

# IN THE ORIGINS BETWEEN MEMORY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

## The productive space of the drawing

### Abstract

Drawing is the productive space of the exchange between memory and reason. It does not matter if it is "phenomenalized"—in the sense that the work carried out is the immediate depository of the creative idea (as it was originally)—or "mediated", since the graphic mediator precedes execution or anticipates modification.

Taking some of the evidence found in the Tell-es-Sultan and Çatalhöyük sites as a starting point, the proposed analysis is a reconstruction "exercise" on the origin of the first human communities, the development of a criterion allowing us to provide some keys to register the leaps in changes and transformations throughout history.

The fundamental objective of this study is to establish a plausible hypothesis that could contribute to clarify the where, how, when and why of the advent of technical drawing as an instrument of mediation between the will, the idea oriented to satisfy primary human needs and the executed project; that is, the necessary tool to objectively establish the characteristics and connotations of the habitat that transcends the natural environment and whose systematization has allowed the development of more sustainable construction typologies.

### Keywords:

*Drawing, evolution, project, shape, sustainability*

### Introduction

Recalling where, when, how and why the first proto-urban communities originated and thus were constituted, can help to historically frame current cultural challenges. The way to fulfilling sustainability represents, in fact, a social provocation which certainly is not new but "immensely greater" than in the past [1]. Forms of association and lifestyles, whether local or individual, show how the (sometimes



Fig. 1- Dwellings of rectangular plan. Jericho, 4th Millennium BC.

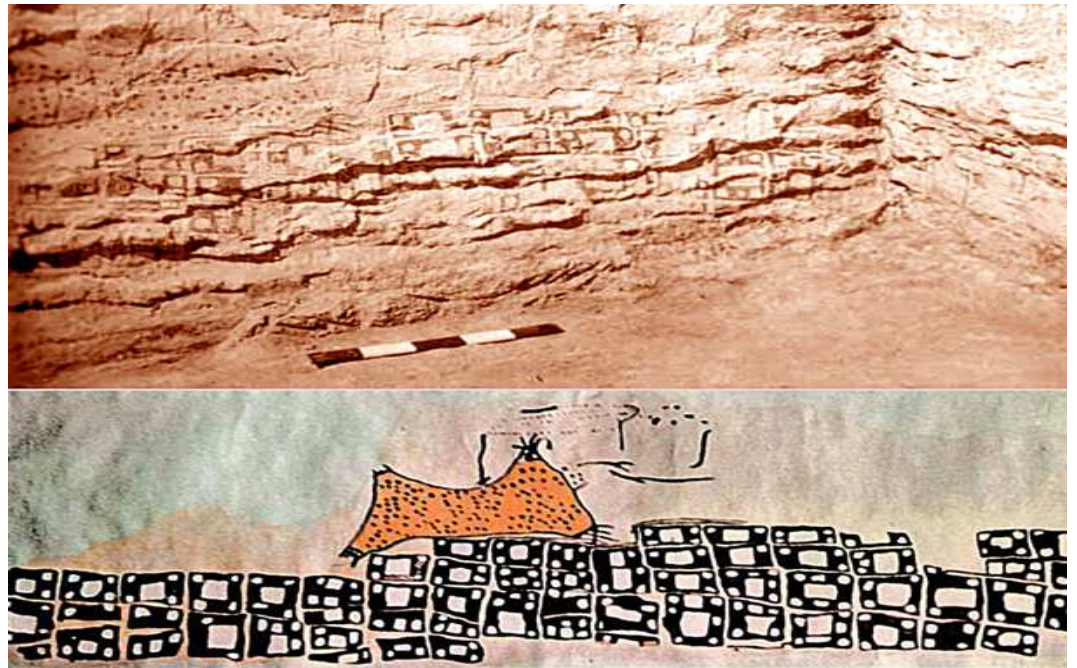


Fig. 2 - a) Wall graffiti b) painting interpreted as a bird's eye view of the megalithic village of Çatalhöyük in Turkey.

compelling) choice of materials, structures and reasons for association are reflected in the geometries of the anthropized landscape [2]. It therefore becomes relevant to analyze the dimensions, relations and proportions in the configuration of simple elements (referred to as primitives) to isolate them in order to extract morphological and constructive mechanisms. Hence, graphical surveying and representation constitute the key to delving into the heart of the matter, exploiting those characteristics of the preceding explorations which provide guidance regarding the next steps to be taken. By diverting attention from the analysis of the urban landscape shapes to the ability to think about it, the approach leads to a new plausible chronological hypothesis regarding the beginning of the process that led to the discovery of square geometries, classifiable as reference models for the evolution of "technical" drawing. Scale drawing is, in fact, much older than we have been willing to acknowledge [3]. Recognizing the use of conceptual and operational instruments leads us to discover the reasons for the use of orthogonal grids, the only ones traceable in prehistory due to the roughness of the conceptual and operational instruments [4, 5]. From this perspective, squares and right angles represent a true conquest for the prehistoric civilization, mastering a way of designing that we criticize

today as unsustainable, very different, however, from the ones used in the preceding round huts, impossible to trace with precision without using goniometry or trilateration-based methods; a key to rereading history [6], an exercise allowing to identify the causes and effects contributing to make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable [7].

### Where and When

Merely a short distance from today's Jericho, in the homonymous Jordan Valley's oasis, a small town of 7000 inhabitants stands on the Tell-es-Sultan hill. Due to its unnatural configuration, this relief irresistibly attracted the attention of the archaeologists urged to intervene from the early 20th century. Since then, and for almost fifty years, in an alternation of exciting and disappointing stages, the picks of the excavators dissected the hill, provoking, with the outcrop of the first ruins, an explosion of speculation and diatribes regarding its presumed dating. It remained—the biblical issue and the hope of seeing those mythical walls materialized— miraculously unearthed from the oblivion of the millennia [8]. A remarkably massive perimeter fence had come to light, but some very noticeable peculiarities did not fit the apparent dating. What made the

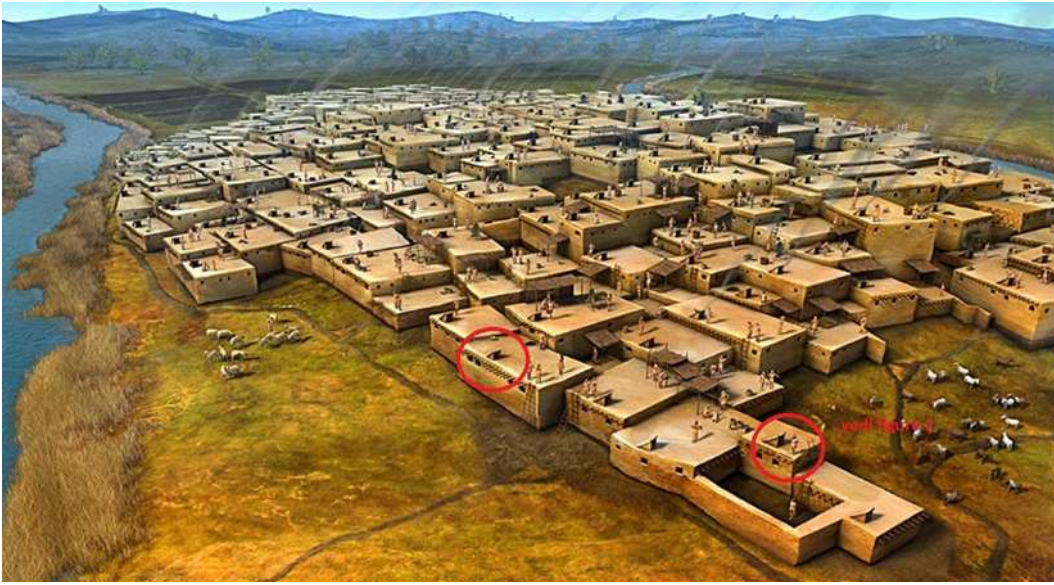


Fig. 3 - Graphic reconstruction of the Çatalhöyük settlement.

question even more enigmatic was the lack of unicity in such discoveries; in fact, under their foundations, the oldest ones could be glimpsed, persistent on ancient ruins. The phenomenon, in itself, was by no means exceptional, and can be verified as long as the communities lived "in the same place for many successive generations. The groups of reed or mud huts lapsed with the passage of time and new constructions were built on those ruins" [9].

According to various aspects, the chronological evolution of some human settlements located in places of relevant agricultural performance, or even of strategic importance for the control of traffic and border markets, can be compared with the formation of sedimentary rocks. Layer after layer, the debris is superimposed, diversifying and, at a certain point, usually following an extraordinary event, its differentiation with respect to the successive accumulations is displayed. Repeating the complete process, the passage of geological ages gives rise to a kind of colossal book whose pages, perfectly identifiable, are merely the different superimposed layers of which the upper ones are usually the most recent. Similarly, over the Paleolithic settlement, a Neolithic settlement was established, whose ruins supported the prehistoric city, which in turn would be covered by the protohistoric one and later on again by the historical one, in a slow and constant altimetric and volumetric growth. Therefore, in general, the displacement of the most ancient inhabited centers occurs exclusively in the vertical direction, achieving greater defensive protection due to the higher elevation. The succession stages are almost always conditioned by many destructions and temporary abandonments and by reconstructions of the same surviving ethnic group or, less frequently, by the establishment of new conquerors. In any event, as in sedimentary strata, interruptions also involve traumatic transformations in urban strata. At one point in the millennial process, a more devastating and disturbing event than the previous ones, or an irreversible climatic change, decrees the conclusion of the matter and the definitive abandonment of the

inhabited area that soon becomes an uncertain heap of ruins. The disappearance under layers of rubble or sand is rather fast, even preceding the loss of historical memory; everything thus remains sealed and preserved in a "wrapping" that is indistinguishable from the different surrounding peaks. Perhaps just the detail of the flattened summit betrays the unnatural orogenesis; the nomad's expert eye, however, has always been able to recognize it, perfectly aware of the generic cause: the term *tell* with which it is designated means precisely "pile of debris".

As the dissection of Tell-es-Sultan begins, centimeter by centimeter, we descend, century after century, towards its most remote mysterious origin. And always, an inhabited center comes to light from the thick walls. In the 1930s, up to three superimposed cities were found, to which dates ranging from the Neolithic to Israel times were attributed. Biblical Jericho was currently far out of date chronologically, but the matter was not yet over. Starting in 1952, further excavation campaigns

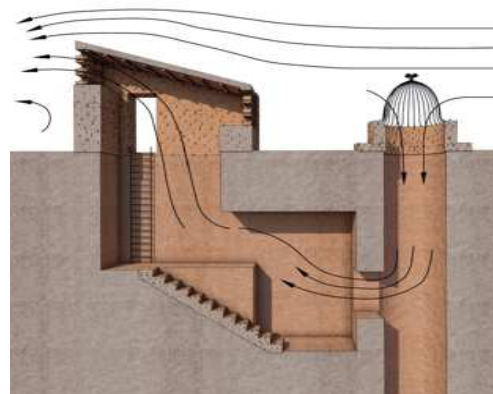


Fig. 4 - For those who do not know how wind collectors work (II Millennium BC), it has to do with the openings on the deck. Did the Çatalhöyük inhabitants perhaps had any idea of the thermal benefits generated by sucking in local breezes to introduce dry and cool air? The difference in pressure generated by the presence of the diathermal zone is calculated today for energy purposes of sustainable development (drawing by Santiago Lillo).

were undertaken under the direction of the British archaeologist Kathleen Kenyon [10] and a new city was then reached. It was estimated to have a Neolithic and pre-ceramic origin, consisting of rectangular houses attached to one another, and it was dated around the 6th millennium BC. Once again, however, having reached the foundations, new preexistent remains came to light. In fact, deepening the digs, another city re-emerged, with curvilinear contoured dwellings, much more archaic and rudimentary than those which preceded. As with the previous ones, the settlement was surrounded by 7 meter-high perimeter walls with thicknesses ranging between 2.5 and 3 meters. Attached to it, in different sections, there was a remarkable pit carved at some points in the rock, with a length of 5 meters and an average depth of 3 meters [11]. The complex, surrounded by the fortification, covered a surface of more than 4 hectares and had an additional defensive element, a circular tower of about 8 meters in diameter perfectly legible in its informative condition. On the basis of a number of findings, it was concluded that its "inhabitants had a lifestyle based on hunting and gathering, but also on cultivating fields irrigated by a perennial spring, and on sheep and goats breeding, probably not cattle, but rather in irrigated grasslands. However, unlike later settlements, they did not use polished axes or transform clay into pottery with the use of fire. Jericho I is therefore said to illustrate a pre-pottery Neolithic period. The same period is represented by a second town, Jericho II, built on the site by new settlers a millennium later" [9]. As for dating, therefore, the 6th millennium BC. was considered to be appropriate, with the obvious conclusion that those ruins belonged to one of the earliest known urban settlements. Regarding the walls, it is finally concluded that instead of defending the inhabitants from the enemies, who obviously had no capacity to assault them, they constituted a distinctive structure of the inhabitants allowing to differentiate those living inside from those who were outside [12]. As far as we are concerned, it can be concluded that the oldest settlement has left constructions belonging to the Natufian culture, stone structures that seem to date back to the 10th millennium BC, of uncertain formal definition. However, in the successive ones, which date back to an early pre-ceramic Neolithic period, dated around 8350-7370 BC, defined as Sultan culture with the settlement, surrounded by a stone wall with a tower, extending over four hectares with circular shaped rooms built in raw brick. In the second half of the pre-ceramic Neolithic, period between 7220-5850 BC, the houses, once again of raw brick over stone foundations are rectangular constructions. The bricks are bread shaped and display deep thumbprints, aimed at facilitating its handling. The different rooms are arranged around a central courtyard, one of which is larger and shows internal subdivisions, while the others were probably used as warehouses with rooms paved in clay. For Jericho, therefore, the advent of rectangular constructions came around the 6th millennium BC.

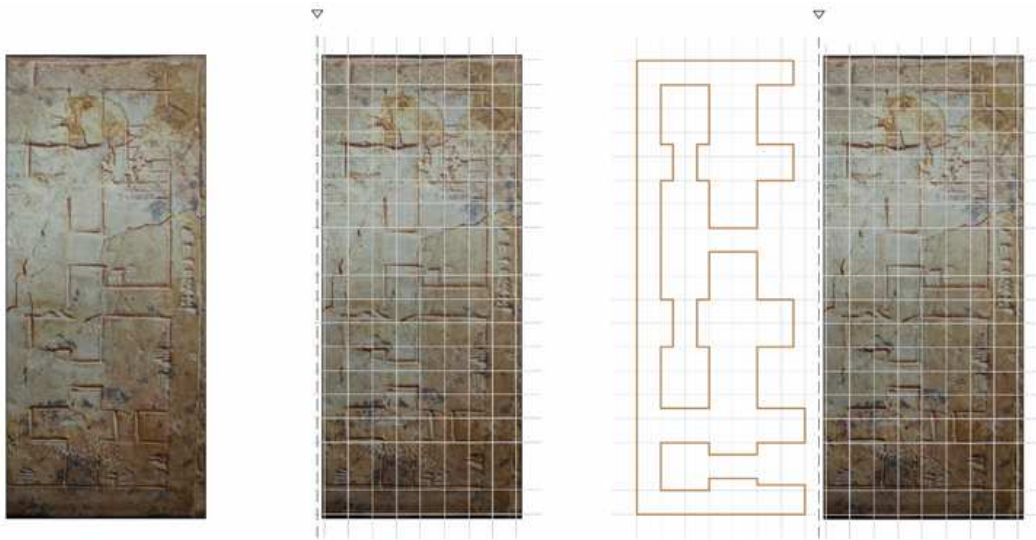


Fig. 5 - On the basis of the steps and the maximum spans that can be covered by the wood beams available at the site, modular proportions and relationships are deduced to establish the dimensions noted with cuneiform characters.

A second village to be considered—the Neolithic proto-city settlement of Çatalhöyük—was excavated in Anatolia, in the Konya Plain, in what is today southern Turkey [13]. According to the experts, it is a very unique example of a Neolithic "city", dated just after the previous one, although it exceeds its dimensions by far. In fact, it covered a surface of approximately eight hectares consisting of fourteen different overlapping levels, constituting the largest settlement in absolute terms found to date. As far as it can be judged, its first construction could date back to 7000 BC with uninterrupted use until approximately 5600 BC. The relevance of its dimensions and the number of rooms lead to the view that: "its early development may be based not only on the agricultural and grazing economy made possible by the ideal conditions offered by the gradual drying of the alluvial basin in which the Konya Plain now lies, but also on community



Fig. 6 - Mesopotamian clay table from the 3rd millennium BC. with a carved house plan.

management of obsidian obtained from the nearby HasanDag and KaracaDag volcanoes [...] Although their prosperity was based on obsidian, Çatalhöyük inhabitants were also familiar with the use of other local materials, which would have been of infinitely greater value in later Anatolian history" [14]. More specifically, Çatalhöyük was settled on the bank of a river that: "descending from the Taurus Mountains, flows into the Konya plain, which until 16,000 BC was covered by a very large but shallow lake [...] Pasture lands and swamps extended to the East and West while, to the North, narrow salt marshes, kingdom of onagers, wild donkeys, gazelles and lions could be found. Some distance south and west of the town, the wooded ranges of the Taurus Mountains were spread [...] From which the Çatalhöyük inhabitants obtained wood for their houses [...] The forest that grew along the river provided poplars, willows and reeds, and offered shelter to wild boars, snakes and mice, as well as migratory birds." [13]. Their dwellings, perhaps for defensive reasons, were built adjoining each other in such a way that they did not allow for any internal road network. Therefore, all the houses consisted of a unique rectangular room of approximately 25 square meters, equipped with a small and narrow cabinet placed on one of the two short sides, built with raw bricks plastered with mud, without foundations of any kind. In particular, they were sun dried clay and raw bricks obtained by means of wooden molds, so they were all equal and, already in 9000 year old constructions, stagedly placed [15]. However, the supporting structure of the house was not made of brick walls but of wooden beams with a reticular structure, so that the bricks were only used as filling for the dividing walls. There were no party walls, so each house had its own walls and many of them were joined in large blocks, similar to horizontal hives whose cells could only be entered from above. The wooden stairs fixed against the southern wall of each main room allowed access to the interior of the rooms, illuminated by small openings carved in at least two walls under the eaves of the flat

roofs.

Between blocks we find the patios, used for the accumulation of household waste and for outdoor life. The town did not have walls or special fortifications, being the outer part of the houses sufficient for defense, consisting of a continuous wall without any entrance door to which the animal shelters were attached [16]. Also in Çatalhöyük, the 7th-6th millennium BC. marked the appearance of rectangular rooms.

#### How

Based on what has been described both in Jericho and Çatalhöyük, the rooms and, more generally, the rectangular-plan buildings, began to be built from the 7th to the 6th millennium BC. Their appearance must necessarily be related to the ability to represent them graphically and, therefore, to the origin of the technical drawing applied to planimetric surveying and/or architectural projects. Obviously, it cannot be considered that this remote chronological context coincides in any way with the shape of the drawing, in the sense of providing "objective and quantified" information, such as that systematically shown by the findings from the end of the 4th millennium. The latter also, being so precise, suggest a long evolutionary process behind them, accentuated by the contemporary sluggishness of technical progress, which would in fact conclude with those planimetries that remain since then up to the present day, almost unchanged in their application principles. How long did that prodromal stage last? It is difficult to estimate, since there are significant archaeological findings missing from the various stages that could allow establishing a chronology on the matter. We know, however, that in the entire history of technology—in which we include technical drawing—there is no case of invention that has had its definitive connotation from the beginning, or after a short interval; that is, that they have not changed, even if they have continued to be used. Between the manifestation of the need for the relative archetypal achievement and its final functionality, periods of considerable duration often elapse. For many inventions, once achieved their optimization and after widespread use, their memory has been almost completely lost due to some traumatic event, resurfacing long after as an entirely new development. Therefore, when we face the first similar planimetric representations, if not identical to the current ones in terms of arrangement and conventions, we cannot consider them in any way to be the first ones in history. Such findings, if any, are only the first of their kind found and, as it has been mentioned, they must be considered as the last productions of a much older evolutionary process whose stages either has not reached us or we have not been able to recognize them as such. The alphabet we use is, in essence, the Roman alphabet; however, it was certainly not the starting point of writing, but rather came after partially known long and complex phases [17]. Therefore, it should be noted that in the following research, the starting point is necessarily the conclusion of

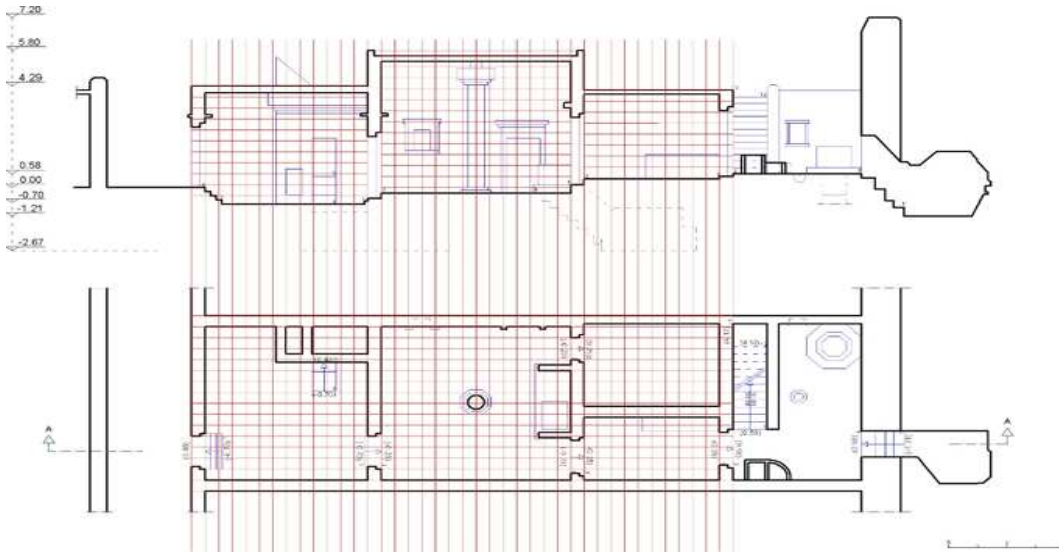


Fig. 7 - Egypt. Reconstruction of a house in the of Deir el-Medina village, near present-day Luxor (XX dynasty) Identification of measurements and modulation on the associated plane and section.

the aforementioned process. Its relative dating is obviously that of the extremely rare findings encountered so far and that do not allow us to obtain any plausible chronological hypotheses about the beginning of the process itself. This leads us to two conclusions.

An evolved technical representation, such as the one conveyed by the 4th to 3rd millennium BC. findings, can boast, as has been said, of having a much more remote precursor. Likewise, considering the true rarity of these findings, it must be assumed that, despite the great length of evolutionary time, those related to prodromal phases, with the exception of the unidentified ones, have not come to us, either because perishable supports were used, or because they were deliberately destroyed. Therefore, in a new attempt to establish the "When", the advent of technical (scale) drawing has a *post-quem* date coinciding with the first rectangular rooms, that is the 7th-6th millennium BC, and an *ante-quem* date coinciding with the first findings encountered with correct planimetries at the end of the 4th millennium BC. At the center of this chronological scope and for purely statistical reasons—around the 5th millennium BC—it makes sense to locate the genetic moment from

which the evolution of technical drawing, as we understand it and practice it today, begins.

### Why

The adoption of dwellings and buildings with square spaces (quadrangular and later rectangular) was the building response to the defensive, functional and technical-constructive demands. A solution that remains the most widely practiced for various reasons, some of which are purely prehistoric while others, on the other hand, lack chronological limits. Among the firsts, without a doubt, the greater ease found in the construction of the roofs. The beams and supporting structures required using elements of the same length, easier to find and prepare, but above all to be placed at the work site. Equal openings supported the loads homogeneously, without dangerous collapses or excessive oversizing. Even when the vaults started to be used, achieving equidistance between the jambs meant the same chord and the same chord height, which indicate identical strengths. The greatest advantage, however, derived from a more rational use of interior spaces, especially after the generalization of the use of beds and straw mattresses, which in turn were

always rectangular. Without forgetting, on the other hand, that while a quadrangular structure can easily be placed next to a similar one, attaching it on one full side, the same does not apply in the case of curvilinear structures, which only allow for tangential contact. Finally, taking into consideration the presence of a road network, whatever its route, a rectangular building would be better adapted having one side on the road's margin.

Even more complex, if possible, is to determine what should be understood by technical drawing in such an archaic historical context. And, even more, the reason for its success, having already restricted its scope only to architectural drawing and more specifically to the principles and criteria used for the survey and design of buildings, regardless of their particular purpose. All of them can be justified on the basis of the primary organization of the space necessary to provide humans with protection from seasonal climatic variations, inclement weather, the nightmare of aggressions and the risk of the loss of resources laboriously obtained from earth. In other words, structures designed to satisfy primary physiological and psychological needs, essential reasons of human society and the culture of those disciplines emphasizing the division of labor roles according to their unique needs. On the basis of this premise, one might say that the architectural drawing originated to objectively establish the characteristics and connotations of a building, both in terms of possible levies, and to foresee and establish the characteristics that would have to be considered in the event that it was executed. Through its development, the history of the architectural uprising—that inherent in an existing original with which it must maintain exactly, as in a portrait, a close similarity and therefore a rigid relationship of proportionality—is indirectly delineated. Similarly, it provides a glimpse into the history of the ideas inherent to a utopian model and to which an implicit scale relationship must be maintained, understood as the proportion that links the real dimensions with the graphic dimensions. In summary, one could say that the



Fig. 8 - Reconstruction of a house in the of Deir el-Medina village. Render of the fugal section (Drawing by Santiago Lillo).

drawing for architectural surveying does not differ technically from the project drawing, given that in both cases all indications for the analysis or execution of what is represented must be provided, as well as the purposes or intentions and the reasons for its implementation.

### As conclusions, some hypotheses

Very recent studies on Çatalhöyük, one of the first Neolithic "mega-sites" in the world developed around agriculture, conclude that through the bio-architectural analysis performed we can get to know the immediate origins of today's lifestyle or how we organize ourselves in community [18].

We would then determine that many of the challenges we encounter today are the same ones faced at Çatalhöyük, although far greater. For development to be sustainable, it is necessary to reflect on the processes that lead us to rethink the graphic intermediary, that is, the representation of aspects as a privileged place where memory and sustainable change can be connected in the light of previous analysis [19, 20].

Shifting attention from the object of imitation to the purpose of representation, the source element of knowledge resides in the process that leads to making visible the contents supporting the visible aspect (in the case of architectural surveying) and, on the other hand, leads to choices capable of translating ideas into hypotheses of constructive feasibility (project). Even in the most ancient examples, it must be assumed that there is at least a proportion relationship guaranteed by the geometric framework of the model that, although it is embryonic, it is essential to relate the limits of existing buildings and transfer to the ground those to be executed.

The most basic system devised to proportionally reduce the selected elements seems to be the use of orthogonal grids, the only ones traceable in prehistory due to the crudeness of the conceptual and operational instruments. Cubic crystals of pyrite or sodium chloride, with their orthogonal rigor, seem to have been able to suggest, even to primitive civilizations, the idea of a solid with squared faces—although the right angle was even more evident when observing the falling of a stone impacting on the flat surface of a puddle—. Having recognized the square, on the basis of empirical experience as a consequence of the gravitational force, the question is to establish when this concept was collected and therefore applied to the design of rectangular spaces. It should be said that these spaces are the only ones susceptible of being plotted graphically, avoiding striking approximations, using the convenient functionality of orthogonal lines drawings, without which it would not be possible to hypothesize about a survey and/or a project drawing. It was therefore a true achievement for humanity: the round huts, impossible to be precisely traced without having adequate goniometric instruments or trilateration procedures, were replaced by square geometries, discovered and classifiable as reference models for the evolution of

"technical" drawing. The question, therefore, concerns archeology, which provides the parameters derived from numerous excavations to indicate when the first orthogonal houses or urban settlements arose. The answer constitutes the basis of our research, identifying the *post quem* date in which the transcription of the drawing into a graphic scale took place for the first time.

### REFERENCES

- [1] I. Black e H. Cherrier, "Anti-consumption as part of living a sustainable lifestyle: Daily practices, contextual motivations and subjective values", in *Journal of Consumer Behaviour*, vol. 9, n. 6, 2010, pp. 437-453
- [2] P. James, *Urban Sustainability in Theory and Practice*. New York: Routledge, 2015
- [3] A. Rossi, "From the bas-relief to the 3D model. A hypothesis is for the reconstruction of Armeniam fortress. Dal bassorilievo al modello 3D. Ipotesi ricostruttiva di una fortezza", in *Disegnare con...*, vol. 10, 2017, pp. 1-15
- [4] A. Rossi, "Rilievo ante litteram. Il palazzo di Toprakkale", in *Palladio*, vol. n. 55, 2015, pp. 5-16
- [5] A. Rossi, P. Cabezos, D. Martin, "Theoretical reconstruction of the Palace of Niir-Adad 1865-1850 B.C. Ipotesi ricostruttiva del Palazzo di Niir-Adad 1865-1850 a.C.", in *AA VV*, UID, 2019
- [6] V. Lanternari, M. O. Acanfora, L. V. Grottarelli, "L'abitazione", in L. V. Grottarelli, *Ethnologica. L'uomo e la civiltà*. Milano: Edizioni Labor, vol. II, 781, 1965, pp. 227-371
- [7] A. Barresi, E. Amagliani, "Città antica e città contemporanea; forme dell'urbanizzazione e dinamiche delle trasformazioni; l'urbanistica della città europea, teoria e prassi", in *Dispense del Corso di Fondamenti di Urbanistica*, Documento scaricabili alla pagina [http://www.unirc.it/documentazione/material\\_e\\_didattico/597\\_2010\\_253\\_9633](http://www.unirc.it/documentazione/material_e_didattico/597_2010_253_9633)
- [8] S. Moscati, 1963, *Antichi imperi d'Oriente. Sumeri, Assiro Babilonesi, Egiziani, Hittiti, Hurriti, Cananei, Aramei, Ebrei, Persiani*. Roma: Newton Compton Editori, 1978, pp. 22-23
- [9] V.G. Childe, 1973, *Il progresso nel mondo antico*. Milano: Giulio Einaudi, 1975. Ed. orig. *WhatHappened in History*, Harmondsworth, Middlesex: 1942, pp. 50-51
- [10] L. Nigro, *Tell es-Sultan/Jericho in the Context of the Jordan Valley: Site Management, Conservation and Sustainable Development*, in proceedings of the International Workshop Held in Ariha, 2005
- [11] F. Russo, *Ingegno e paura. Trenta secoli di fortificazioni in Italia*. Roma: Stato Maggiore dell'Esercito, 2005, vol. I pp. 317, pp. 29-31
- [12] F. Beccaria, *Le antiche civiltà del Vicino Oriente*. Perugia: Editrice Eurodes, 1979, vol. I. pp. 277
- [13] J. Mellart, *The Archeology of Ancient Turkey*. New York: Rowman and Littlefield, 1978. Tr.it. G. Gigliola, *Dove nacque la civiltà*. Roma: Newton Compton, 1981, pp. 16
- [14] J. G. Macqueen, *The Hittites and their contemporaries in Asia Minor*. London: Thames and Hudson Ltd, 1975. Trad. it. B.Oddo, *Gli Ittiti un Impero sugli altipiani*. Roma: Newton Compton, 1979, pp. 175
- [15] R. J. Forbes, *Man the maker*. New York: Henry Schuman Inc, 1958. Tr.it. F. Tedeschi, *L'uomo fa il mondo*. Torino: Giulio Einaudi, 1970, pp. 375
- [16] S. Lloyd, "Architettura dell'Asia anteriore antica", in *Architettura mediterranea preromana*, Venezia Electa Editrice, 1972, pp. 415
- [17] A. Mondini, *Dalla preistoria all'anno Mille*. Torino: UTET, Unione Tipografica Editrice Torinese, 1973. In A. Capocaccia, *Storia della tecnica*. Torino: UTET, vol. I, pp. 417, pp. 123-29
- [18] C. S. Larsen et al., *Bioarchaeology of Neolithic Çatalhöyük reveals fundamental transitions in health, mobility, and lifestyle in early farmers*, in proceedings PNAS. vol. 116, no. 26, 12623, 2019

- [19] D. Bianchi et al., *Colloqui sostenibili. A confronto con chi crede nella transizione green*. Milano: Marsilio, 2020
- [20] E. Granata, *Biodiversity: Città aperte, creative e sostenibili che cambiano il mondo*. Milano: Giunti, 2019

### EN LOS ORIGENES.

### ENTRE MEMORIA Y DESARROLLO SOSTENIBLE, EL ESPACIO PRODUCTIVO DEL DIBUJO

#### Abstract

*El espacio productivo del intercambio entre memoria y razón es el dibujo: no importa si está "fenomenizado" - en cuanto a que la obra realizada es depositaria inmediata de la idea creativa (como lo fue originalmente)- o bien "mediado", ya que el intermediario gráfico precede a la ejecución o anticipa la modificación.*

*Tomando como punto de partida algunas evidencias encontradas en los yacimientos de Tell-es-Sultan y CatalHuyuk, el análisis que se propone es un "ejercicio" de reconstrucción sobre el origen de las primeras agrupaciones humanas, el desarrollo de un criterio que permita proporcionar algunas claves para registrar los saltos en los cambios y transformaciones a lo largo de la historia.*

*El objetivo fundamental del presente estudio se basa en el establecimiento de hipótesis plausibles que puedan contribuir a esclarecer el dónde, el cómo, el cuándo y el porqué del advenimiento del dibujo técnico como instrumento de mediación entre la voluntad, la idea orientada a la satisfacción de las necesidades humanas primarias y el proyecto construido; la herramienta necesaria para establecer de manera objetiva las características y connotaciones del hábitat que trasciende al medio natural y cuya sistematización ha permitido el desarrollo de tipologías constructivas más sostenibles.*

**Palabras clave:** Dibujo, evolución, proyecto, forma, sostenibilidad

#### Introducción

*Recordar dónde, cuándo, cómo y por qué se han originado y por tanto, conformado las primeras comunidades proto-urbanas puede ayudar a enmarcar históricamente los desafíos culturales actuales. El camino hacia el logro de la sostenibilidad representa, de hecho, una provocación social que ciertamente no es nueva pero sí "inmensamente mayor" que en el pasado [1]. Las formas de agregación y los estilos de vida locales e individuales muestran cómo la elección (a veces obligada) de los materiales, estructuras y razones de la agregación se reflejan en las geometrías del paisaje antropizado [2]. Las medidas, relaciones y proporciones son relevantes para ser analizadas en la configuración de elementos simples (llamados por lo tanto, primitivos) con el fin de aislarlos para extraer mecanismos morfológicos y constructivos. El levantamiento gráfico y la representación constituyen por tanto, la clave para entrar en el fondo de las cuestiones, explotando las características de las exploraciones ya realizadas que permitan orientarnos acerca del siguiente paso al que dirigimos. Desviando la atención del análisis de la forma del paisaje urbano a la capacidad de pensar en él, el tratamiento conduce a una nueva hipótesis cronológica plausible sobre el comienzo del proceso que condujo a las geometrías escuadradas descubiertas, clasificables como modelos de referencia para la evolución del dibujo "técnico". El dibujo a escala es, de hecho, mucho más antiguo de lo que hasta ahora estamos dispuestos a reconocer [3]. Reconocer la utilización de instrumentos conceptuales y operativos nos lleva a descubrir las razones del uso de las retículas ortogonales, las únicas trazables en la prehistoria a causa de la rudeza de los instrumentos conceptuales y operacionales [4, 5]. En esta perspectiva, escuadras y ángulos rectos representan una verdadera conquista*

para la civilización prehistórica, dominando un modo de proyectar que hoy criticamos como insostenible, muy diferente, sin embargo al empleado en las anteriores cabañas redondas, imposibles de trazar con precisión sin procedimientos de goniometría o trilateración. Una clave para releer la historia [6], un ejercicio que permita identificar las causas y efectos que hacen que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, duraderos y sostenibles [7].

### **Dónde y cuándo**

A poca distancia de la actual Jericó, en el homónimo oasis del Valle del Jordán, se levanta en la colina de Tell-es-Sultan un pequeño pueblo de 7.000 habitantes. Debido a su configuración antinatural, el relieve atrajo irresistiblemente la atención de los arqueólogos que desde los primeros años del siglo XX fueron exhortados a su intervención. Desde entonces, y durante casi cincuenta años, en una alternancia de fases excitantes y decepcionantes, los picos de los excavadores diseccionaron la colina, causando, con el afloramiento de las primeras ruinas, una explosión de conjeturas y diatribas sobre su presunta datación. Pesaba sobre la cuestión el asunto bíblico y la esperanza de ver materializarse, desde el olvido de los milenios, aquellos míticos muros, desenterrados milagrosamente [8]. Una cerca perimetral, notablemente maciza, había sido sacada a la luz, pero algunas peculiaridades muy evidentes no encajaban en una datación demasiado obvia. Lo que hizo la cuestión aún más enigmática fue la falta de unidad en tales descubrimientos: bajo de sus cimientos, de hecho, podían entreverse otros más antiguos a su vez, insistentes sobre ruinas inmemoriales. El fenómeno, en sí mismo, no era en absoluto excepcional, y se podía verificar siempre y cuando las comunidades vivieran "en el mismo lugar durante muchas generaciones sucesivas. Los grupos de cabañas de cañas o barro decaían con el paso del tiempo, pero nuevas construcciones se edificaban sobre aquellas ruinas" [9].

Según diversos aspectos, la evolución cronológica de algunos asentamientos humanos, ubicados en lugares de rendimiento agrícola relevante, o incluso de importancia estratégica para el control del tráfico y del comercio limitrofe, puede ser comparada con la formación de las rocas sedimentarias. Capa tras capa, los desechos se superponen diversificándose y, en cierto punto, generalmente tras un acontecimiento extraordinario, aparece su diferenciación con respecto a las sucesivas acumulaciones previas. Reiterando el proceso completo, con el paso de las eras geológicas, se origina una especie de libro colosal cuyas diferentes páginas, perfectamente reconocibles, no son más que los diferentes estratos superpuestos, de los cuales los superiores, son habitualmente también los más recientes. Del mismo modo, sobre el asentamiento paleolítico se asentó el poblado neolítico, cuyas ruinas hicieron de soporte a la ciudad prehistórica, que a su vez será recubierta por la protohistórica y después nuevamente por la histórica, en un lento y constante crecimiento altimétrico y volumétrico. Por lo tanto, el desplazamiento de los centros habitados más antiguos se produce generalmente exclusivamente en dirección vertical, consiguiendo desde la mayor elevación una mayor protección defensiva. Las fases de sucesión están casi siempre condicionadas por otras tantas destrucciones y abandonos temporales, por reconstrucciones del mismo grupo étnico superviviente, o bien, con menos frecuencia, por el establecimiento de nuevos conquistadores. En cualquier caso, como en los estratos sedimentarios, también en los urbanísticos las interrupciones implican mutaciones traumáticas. En un momento determinado del proceso milenar, un acontecimiento más devastador y perturbador que los anteriores, o una mutación climática irreversible, decreta la conclusión del asunto y el abandono definitivo de la zona habitada que en breve se convierte en un incierto montón de ruinas. La desaparición bajo capas de escombros o de arena es bastante rápida,

precediendo incluso a la pérdida de la memoria histórica: todo permanece así sellado y conservado en un envoltorio que no se diferencia en absoluto de las diferentes cumbres similares que lo rodean. Tal vez sólo el detalle de la cima allanada traiciona la orogénesis antinatural: el ojo experto del nómada, sin embargo, siempre ha sido capaz de reconocerlos, perfectamente consciente de la causa genérica: el término tell con el que se designa significa precisamente "pila de escombros".

Al comenzar la disección de Tell-es-Sultan, centímetro a centímetro, descendemos, siglo tras siglo, hacia el misterioso remotísimo origen. Siempre, sin embargo, sale a la luz de los espesos muros un centro habitado. Así, en el decenio de los años treinta, se cruzaron hasta tres ciudades superpuestas, a las que se atribuyeron fechas que van desde el neolítico hasta la época de Israel. La Jericó bíblica se encontraba actualmente muy superada cronológicamente, pero la cuestión no había terminado todavía. A partir de 1952, se emprendieron otras campañas de excavación bajo la dirección de la arqueóloga inglesa Kenyon [10] y se alcanzó entonces otra ciudad. Se estimó su origen neolítico y precerámico, constituida por casas rectangulares adosadas unas sobre otras, y fue datada en torno al sexto milenio a.C. Una vez más, sin embargo, alcanzados los cimientos, salieron a la luz nuevas preexistencias. Y de hecho, profundizando en las excavaciones, resurgió otra ciudad, con casas de contornos curvilíneos, mucho más arcaicas y rudimentarias que la anterior. Como a las anteriores, la rodeaban murallas perimetrales de unos buenos 7 metros de altura, con espesores que oscilaban entre 2,5 y 3 metros. Adosados a ellos se disponía un notable foso, en diferentes secciones, tallado incluso en la roca, de una longitud de 5 metros y 3 metros de profundidad media [11]. El complejo, cercado por la fortificación, abarcaba una superficie de más de 4 hectáreas y disponía, como elemento defensivo adicional, de una torre circular de unos 8 metros de diámetro, perfectamente legible en su condición informativa. Para toda una serie de hallazgos se consideró que sus "habitantes se alimentaban de la caza y la recolección, pero también del cultivo de los campos irrigados por un manantial perenne, con la cría de ovejas y cabras, probablemente no de ganado, en praderas irrigadas. Pero, a diferencia de los asentamientos posteriores, no usaban hachas pulidas ni convirtieron la arcilla en cerámica con la ayuda del fuego. Por lo tanto, se dice que Jericó I ilustra una etapa neolítica pre-cerámica. La misma etapa está representada en un segundo poblado, Jericó II, edificado en el sitio un milenio más tarde, por un nuevo pueblo" [9]. En cuanto a la datación, por tanto, se consideró adecuado el octavo milenio a.C., con la conclusión obvia de que aquellas ruinas pertenecían a uno de los primeros asentamientos urbanos conocidos. En cuanto a las murallas, finalmente, se supone que en lugar de defender a los habitantes de los enemigos que, obviamente, no tenían capacidad para asaltarlos, constituían una estructura distintiva de los habitantes que permitía diferenciar aquellos que estaban dentro de los que estaban fuera [12].

En lo que a nosotros respecta, podemos concluir que el asentamiento más antiguo nos ha legado construcciones pertenecientes a la cultura natufiana, estructuras de piedra que parecen remontarse al décimo milenio a.C., de incierta definición formal. En los sucesivos, en cambio, que se remontan a un período neolítico precerámico temprano, datado en torno al IX-VIII milenio a.C. y más precisamente a los años 8350-7370 a.C., definidos como cultura sultaniana, el asentamiento, rodeado por un muro de piedra con una torre, se extiende sobre cuatro hectáreas con estancias de forma circular, construidas con ladrillo crudo. En la segunda parte del neolítico precerámico, VIII-VI milenio a.C., entre el 7220-5850 a.C., las casas, de nuevo de ladrillo crudo sobre cimientos de piedra son, en cambio, construcciones rectangulares. Los ladrillos tienen forma de pan y conservan profundas huellas de

pulgares, destinadas a facilitar su manipulación. Las distintas habitaciones se articulan en torno a un patio central, una de las cuales es más grande y presenta subdivisiones internas, mientras que las otras eran probablemente utilizadas como almacenes. Las habitaciones están pavimentadas con arcilla. Para Jericó, por lo tanto, el advenimiento de las construcciones rectangulares se sitúa en torno al VII-VI milenio a.C.

Un segundo poblado a tener en cuenta ha sido excavado en Anatolia, en la Llanura de Konya, en la actual Turquía meridional: CatalHuyuk [13]. Se trata, según los expertos, de un rarísimo ejemplo de "ciudad" neolítica, datada justo después de la anterior, de la que, sin embargo, supera ampliamente sus dimensiones. Cubría, de hecho, una superficie de ocho hectáreas aproximadamente, por lo que es, hasta el día de hoy, la mayor en términos absolutos, constituida por catorce niveles distintos superpuestos. Por lo que se puede deducir, su primera edificación podría remontarse al año 7000 a.C. con un uso ininterrumpido hasta aproximadamente el 5600. La relevancia de sus dimensiones y el número de estancias inducen a considerar que: "su precoz desarrollo pueda basarse no únicamente en una economía agrícola y de pastoreo posibilitada por las condiciones ideales ofrecidas por el secado gradual de la cuenca aluvial en la que se encuentra ahora la llanura de Konya, sino también en el control comunitario de la obsidiana obtenida de los volcanes cercanos de HasanDag y KaracaDag [...] Aunque su prosperidad se basaba en la obsidiana, los habitantes de CatalHuyuk estaban familiarizados también con el uso de otros materiales locales, que habrían tenido un valor infinitamente mayor en la historia posterior de Anatolia" [14].

Más concretamente, CatalHuyuk fue implantada en la orilla de un río que: "descendiendo de los montes del Tauro, desemboca en la llanura de Konya, la cual hasta el año 16.000 a.C. estaba cubierta por un lago muy grande pero poco profundo [...] Al este y al oeste se extendían tierras de pastos y ciénagas, mientras que en el norte se encontraban escuálidas marismas saladas, reino de onagros, asnos salvajes, gacelas y leones. A cierta distancia, al sur y al oeste de la localidad, se extendían las cadenas boscosas de los montes del Tauro [...] De las que los habitantes de CatalHuyuk obtenían madera para sus casas [...] El bosque que crecía a lo largo del río proporcionaba álamos, sauces y cañas y ofrecía refugio a jabalíes, serpientes y ratones, así como a aves migratorias" [13].

Sus viviendas, tal vez por razones defensivas, fueron construidas adheridas unas a otras, de modo que no formaban ninguna red de carreteras internas. Por lo tanto, todas las casas estaban formadas por una única estancia rectangular, de aproximadamente 25 metros cuadrados, equipada con un pequeño y estrecho armario colocado en uno de los dos lados cortos, construido con ladrillos crudos enlucidos con barro, sin cimientos de ningún tipo. En particular se trataba de ladrillos de arcilla mezclados con paja y secados al sol, obtenidos por medio de moldes de madera, por lo que resultaban todos iguales y ya en las construcciones de hace 9000 años, se superponían escalonadamente [15]. Sin embargo, la estructura portante de la casa no estaba hecha de muros de ladrillo, sino de vigas de madera con estructura reticular, de modo que los ladrillos servían únicamente como relleno para los muros divisorios. No había medianeras, por lo que cada casa tenía sus propios muros y muchos de ellos se unían en grandes bloques, similares a colmenas horizontales en cuyas celdas sólo se podía entrar desde arriba. Las escaleras de madera fijadas contra la pared meridional de cada estancia principal permitían acceder al interior de las habitaciones, iluminadas por pequeños vanos tallados en al menos dos paredes bajo los aleros de las cubiertas planas.

Entre los bloques se abrían los patios, empleados para la acumulación de los residuos domésticos y para la vida al aire libre. La ciudad no tenía muros ni fortificaciones especiales, siendo suficiente para la

defensa la parte exterior de las viviendas, constituida por una muralla continua sin puerta de entrada alguna, a la que se adherían los recintos para los animales [16]. Y también en CatalHuyuk el VII-VI milenio a.C. marca la aparición de estancias rectangulares.

### Cómo

En base a lo que se ha descrito tanto en Jericó como en CatalHuyuk, las estancias y, más generalmente, los edificios de planta rectangular, comenzaron a ser construidos desde el VII al VI milenio a.C. Con su aparición debe relacionarse necesariamente la capacidad de representarlas gráficamente y, por lo tanto, con el origen del dibujo técnico aplicado al levantamiento planimétrico y/o al proyecto arquitectónico. Obviamente, no se puede considerar que ese contexto cronológico remoto coincida en modo alguno con la forma del dibujo, en el sentido de proporcionar información "objetiva y cuantificada", como la que muestran sistemáticamente los hallazgos a partir del final del IV milenio. Estos últimos además, precisamente por ser tan precisos, permiten intuir tras ellos un largo proceso evolutivo, acentuado por la lentitud contemporánea del progreso técnico, que terminará de hecho, con aquellas planimetrías que permanecen desde entonces y hasta nuestros días casi inalteradas en sus principios de aplicación.

¿Cuánto tiempo duró aquella fase prodrómica? Es difícil estimarlo, puesto que faltan hallazgos arqueológicos significativos de las diversas etapas, los cuales podrían permitir establecer una cronología sobre la cuestión. Sabemos, sin embargo, que en toda la historia de la técnica -en la que incluimos al dibujo técnico- no existe ningún caso de invención que haya tenido desde el principio, o después de un breve intervalo, su connotación definitiva, es decir, que no cambie, aunque siga utilizándose. Entre la manifestación de la necesidad de los relativos logros arquetípicos y su funcionalidad final, transcurren a menudo períodos de duración considerable. De numerosas invenciones, una vez conseguida su optimización tras un uso generalizado, se ha perdido casi por completo su memoria a causa de algún evento traumático, resurgiendo sin embargo, mucho más tarde, como una absoluta novedad.

Por tanto, cuando nos enfrentamos a las primeras representaciones planimétricas similares, si no incluso idénticas a las actuales en cuanto a disposición y convenciones, no podemos considerarlas de ninguna manera las primeras de la Historia. Tales hallazgos, si acaso, son sólo los primeros del género encontrados que, como se ha dicho, deben ser considerados como las últimas producciones de un proceso evolutivo mucho más antiguo, cuyas etapas o bien no nos han llegado o no las hemos sabido reconocer como tal. El alfabeto que utilizamos, en esencia, es el alfabeto romano, pero ciertamente no fue el punto de partida de la escritura, sino que más bien llegó después de largas y complejas fases sólo parcialmente conocidas [17]. Por lo tanto, hay que señalar que en las siguientes investigaciones se parte necesariamente de la conclusión del mencionado proceso, cuya datación relativa es obviamente la de los hallazgos mencionados que se han encontrado hasta ahora, por otra parte extremadamente raros, y que no nos permiten obtener hipótesis cronológica plausible alguna sobre el comienzo del proceso en sí. Esto nos conduce a dos conclusiones.

Una representación técnica tan evolucionada, como la que transmiten los hallazgos del IV-III milenio a.C., puede alardear, como se ha dicho, de tener un precursor bastante más remoto. Asimismo, considerando la extrema rareza de estos hallazgos, debe suponerse que, a pesar de la larga extensión de nuestra evolución, aquellos relativos a las fases prodrómicas, a excepción de los no identificados, no han llegado hasta nosotros, ya sea porque fueron hechos sobre soportes demasiado perecederos, o bien porque fueron destruidos deliberadamente. Por tanto, volviendo a precisar el cuándo, el advenimiento del dibujo técnico (a escala) tiene como

fecha post quem, la de las primeras estancias de planta rectangular, el VII-VI milenio a.C., y como fecha ante quem, la de los primeros hallazgos encontrados con planimetrías correctas, el final del IV milenio. En el centro de este ámbito cronológico, es decir, en torno al V milenio a.C., tiene sentido ubicar, por razones meramente estadísticas, el instante genético a partir del cual comenzará la evolución del dibujo técnico tal como lo entendemos y practicamos hoy en día.

### Porqué

La adopción de viviendas y edificios con espacios cuadrados (cuadrangulares y después rectangulares) fue la respuesta edilicia a las exigencias defensiva, funcional y técnico-constructiva. Una solución que sigue siendo todavía la más practicada por varias razones, algunas de las cuales son puramente prehistóricas mientras que otras, en cambio, carecen de límites cronológicos. Entre las primeras, sin duda, la mayor facilidad constatada en la construcción de las cubiertas. Las vigas y las estructuras portantes requerían elementos de la misma longitud, más fáciles de encontrar y preparar pero sobre todo de poner en obra. Vanos iguales soportaban las cargas homogéneamente, sin desplomes peligrosos ni sobredimensionamientos excesivos. Incluso cuando se adoptaron las bóvedas, conseguir una equidistancia entre las jambas significaba una misma cuerda y una misma flecha, indicios de resistencias idénticas. La mayor ventaja, sin embargo, derivaba de un uso más racional de los espacios interiores, especialmente después de la generalización del uso de camas y colchones de paja, que a su vez eran siempre rectangulares. Sin olvidar, por otra parte, que mientras que una estructura cuadrangular puede ser fácilmente agregada a otra similar, adhiriéndola por un lado completo, no sucede lo mismo con una estructura curvilínea, que sólo permite un contacto tangencial. Teniendo en cuenta, por último, la presencia de una red viaria, cualquiera que sea su recorrido, en la cual un edificio rectangular se adaptaba mejor teniendo un lado al margen de la calle.

Es más complejo, si cabe, determinar qué debe entenderse en un contexto histórico tan arcaico por dibujo técnico y, más aún, el porqué de su éxito, habiendo ya restringido su ámbito únicamente al dibujo de arquitectura y más concretamente a los principios y criterios utilizados para el levantamiento y el diseño de edificios, independientemente de su finalidad particular. Todos, de hecho, pueden justificarse en base a la organización primordial del espacio necesario para proteger al hombre de las variaciones climáticas estacionales, de las inclemencias del tiempo, de la pesadilla de las agresiones y del riesgo de la pérdida de los recursos laboriosamente obtenidos de la tierra. En otras palabras, estructuras destinadas a satisfacer las necesidades fisiológicas y psicológicas primarias, razones fundamentales de la sociedad humana y de la cultura de las disciplinas que acentúan la división de los roles del trabajo, según sus necesidades peculiares.

Sobre la base de esta premisa, es posible afirmar que el dibujo arquitectónico se originó para establecer de manera objetiva las características y connotaciones de un edificio, tanto en función de una eventual imposición fiscal, como para prever y establecer las características que se habrían tenido que respetar en el caso de que se hubiera querido realizar. A través de su desarrollo se delinea indirectamente tanto la historia del levantamiento arquitectónico, aquel inherente a un original existente con el cual debe mantener exactamente, como en un retrato, una estrecha similitud y por lo tanto, una rigida relación de proporcionalidad; como la historia de las ideas inherentes a un modelo utópico y de la cual hay que mantener igualmente una relación implícita de escala, entendiéndose como tal la proporción que vincula las dimensiones reales con las dimensiones gráficas. En resumen, se puede decir que técnicamente el dibujo para el levantamiento arquitectónico no difiere del

dibujo de proyecto, ya que en ambos casos debe proporcionar todas las indicaciones para el análisis o la realización de lo que se representa, así como los propósitos o intenciones y las razones de su aplicación.

### Como conclusión, algunas hipótesis

Recientísimos estudios sobre Çatalhöyük, uno de los primeros "mega-sitios" neolíticos del mundo construidos en torno a la agricultura, concluyen que a través de los análisis bio-arquitectónicos realizados aquí, podemos conocer los orígenes inmediatos de nuestras vidas de hoy en día, cómo nos organizamos en comunidad [18].

Para comprobar cómo muchos de los desafíos que afrontamos hoy en día son los mismos que tenían en Çatalhöyük, sólo que inmensamente mayores. Para que el desarrollo sea sostenible, es necesaria una reflexión sobre los procesos que nos lleve a replantear el intermediario gráfico, es decir, la representación de los aspectos como un lugar privilegiado en el que conectar memoria y cambio sostenible a la luz de los análisis previos [19, 20].

Trasladando la atención del objeto de la imitación al propósito de la representación, el elemento fuente del conocimiento reside en el proceso que lleva a hacer visibles los contenidos que sustentan el aspecto visible (en el caso del levantamiento arquitectónico) y, por otra parte, conduce a elecciones capaces de traducir las ideas en hipótesis de viabilidad constructiva (proyecto). Incluso en los ejemplos más antiguos, hay que suponer que existe al menos una relación de proporción garantizada por el armazón geométrico del modelo, aunque sea embrionario, pero esencial para relacionar los límites de los edificios existentes y transferir sobre el terreno aquellos que van a construirse.

El sistema más elemental ideado para reducir proporcionalmente los elementos seleccionados parece ser el uso de retículas ortogonales, las únicas trazables en la prehistoria debido a la rudeza de las herramientas conceptuales y operativas: los cristales cúbicos de pirita o de cloruro de sodio, con su rigor ortogonal, parecen haber podido sugerir incluso a las civilizaciones primitivas la idea de sólido de caras a escuadrada, si bien el ángulo recto era aún más evidente al observar la caída de una piedra, que impactaba normalmente sobre la superficie plana de un charco. Reconocido, sobre la base de la experiencia empírica, el concepto de escuadra, consecuencia de la fuerza de gravedad, la cuestión es establecer cuándo el concepto es recogido y por tanto aplicado en el diseño de espacios rectangulares, los únicos, conviene decir, susceptibles sin llamativas aproximaciones de ser trazados gráficamente, utilizando la cómoda funcionalidad de un dibujo de líneas ortogonales, sin las cuales no habría sido siquiera posible hacer una hipótesis sobre un dibujo de levantamiento y/o de proyecto. Se trató pues, de una verdadera conquista para la civilización: las cabañas redondeadas, imposibles de trazar con precisión sin disponer de instrumentos goniométricos adecuados o procedimientos de trilateración, fueron sustituidas por geometrías cuadradas, descubiertas y clasificables como modelos de referencia para la evolución del dibujo "técnico". La cuestión es relativa, por tanto, a la arqueología, que proporciona los parámetros derivados de las numerosas excavaciones para indicar cuándo aparecieron las primeras viviendas o emplazamientos urbanos ortogonales. Las respuestas constituyen la base de nuestra investigación, identificando la fecha post quem del inicio de la transcripción del dibujo en escala gráfica.