'edificio che lo rende confrontabile per dimensioni con il più piccolo dei templi costituenti il complesso preistorico di Mnajdra.

DESCRIZIONE

Il modello è realizzato in Calcarea Globigerina, lo stesso materiale litico dei Templi di Tarxien, Hagar Qim ed altri ma non di Ta Hagra, ove è stato reperito, e di Gigantija, realizzati entrambi prevalentemente con Calcarea corallina. E che comunque è il materiale di cui sono composte le pareti interne dei Templi di Mnajdra, Ta Hagra e Gigantija.

Il Calcarea Globigerina è, sotto il profilo petrografico (Vannucci S., Cassar J., Tampone G., 1994, p. 556) una tipica arenaria bioclastica, a cemento micritico, la cui granulometria varia da fine a medio-fine. È un calcare puro (calcite > del 92%) contenente piccole quantità di quarzo, feldspati, apatite, glauconite e minerali argillosi. La porosità di questo materiale è elevata, in un intervallo compreso tra 32 e 40% (Cassar e Vannucci, 1983; Vannucci et al, 1985), con una percentuale elevata di pori che possono essere definiti micropori (<4µm in diametro) (Vannucci et al, 1994).

Non sono attualmente disponibili analisi per poter attribuire il materiale del modello a uno dei tre membri (inferiore, medio e superiore, intervallati da due banchi di noduli fosfatici) costituenti la formazione di Globigerina Limestone costituente l'Arcipelago maltese.

Si può affermare in generale che il materiale più usato per l'attività edificatoria è quello proveniente dal membro inferiore, che è il più durevole. Questo può essere descritto come un calcare tenero, facile da cavare e lavorare; esso forma parte della grande famiglia di calcari teneri dell'Oligo-Miocene, largamente diffusi nel bacino del Mediterraneo, in particolare Turchia, Israele, Tunisia, Spagna e Italia (Cassar e Vannucci, 2001).

R. England (England, in Cilia, 2004, note 13 and p. 415, cit.) sees in the model analogies with the Xemxija and Zebbug prehistoric tombs (Trump, 1973, cit., had already formulated this hypothesis especially in relation to Zebbug). However, he expresses the opinion that the material used for the temple coverings and for the roof of the found cannot be other than stone.³

D. H. Trump, in the last edition of his well known archaeological guide of Malta (Trump, 2008, p. 192, cit.), describes it as a three-dimensional model, a single-celled structure, oval in plan, its curve convex façade completing the curve of the external walls. He maintains that it is not clear what kind of structure the roof of the model is meant to represent, and that it gives little help with the *vexata quaestio* of how the temples were roofed. He observes that "seven bars are shown" in the roof, but is not apparent whether they are slabs of stone or timber beams. In any case, he judges, following Evans' theory, the span excessive for stone slabs. On the basis of the width of the entrance trilith he estimates the size of the represented building as 10m -13m long, about the size of the smallest, eastern, temple of Mnajdra.

DESCRIPTION

The model is made of Globigerina Limestone, the same material used for the construction of the temples of Tarxien and Hagar Qim and others but not for that of Ta Hagra (where it was found) and of Gigantija. The same limestone forms the inner walls of other temples such as Mnajdra. Ta' Hagra and Gigantija, in fact, are both built for the most part of Coralline Limestone.

From a petrographical point of view (Vannucci S., Cassar J., Tampone G., 1985, cit.) Globigerina Limestone is a typical bioclastic limestone with micritic cement, showing a granulometry from fine to medium fine. It is a pure limestone (calcite > 92%), containing small amounts of quartz, feldspars, apatite, glauconite and clay minerals. The porosity of this material is high, usually in the range of 32% - 40% (Cassar and Vannucci, 1983; Vannucci et al, 1985), with a high percentage of the pores being micropores (< 4µm in diameter) (Vannucci et al, 1994).

No analyses are currently available to help assign the material of the model to one of the three members (Lower, Middle, Upper with an interval of two banks of phosphatic nodules) which make up the Globigerina Limestone Formation of the Maltese Islands. It is generally assumed, however, that the most commonly used material for building purposes is the Lower Globigerina Limestone, which has always proved to be the most durable of the three members. This can be described as a typical "soft limestone", being very easy to carve and shape; it thus forms part of the large family of the Oligo-Miocene "soft limestones" which are widely diffused in the Mediterranean basin, including Turkey, Israel, Tunisia, Spain and Italy (Cassar and Vannucci 2001).

³ "... A comparison between the tombs at Xemxija and Zebbug and the primitive small temple plan of Ta Hagra 13 reveals distinct relationships and it is not difficult to assume the underground tomb as the parentage of the temple" (13, foto di Modellino che rimanda alle altre sezioni del libro).

³ "... A comparison between the tombs at Xemxija and Zebbug and the primitive small temple plan of Ta Hagra 13 reveals distinct relationships and it is not difficult to assume the underground tomb as the parentage of the temple" (13, photo of the little model that sends to other parts of the book).

La pietra scelta è di qualità molto dura e omogenea, comparabile con il Litotipo medio. Il reperto si presenta relativamente ben conservato ancorché lacunoso nella parte posteriore destra la cui forma è però desumibile, per simmetria, dalla parte integra di sinistra.

Il pezzo ha delle lesioni sub-orizzontali che si presentano come suddivisione dell'oggetto, per ora parziale, in superfici curve sub-orizzontali, con alcune ramificazioni, localizzate nella parte alta e poste a tre livelli dell'altezza.

La lesione superiore ha già dato luogo alla perdita del materiale interessato al degrado nell'area delle travi di destra; una delle lesioni inferiori riguarda la linea di imposta dell'architrave del trilito principale, un'altra la linea di separazione dello spigolo superiore dello stesso architrave dalla base delle travi (vedi fig. 7).

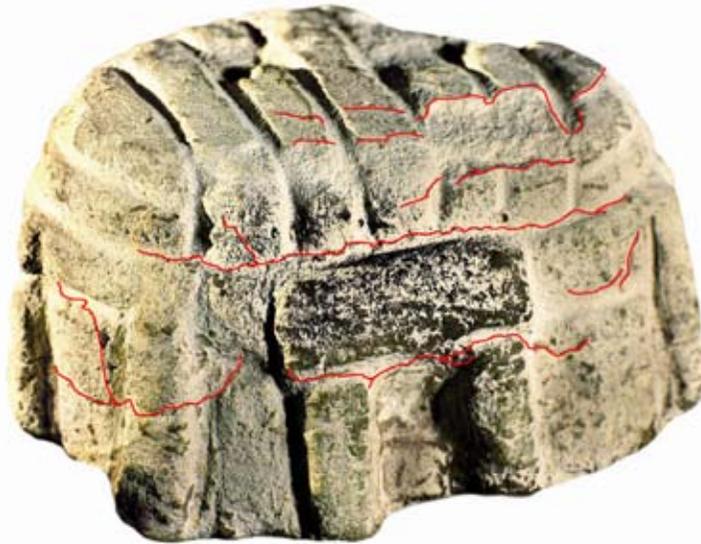


Fig. 7 - Lesioni rilevate sul modellino di Ta Hagraat (Tampone, 2010)
Fig. 7 - Cracks detected on the small Ta Hagraat model (Tampone, 2010)

Le lesioni riscontrate devono attribuirsi, almeno in prevalenza, a difetti locali di omogeneità eventualmente accompagnati da carenza del legante calcitico che ha comportato ridotta coesione tra uno degli strati già formati e quello in formazione onde i progressivi distacchi, innescati da variazioni dello stato igrotermico; responsabilità sono attribuibili anche alla lavorazione (Cecchi, Vannucci, Tampone, Effetti della tecnologia di rifinitura sulla pietra ..., 1973), ad eventuali urti.

Pur nelle dimensioni molto modeste (4,5 x 3,7 x 2,5 cm circa), il modello è finemente intagliato, verosimilmente con utensili di silice o più probabilmente di ossidiana che a Malta era importata da Lipari e da Pantelleria e si può ridurre in lame più taglienti. Esso è benissimo proporzionato nelle varie componenti ed è pressoché privo di imprecisioni (le poche presenti sono parzialmente spiegabili con disomogeneità della pietra). Poiché tutte le connotazioni sono minutamente descritte, si evince che uno degli intenti principali è di mettere in evidenza, come nel grande modello di Tarxien, l'organizzazione formale dell'esterno dell'edificio e il sistema costruttivo-strutturale.

The stone used here is very hard and homogeneous and compares with the average type of Lower Globigerina Limestone. The find is sufficiently well preserved, although there is a missing area at the rear on the right. However, the shape of the missing part can be inferred, by symmetry, from the left part which is complete.

The actual object has a few sub-horizontal cracks that are incomplete, dividing it into sub-horizontal curved surfaces, with a few ramifications, located in the upper part at three different levels.

The upper crack has already caused the loss of some of the decayed material close to the beams on the right side; one of the lower cracks passes through the central line of the lintel of the main trilithic doorway, while another is mainly placed on the line

of separation between the lower edge of the same lintel and the base of the beams (see fig. 7).

These cracks are probably due mainly to a local lack of homogeneity also associated with a lack of calcitic cement, that has led to a reduction in cohesion between the already formed strata and those still being formed, leading to breaks, brought about by variations in the thermo-hygrometric regime. The possible impacts during the carving of the object could also be partially responsible for these cracks.

Although of modest dimensions (4,5 x 3,7 x 2,5 cm circa), the model is finely carved, possibly with the use of flint tools or, more probably, of obsidian, that was imported to Malta from Lipari and Pantelleria and could be shaped into sharper blades. The model is well proportioned in its various parts and is practically free from imperfections (those present are partially due to defects in the stone). Because each feature is clearly represented, it can be assumed that one of the main reasons for its being made was to show, as in the large model from Tarxien, the formal organization of the exterior and the constructive-structural system.

CARATTERI FORMALI E DISTRIBUTIVI

Quanto agli aspetti formali generali, nel complesso il reperto rappresenta un edificio megalitico le cui pareti, all'esterno, sono inequivocabilmente inclinate verso l'interno dal basso verso l'alto (connotazione principalmente leggibile nei blocchi diatonici); esso ha la forma di una mezza noce, una delle forme più stabili in natura, simile a quella del mucchio di terra la cui pendenza è determinata dall'angolo di attrito interno della terra stessa. Pertanto l'edificio rappresentato è dotato di eccezionale stabilità. Anche se l'oggetto si presenta ora con una base ovale, si deve riconoscere che tale forma è dovuta al fatto che esso è pervenuto lacunoso. Integrando la parte mancante si osserva che la base aveva forma approssimativamente ellittica⁴.

Singolare è la forma esterna della facciata, che si presenta convessa, a differenza di tutte le altre espressioni del megalitismo maltese che hanno facciata concava⁵; l'assenza di tale carattere formale determina una connotazione al modello di assoluta originalità e, forse, l'attribuzione di funzione diversa da quella culturale e religiosa (v. oltre). In sostanza, rinunciando a conferire concavità alla facciata quindi all'enfasi formale che ne deriva e alla stabilità della stessa, è adottato un concetto di stabilità diverso da quello adottato per i templi (v. oltre) optando per una simmetria biassiale che si approssima a quella intorno ad un asse centrale verticale. Un'altra fondamentale differenza dei templi costruiti rispetto al modello è che essi hanno un perimetro costituito da tratti curvi convessi in corrispondenza delle camere alternati a tratti rettilinei oppure curvi ma concavi di congiunzione.

Per quanto concerne gli aspetti distributivi, l'edificio rappresentato è apparentemente costituito da unica camera o da due camere laterali (v. Ugolini, Ceschi, cit.), salvo eventuali partizioni interne o sagomature del paramento interno delle pareti di cui non è leggibile alcuna connotazione dall'esterno. Il modellino ha quindi alcune analogie con il tempio arcaico di Mnajdra, pervenuto assai mutilo e molto rimaneggiato, che però

FORMAL AND LAY-OUT CHARACTERISTICS

With respect to the general formal characteristics, the model represents a megalithic building whose exterior walls are definitely slanting towards the interior, from bottom to top (a feature mainly appreciable in the diatonic blocks). It is in the shape of half a walnut - one of the most stable forms known - similar to that of a clod of earth whose inclination is determined by the angle of internal friction. Thus, the building is extremely steady. Even though the object now appears to have an oval base, it must be understood that this is due to the fact that it is now lacunose. Adding the missing part, it can be seen that the base had an approximate elliptical shape⁴.

The external shape of the facade is unusual, as it is convex, unlike all the other Maltese megalithic architectures which have a concave facade⁵. The absence of this formal characteristic makes this model absolutely original and, perhaps, can be thought to have a function which is neither cultural or religious (see below). Renouncing to designing the facade in a concave shape with the consequent formal emphasis of the front and to the improvement of the same stability, a different concept of stability is adopted in respect to that of the temples, opting for a bi-axial symmetry, similar to that around a central vertical axis. Another fundamental difference from the built temples is that their perimeter is made up of convex curves corresponding to the chambers, alternating with junction curves, concave lines or straight segments.

Regarding the internal arrangement, the building represented is apparently made up of a single room, or maybe two side chambers (v. Ugolini, Ceschi, cit.). It cannot be discerned from the exterior whether there are any internal partitions or mouldings on the walls. The model therefore is quite similar to the archaic temple of Mnajdra, which is, today, rather damaged and altered during some past "restoration" works.

The temple however can be seen to have a concave facade, possess apses, and is thus conceived according to a quite different formal concept.

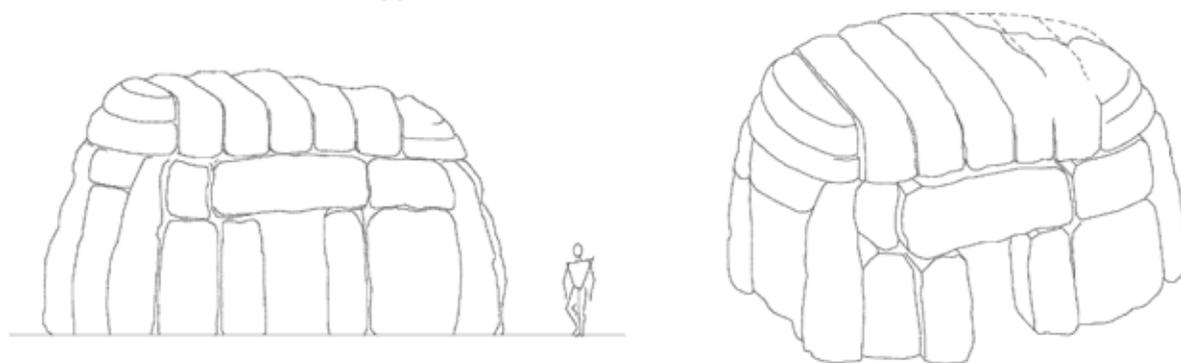


Fig. 8 - Rappresentazione del modellino di Ta Hagra (Tampone, 2009, con Derinaldis)
Fig. 8 - Representation of the small Ta Hagra model (Tampone, 2009, con Derinaldis)

⁴ la costruzione dell'ellisse poteva essere nota già nella preistoria per la proprietà che la somma delle distanze di ciascun punto della curva dai due fuochi è costante, il che poteva permettere di disegnare e realizzare facilmente la curva di tipo ellittico con l'infissione di paletti nei fuochi e la tracciatura al suolo con un paletto fatto scorrere lungo una fune

⁴ The construction of an elliptical shape could have been known in prehistory from the characteristic that the sum of the distances of each point of the curve from two foci is constant; this could have allowed the design and easy manufacture of an elliptical curve by means of fixing two sticks at the foci and tracing on the ground with a stick tied to the end of a cord).

⁵ denominata "esedra" da Ugolini, cit. e successivamente con tale termine anche da Ceschi, cit.

⁵ called "esedra" by Ugolini, cit, and subsequently also by Ceschi, cit.

ha facciata concava, è absidato e appartiene certamente ad una concezione formale diversa, quella di tutti gli altri templi.

Esso presenta, in uno dei due lati curvi lunghi, l'accesso all'interno dell'edificio costituito da un portale trilitico, sottolineato dalla sporgenza verso l'esterno dei blocchi costituenti, disposti quindi ad anta come nelle architetture realizzate; la denotazione dell'ingresso è anche sottolineata dalle grandissime dimensioni dell'architrave monumentale, confrontabile con quello (ricollocato in opera da C. Zammit) proprio dell'edificio principale del complesso di Ta Hagraat (i cui due templi superstiti, realizzati con *Coralline Limestone* come già ricordato, non sono comunque monocamera e hanno quindi perimetro di base ad ogiva con facciata concava).

Il tetto presenta, in senso trasversale, una forma curva che lo rende a doppio spiovente. Le travi rappresentate hanno altezza lievemente diversa e la parte sinistra dello stesso tetto è, nel complesso, più alta di quella destra.

L'edificio rappresentato è assolutamente privo di altre aperture oltre l'ingresso.

CARATTERI TETTONICI E STRUTTIVI

Nel modello sono perfettamente identificate (con qualche eccezione; v. oltre) le varie parti, tutte destinate, in vario modo, alla funzione portante oltre che a quelle di chiusura.

Il modello indica una costruzione realizzata con megaliti, presumibilmente collegati a secco, organizzati, nella parete continua, in ordine architettonico; questo è costituito da un rigoroso susseguirsi di elementi ortostatici (tangenti al perimetro) e diatonici (perpendicolari) leggermente sporgenti. Per questi ultimi è confermata la forma con entasi e rastremazione degli elementi diatonici già osservata per gli esemplari realizzati di Gigantija a Gozo e Hajar Qim a Malta (Tampone, 1993, cit.). E' tuttavia poco comprensibile (per l'usura del pezzo) l'apparecchio degli elementi diatonici rispetto agli ortostati nei pannelli laterali all'ingresso.

I blocchi verticali posti immediatamente a destra del portale di ingresso sono due, sovrapposti, caratteristica non identificabile nelle altre posizioni, dove i blocchi sono sormontati da lastre posate di piatto, costituenti le architravi, disposte ben distintamente le une dalle altre ma allineate in un filare, correnti su tutto il contorno del fabbricato come il tamburo di una cupola. Nei campi successivi all'ingresso, tuttavia, l'architravatura è sostenuta, necessariamente e difettosamente, solo sugli ortostati laterali (nella rappresentazione la faccia subverticale del megalito di destra è arretrato).

Si tratta quindi della rappresentazione di un edificio la cui parete è costruita come quella esterna di Gigantija, che è autentica in larghissima parte e assai ben conservata, o dei Templi di Mnajdra; per analogia con le architetture coeve si potrebbe supporre, con Ugolini, che le pareti siano costituite da doppi paramenti che racchiudono un nucleo interposto di pietrame; è da considerare tuttavia una pura illazione, perché assolutamente non basata su alcun elemento oggettivo, la convinzione di questo Autore (implicita nel riportare il disegno di La Ferla), che il paramento interno sia costituito proprio da lastre.

The entrance to the building is on one of the two long curved sides of the model. This consists of a trilitic portal, emphasized by the projection outwards of the constituent blocks, thus being constructed in a manner similar to the doorways of the built temples. The entrance connotation of the portal is also accentuated by having a very large monumental lintel, comparable to that which is to be found in the main building of the Ta' Hagraat complex (and that was reinstated by C. Zammit). (Here the two surviving temples, built of *Coralline Limestone*, as already mentioned, are not however single chambered and therefore have a perimeter which is basically shaped like an ogive and a concave facade).

The roof, in transverse section, is curved, sloping on both sides. The beams represented here are slightly different in height, and the left side of the roof is, for the most part, higher than the right side.

The building which the model represents lacks any other opening apart from the entrance.

TECTONIC AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS

Various elements are all perfectly identifiable in the model, with few exceptions, and are all destined, in different ways, to fulfil load bearing and closing roles.

The model is characterised by the use, probably without the addition of mortar, of megaliths that show clearly to be organized on the continuous wall in an architectural order. This consists of a rigorous sequence of orthostatic elements (tangential to the perimeter) and diatonic ones (perpendicular) bulging slightly outwards. It is confirmed in the latter element the entasis and tapering of the shape which has already been observed for the analogous elements of the temples of Gigantija and Hajar Qim (Tampone, 1993, cit.). It is difficult to understand however the arrangement of the diatonic and orthostatic elements in the panels lateral to the entrance due to the wear of the object.

There are two vertical blocks placed immediately to the right of the entrance, a characteristic which is unseen in other positions, where the blocks are overlaid by slabs placed flat, making up the architrave. These lintel blocks can be clearly distinguished from each other, are well aligned and run all around the building just like the tambour of a dome. In areas away from the entrance, however, the architrave is carried, necessarily but imperfectly, only on the lateral orthostats (in the model the subvertical face of the megalith on the right recedes).

This, therefore, is a representation of a building whose walls are built in a similar manner to the external wall of Gigantija, which has for the most part been authenticated and is quite well conserved, or even similar to the temples of Mnajdra. By comparison with contemporaneous buildings, one can suppose, as did Ugolini, that the walls are made up of two leaves that enclose an infill of stones. What is, however, purely a deduction as it is not based on any objective observation whatsoever, is the belief of that Author (implicit in the reproduction of La Ferla's drawing) that the internal walls are actually made up of refined slabs.



Fig. 9 - Prospetto laterale del Tempio principale Nord di Gigantija
Fig. 9 - Side elevation of the main (North) Temple of Gigantija (Tampone, 1983)

Le connotazioni strutturali sono quelle che destano maggior interesse, specialmente in merito al fatto che ancora oggi molti studiosi, apparentemente senza validi motivi, avanzano ubbi sulla presenza di una copertura dei Templi preistorici maltesi e, ancor più, che questa eventuale copertura fosse di pietra.

L'alternanza degli elementi ortostatici con quelli diatonici è conferita, come nei Templi realizzati (Tampone, *The Structural System*, 2001, sez. I.a, p. 2), per ottenere la stabilità specialmente nelle sezioni più deboli (quelle curve convesse), mediante alcuni accorgimenti quali il contrasto reciproco sugli spigoli o addirittura l'indentatura verticale tra i blocchi (riscontrata dall'autore ad Hajar Qim nell'edificio principale e in quello anteriore; Tampone, 1993; 2001, ibidem), inoltre mediante il peso degli elementi diatonici, che hanno la superficie esterna inclinata verso l'interno dell'edificio, peso peraltro reso agente sugli altri blocchi; apparentemente la faccia esterna dei blocchi tangenziali è verticale.

I ritti diatonici in origine erano in numero di 9, concordando in ciò con l'interpretazione citata di Ugolini (alcuni di essi mancano effettivamente nel modello per la presenza della lacuna). Il numero dispari è dovuto al fatto che ai due ritti che compongono il trilito dell'ingresso, corrisponde, sul retro, un unico elemento. Poiché, a differenza con le architetture coeve costruite, le cui facciate, essendo concave, non richiedono elementi diatonici per migliorarne la stabilità, nel modello gli elementi diatonici sono disposti su tutto il perimetro essendo la parete continua e convessa; questa è infatti in ogni sezione esposta, specialmente in quelle in cui la curvatura è maggiore, al rischio di ribaltamento verso l'esterno (si veda, per esempio, nel tempio maggiore di Gigantija, il megalito ortostatico posteriore affetto da incipiente rotazione verso l'esterno, puntellato con profilati metallici nel 1936).

Il modello in studio presenta una copertura completa che è costituita da travi a sezione rettangolare evidentemente litiche, che sono disposte, nel modo più razionale, con il lato più corto

The structural features are those of greatest interest, especially due to the fact that even today many scholars - apparently without valid reasons - still doubt that the temples were roofed over and that the roof was in fact made of stone.

The alternation of blocks on end and on edge was meant, as in the built temples (v. Tampone, *The Structural System ...*, 2001, sez. I.a, p. 2, cit.), for stability, especially in the weaker sections (the convex); this also included utilising sensible measures such as leaning together two blocks on their edges or even creating vertical indentations between blocks (detected by the Author at Hajar Qim in the main building and in the anterior temple; Tampone, 1993, 2001, cit.). Other measures included utilising the weight of the diatonic elements, whose external surface is inclined towards the interior of the building, allowing this weight to act on the other blocks, too. It seems that the external face of the tangential blocks is vertical.

The diatonic uprights were originally nine in number, thus confirming Ugolini's interpretation (in fact some are missing in the model because of the gap which is present). The odd number is due to the fact that, corresponding to the two uprights which make up the trilithic entrance, there is only one element at the back. In the contemporary buildings the concave facades do not need diatonic elements to improve their stability; in contrast, in the model, megaliths placed on end are to be found throughout the whole perimeter which is continuous and convex. This is, in fact, the case for every section, especially where the curvature is at a maximum, that is exposed to the risk of buckling towards the exterior (it can be seen, for example, in the main temple of Gigantija, where one of the orthostats at the back has started to rotate towards the exterior, and, in 1936, was propped up with iron profiles).

The model under study is completely roofed over; the roof consists of rectangular beams which are obviously made of stone and are placed, in a most logical manner, with the short side of the section on the walls, hence knife-edged. These rest directly

della sezione posato sulle pareti, di coltello quindi, e poggiano direttamente sulle pareti senza interposizione di ulteriori ricorsi di muratura: un eccezionale risultato di sintesi costruttiva.

Le travi, perfettamente identificate nel modello con l'intaglio, sono in numero di cinque; esse sono disposte, come Ceschi aveva fatto osservare, perpendicolarmente (in realtà con una lieve divergenza da tale direzione) all'asse maggiore dell'edificio e accostate, pertanto sostitutive di un lastrone unico di pietra – nel linguaggio tecnico una piastra - che sarebbe però risultato di dimensioni eccessive. Esse hanno, nel complesso, resistenza comparabile a quella della lastra ipotizzabile ma stabilità minore proprio per la circostanza di essere elementi divisi (pericolo di rotazione sui supporti e, meno probabile, instabilità trasversale). Non deve sfuggire il fatto che l'adozione di un unico lastrone, oltre che comportare forse insuperabili difficoltà di reperimento, (cavatura), dislocazione e posizionamento, avrebbe costretto a calzare meticolosamente il fragile elemento lungo tutto il perimetro per uniformare le pressioni al fine di evitarne possibili rotture, il che non avrebbe comunque posto la costruzione al riparo dagli effetti dannosi, sulla ipotetica lastra, di un eventuale cedimento differenziale della sommità delle pareti; nei Templi maltesi questo infatti è proprio una delle cause preponderanti di dissesto delle coperture e successivamente della intera fabbrica (Tampone, 2001, cit., p. 3). L'impiego di travi, ciascuna delle quali può assecondare eventuali cedimenti localizzati senza compromettere l'integrità e il funzionamento delle altre e scorrere nel piano verticale rispetto alle due adiacenti, è un espediente di tecnica costruttiva e un provvedimento di processo operativo che risolve le difficoltà e i problemi citati. Si può ragionevolmente ritenere che le ingegnose ricostruzioni ideali –prospettive di interni - di Ceschi che delineano gli spazi architettonici e soprattutto per le coperture, di Gigantija e Tarxien, risolte con lastre litiche accostate (ma si veda oltre), siano state a lui suggerite proprio dal modello in studio.

on the walls without the insertion of other stone elements: an exceptional example of constructional synthesis.

The beams, that are perfectly identified in the model by the carving, are five in number. They are placed, as Ceschi had observed, perpendicularly (in reality with slight imprecision) to the main axis of the building and are laid side by side. These act in lieu of a single stone slab – in technical language, a plate – which however would have had to be far too large. These have, on the whole, comparable strength of a hypothetical plate, but are less stable due to the fact that they are separate elements (with danger of rotation on their supports and, less probably, lateral instability).

It must not be forgotten that using a single slab, which was probably practically impossible to quarry, transport and lift into place, would also have meant that this fragile element would have had to be precisely fitted all along its perimeter, in order to provide uniformity of pressure and to avoid cracking. This, however, would not have safeguarded the building from the possible effects, on the hypothetical slab, of eventual uneven settlements on top of the walls. In the Maltese temples this is, in fact, one of the main causes of the collapse of the roofs and the successive fall of the entire building (Tampone, 2001, cit.). The use of beams, each of which can comply localised subsidence of the walls without compromising the integrity and the functioning of the other beams and slide in the vertical plane in respect to the two adjacent ones, is a technical and practical construction measure which would help resolve the problems cited above. We can reasonably assume that the valuable ideal reconstructions – internal perspectives – drawn up by Carlo Ceschi and relating to architectonic spaces and, in particular, the roofing, for Gigantija and Tarxien, which made use of stone slabs laid side by side (see overleaf), are only inspired by the same model under study.

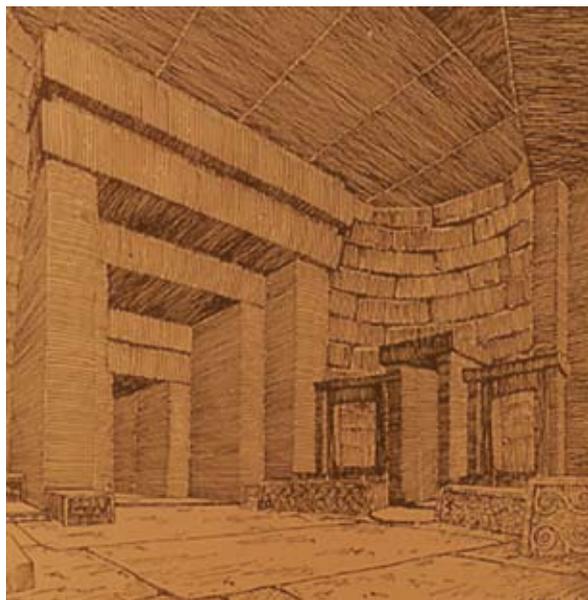


Fig. 10 - Ricostruzione ideale di interno del Tempio megalitico preistorico maltese di Mnajdra, la cui volta è completata da lastre litiche (Ceschi, 1939)
Fig. 10 - Restoration of an interior of the prehistoric megalithic Temple of Mnajdra, the vault of which is completed with lithic slabs (C. Ceschi, 1939)

Per scongiurare, tuttavia, il pericolo citato della instabilità consistente nella possibilità di ribaltamento delle singole travi intorno all'asse principale passante per gli appoggi, nel modello la stabilità del sistema di travi è assicurata dalla presenza di due piastre poste a ciascuna estremità, posate di piatto sulla parte superiore della muratura, che hanno anche la funzione di raccordo formale della parte inferiore dell'edificio con il volume della copertura, cioè con il complesso di travi (Tampone, 2001, cit.). Si tratta, nell'insieme, di un apprestamento molto ingegnoso, consueto nell'architettura megalitica preistorica maltese per stabilizzare blocchi verticali sia lungo tutto il perimetro esterno che nei portali esterni ed interni dei Templi ma ignoto ad altri contesti costruttivi, per evitare il ribaltamento e lo sbandamento di travi. Un esempio importante di tale apparecchio è costituito dalle lastre molto spesse che costituiscono l'impiantito di alcune camere di Tarxien centrale e che ha lo scopo di contribuire a rendere stabili i blocchi megalitici che costituiscono il paramento interno.

Il numero totale di membrature della copertura è pari, pertanto, a 9 unità, cioè cinque travi e due coppie di lastre stabilizzanti, come quello dei ritii citati.

Le travi sono sagomate ad arco nella linea estradossale; esse inoltre hanno un arrotondamento a ciascuna estremità superiore; quelle centrali sono sagomate alla estremità anteriore inferiore per permettere la citata forma ad arco dell'architrave dell'ingresso. Nel reperto non vi sono, ovviamente, indizi che possano far desumere il profilo intradossale.

Non vi è dubbio che si tratti di elementi che l'artefice del modello ha immaginato fossero lavorati con esatta stereotomia in modo da permettere accostamenti perfetti tra i nove elementi, eventualmente adottando lavorazioni come l'anathyrosis (già osservata nei Templi maltesi da Ceschi, 1939, cit. e, più in specificamente da Tampone, 2005, cit.), come d'altra parte è osservabile nella realizzazione dei portali multipli esterni o di passaggio delle architetture templari coeve, i cui piedritti sono costituiti da lastre sub-verticali perfettamente aderenti ancorché a superficie non piana.

Le travi potrebbero essere dotate di una indentatura inferiore alle due estremità per un efficace appoggio ed aggancio alla muratura stessa.

In order to avert the danger of instability of the beams, consisting in the possibility of buckling of each element around the axis passing through the supports, the stability, in the model, is assured by the presence of two slabs at each extremity laid flat on the upper part of the wall; these guarantee the connection of the lower part of the building with the roof, i.e. with the set of beams (Tampone, 2001). This is, on the whole, an ingenious device, that is common in Maltese prehistoric megalithic architecture, and is used to stabilise the vertical blocks both along the perimeter as well as at the external and internal doorways, but unknown elsewhere, aiming to avoid the overturning and the disruption of the beams. An important example of this device includes the presence of very thick slabs that make up the flooring of a few of the chambers in the central temple of Tarxien, and which are aimed at stabilising the diatonic uprights in the external parts of the wall.

The total number of members on the roofing is nine i.e. five beams and two couples of stabilizing slabs, as the uprights already mentioned.

The beams are arch-shaped on the extrados and are also rounded towards each upper extremity. The central ones are shaped at the lower front end to allow for the previously mentioned architrave at the entrance to be arch-shaped. In the model one cannot obviously find any clue that could help deduce the profile of the intrados.

There is no doubt that the maker of the model imagined these elements to have been prepared with a precise stereotomy, possibly employing schemes such as "anathyrosis" (already observed within the Maltese temples by Ceschi, 1939, cit.; and in more detail by Tampone, 2005, cit.) so as to allow for the perfect fitting of the nine elements. This too can be observed in the construction of the multiple external or passageway portals of the contemporary temples, whose uprights are made of sub-vertical slabs which fit perfectly even though their faces are not flat.

It is possible that the beams could have had an underlying indentation at the two extremities to permit the effective positioning and linking to the underlying walls.



Fig. 11 - Interpretazione delle caratteristiche strutturali e costruttive modellino di Ta Hagraat. Esploso, Sezione (Tampone, 2009, con Derinaldis)

Fig. 11 - Interpretation of the constructive and structural characteristics of the Ta Hagraat small model (Tampone, 2009, with Derinaldis)

DIMENSIONI, CALCOLI DI VERIFICA E DIMENSIONAMENTO

La ricerca applicata è stata condotta con osservazioni sul modello originale, custodito nel Museo Archeologico di Valletta, e sulle macrofotografie di D. Cilia (Cilia, 2004, cit.) inoltre con rilevazioni eseguite su un calco di gesso del modello stesso.

Il calco, che presenta alcune imperfezioni del getto, è stato sottoposto a rilevazioni con Laser Scanner e a successiva restituzione realizzando un modello informatico ed uno solido estruso, in scala ingrandita, nel laboratorio del Centro Diaprem dell'Università di Ferrara, da una équipe diretta dall'Architetto Daniel Blersch.

Con tale metodo è stato possibile rendere le osservazioni più agevoli, ricavare sezioni, costruire viste nelle varie direzioni, eseguire letture metriche e istituire rapporti proporzionali prendendo come base l'altezza del portale di ingresso.

Inoltre sono stati istituiti calcoli di verifica mediante il metodo dei Modelli agli Elementi Finiti (FEM) che si avvale di elementi *beam*, *plate* e *brick*; nel caso specifico è stato realizzato un modello costituito da elementi *brick*.

I calcoli sono stati impostati tenendo a base l'altezza del vano di ingresso e la lunghezza della trave più lunga della copertura dell'edificio rappresentato dal modello, ipotizzata in 5 m, deducendo quindi le altre dimensioni (Tampone et al., 1987, cit.) dai rapporti proporzionali istituiti.

Il modello principale di calcolo così realizzato è riferito all'ipotesi di una trave (quella centrale) su due appoggi, della quale si sono studiati la entità e la diffusione delle tensioni nonché le deformazioni e gli spostamenti. Un modello è riferito ad una trave a profilo estradossale dritto e l'altro, più raffinato, a profilo curvo, tenendo conto della reale forma del modello litico reperito.

Si è pertanto ipotizzato che l'edificio rappresentato dal modello possa avere dimensioni di 8,47 x 6,57 m in pianta all'esterno con una altezza di 4,73 m, dissentendo da Trump, cit., che suppone che la dimensione maggiore sia circa 10 m; le dimensioni interne misurerebbero, al suolo, circa 6,5 x 4,5 x 2,70 m.

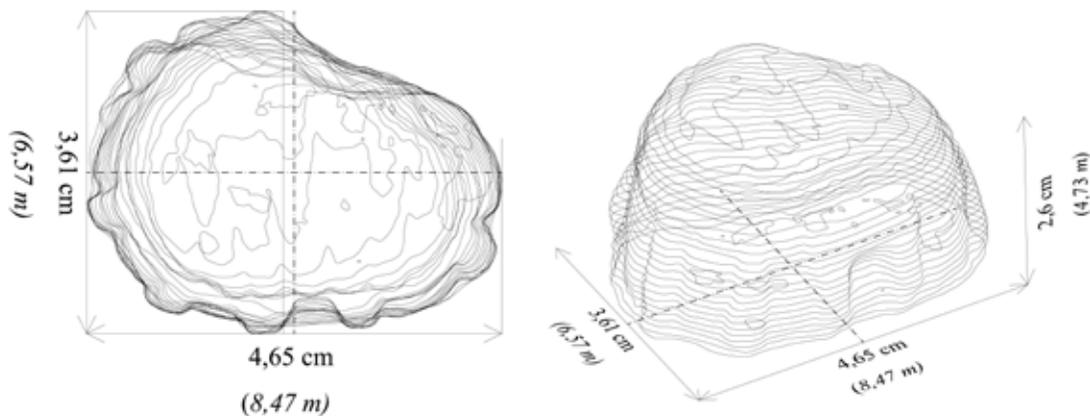


Fig. 12 - Restituzione della rilevazione Laser Scanner 3D del modellino di Ta Hagraat (Daniel Blersch, 2008)

Fig. 12 - Restitution of the 3D laser scanner survey of the Ta Hagraat small model (D. Blersch, 2008)

DIMENSIONS, CALCULATED VERIFICATION AND DIMENSIONING

This applied research was carried out by means of observations on the original model, which is housed at the National Museum of Archaeology in Valletta, and on the macrophotographs taken by D. Cilia (Cilia, 2004, cit.). A survey was also carried out on a plaster mould of the same.

The mould, which bears some imperfections due to the cast, was laser scanned by a team working with Arch. D. Blersch in the laboratory of the Centre Diaprem of the University of Ferrara. The scans were later restituted resulting in a virtual model and a large scale solid model.

In this way it has been easier to observe, and also possible to draw sections, construct views from various directions, carry out measurements and establish proportional relationships, by taking the height of the entrance portal as a baseline.

Furthermore, in order to substantiate the hypotheses made, calculations were made using the Finite Element Analysis (FEM) model which utilises the elements *beam*, *plate* and *brick*; in this case a model was constructed which was made up of *brick* elements.

Calculations were based on the height of the entrance and the length of the longest roofing beam within the model, which was assumed to be 5m long, thus working out the other dimensions (Tampone et al., 1987, cit.) from the proportional relationships thus established.

The principal model thus made was based on a hypothesis wherein a beam (the central one) is resting on two supports, where the extent and the distribution of the tensions generated were studied. Deformations and displacements were also studied. One model is based on a beam with an external (extrados) profile which is straight, while another assumes a curved profile, thus taking into account the real shape of the stone model find (see fig. 13, 14).

It was, therefore, assumed that the building represented by the model could have been 8,47m long (8,50) and 6,57m (6,60) wide externally, with a height of 4,73m (4,70), dissenting from Trump's statement, which assumes the value of circa 10m for the major length; the internal dimensions on the ground would be 6,5 x 4,5 x 2,70 m.

Inversamente, la lunghezza di 5 m è stata ritenuta, sulla base di considerazioni teoriche e pratiche, come lunghezza limite per realizzare, spostare, portare in quota e mettere in opera infine far funzionare senza rotture una trave resistente, la più lunga del modello, realizzata con calcare a Globigerine; questo è il più tenero dei calcari maltesi, tra le cui varietà alcune sono però notevolmente compatte e omogenee come il grandissimo ritto diatonico esistente sul fianco destro del tempio principale di Hagar Qim. La lunghezza determinata di 5 m deriva anche da constatazioni di blocchi di tale lunghezza giacenti, in natura o in depositi, in appoggio alle estremità oltre che da determinazioni sperimentali (Torpiano, con dissertazione di K. Xuereb, 1999, Università di Malta). Non è infatti esatta, peraltro non basata su alcun dato oggettivo l'affermazione di Evans (Evans, 1959 (1982, p. 125)), come detto ripresa da Trump, che gli elementi litici resistenti di copertura potessero al massimo avere una lunghezza di 2,5 m. Sulla possibilità di usare tali elementi fino a 5-6 m concorda anche Torpiano (in Cilia, 2004, cit., p. 336).

Le misurazioni sul modello informatico realizzato, verificate con letture dimensionali delle fotografie di Cilia, hanno permesso di determinare le dimensioni medie approssimative della trave centrale la cui sezione mediana è pari (base per altezza) a 0,75 x 1,00 m. Tali dimensioni calcolate escludono perentoriamente la possibilità che le travi, che sono squadrate, fossero di legno secondo ipotesi alternative alla pietra affacciate da molti Autori (Evans, Trump, .., cit.), a meno di non ipotizzare delle travi composte, assolutamente improbabili, di cui comunque non si legge traccia nel modello.

La trave è stata considerata posizionata su due appoggi continui, considerando di circa 1m lo spessore della muratura, quindi per una luce libera di 3 m circa.

I dati e le caratteristiche tecniche del Calcare a Globigerine posti a base dei calcoli sono desunti dalle determinazioni dirette su campioni di tale litotipo effettuati dall'équipe di studio diretta dall'autore nel 1997 nel Laboratorio della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Firenze e pubblicati in seguito (v. oltre).

I risultati delle calcolazioni di verifica effettuate su una trave di Calcare a Globigerine delle dimensioni dunque di 0,75 x 1,00 x 5,00 m, le cui caratteristiche sono peso dell'unità di volume 1700 kg/m³, E (modulo di Young) pari a 112.800 kg/cm², sono di seguito riportate (v. Tampone, Pieri Nerli et al., 1994, p.568). Sulla trave grava il peso proprio aumentato di 100 kg/m³ per tener conto del peso di un probabile tegumento per un totale stimato di 1.800 kg/m³.

Le tensioni interne variano all'interno dei seguenti campi:

Tensioni secondo le direzioni principali di sollecitazione all'interno della trave in Globigerine Limestone

	Trave con profilo estradossale dritto		Trave con profilo estradossale curvo		
σ 11	0,9074	0,00	0,8506	0,00	kg/cm ²
σ 22	0,0587	-0,684	0,06	-0,627	kg/cm ²
σ 33	0,00	-1,8961	0,00	-1,8017	kg/cm ²
σ max (criterio di Von Mises)	1,6858	0,0136	1,6962	0,0144	kg/cm ²
σ max	1,8961	0,0156	1,8917	0,0164	kg/cm ²
spostamento massimo in direzione y	0,0022		0,0020		cm

	Trave con profilo estradossale dritto		Trave con profilo estradossale curvo		
σ XX	0,9073	-0,9107	0,8506	-0,7986	kg/cm ²
σ YY	0,1441	-1,7482	0,1398	-1,7586	kg/cm ²
σ ZZ	0,00	0,00	0,00	0,00	kg/cm ²

Inversely, a length of 5m, on the basis of theoretical and practical considerations, was assumed to be the greatest length possible to manufacture, transport, raise and put in place a resistant beam which would not crack. This is the longest beam of the model, made out of Globigerina Limestone, the softest of the Maltese limestones. Several varieties of the same type exist, which are much more compact and homogeneous, such as that of the very large megalith which is to be found on the right hand side of the main temple of Hagar Qim. The established length of 5m also derives from the knowledge of blocks which are to be found, in nature or in situ, resting on their ends, and also from experimental tests (Torpiano, 2002, from Xuereb Dissertation, 1999, Malta University). In fact is not quite exact, and is not based on any objective datum, the Evans' affirmation (Evans, 1959, cit.), followed by Trump's statements, that the roofing resistant lithic elements could only have a maximum length of 2,5m. Torpiano (in Cilia, 2004, cit., p. 336) also agrees with the possibility of using elements of up to five or six m.

Measurements of the virtual model, verified by the dimensional analysis of the photographs by Cilia, have determined the average approximate dimensions of the central beam, whose central section can be said to be 0,75m wide and 1,00m high. These calculated dimensions absolutely exclude the possibility that the beams, which are squared, could be made of wood, a material which has been suggested as an alternative to stone by several authors (Evans, Trump, ..), unless one were to suggest a composite beam, which is improbable, and of which there is absolutely no trace in the model.

The beam has been assumed to be resting on two continuous supports, if one considers the wall to be ca.1m thick. The data and technical characteristics of Globigerina Limestone which form the basis for these calculations were inferred from the direct testing of samples carried out in 1997 in the Laboratory of the Faculty of Engineering of Florence and subsequently published (Tampone, Pieri Nerli et al., 1999, cit.).

These verification calculations were obtained for a beam of Globigerina Limestone of dimensions 0,75 x 1,00 x 5,00 m, whose characteristics were an apparent own weight of 1,700 kg/m³, E (Young's modulus) 112,800 kg/cm². The results are given below (v. Tampone, Pieri Nerli et al., 1996). The calculations also include the additional weight of 100 kg/m³ which was added to account for the weight of the tegument for a total estimated weight of 1,800 kg/m³.

The internal tensions vary within the following ranges :

Tensions according to the principal directions of load inside the beam in Globigerina Limestone

	Beam with extrados profile straight		Beam with extrados profile curve		
σ 11	0,9074	0,00	0,8506	0,00	kg/cm ²
σ 22	0,0587	-0,684	0,06	-0,627	kg/cm ²
σ 33	0,00	-1,8961	0,00	-1,8017	kg/cm ²
σ max (criterium Von Mises)	1,6858	0,0136	1,6962	0,0144	kg/cm ²
σ max	1,8961	0,0156	1,8917	0,0164	kg/cm ²
Maximum displacement along direction y	0,0022		0,0020		cm

	Beam with extrados profile straight		Beam with extrados profile curve		
σ XX	0,9073	-0,9107	0,8506	-0,7986	kg/cm ²
σ YY	0,1441	-1,7482	0,1398	-1,7586	kg/cm ²
σ ZZ	0,00	0,00	0,00	0,00	kg/cm ²

Si deduce che le tensioni principali massime, ovviamente in mezzera della trave, sia di trazione che di compressione, non raggiungono comunque 2 kg/cm^2 , valore certamente molto inferiore alle tensioni di rottura del Calcare ipotizzato. La tensione di taglio è infima.

La tensione di compressione sulla parete è estremamente contenuta, inferiore all'unità; è di poco superiore a 1,5 alla base della parete. Si deve però osservare, anche se tale argomento esula dagli intenti del presente saggio, che in un periodo immediatamente successivo alla costruzione le travi poggiano, per inevitabile discontinuità delle superfici di contatto, soltanto su aree ristrette delle pareti quindi la pressione è di fatto concentrata e non irrilevante e può causare dissesti, in genere la rottura delle pareti, come le architetture reali coeve mostrano. In seguito, pur avendo le travi natura litica, si deformano, ancorché in misura estremamente contenuta, concentrando il carico di ciascuna estremità sullo spigolo della parete (v. modello) facendo in qualche caso raggiungere, anche per questa via, valori significativi alle sollecitazioni che possono provocare rotture per schiacciamento degli orli della parete oppure per azione di taglio sulla trave. Si tratta di problematiche che, almeno in parte, si possono tenere sotto controllo per mezzo di accurata e corretta messa in opera degli elementi in fase di costruzione, protezione con un tegumento (concrezione o altro), costante manutenzione.

It can be deduced that the maximum principal tensions, obviously in the centre line of the beam, due to both traction and compression, are always less than 2 kg/cm^2 , a value which is certainly very far from that which can cause the rupture of the limestone under study. The shear tensions are negligible. The compression tension on the wall is extremely low, less than the unity; it is less than 1,5 at the base of the wall.

One should have a clear understanding, even if the matter goes beyond the intention of this essay, that at a certain moment soon after construction, the beams, due to unavoidable discontinuities of the contact surfaces, rested only on smaller areas of the walls therefore the pressure was actually concentrated and not negligible; this situation could have caused failures and in general the crack of the walls, as the real architectures show. In a following phase, although the beams are made of stone, they undergo deformation, though very limited, concentrating the load of each end on the edge of the wall (see model). In some cases, also due to this process, the solicitations can reach significant values that can cause crashing ruptures of the edges of the wall or, because of shear tension, on the beam. Up to a certain extent, these problematic can be taken into control by means of an accurate and correct placement of the elements during the construction, of protection with a tegument (concretion or other) and with constant maintenance.

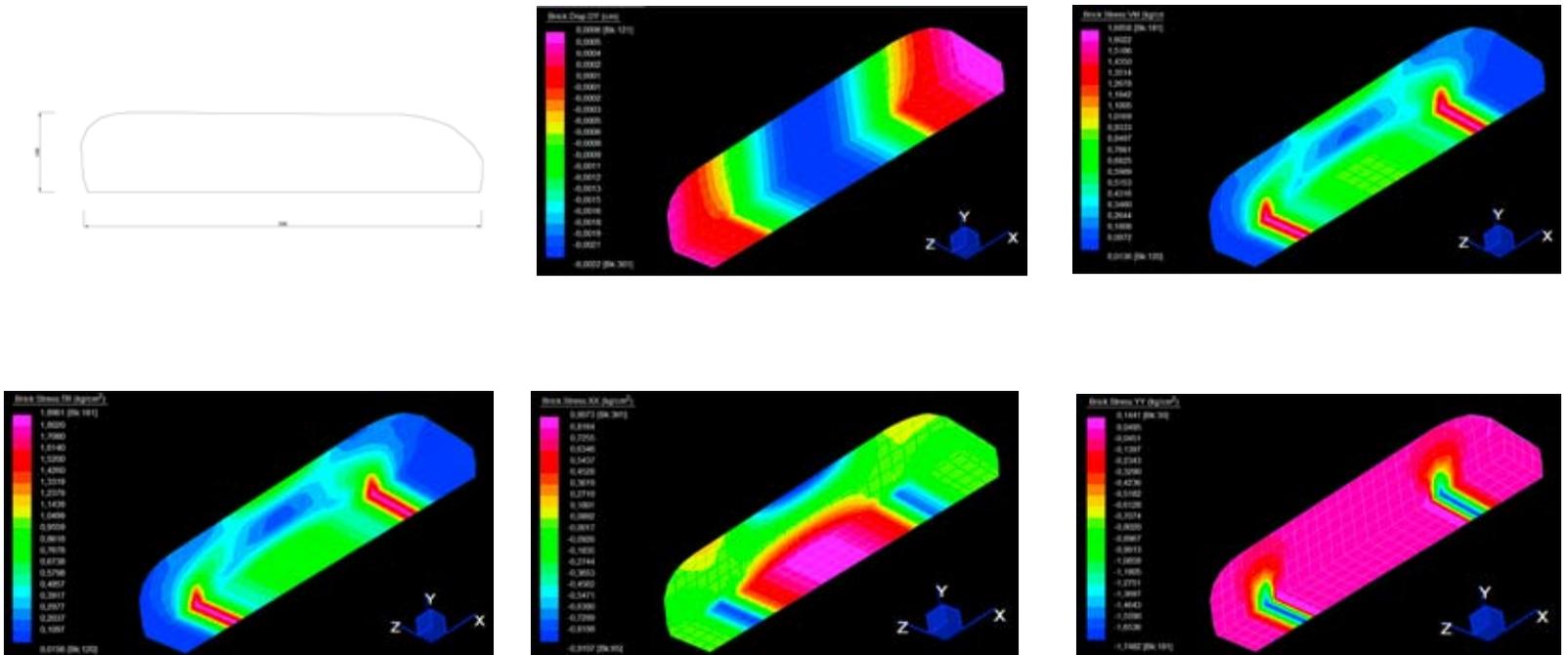


Fig. 13 - Trave con profilo estradossale diritto. A. Schema. 1. Spostamenti nella direzione y, 2. $\sigma \text{ max}$ (criterio Von Mises), 3. $\sigma \text{ max}$ (criterio Tresca), 4. $\sigma \text{ XX}$, 5. $\sigma \text{ YY}$. (Derinaldis, Tampone 2009)

Fig. 13 - Straight extrados profile beam. A. Schema. 1. Displacements in the y direction, 2. $\sigma \text{ max}$ (criterion Von Mises), 3. $\sigma \text{ max}$ (criterion Tresca), 4. $\sigma \text{ XX}$, 5. $\sigma \text{ Y}$. (Derinaldis, Tampone 2009)

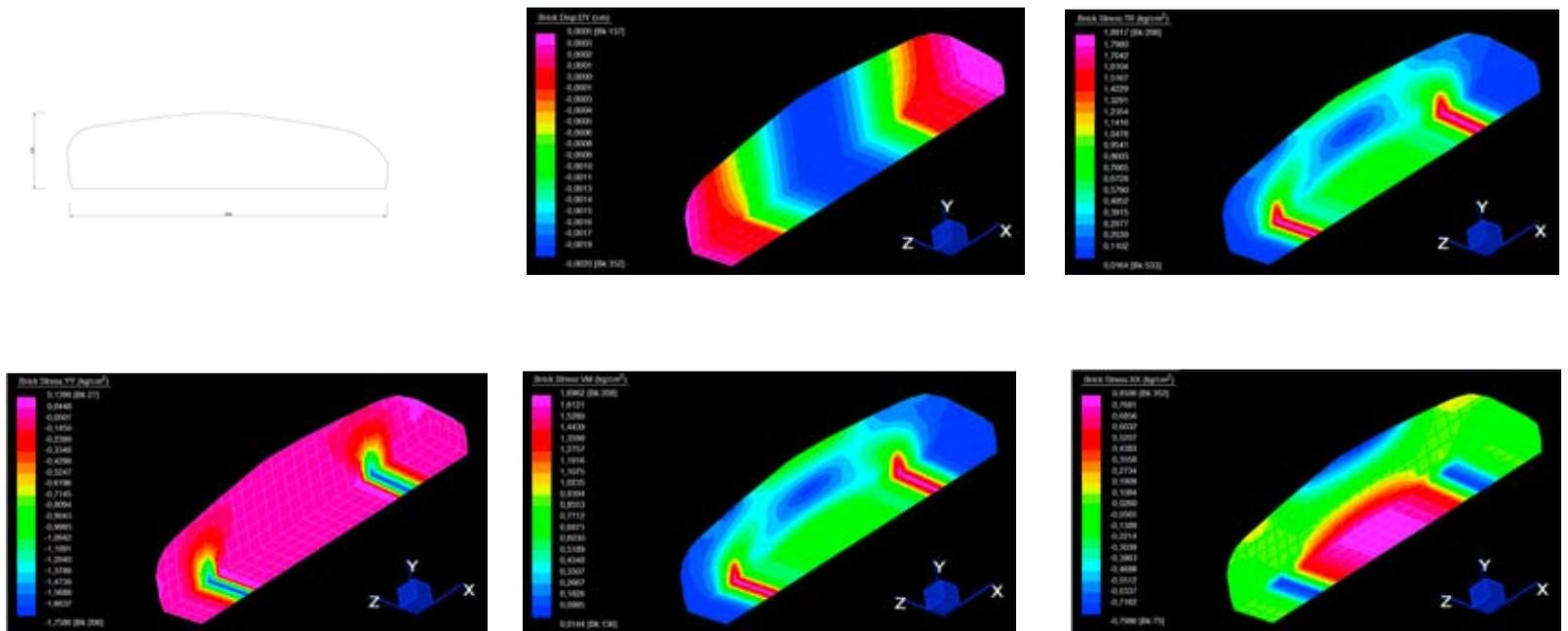


Fig. 14 - Trave con profilo estradosale curvo. A. Schema, 1. Spostamenti nella direzione y, 2. σ max (criterio Von Mises), 3. σ max (criterio Tresca), 4. σ XX, 5. σ YY. (Derinaldis, Tampone 2009)

Fig. 14 - Curve extrados profile beam. A. Scheme. 1. Displacements in the y direction, 2. σ max (criterio Von Mises), 3. σ max (criterio Tresca), 4. σ XX, 5. σ YY. (Derinaldis, Tampone 2009)

CONCLUSIONI

Il modello rappresenta non una generica costruzione utilitaristica ma un edificio dotato di propri spiccati caratteri formali, distributivi, costruttivi e strutturali, in altre parole una ricercata espressione architettonica. L'oggetto, nel miracoloso rispetto delle proporzioni nonostante le dimensioni estremamente contenute, ha una sua elevata valenza estetica, certo intenzionale, oltre che comunicativa.

Quanto alla caratteristica dell'assenza nell'architettura costruita del contesto di altre aperture oltre l'ingresso, supposta ma non dimostrabile per l'incompletezza dei resti pervenuti o per le trasformazioni apportate agli originali, il modello fornisce innanzitutto una convincente conferma.

È da considerare senz'altro eccezionale la descrizione molto precisa, accurata e minuziosa dei caratteri costruttivi e soprattutto strutturali. Il modello fornisce una rappresentazione estremamente chiara e matura di un sistema strutturale complesso, proprio di quel sistema che, con modeste varianti, è stato adoperato nell'Arcipelago per i numerosissimi edifici del periodo, che si è protratto per più di un millennio; un sistema peraltro che, al tempo della costruzione del modello, ha già superato la fase semplicistica del sistema puramente trilitico per accedere ad una concezione superiore, in particolare spaziale, molto articolata basata, come l'autore ha in più saggi richiamato (tra questi, più estesamente, Tampone, 2001, p. 2), sulla sofisticata manipolazione della gravità, utilizzando cioè il peso degli elementi come una risorsa per conseguire o

CONCLUSIONS

The model does not represent a generic functional building, but one endowed with its own clear, formal, distributive, constructive and structural characteristics. In other words, a fine expression of architecture. The object, in its astonishing respect of proportions, despite the extremely small size, has a high aesthetic value, which is certainly intentional, besides being also a means of communication.

This model confirms, above all, the lack of openings, apart from the entrance, for the contemporaneous buildings, which had previously been assumed (Ceschi, cit.; Tampone, 1995, cit.) but which could not be confirmed due to the incompleteness of the surviving ruins or to the transformation made to the originals.

The great precision, accuracy and detail of the model, both as regards construction and structural aspects, are exceptional. The model provides us with an extremely clear and mature representation of a complex structural system. It is precisely that structural system which, with small variations, was employed throughout the Maltese archipelago for the construction of numerous buildings over a period exceeding a millennium. This system had, at the time of the making of the model, already gone beyond the phase of constructing simple buildings on the basis of the trilitic system, and had developed into a superior, in particular spatial, well defined concept based on - as this Author has already mentioned in many papers (amongst these the most extensive is Tampone,

migliorare la stabilità degli edifici.

L'estrema coerenza del modello, in tutti i dispositivi rappresentati, con il sistema strutturale delle architetture reali, conferisce ad esso una posizione di testimonianza fedele e di totale aderenza rispetto al costruito, il che deve essere assunto quindi come certo anche per quegli elementi che nel costruito non sono sopravvissuti, cioè le coperture, in particolare il sistema di membrature orizzontali, principali (le travi) e ausiliarie (le lastre di stabilizzazione).

A livello generale, astraendosi cioè dal contesto preistorico maltese, il modello contiene, in maniera estremamente cosciente ed evoluta, la rappresentazione più antica conosciuta in assoluto, secondo l'autore, di travi elementari, cioè di elementi ideati per coprire la luce libera, aventi una delle tre dimensioni prevalente, sezione rettangolare, disposti con i lati minori di tale sezione in posizione orizzontale, poggiati su due supporti, gravati da forze giacenti nel piano verticale; peraltro tali membrature hanno forma complessa (v. oltre) e sono disposte, già in questo stadio, in modo del tutto corretto e razionale, cioè di taglio con la base più stretta dell'altezza, e con un rapporto dimensionale (3 di base per 4 di altezza) efficacissimo; è anche straordinario il fatto che esse, nel loro insieme, costituiscono un sistema in cui non soltanto è assicurata la resistenza ma anche la stabilità e l'equilibrio, le tre condizioni necessarie per realizzare una struttura portante efficace e durevole.

E' anche assolutamente straordinario il fatto (già dall'autore segnalato, 1987, cit.; 2001, cit.) che le travi abbiano una forma arcuata all'estradosso. Pur riconoscendo che tale caratteristica sia stata principalmente conferita alla copertura per assicurare lo sgrondo delle acque, senza invocare per esse un improbabile concetto di "uniforme resistenza" che può essere considerata una astrazione matematica dei nostri tempi ma già affacciata anche da G. Galilei, ancorché applicata a casi reali, è da riconoscere che le membrature delineate, come già notato per il blocco di architravatura, hanno una altezza maggiore nelle sezioni centrali, che sono quelle cioè più sollecitate perché quivi il momento flettente assume i valori più elevati.

Per ipotizzare il profilo intradosale delle travi e dell'intero soffitto, supposto piano da Ceschi come si può desumere dalla sue ricostruzioni grafiche, si deve tenere conto del fatto che nelle realizzazioni maltesi del periodo non vi sono linee rette né negli elementi che compongono la costruzione né nei lineamenti particolari e generali degli edifici; questo induce ad affacciare l'ipotesi che il soffitto potesse essere sagomato con una leggera concavità, una forma che poteva essere conferita con la rifinitura successiva alla posa in opera, anche per assicurare la continuità con la linea di sommità delle pareti che certamente erano inclinate verso l'interno secondo forme comuni a tutta l'architettura preistorica del continente europeo.

2001, cit.) - the sophisticated manipulation of gravity, i.e. utilizing the weight of the elements as a useful resource to reach or to improve the stability of the buildings.

The great consistency, exhibited by the model in all aspects, with the structural system of the real architecture bestows on it a position of reliable witness and of total compliance with the built examples. This must, therefore, necessarily hold also for those architectural elements which have not survived, such as the roofing, and in particular the system of the horizontal main elements (beams) and the auxiliary ones (stabilizing slabs).

In general terms, therefore, extrapolating from the Maltese prehistoric context, the model bears, in an extremely conscious and mature manner, the oldest known model representing, according to the Author, basic beams, i.e. of elements designed to cover the free span, having one prevailing dimension (the length), a rectangular section, placed so that the shorter sides of such sections are laid horizontally and are resting on two supports, loaded by forces acting in the vertical plane. In addition, these elements are of complex shape (see below) and are placed, even at this stage, in a totally correct and rational manner, that is with the base narrower than the height, and with a dimensional ratio (0,75 base x 1 height) which is most efficient. It is also extraordinary to notice that, all together, they constitute a system provided not only with strength but also with stability and equilibrium, that are the three conditions necessary to realize an efficacious and durable load bearing structure.

It is also extraordinary that, as already pointed out by the Author (1987, cit.; 2001, cit.), the beams are arch shaped at the extrados. It must be acknowledged that this characteristic would, of course, give the roof the right shape to throw off any rainwater. One must here, however, not claim the additional fact that these would also be endowed with the property of "uniform resistance" – this is, in fact, a modern mathematical abstraction, also noticed by G. Galilei, although applied to a real situation. However, it is to be noticed that the members thus described, as also pointed out for the architrave, are higher in the central section, which is, in fact, the area which is more stressed as the flexural moment is greater here.

In order to hypothesize the profile of the intrados of the beams and of the entire roof, which was imagined to be flat by Ceschi, as can be deduced by his graphic reconstructions, we must bear in mind that in the Maltese buildings of the period there are no straight lines, neither in the elements which make up the building nor in its specific and general features. This leads one to hypothesize that the roof could have been shaped with a slight concavity, a form which could have been brought about by successive refinement after construction, also to ensure continuity with the topmost lines of the walls that were certainly inclined inwards according to the form common to all the prehistoric architecture of the European continent.

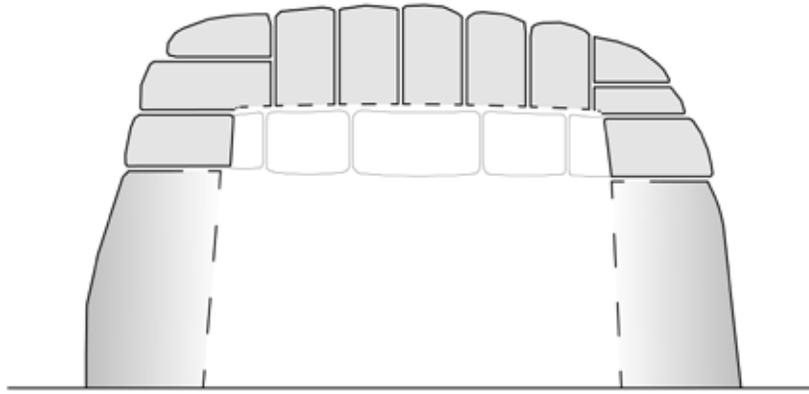


Fig. 15 - Tampone, 2009, con Derinaldis. Ipotesi di sezione strutturale del modello
Fig. 15 - Hypothesis of structural section of the model (Tampone, with Derinaldis, 2009)

Bisogna dunque riconoscere nel modello la presenza di un sistema di struttura di copertura articolato e sofisticato anche per l'ingegnoso dispositivo di stabilizzazione (la duplice coppia di lastre laterali) e la curvatura estradossale; tale sistema, non documentato in alcun altro esempio precedente, coevo o posteriore, per quanto a conoscenza dell'autore, è ipotizzato anche per altra via, per gli edifici maltesi del periodo. Esso fornisce testimonianza della avanzata concezione strutturale che i costruttori maltesi dei templi, apparentemente senza influenze esterne, almeno allo stato della ricerca, avevano elaborato.

La introduzione di tale sistema di travi in luogo di una ipotetica lastra riguarda, oltre che la stabilità, il processo costruttivo (criteri di componibilità e modularità).

Trovano piena conferma le ipotesi ricostruttive dei Templi di Mnajdra, Tarscien, Gigantjia proposte da C. Ceschi (C. Ceschi, 1939), sprezzantemente definite da J. D. Evans fantasiose ricostruzioni (Evans, 1959, cit.). Le lastre accostate di copertura di quei disegni devono essere ritenute travi, che il modello dimostra essere conosciute nel periodo; i disegni interpretativi sono pienamente validi purché si ipotizzi, per ciascun elemento, trave o lastra, l'altezza sufficiente a raggiungere la necessaria resistenza in rapporto alla luce; sono molteplici infatti gli esempi di impiego di lastre sollecitate a flessione, come, per es., nei portali esterni ed interni degli stessi Templi.

Gli elementi esposti, relativi a forma, caratteri distributivi e costruttivi, sistema strutturale, nel loro complesso conferiscono al modello una caratteristica di assoluta originalità perciò esso non è attribuibile specificamente ad alcuna delle fasi delle espressioni maltesi conosciute dello stesso tipo. Esso mostra diversità formali rispetto agli edifici realizzati che si presentano con facciate concave, elemento formale spaziale di grandissima importanza per le implicazioni di carattere liturgico e, al tempo stesso, strutturale, in pratica la introduzione di un arco ribaltato al suolo per l'assorbimento delle spinte generate da tutto l'edificio, con funzioni e forme simili a quelle di una odierna diga di sbarramento delle acque (Tampone, 1991,

One must therefore acknowledge in the model the presence of a structural roofing system, that is articulated and sophisticated also for that which concerns the ingenious stabilizing mechanism already described (the repeated pair of lateral slabs) and the curve of the extrados. This system, as of yet undocumented for any other preceding, coeval or later example, insofar as known to the Author, is hypothesized, also following other research directions, for the Maltese buildings of the time. This is testament to the advanced structural concepts the Maltese temple builders had developed, apparently without external influence, as appears to be the case in this stage of our research.

The introduction of this system of beams in place of a single hypothetical slab, has reference not only to stability, but also to the process of construction (assembly and modularity criteria).

Full confirmation is then to be acknowledged to C. Ceschi's graphic restorations of the Mnajdra, Tarscien, Gigantjia Temples (Ceschi, 1939, cit.), that had been scornfully defined fanciful reconstructions by J. Evans (Evans, 1959, cit.). The roof adjacent slabs proposed in those drawings have to be considered beams, which the model demonstrates were known at the time. The interpretational drawings are entirely valid as far as one can hypothesize, for each element, slab or beam, the depth is sufficient to reach the necessary strength in relation to the span. In the same Temples, in fact, several examples have survived that prove the use of slabs solicited by bending, as is the case of those placed to form the external or internal trilithic portals.

The exposed matters concerning the shape, the layout, the constructional characteristics and the structural system, on the whole, confer on the model an absolute originality. Therefore it is not possible to attribute it specifically to any of the phases of the known Maltese expressions of the period.

This shows a formal diversity with respect to the built examples, which show concave facades (this is a formal space element that is of extreme importance for liturgical purposes and, at the same time, for structural reasons - in practice the introduction of a horizontal arch (Tampone, 1991, p. 129; 1994, p.129, 133;

p. 129; 1994, p. 129 e p. 133; 2001, p. 4; recentemente, Torpiano, 2004, cit.). Gli edifici presentano inoltre ali laterali, perimetro esterno a curvatura variabile e con discontinuità del profilo esterno. L'equilibrio e la stabilità generale dell'edificio rappresentato nel modello sono ottenuti con una disposizione diversa, cioè con la simmetria rispetto a due assi perpendicolari tra loro. Sotto questo profilo esso è dunque radicalmente innovativo.

Le verifiche matematiche eseguite, sopra riportate, dimostrano che l'opera era perfettamente eseguibile e la stabilità pienamente assicurata con le dimensioni assegnate e l'apparecchio escogitato. Peraltro era certamente nella capacità operativa dei maltesi preistorici sollevare e posizionare, eventualmente con l'ausilio di rampe, blocchi di tali dimensioni e peso; in ciò anche Torpiano concorda (Torpiano, in Cilia, cit.).

Dal momento che, com'è noto, nessuno degli edifici templari preistorici maltesi ci è pervenuto con la copertura completa anche se lacerti di essa, interpretabili con sicurezza, sono ancora presenti nei complessi di Hajar Qim e Mnajdra, il modello in studio è l'unica testimonianza diretta coeva di uno dei tipi di copertura adoperati (sull'argomento generale delle coperture si veda, tra gli altri, Tampone, 1991, p. 260; 2001, l.a, p.4); anche da ciò la sua enorme importanza.

Non vi sono Templi megalitici maltesi conosciuti o di altri contesti che posseggano tali caratteristiche.

Inevitabile porre alcune domande essenziali, destinate tuttavia a rimanere prive di risposte complete. Quando è stato realizzato il modello? Chi lo ha intagliato? Per quali scopi è stato realizzato? Quali funzioni avrebbe avuto l'edificio rappresentato?

Al primo quesito, tenendo peraltro conto che la ovvia impossibilità di leggere l'organizzazione distributiva e i paramenti interni dell'edificio rappresentato pone limiti insormontabili alle deduzioni, non si può rispondere che in modo generico se si considerano soltanto dei dati oggettivi: esso è coevo ad una delle fasi di costruzione e di occupazione di Ta Hagraat supposte la fase cosiddetta di Gigantija (dall'omonimo complesso; 3600 -3000 circa) e la successiva o in parte sovrapposta di Saflieni (3300 - 3000 circa), quindi prima delle fasi finali di Tarxien il che restringe il periodo all'arco di mezzo millennio circa.

Al secondo quesito si può soltanto rispondere che l'ignoto artefice conosceva profondamente, tanto da essere in grado di proporre valide varianti, le tecniche costruttive e i sistemi strutturali adoperati per realizzare gli edifici templari e aveva indubbiamente una naturale propensione per la miniaturizzazione. Inoltre, la esatta posizione di ciascun elemento e la corretta stereometria dimostrano che l'artefice del modello aveva spiccatissime abilità manuali.

Non un artista dunque ma un tecnico di alto livello, forse proprio un ideatore di architetture megalitiche. Considerando peraltro l'eccellenza e la coerenza assoluta tra forma e funzione del risultato, non si può pensare che esso sia stato eseguito da un artigiano sotto la direzione dell'ideatore; le due figure coincidono

(2001, p.4,cit.; and more recently also Torpiano, 2004, cit.) in order to absorb the forces generated by the whole building, with form and function that are similar to modern dams). The buildings also exhibit lateral wings, and an external perimeter of variable curvature but are discontinuous in its external profile, which apply also to the last phases if one considers the older Tarxien temples. The equilibrium and the general stability of the building represented by the model are obtained by means of a different arrangement, i.e. by means of symmetry between two axes perpendicular to each other.

In this respect this is radically innovative.

The mathematical verification that was carried out and is presented above, demonstrates that the building could have been built without faults and its stability was amply assured when using the given dimensions and mode of assembly. What is more Prehistoric Man in Malta was certainly capable of raising and placing blocks of these dimensions and weight; here Torpiano is also in agreement (Torpiano, in Cilia, cit.).

Given that, as is well known, none of the Maltese prehistoric temples have roof that has survived, even though parts of them have been identified, and thus interpreted, within the complexes of Hajar Qim and Mnajdra, the model being studied here is the only direct, contemporaneous testimony of one type of roofing that was used (regarding the general theme of roofing see, amongst others, Tampone, 1991, p.60, cit.; 2001, l.a, p.4, cit.). This is, in the Author's opinion, another reason for its great importance.

There is also no evidence whatsoever of the existence of a building with these characteristics in the Maltese context or elsewhere.

It is inevitable that some critical questions should be asked, questions which however cannot be completely answered. When was the model made? Who made it? Why was it made? What was the use of the building thus represented?

As regards the first question, keeping in mind the obvious impossibility of knowing the lay out and the arrangement of the internal walls of the building represented, a fact which places insurmountable limits on the powers of deduction, the answer can only be given in general terms if one considers the objective data: that it is contemporaneous with, or posterior to, one of the phases of construction and occupation of Ta' Hagraat, to be identified with the so called (by the homonymous complex; 3600 - 3000 circa) Gigantija phase and the following or partially overlaid Saflieni phase (3300 - 3000 circa), therefore before the final Tarxien phases (Pace in Cilia, p.149), fact that reduces the period to circa half a millennium.

Regarding the second question, one can only say that the unknown artisan knew the construction and structural techniques used in the temple buildings extremely well, to the extent that he was able to propose valid alternatives, and had doubtlessly a natural predisposition for miniaturisation.

In addition, the precise position of each element and correct

no certamente.

Al terzo quesito è più difficile dare una qualsiasi risposta. Il manufatto è troppo piccolo, quindi con lineamenti che si discernono con difficoltà, per costituire un “progetto” da consegnare agli operai per la realizzazione di un edificio e troppo preciso ed elaborato tecnicamente per costituire soltanto il *souvenir* di un edificio esistente o un oggetto di devozione oppure un *ex voto*. Si può affacciare l'ipotesi affascinante che, nell'età della pietra, il minuscolo modello avesse la funzione che hanno avuto, in seguito, i disegni e i plastici di studio degli architetti, cioè di concretizzazione e sviluppo di una intuizione architettonica, definito anche nei dettagli tecnici più minuti quindi per possibilità concrete di realizzazione, indipendentemente forse dall'esistenza di committenti.

Per affrontare il quarto quesito è imprescindibile tener conto dell'assenza di due elementi, entrambi così peculiari alla funzione sacrale, la concavità della facciata e la volta, sia pure parziale. Forse il reperto non delinea un tempio; piuttosto, tenendo conto della specularità dovuta ai due assi di simmetria e dell'aspetto esterno di un edificio che è geometricamente definito al pari di un cristallo, potrebbe trattarsi di una costruzione realizzata per funzioni sociali, per esempio la rappresentanza civile o religiosa di una comunità (v. Evans, a proposito di “santuario”, cit.).

I modelli architettonici reperiti a Malta sono, nel complesso, coerenti tra loro e con tutte le espressioni architettoniche del periodo reperite a Malta stessa e a Gozo. Ciò convalida la affidabilità di ciascuno di essi, in special modo di quello di cui si tratta, insieme ai resti disponibili dei templi, quale mezzo di deduzione della concezione architettonica preistorica peculiare delle Isole maltesi e della tecnologia elaborata per attuarla con l'impiego di megaliti.

L'Autore manifesta la propria gratitudine, per l'incoraggiamento e le indicazioni ricevuti, al compianto Professor Antonino Di Vita, Archeologo, Accademico di Lincei, che aveva molto apprezzato il saggio, e al Professor Giovanni Colonna, Archeologo, Accademico dei Lincei, che ha manifestato apprezzamento per il saggio. Esprime inoltre vivi ringraziamenti all'Architetto Daniel Blersch, che ha coordinato una squadra di Tecnici del Diaprem (Centro Dipartimentale per lo Sviluppo di Procedure Automatiche Integrate per il Restauro Monumentale) dell'Università di Ferrara per effettuare le riprese con apparecchiatura Leica laser scanner di un calco in gesso del modello e le successive elaborazioni che tra l'altro hanno permesso di istituire relazioni dimensionali sul modello, all'Architetto Pierpaolo Derinaldis che ha condotto, secondo varie ipotesi dell'autore e discutendo con questi i risultati, le verifiche di calcolo e la determinazione delle tensioni nonché la loro distribuzione nella trave di maggiori dimensioni,

stereometry show that the craftsman had excellent manual skills. However, he was not an artist but a highly skilled technician, perhaps even a creator of megalithic architecture. When also considering the excellence and the absolute coherence between form and function in the resulting model, one cannot assume that the model was made by an artisan under the direction of the creator; this was one and the same person.

The third question is certainly difficult to answer. The object is too small, and hence its details too difficult to perceive, to have been a “project” to be given to workers for the construction of a building. It was also too precise and technically elaborate to have been only a *souvenir* of an existing building or an *ex voto* or other object of devotion. One can only advance the fascinating hypothesis that, in the Stone Age, the minute model was meant to fulfill the function that would be, much later, fulfilled by designs and models in an architect's atelier i.e. the embodiment of the development of architectural intuition, definite with the most minute technical detail, which was possibly also independent of the presence of a patron.

In order to address the fourth question, one must inevitably consider the absence of two elements in the model, both of which are specific to sacral functions, that is, the concavity of the facade and the vault, even if it is only partial. Perhaps the find does not really represent a temple, as many authors have hastily sustained. Instead, keeping in mind the mirror image created by the two axes of symmetry and the external aspect of a building which can geometrically be defined a crystal, it can be surmised that this is a building with a social function, for example to accommodate the civil or religious representatives of a community (see Evans, concerning a “sanctuary”).

Architectural models found in Malta are in general consistent amongst themselves and also with all the architectural expressions found in Malta itself and in Gozo. This confirms the validity of each one of them, especially the one under discussion, together with the architectural remains, to act as a means of deduction of the prehistoric architectural concept of the Maltese Islands and the sophisticated technology elaborated to build with megaliths.

The Author expresses his gratitude, for the encouragement and the indications received, to the late Professor Antonino Di Vita, Archaeologist, Academician of the Accademia dei Lincei, who had expressed a very favorable opinion on the essay, and to Professor Giovanni Colonna, Archaeologist, Academician of the Lincei, who had manifested his appreciation for the essay. He wishes to sincerely thank Architect Daniel Blersch, who brought together a team of Technicians at Diaprem (Centro Dipartimentale per lo Sviluppo di Procedure Automatiche Integrate per il Restauro Monumentale) of the Università di Ferrara to undertake the scans of the plaster model using a Leica laser scanner, and for the subsequent elaboration of data. These allowed for the establishment of relative dimensions of the model by Architect Pierpaolo Derinaldis, who carried out, on the basis of various hypotheses elaborated by the Author, and subsequent discussions, the calculations and the determination of tensions,

al Signor Daniel Cilia, maltese, fotografo e studioso delle architetture preistoriche di Malta, che ha fornito le straordinarie fotografie presentate nell'articolo con le quali sono state valutate appieno le caratteristiche formali e volumetriche del modello. Ringraziamenti particolari sono espressi alla Professoressa JoAnn Cassar dell'Università di Malta per le discussioni sull'argomento e per l'aiuto fornito per la traduzione del testo.

Italia-Malta Ricerca bilaterale: G.M.R. D 1790051, con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche e del Dipartimento Maltese dei Musei Ricercatori: G. Tampone (Direttore Scientifico) S. Vannucci, J. Cassar, W. Ferri, G. Alessandrini, P. Pieri Nerli, I. Zetti et al.

as well as their distribution in the longest beam. Thanks are also due to Mr. Daniel Cilia, Maltese photographer and scholar on Maltese prehistoric architecture, who made available the extraordinary photographs shown in this paper and on which were fully verified the formal and volumetric characteristics of the model. Special thanks are expressed to Professor JoAnn Cassar of the University of Malta for the discussion on the topics related to the matter and the help in the translation of the text.

Italy-Malta bilateral Research: C.N.R. D 1790051, with contributions of the Italian Consiglio Nazionale delle Ricerche and the Maltese Museums Dept. Researchers: G. Tampone (Scientific Director), S. Vannucci, J. Cassar, W. Ferri, G. Alessandrini, P. Pieri Nerli, I. Zetti et al.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI - REFERENCES

- Zammit T., 1929, *The Ta Hagraat Megalithic Ruins at Mgar*, in Bulletin of the Museum, vol. I, , p.16, Malta
- Patroni G., 1932, *Origini e tipologia delle costruzioni megalitiche di Malta*, in Rendiconti del R. Istituto Lombardo vol. LXV – 1932
- Ugolini L.M., 1934, *Malta. Origini della civiltà mediterranea*, Roma: Libreria dello Stato
- Ceschi C., 1939, *L'architettura dei templi megalitici di Malta*, Roma: Palombi ed.
- Evans J. D., 1959 (1982), *Malta*, London: Thames and Hudson (Milano: Il Saggiatore)
- Evans J. D., 1971, *The Prehistoric Antiquities of the Maltese Islands: a Survey*, London: The Athlon Press
- Trump D. H., 1972, 2008, *Malta: an Archaeological Guide*, London: Faber & Faber Ltd.
- Trump D. H., 1973, in "The Megalithic Monuments of Western Europe", C. Renfrew sc. ed., p. 65, London: Thames and Hudson
- Trump D. H., Cilia, D., 2008, *Malta. Prehistory and Temples*, Malta: Midsea Books
- Cecchi R., Tampone G. Vannucci S., 1978, *Effetti della tecnologia di rifinitura sulla Pietra Serena fiorentina*, in Boll. Ing., n° 1, pp. 3 – 22, Firenze
- Tampone G.; Vannucci S.; Cassar J., 1987, *Nuove ipotesi sull'architettura del Tempio megalitico di Gigantiya a Gozo*, in Bollettino Ingegneri, , n° 3, pp. 3 – 21, Firenze
- Tampone G. Vannucci S. Cassar J., 1991, *Aspetti architettonici e costruttivi dei Templi megalitici preistorici delle Isole maltesi e criteri di restauro*, in *La preistoria de Les Iles de la Méditerranèa Occidentale*, Atti delle X Giornate di studio, pp. 243 – 276, Palma de Mallorca

- Tampone G., 1990, *Avanzamenti delle ricerche sulle architetture preistoriche megalitiche maltesi*, in Bollettino Ingegneri, n° 7-8, pp. 29-30, Firenze
- Tampone G., 1993, *I Templi megalitici delle Isole Maltesi: tecnologie, strutture e loro evoluzioni in rapporto alle caratteristiche dei materiali*, in *Le pietre delle Città d'Italia*, Giornata di studio, 1993, Atti (D. Lamberini sc. editor), pp. 121 – 147, Firenze: Le Monnier
- Tampone G.; Vannucci S.; Cassar J.; Giordano S.; Fiorito S.; Pieri Nerli P.; Sausa P.; Zetti I., 1994, *I Templi megalitici preistorici delle Isole maltesi: determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali ed interpretazione dei dissesti*, in Proc. III Int. Symp. on the Cons. of the Monum. in the Med. Basin, pp. 567 – 575, Venezia
- Vannucci S., Cassar J., Tampone G., 1985, *"The treatment of a Typical Soft Limestone with Different Consolidants: a Comparative Study"*, in Bollettino Ingegneri, n° 11, pp. 3 – 10, Firenze
- Tampone G., Vannucci S., 1987, *The Effects of Modern Restoration Techniques on the Prehistoric Megalithic Temples of the Maltese Islands*, in Proc. of ICOMOS Int. Symposium, Washington, Vol. I
- Cassar J., Tampone G., Vannucci S., 1989, *Conservazione e restauro dei Templi megalitici preistorici maltesi: Il Progetto bilaterale di ricerca e risultanze delle prime missioni di studio*, in *La Conservazione dei Monumenti nel Bacino del Mediterraneo*, Atti I Symp. Int., pp. 139 – 146, Bari: Ed. Grafo
- Tampone G., Pieri Nerli P., Zetti I., 1996, *Elementi e caratteri costruttivi delle architetture megalitiche del Mediterraneo Occidentale*, in XIII Int. Congr. of Prehist. and Protohist. Sc., Forlì, Italy, , Proceedings, sect. 3, pp. 171 – 183, Forlì: Abaco Ed., 1998

- Tampone G. et al., 1994, *I Templi megalitici preistorici delle Isole maltesi: criteri di intervento*, in Proc. III Int. Symp. on the Cons. of the Monum. in the Med. Basin, pp. 455 – 460, Venezia
- Tampone G., 2001, *The Structural System of the Prehistoric Megalithic Temples of the Maltese Islands*, in ICOMOS Int. Conf. "Thousands Years of Architecture and more", UNESCO, Proceedings (G. Croci sc. editor), s. p., Paris
- Cilia D. (Ed.), 2004, *Malta Before History*, Malta: Miranda Publ.
- Bonanno A., 2004, *Rituals of Life and Rituals of Death*, in D. Cilia, pp. 271 - 288, Malta Before History, Malta: Miranda Publ.
- Pace A., 2004, *The sites*, in D. Cilia, Malta Before History, pp. 42 - 267, Malta: Miranda Publ.
- Monsarrat A., 2004, *God or Goddess?*, in D. Cilia, Malta Before History, pp. 289 - 306, Malta: Miranda Publ.

- Torpiano A., 2004, *The Construction of the Megalithic Temples, 2004*, in D. Cilia, Malta Before History, pp. 347 – 366, Malta: Miranda Publ.
- England R., 2004, *A Space Time Genealogy*, in D. Cilia, pp. 408 - 423, Malta Before History, Malta: Miranda Publ.
- Tampone G. et al., 1994, *I Templi megalitici delle Isole maltesi. Cause e processi di degradazione del Globigerina Limestone*, in III Int. Symp. on the Cons. of the Monum. in the Med. Basin, pp. 555 – 566, Venezia
- Tampone G., 2005, *Antecedents of the Main Features of the Architecture of the Classical Greek and Roman Period*, in Proceedings of the 2nd Int. Conf., 2005, on Ancient Greek Technology, pp. 508 – 518, Athens: Technical Chamber of Greece, 2006
- Tampone G., 2012, *On the Origins of the Domes*, in Proceedings (Tampone G., Corazzi R., Mandelli E. sc. editors) of the Int. Congr. "Domes in the World", Florence, 2012

Gennaro TAMPONE, Ingegnere civile, architetto, già ingegnere capo del genio civile. Professore a contratto nell'Università di Firenze, conduce ricerche su materiali da costruzione – pietra, ferro, legno, materiali compositi - e tecniche antiche, teoria e tecniche del consolidamento, conservazione architettonica; inoltre sull'architettura preistorica.

Progetta e dirige opere di conservazione architettonica e di consolidamento di complessi prestigiosi in Italia e all'estero.

È Membro ordinario, professore della classe di architettura, dell'Accademia delle arti del disegno.

Presiede il Collegio degli Ingegneri della Toscana.

Presiede l'ICOMOS Scientific International Committee per le strutture di legno.

Gennaro TAMPONE, graduated in Civil Engineering and in Architecture, is a former chief engineer in the Public Works administration. Lecturer in the University of Florence, leads researches on building made with different materials – stone, iron, timber – and ancient techniques, on theory and strengthening techniques, architectural conservation; besides on prehistoric architecture.

Designs and supervises works of structural conservation of prestigious complexes in Italy and abroad.

He is full member, professor of the class of architecture, of the Accademia delle arti del disegno.

Chairs the Collegio degli Ingegneri della Toscana.

Chairs the ICOMOS Scientific Wood International Committee.

