

LA INVENCIÓN DE LA RETÍCULA URBANA: ESCUADRA Y ARADO. Una cuestión geométrica y agrícola

THE INVENTION OF THE URBAN RETICLE: SQUARE AND PLOW. A geometric and agricultural issue

Rafael García Sánchez

doi: 10.4995/ega.2017.7355

Nos preguntamos por el origen de los trazados ortogonales. Frecuentemente, se afirma que el trazado hipodámico es el más natural e intuitivo. ¿Es una invención griega? La arqueología demuestra que en la historia humana los fenómenos culturales obedecen a creaciones e invenciones tecnológicas. Sospechamos que calificativos como los de “natural” e “intuitivo”, pueden ocultar una inevitable subordinación al cálculo de áreas y al trazado parcelario y agrícola, que se lleva a cabo en el neolítico, en los entornos llanos y fértiles de los ríos.

PALABRAS CLAVE: ORTOGONALIDAD. CIUDAD. AGRICULTURA. RETÍCULA

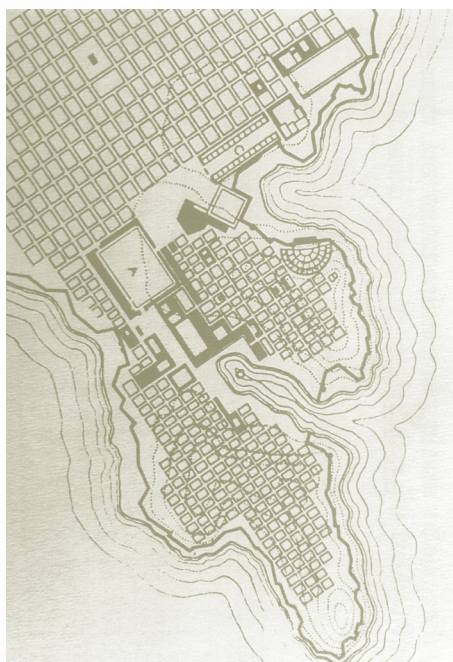
We wonder about the origin of the orthogonal tracings. It is commonly said that the layout grid is the most natural and intuitive. Is it a Greek invention? Archaeology shows that in human history, cultural phenomena are due to technological inventions and creations. We suspect that adjectives like “natural” and “intuitive” hide an inevitable subordination to the calculation of areas and plots and agricultural mapping, which takes place in the Neolithic, within plain and fertile river environments.

KEYWORDS: ORTHOGONALITY. CITY. AGRICULTURE. RETICLE



1. Mileto. Plano general de Galión.
Reproducida por Chueca (Chueca 2013)

1. Miletus. General level of Galion.
Reproduced by Chueca (Chueca 2013)



1

Introducción

¿Obedece a alguna ley funcional y geométrica la noción de retícula urbana? ¿Es la forma más natural e intuitiva de tomar posesión del territorio? Nos preguntamos si en la organización y gobierno de las primeras ciudades, también intervinieron factores de índole tecnológica.

Es sabido que la retícula no es una invención de Hipódamo de Mileto al que, sólo debiera atribuírsele la planificación de El Pireo y de la colonia de Turios, no siendo posible que proyectara la reconstrucción de Mileto (Fig. 1) por falta de edad, ni el plan urbanístico de Rodas, con frecuencia atribuible a él erróneamente (Menéndez 1997). Las referencias del mundo sumerio, mesopotámico y egipcio nos llevan a preguntarnos por qué la geometría ortogonal es correlativa a la noción de ciudad (Fig. 2).

Se afirma que la retícula es el modo más racional de domesticar y organizar el territorio. Lo observamos en las culturas arcaicas que abandonaron la geometría circular de las viviendas (10000-7500 a.C.) por otra rectangular (7500-6000 a.C.), cuya organización parece ser el anticipo de la retícula. También se observa en *po-*

leis griegas, *civitates* romanas, *cités* y bastidas medievales, en ciudades sud-americanas de nueva fundación y más recientemente, en norteamericanas. Igualmente comprobamos el uso reticular en la reordenación del espacio consolidado, como sucedió en Londres con el proyecto de John Nash o en París con el del barón Haussmann, aunque estas retículas obedecen a una intencionalidad más paisajística, administrativa y monumental.

Geometría liminal

La palabra *nomos*, ley, tiene su origen en *nemein* que guarda relación con distribuir, y habitar. Coincide con la expresión *nehmen*: tomar, coger. *Nomos* significa tomar, para repartir y dividir. Ley y valla están vinculadas con el término *nomos*, no en vano, contiene la facultad de dividir y la de medir. También significa escuadra en latín, y la palabra recta en sentido jurídico-moral. Por eso Heráclito enlazó ley y valla, porque una ley es expresión de un límite; legislar es “de-limitar”: “el pueblo ha de luchar tanto por la ley como por la valla”.

Que el orden cívico esté fundado en vallas y cercas, y que la forma más in-

Introduction

Is the notion of urban grid due to any functional and geometrical law? Is the most natural and intuitive way to take possession of the territory? We wonder if technological factors also participated in the Organization and Government of the first cities.

It is well known that the reticle is not an invention of Hippodamus of Miletus whom only should be attributed the planning of Piraeus and the colony of Thurii, not being possible that he projected the reconstruction of Miletus (Fig. 1) by lack of age, nor the urban plan of Rhodes, frequently attributable to him erroneously (Menendez 1997). The Sumerian world references, Mesopotamian and Egyptian lead us to ask ourselves why the orthogonal geometry is correlative to the notion of city (Fig. 2).

It is said that the grid is the most rational way of “taming” and organize the territory. We see it in the archaic cultures that they abandoned the circular geometry of dwellings (10000-7500 BC) by another rectangular (7500-6000 BC), whose organization seems to be the foretaste of the reticle. It is also seen in Greek póleis, Roman civitates, medieval cites and bastidas, in South American cities of new foundation, and more recently, in North America. We also prove the reticular use in reordering the consolidated space, as happened in London with John Nash project or Paris with the baron Haussmann, although these reticles are due to a more scenic, administrative and monumental intentionality.

Liminal geometry

The word *nomos*, law, has its origin in *nemein* which relates to distribute, and inhabit. It matches the expression *nehmen*: take, get. *Nomos* means take, in order to divide and give out. Law and fence are linked with the term *nomos*, not in vain, it contains the power to divide and measure. It also means square in Latin, and the word straight in juridical-moral sense. So Heraclitus bonded law and fence, because a law is an expression of a limit; legislating is “de-limit”: “the people must fight both by law and by the fence”.

The fact that the civic order is founded on stone walls and fences, and the most intuitive way of distributing the property according to a *nomos*, is indicative that the orthogonal seem the most rational model organizationally. We insist on this point, because as Liverani says (1995, pp. 50,74), what distinguishes a city from a village from the



4000 BC, is the existence of an organizational and centralised political power according to laws and regulations. Let's take, for example, Herodotus (2000, p.103), who establishes the origin of geometry, in the Egyptian world:

The Pharaoh Sesostris I divided the land among the Egyptians, so that each one could receive a quadrangle of equal size and from each one took back revenue, establishing a tax demanded annually. When the Nile invaded the part of someone, he had to report what happened. Then the Pharaoh sent supervisors, measuring what the ground had been reduced, so that the owner could pay about what he had, in proportion to the fixed tax. Thus, the geometry was originated and later joined Hellas.

Land distribution tended to perpendicularity, conditioned by the instruments used: the plough, the fence, and a system of calculation of areas on flat and orthogonal surfaces.

From circle to rectangle

The settlements of circular dwellings are not cities. Neither the population, nor the economy, or the technology have reached the level of development, characterized by square and rectangular homes, by a central organization, and a demographic and technological increasing, typical of cities.

Archaic man was religious. His perception of nature was connected with the repetition. Its cyclic character, granted a sacred status to the circle. How to overcome the tendency to circularity derived from such an observation?

We know Neolithic villages, with round huts. It is known that in the early Neolithic period, outputs cavemen communities built round houses, tholoi, semi-buried, with elevation of cabin. This form "corresponds to a family structure based on non-extensible units" (Liverani, 1995, p.67), a semi-nomadic economic structure, where take place the first attempts of crops and seasonal camps for hunting and transhumance. We find circular houses both in Jericho (6500 BC), TepeGawra (5000 BC), and Halaf (5300-4800 BC) culture, but they are "regression cases", "technological archaisms" with small dwellings, because at that time, it was already seated the quadrangular ones, usual on agricultural cultures (Liverani 1995, pp.81-83).

The circular and conical houses, built with branches and mats, have geometrical and constructive limitations. The geometric were based on the possibility of containing raised number

2. Mapa que indica la superficie parcelaria. Tablilla, Umma Ur III

2. Map indicating the land surface. Splint, Umma Ur III



2

tuitiva de distribuir la propiedad sea según un *nomos*, es indicativo de que el ortogonal parece el modelo más racional organizativamente. Insistamos en este punto, porque tal y como apunta Liverani (1995, pp. 50,74), lo que distingue a una ciudad de una aldea a partir del 4000 a.C., es la existencia de un poder político y organizativo centralizado, según leyes y normas. De ello, da cuenta Heródoto (2000, p.103), que establece el origen de la geometría, en el mundo egipcio:

El faraón Sesostris I dividió la tierra entre los egipcios, de modo que a cada uno le tocara un cuadrángulo de igual tamaño y tomara de cada uno sus ingresos, estableciendo un impuesto exigido anualmente. Cuando el Nilo invadía parte de alguno, éste tenía que notificar lo sucedido. Enviaba supervisores, que medían cuanto se había reducido el terreno, para que el propietario pudiera pagar sobre lo que le quedaba, en proporción al impuesto fijado. Así, se originó la geometría y pasó después a la Hélade.

La distribución de tierras tendía a la perpendicularidad, condicionada

por los instrumentos que se usaban: el arado, la valla, y un sistema de cálculo de áreas sobre superficies llanas y ortogonales.

Del círculo al rectángulo

Los asentamientos de viviendas circulares no son ciudades. Ni la población, ni la economía, ni la tecnología han alcanzado el nivel de desarrollo, caracterizado por viviendas cuadrangulares y rectangulares, por una organización central, y un aumento demográfico y tecnológico, propio de las ciudades.

El hombre arcaico era religioso. Su percepción de la Naturaleza enlazaba con la de repetición. Su carácter cíclico, otorgó al círculo un estatuto sagrado ¿Cómo superar la tendencia a la circularidad derivada de tal observación?

Conocemos poblados neolíticos, con chozas redondas. Es sabido que en el neolítico incipiente, las comunidades salidas de las cavernas, construyen casas redondas, *tholoi*, semienterradas, con alzado de cabaña. Esta forma "corresponde a una estructura familiar basada en núcleos no ampliables" (Liverani, 1995, p.67), con una estructura económica seminómada, donde acontecen los primeros intentos de cultivos y campamentos estacionales para la caza y la trashumanza. Hallamos casas circulares tanto en Jericó (6500 a.C.), en Tepe Gawra (5000 a.C.), y en la cultura Halaf (5300-4800 a.C.), pero son "casos en retroceso", "arcaísmos tecnológicos" con viviendas reducidas, pues en esa época ya estaba asentada las cuadrangulares, propias de culturas agropecuarias (Liverani 1995, pp.81-83).

Las casas circulares, y cónicas, construidas con ramas y esteras, tienen limitaciones geométrico-cons-



3. Esquema de la reconstrucción del nivel VI B de Catal Hüyük, 6000-5900 a.C.

3. Scheme of reconstruction of the level VI B Çatal Hüyük, 6000-5900 B.C.

tructivas. Las geométricas estriban en que la posibilidad de contener un número de miembros elevados supone un aumento del radio. Para mantener una altura habitable, el mástil debía crecer. La limitación geométrica es la altura del cono. La constructiva consiste en que, a medida que el mástil aumenta con el radio del círculo, las ramas se alargan apareciendo el problema de la flexión.

En cambio, la construcción de chozas rectangulares que encontramos en la cultura Umm Dabaghiya (6000-5500 a.C.), permite ampliar su tamaño, creciendo una de sus dimensiones, no aumentando la altura. La planta cuadrangular “posee un significado social”, anota Liverani (1995, p.67), porque permite ampliaciones, y “tende a formar agregados en un patio y un tejido apretado reticulado”.

Consolidado el sistema de construcción sobre muros, el crecimiento de

las rectangulares prevaleció sobre las circulares. Encontramos casas rectangulares en Jericó y Catal Hüyük (Fig. 3) en torno al 6000 a.C. y organizaciones espaciales complejas con circulaciones transversales planificadas en la granja de Tell Hassuna, (4750 a.C.). En este periodo de revolución urbana, ya se ha desarrollado una economía agrícola, y hay una primera forma de gobierno, organización y burocracia correlativas al desarrollo de la escritura y la contabilidad que, nos parece, serían el origen de la geometría ortogonal.

Ortogonalidad geométrica

Desarrollar la ortogonalidad, requería imprescindiblemente un método que atinara con el ángulo recto horizontal y vertical. Esto es un descubrimiento de las culturas arcaicas. La ciudad sumeria de Ur estaba dotada

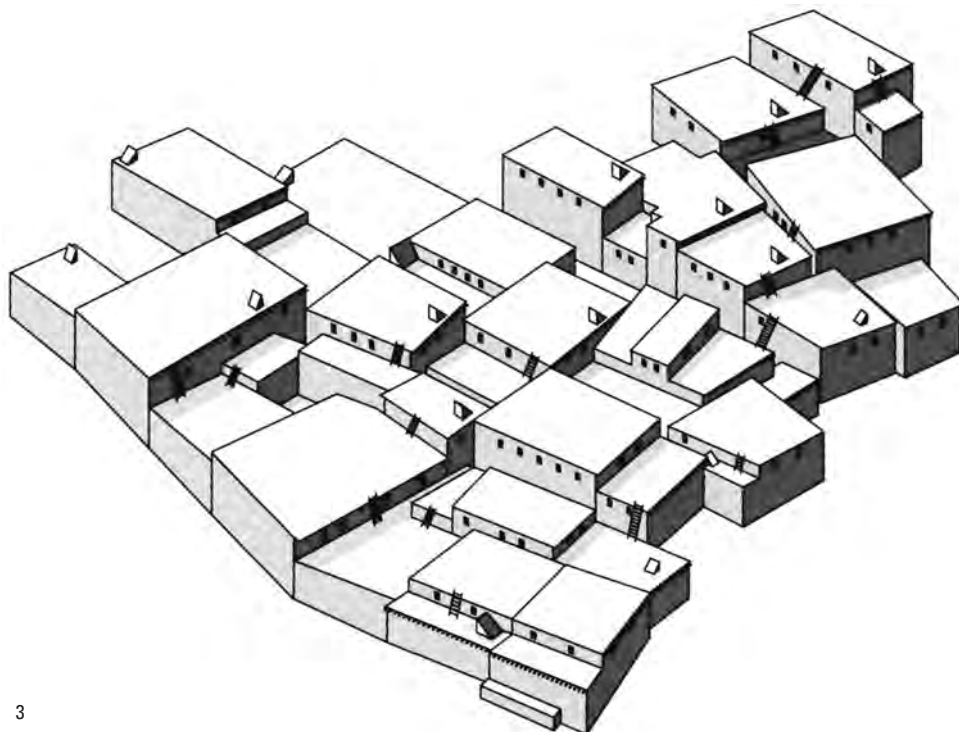
of members lead to an increase of the radius. To maintain a habitable height, the mast should grow. The geometric limitation is the height of the cone. The constructive one is that, as the mast increases with the radius of the circle, the branches get longer appearing the problem of bending.

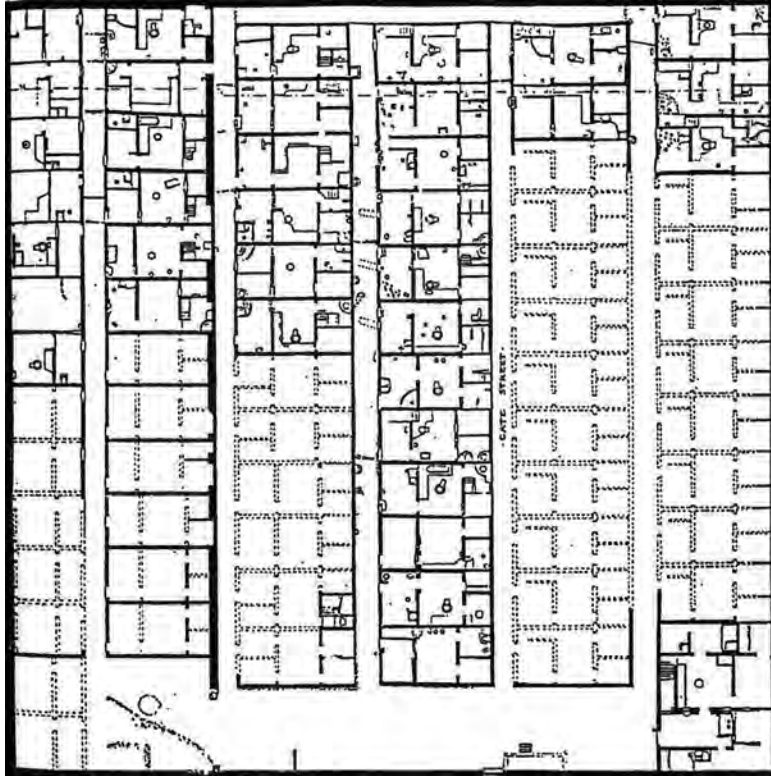
On the other hand, construction of rectangular huts found in Umm Dabaghiya (6000-5500 BC) culture, allows expanding its size, growing one of its dimensions, not increasing the height. The quadrangular plan “has a social meaning”, Liverani says (1995, p.67), because it allows extensions, and” tends to form aggregates in a courtyard and a tightly reticular structure”

Once the building walls system was consolidated, the growth of the rectangular prevailed over the circular. We found rectangular houses in Jericho and Catal Hüyük (Fig. 3) around 6000 B.C. and complex spatial organizations with transverse circulations planned at Tell Hassuna farm, (4750 BC). In this period of urban revolution, an agricultural economy has already developed, and there is a first form of Government, organization and bureaucracy correlates to the development of writing and accounting which, it seems, would be the origin of the orthogonal geometry.

Geometric orthogonality

To develop the orthogonality, it was absolutely required a method to come up with the right-angle horizontal and vertical. This is a discovery of archaic cultures. The Sumerian city of Ur had an orthogonal distribution of religious buildings, although the rest of the urban geometry was chaotic. The city of Dur-Sharrukin, was organized on a rectangle of 1700 x 1800 m., with perpendicular streets. The city of Babylon does not offer an orthogonal geometry but incorporates a novel landscape element: the axis. In Egypt, the city of Illahum is the most ancient example of orthogonal distribution. We can prove the existence of housing built to accommodate the workers of the pyramid of Senusret II (1897-1879 BC) on the basis of a “statist” control of the population. The city had orthogonal geometry; the houses were rectangular built with adobe, separated by narrow streets. Its perimeter was closed “between walls, protected by a moat” (Chueca 2013, p. 53). In the orthogonal city of Tell - el - Amarna (Fig. 4), “founded by Amenophis IV (1369-1354 BC)” (Chueca 2013, p. 55) prevailed the axis and perspective, later developed by the Greek town planning, giving rise to the notion of urban landscape. Memphis, designed





4



5

4. Tell-el-Amarna, ciudad de los trabajadores
 5. Papiro Rhind: muestra de cálculo de superficies
 4. Tell-el-Amarna, city workers
 5. Papyrus Rhind: sample calculation of surfaces

according to the orientation of the compass points also provides regularity of plant and orthogonal layout of streets.

We don't have evidence that the Egyptians discovered the right angle and verticality, but we know that they were able to calculate it both geometric and analytically. The most relevant application of their mathematic was the "areas calculation" because one of the problems was related to the calculation of surfaces as Herodotus indicates. After the annual rise of the Nile, the same surface of land prior to the flood was reassigned to each person. This led to master the calculation of areas as we can see in the Rhind Papyrus (Berciano 1966, pp. 116-137) (Fig. 5), and in that of Moscow. The need to recalculate the flooded areas, resulted in the management of a geometry which, together with the Babylonian, were precursors of the Greek. They found the rules for calculating the area of triangles, rectangles and trapezoids. They observed that you joining triangle-shaped ropes of certain lengths, they obtained a right angle and right-angle

de una distribución ortogonal de edificios religiosos, aunque el resto de la geometría urbana fuera desordenada. La ciudad Dur-Sharrukin, estaba organizada sobre un rectángulo de 1700 por 1800 m., con calles perpendiculares. La ciudad de Babilonia no ofrece una geometría ortogonal pero incorpora un elemento paisajístico novedoso: el eje.

En Egipto, la ciudad de Illahum es el ejemplo más antiguo de distribución ortogonal. Comprobamos la existencia de grupos habitacionales construidos para alojar a los operarios de la pirámide de Sesostri II (1897-1879 a.C.) sobre la base de un control "estatalista" de la población. La ciudad tenía geometría ortogonal, las vivien-

das eran rectangulares realizadas con adobe, separadas por calles estrechas. Su perímetro estaba cerrado "entre tapias, protegido por un foso" (Chueca 2013, p. 53). Es ortogonal la ciudad de Tell-el-Amarna (Fig. 4), "fundada por Amenophis IV (1369-1354 a.C.)" (Chueca 2013, p. 55) donde prevalecía el eje y la perspectiva, que más tarde desarrollará el urbanismo griego alumbrando la noción de paisaje urbano. Menfis, trazada según la orientación de los puntos cardinales, también ofrece regularidad de planta y trazado ortogonal de calles.

No tenemos constancia de que los egipcios descubrieran el ángulo recto y la verticalidad, pero sabemos que sabían calcularlo geométrica y analíti-



camente. La aplicación más relevante de su matemática fue el “cálculo de áreas” porque uno de los problemas estaba relacionado con el cálculo de superficies tal y como indica Heródoto. Tras la subida anual del Nilo, se volvía a asignar a cada persona la misma superficie de tierra previa a la inundación. Esto dio lugar al dominio del cálculo de áreas como comprobamos en el papiro Rhind (Berciano 1966, pp. 116-137) (Fig. 5), y en el de Moscú.

La necesidad de recalcular las áreas inundadas, dio lugar al manejo de una geometría que, junto a la babilónica, fueron precursoras de la griega. Encontraron las reglas para calcular el área de triángulos, rectángulos y trapecios. Observaron que uniendo con forma de triángulo cuerdas de ciertas longitudes, obtenían un ángulo recto y triángulos rectángulos. El rectángulo lo hallaban como derivado del triángulo rectángulo de proporciones “3, 4 y 5” al que calificaron como “principio de naturaleza”, pues daba la posibilidad de obtener las demás a partir de ella.

Ortogonalidad axiológica

La ortogonalidad geométrica devino simbólica porque el orden era primordial en la gestión, administración y gobierno de las ciudades; también en su construcción, que estaba reglada según un cierto tipo de taxonomía. Unas de las principales labores administrativas eran la apertura de canales, la ordenación hídrica del territorio, y la organización parcelaria, aunque no fueran más que una forma de organización territorial orientadas a determinar los impuestos que debían pagar sus pobladores. Es sabido que la revolución agrícola preci-

só del perfeccionamiento tecnológico de la escritura, la contabilidad y la geometría, y fue la condición de posibilidad de “la revolución urbana” que anotan Gordon Childe (1976, p.85 & 1979, p.90), Mario Liverani (1995, p.49) y Leroi-Gourhan (1971, pp.165-167). La necesidad de ordenar y de contabilizar, de anotar y registrar, dio lugar a una forma geométrica, la ortogonal, pues esa era la que se sabía medir y, no en vano, medir guarda relación, como se indicó, con propiedad, valla, norma, y con la organización del Estado.

Que el nacimiento de la democracia griega y la república romana coincidan con la distribución reticular de las trazas urbanas (*neóteros tropos*, dice Aristóteles), es sintomático de hasta qué punto el damero ordena la ciudad y a sus ciudadanos, con un grado de perfección distinto del que puede darse en ciudades déspotas o tiránicas, donde la inexistencia de ortogonalidad es más frecuente, caracterizadas éstas por el *arkhaióteros tropos* (Muñoz 2000, p. 98).

La ortogonalidad puede pensarse como el modo racional de trazar y distribuir la propiedad. Para García Bellido (citado en Muñoz 2000, p.106): “es un plan tan sencillo y lógico que pudo aparecer en cualquier lugar donde se pretendiese ordenar y regularizar un plano urbano cualquiera”. Pero esa racionalidad y sencillez tiene su lógica: el arado.

Del arado a la retícula

Se ha dicho que la dificultad estribaba en el cálculo de áreas y medidas exactas, que permitieran la distribución y reparto de tierras tras las inundaciones, y que el conocimiento de la perpendicularidad resultaba inevitable.

triangles. They found the rectangle as a derivative of the right triangle of proportions “3, 4 and 5” which was qualified as “principle of nature”, as it gave the possibility to obtain the others from it.

Axiological orthogonality

The geometric orthogonality appeared symbolic because the order was capital in the management, administration and Government of cities, also in its construction which was regulated according to a certain type of taxonomy. Some of the main administrative duties were opening channels, the regional water planning, and land organization, although they were not more than a form of territorial organization aimed to determine the taxes that its inhabitants had to pay. It is known that the agricultural revolution needed of the technological improvement of writing, accounting, and geometry, and was the condition of possibility of “the urban revolution” registered by Gordon Childe (1976, p.85 & 1979, p.90), Mario Liverani (1995, p.49) and Leroi-Gourhan (1971, pp.165-167). The need to order and account, to annotate and search, led to a geometric form, the orthogonal, since that was the one they knew how to measure and, not surprisingly, measuring relates, as indicated, with property, fence, standard, and the Organization of the State.

The fact that the birth of Greek democracy and Roman Republic match with the reticular distribution of urban traces (*neoterothropos*, says Aristotle), is symptomatic to what extent the checkerboard orders the city and its citizens, with a degree of perfection other from what can occur in despots or tyrannical cities, where the lack of orthogonality is more common, which are characterised by the *arkhaioteros tropos* (Muñoz 2000, p. 98). The orthogonality can be thought as the rational way of establishing and distributing the property. For García Bellido (cited in Muñoz 2000, p.106): “It is a so simple and logical plan that could appear anywhere it was intended to order and to regularize any urban plan”. But this rationality and simplicity has its logic: the plough.

From the plough to the grid

It has been said that the difficulty laid in the calculation of areas and exact measurements, that allow the distribution and sharing of land following the floods, and that knowledge of the perpendicularity was inevitable. But the origin of the orthogonality is not as natural and intuitive as García Bellido points out. We believe



that orthogonal traces have a technological origin which is the mode in which the lands are cultivated and rivers waters are dominated by using channels and ditches (Fig. 6).

The relationship between grid, orthogonal town and Agriculture seems inevitable. The cities appear in the Neolithic period, considered as agricultural. The relationship between agriculture and city, allotment and urban planning is beyond any doubt. It can be certainly thought that orthogonality is the most natural and logical way to distribute space and property, and that the orthogonal traces require knowledge of geometry and surveying to enable such traces. But if we think about the way that Agriculture arises and develop, we find, in our view, the origin of the urban grid. It is not just a matter of calculation of areas, it is also and primarily a matter of tracing.

Agriculture is developed in the environments of rivers. It is logical to find in that time a population growth in their surroundings, abandoning nomadism. Therefore, documentary sources associate the origin of the cities with major rivers: Tigris, Euphrates, Nile, Indus, etc. Neolithic way of working the land needed a type of tool for planning the agricultural furrows, in other words the plough (Fig.6), which only allows a type of straight drawing of parallel lines generating the well-known agricultural forms. It is not possible to develop a different tracing from the lineal one with this instrument, pulled by domesticated beasts of great weight, less agile and difficult to manage. At the same time, the irrigation form of ditches and canals requires straight, linear tracing, in turn, perpendicular to the furrows traced by the plough (Liverani 1996) (Fig. 7).

Conclusion

The urban orthogonality can be thought as a counterpart of the mode in which lands and waters were domesticated, and as the most accurate method for the calculation of surfaces, but not as *ex novo* invention of the grid urbanism, which often appears as "the symbolic origin" of orthogonal traces of the *poleis* and the *civitates*. ■

References

- ALMAGRO BASCH, M., 1970. *Prehistoria*, en *Manual de Historia Universal*, I, Madrid. pointed in MUÑOZ JIMÉNEZ, J.M., 2000. *La constante ortogonal en el urbanismo de la antigua Grecia*. Madrid: Estudios Clásicos 117-2000, 97-113.

6. Reproducción de arado, hallada en la tumba de Senn

7. Trazados en campos de cultivo sumerio y acadio propuestos por Liverani

6. Reproduction of plough, found in the tomb of Senn Nedjem

7. Paths in Sumerian and Akkadian fields proposed by Liverani

Pero el origen de la ortogonalidad no es tan natural e intuitivo como indica García Bellido. Creemos que las trazas ortogonales tienen un origen tecnológico que es el modo en que las tierras se cultivan y las aguas de los ríos se dominan mediante canales y acequias (Fig. 6).

La relación entre retícula, ciudad ortogonal y agricultura parece inevitable. Las ciudades aparecen en el neolítico y éste es agrícola. La relación existente entre agricultura y ciudad, entre parcelación y urbanismo está fuera de toda duda. Ciertamente puede pensarse que la ortogonalidad es la forma más natural y lógica de distribuir el espacio y la propiedad, y que las trazas ortogonales precisan un conocimiento de la geometría y la agrimensura que permitiera tales trazas. Pero si se piensa en la forma en que surge y se desarrolla la agricultura, encontraremos, a nuestro juicio, el origen de la retícula urbana. No es sólo una cuestión de cálculo de áreas,

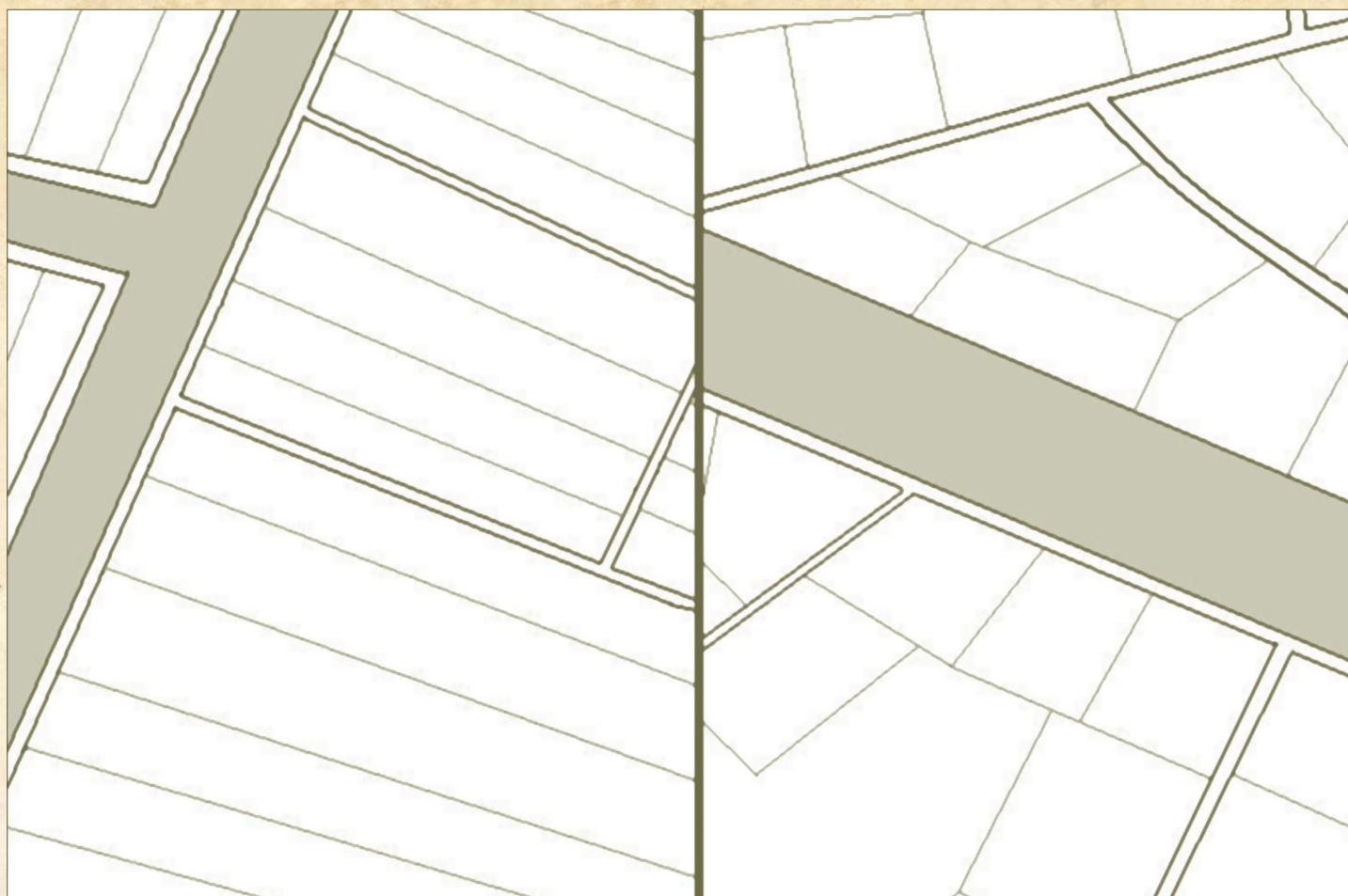
es también y principalmente una cuestión de trazado.

La agricultura se desarrolla en los entornos de ríos. Es lógico que en ellos se produjera la mayor afluencia de población, abandonándose el nomadismo. Por ello, las fuentes documentales asocian el origen de las ciudades a grandes ríos: Tigris, Éufrates, Nilo, Indo, etc.

El modo neolítico de trabajar la tierra precisaba un tipo de instrumento para el trazado de los surcos agrícolas, a saber, el arado (Fig.6), que sólo permite un tipo de trazado recto, de líneas paralelas que genera las formas agrícolas conocidas. No resulta posible un trazado distinto del lineal con este instrumento, tirado por bestias domesticadas, de gran peso, poco ágiles y difíciles de manejar.

Al mismo tiempo, la forma de irrigación por acequias y canales exige trazados rectos y lineales, a su vez perpendiculares a los surcos trazados por el arado (Liverani 1996) (Fig. 7).





7

Conclusión

La ortogonalidad urbana puede pensarse como correlato del modo en que las tierras y las aguas se domesticaban, y del método más preciso para el cálculo de superficies, y no como invención *ex novo* del urbanismo hipodámico, que frecuentemente aparece como “el origen simbólico” de las trazas ortogonales de las *poleis* y las *civitates*. ■

Referencias

- ALMAGRO BASCH, M., 1970. *Prehistoria*, en *Manual de Historia Universal*, I, Madrid. citado en MUÑOZ JIMÉNEZ, J.M., 2000. *La constante ortogonal en el urbanismo de la antigua Grecia*. Madrid: Estudios Clásicos 117-2000, 97-113.
- BERCIANO ALCARAZ, A., 2007. *Matemáticas en el Antiguo Egipto*, (ISSN BI-3491-07) Págs. 116-137.
- CHUECA GOITIA, F., 2013. *Breve historia del urbanismo*. Madrid: Alianza.
- GARCÍA BELLIDO, A. (1966). *Urbanística de las grandes ciudades del mundo Antiguo*. Madrid: CSIC citado en MUÑOZ JIMÉNEZ, J.M., 2000. *La constante ortogonal en el urbanismo de la antigua Grecia*. Madrid: Estudios Clásicos 117-2000, 97-113.
- GORDON CHILDE, V., 1976. *Los orígenes de la civilización*. Madrid: FCE.
- GORDON CHILDE, V., 1979. *La prehistoria de la sociedad europea*. Barcelona: Icaria.
- HERÁCLITO., *Fragmento 22B 44DK*.
- HERÓDOTO, 2000. *Historia, Libro II, Euterpe, CIX*. El aleph editores.
- LEROI-GOURHAN, A., 1971. *El gesto y la palabra*. Caracas: EBCV.
- LIVERANI, M., 1995. *El antiguo Oriente. Historia, sociedad y economía*. Barcelona: Crítica.
- LIVERANI, M., 1996. *Reconstructing the Rural Landscape of the Ancient Near East in Journal Of the Economic and Social History of the Orient* 39, p. 1-49.
- MENÉNDEZ, J.L., 1997. *Las fuentes antiguas sobre el urbanismo de Hipodamo de Mileto*. Barcelona: D'Art, 23, (183-203).
- BERCIANO ALCARAZ, A., 2007. *Matemáticas en el Antiguo Egipto*, (ISSN BI-3491-07) Págs. 116-137.
- CHUECA GOITIA, F., 2013. *Breve historia del urbanismo*. Madrid: Alianza.
- GARCÍA BELLIDO, A. (1966). *Urbanística de las grandes ciudades del mundo Antiguo*. Madrid: CSIC pointed in MUÑOZ JIMÉNEZ, J.M., 2000. *La constante ortogonal en el urbanismo de la antigua Grecia*. Madrid: Estudios Clásicos 117-2000, 97-113.
- GORDON CHILDE, V., 1976. *Los orígenes de la civilización*. Madrid: FCE.
- GORDON CHILDE, V., 1979. *La prehistoria de la sociedad europea*. Barcelona: Icaria.
- HERÁCLITO., *Fragmento 22B 44DK*.
- HERÓDOTO, 2000. *Historia, Libro II, Euterpe, CIX*. El aleph editores.
- LEROI-GOURHAN, A., 1971. *El gesto y la palabra*. Caracas: EBCV.
- LIVERANI, M., 1995. *El antiguo Oriente. Historia, sociedad y economía*. Barcelona: Crítica.
- LIVERANI, M., 1996. *Reconstructing the Rural Landscape of the Ancient near East in Journal of the Economic and Social History of the Orient* 39, p. 1-49.
- MENÉNDEZ, J.L., 1997. *Las fuentes antiguas sobre el urbanismo de Hipodamo de Mileto*. Barcelona: D'Art, 23, (183-203).