

Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz, 2005.

Una aproximación a las fábricas de albañilería en ladrillo en la construcción mesopotámica. El descubrimiento de la adherencia y la traba

Amparo Graciani García

La historia del ladrillo se confunde con la de la propia fábrica de ladrillo que no es más que una manifestación concreta de la Albañilería; de hecho, los ejemplos más tempranos de utilización del material son prácticamente coetáneos a los primeros avances en la técnica de unión de las piezas para constituir, tras una «radical, sorprendente y genial mutación» (Herrero 1994, 14), elementos constructivos, con sus características propias; una circunstancia ésta que no es de extrañar dada la simpleza de las ideas en las que se basa la Albañilería, «enlazar y unir los materiales de que usa» (Villanueva 1827, 3).

Las ideas existen, siempre han existido; los conceptos son resultado de una abstracción a partir de la realidad, en este caso, el proceso constructivo. El objeto de estas páginas es precisamente analizar cómo ya en la construcción mesopotámica existieron dos ideas muy simples, la trabazón y la adherencia; plantearemos además algunas notas sobre los cuatro factores que entendemos necesario considerar a la hora de plantear una evolución de la fábrica de albañilería en ladrillo. De un lado, los tipos de hiladas, no sólo en base al concepto actual de hilada, es decir la disposición de los ladrillos asentados sobre una misma superficie, sino también en cuanto a la relación de éstas con el haz o paramento de la fábrica. En segundo lugar, las juntas, por las variaciones producidas en el espesor y por las novedades en el acabado conforme la fábrica vista va cobrando su propia personalidad. Como tercer factor, los tipos de fábrica, a las que por operatividad aplicaremos la denominación

actual, de claro abolengo nacionalista, en uso desde el siglo XIX. Finalmente, la diversa organización constructiva de los muros resistentes, que permitirá distinguir los diferentes tipos de muros de una hoja (aparejado, verdugado, o apilastrado) de los de dos (doblados y capuchinos).

Según estos cuatro aspectos, en líneas generales, se podrían establecer tres grandes fases en la evolución histórica de la fábrica de ladrillo. Un primer momento, el de sus orígenes, en el que se sientan las bases y se determinan los principios básicos; es en él, cuando los constructores mesopotámicos, acostumbrados al uso de la arcilla como material de construcción básico, irán planteándose los objetivos de sus fábricas hasta la consecución de unos logros, hoy considerados de tal simpleza, como son la trabazón o la adherencia. Pero será en el mundo clásico, especialmente con la civilización romana cuando se produzcan importantes aportaciones que, prácticamente, no encontrarán parangón hasta las que se gestan con el nacimiento de la Contemporaneidad. Esta etapa inicial se verá seguida por un período de continuidad, en el que —globalmente— se mantendrán las soluciones anteriores con algunas aportaciones aisladas en ciertas escuelas del románico —y en menor grado, del gótico— europeo y en el mundo musulmán. La gran revolución se producirá en la época contemporánea, en la que las novedades estarán basadas en una mayor riqueza formal de la fábrica de ladrillo y en la popularización del material.

Este trabajo se centra en el arranque del proceso, en los precedentes mesopotámicos, y pretende establecer una evolución sistemática de los objetivos que se plantean los constructores del momento y la progresiva consecución de sus logros, exponiendo el descubrimiento de la idea de traba en la simplicidad de las fábricas mesopotámicas. Los constructores del Neolítico Mesopotámico evidenciaron ya poseer, al menos intuitivamente, los dos conceptos, adherencia y trabazón, sobre los que se cimienta la albañilería. Sin embargo, será en el Calcolítico (Periodo de El Obed, 5000–3500 a.C.), en especial cuando en la Época Protohistórica (de Uruk, 5000–3500 a.C.) generarían sus primeras manifestaciones de interés, sobre las cuales ya sólo habrá variaciones a lo largo de la restante Historia constructiva de la zona.

LOS CONCEPTOS BÁSICOS. ADHERENCIA Y TRABA

La adherencia

Ya entre los mesopotámicos neolíticos existía el concepto de *adherencia*, es decir que los materiales que conforman la fábrica requieren no sólo enlazarse (la *trabazón-traba*) sino también estar unidos entre sí. De hecho, utilizaron el mortero cuando, coetáneamente, en fábricas de albañilería pétreo (por ejemplo, en las pirámides de Egipto) se recurría a la unión a hueso, confiriendo la adherencia a la perfecta labra de la sillería y sólo utilizando mortero para favorecer el deslizamiento de los bloques al evitar el rozamiento. Si bien en el Próximo Oriente está constatado el uso de la cal desde 6000 a.C. (Catal Hüyük, en Anatolia), su uso inicial parece que fue en pavimentos, revestimientos y emplastos sobre máscaras. Sin embargo, por la manejabilidad y abundancia de arcilla, es probable que, los primeros morteros empleados por el hombre estuvieran fabricados a base de materiales arcillosos (Álvarez, Martín y García 1995, 52–59); por ejemplo, el mortero usado en Catal Hüyük para la construcción de paredes era de tierra, de un color negro y rico en cenizas y restos de huesos, no existiendo aún por tanto un auténtico conglomerante.

Si bien en esta fase inicial se confiaría la adherencia al empleo del barro, desde la Protohistoria (V milenio a.C.) el uso del betún está constatado aprovechando sus propiedades impermeabilizantes y su

capacidad de adherencia. En realidad, se empleaba no sólo como mortero de agarre, sino también como mortero de revestimiento, aprovechando además los contrastes cromáticos con las superficies encaladas como se hiciera en las pilastras y nichos del patio principal del Templo de Ninni Zaza, en Mari. Como indicaba Estrabón, milenios después, en la región abunda esta material tanto en su variante líquida (*napha*) como sólida:

Babilonia produce grandes cantidades de asfalto, de acuerdo con lo que Eratóstenes manifiesta, que la especie líquida, llamada *napha*, se halla en Susa (Irán), pero la seca que puede ser solidificada, en Babilonia. Hay una fuente de este mismo asfalto cerca del Eúfrates (en Hit), y cuando este río se encuentra en su crecida, en la época de la fusión de las nieves, la fuente de asfalto es colmada y se desborda en el río, y los grandes coágulos que se forman son adecuados para las construcciones de ladrillos cocidos. Otros escritores dicen que la especie líquida se encuentra también en Babilonia. Confirman en particular la gran cantidad de la clase seca en la construcción de los edificios, pero también dicen que las embarcaciones tejidas con cañas y revocadas con asfalto son impermeables al agua (Estrabón XVI, 743).

A Herodoto le llamaba profundamente la atención la gran cantidad de betún producida en la zona y, al igual que Estrabón, comentaba que la ciudad de Hit era la principal fuente de aprovisionamiento de Babilonia:

Hay otra ciudad llamada Is (Hit) a ocho días de viaje de Babilonia, donde fluye un pequeño río, llamado asimismo Is, el cual es tributario del Eúfrates; y del manantial de este río brotan con el agua muchas gotas de betún, el cual se trajo de allí para la muralla de Babilonia (Herodoto I, 179).

Aunque las vistas en Babilonia son muchas y singulares, no es la menos maravillosa la enorme cantidad de betún que produce el país; tan grande es la reserva de éste que no solamente basta para sus edificios, que son numerosos y grandes, sino que para la gente común también, reuniéndose en el lugar, la utilizan sin ningún tipo de restricción y secándola la queman en lugar de combustible. Pese a la gran cantidad de hombres que la utilizan, la cantidad permanece sin disminuir, como si procediese de varias inmensas fuentes. Además, cerca de estas fuentes hay un agujero respiradero de no gran tamaño pero remarcable porque emite un vapor muy denso y sulfuroso que trae la muerte a toda criatura viviente que se le acerca, y se encuentra con un final rápido y extraño.¹

Hasta que en época de Nabucodonosor se generalizara su uso a gran escala, el betún en estado puro sólo se emplearía como argamasa en hiladas de arranques de los muros, en superficies expuestas a la humedad —como los pavimentos de los patios— y cuando se trataba de obras significativas como la Torre de Babel.²

Salvo en tales casos, mayoritariamente se optaba por un mortero de barro, muy pobre, con una dosificación aproximada de un 25% de betún. Sin embargo, en el periodo asirio, se emplearía una mayor variedad de morteros, introduciéndose el mortero de cal, con arena y calizas triturada; este cambio puede vincularse a la existencia de algunas canteras, aunque escasas, en la región Norte de Mesopotamia, Asiria, donde se realizan las principales manifestaciones constructivas del periodo. Se desconoce la razón pero lo cierto es que, tras el reinado de Nabucodonosor, el betún entra en desuso, prefiriéndose una argamasa bien solo de cal, por ejemplo, en Nimrud, o combinada ésta con cenizas, como en Mugheir. Luego los aqueménidas volverán a usar el mortero de barro.

Pero los mesopotámicos no sólo confiaron la adherencia al empleo del mortero; con objeto de favorecer su adherencia, practicaron incisiones o estrías verticales con los dedos en los adobes recién moldeados, y lo hicieron tanto en las fábricas de muros como al construir arcos, especialmente cuando se levantaban no mediante el procedimiento conocido como «arco radial» sino por «ladrillo montado», sin duda porque según este método las condiciones de la adherencia de la bóveda se veían mermadas (Vas Beek 1987). Las manifestaciones más tempranas de estas impresiones digitales corresponden al neolítico Precerámico B, con motivos en espina de pez; posteriormente, sería habitual en la cultura de Samarra. (6300 a.C., centro de Irak) y durante el periodo de El Obaid (5900 a. C, Mesopotamia), por ejemplo en el asentamiento de Tell Awayli (Roaf 2000, 50).

La trabazón

El problema de la trabazón debió ya de preocupar a los primeros constructores neolíticos; aunque en este periodo se establecen las bases de la traba, en los posteriores los muros experimentarán una doble evolución, según la disposición de las hiladas de haces de paramento y en cuanto a su espesor.

Las soluciones en la disposición de las hiladas de haces de paramento fueron generalmente bastante simples: la pieza tenderá a asentarse por tabla, es decir, con su cara de mayor superficie perpendicular a los esfuerzos de compresión que solicitan a la fábrica. Sin embargo, puntualmente se combinan con hiladas a sardinel en las que el ladrillo se coloca horizontalmente en el muro sobre su canto, quedando a la vista la testa paralela al muro.; en el Protodinástico (2800–2320 a.C.) se utilizan hiladas triscadas a sardinel de sogas de ladrillos planoconvexos y en la época cassita o mesobabilónica (1535–s. XII a.C.) hiladas a sardinel de sogas. En cualquier caso, la organización tabicada, en las que se confería a los ladrillos otra postura respecto a los esfuerzos, no es infrecuente en Mesopotamia; de hecho, se utiliza desde el Protodinástico, pero sólo en la construcción de algunos arcos y bóvedas.

La evolución de los muros en la Historia constructiva de Mesopotamia no sólo implica unos cambios en los tipos de hiladas sino también en el espesor de la fábrica. Desde el Calcolítico y especialmente desde el Protohistórico (época de Uruk, 3500–2800 a.C.) se observa un incremento progresivo, con relación al Neolítico, cuando el espesor de los primeros muros de adobe, como mejora ante el agrietamiento de los muros de barro apisonado, se limitaba al tizón de la propia pieza de barro, lo que hoy denominaríamos «muros de medio pie», y se constituía mediante hiladas corridas de soga, es decir, presentando al haz o cara del paramento el largo del ladrillo; así, se dispusieron los adobes rectangulares de 60 cm de soga del yacimiento de 6300 a.C. Tell al Tell al-Sawwan (junto al Tigris), o en las famosas casas-templo neolíticas de Çatal Huyuk, en Anatolia (Asia Menor). En estas construcciones neolíticas se evita ya la continuidad de las llagas, la que será la regla base de la trabazón; intuitivamente, se pretendería que la superficie de contacto entre las diversas piezas se hiciera lo más complicada posible, con objeto de evitar que se dislocaran por la presencia de esfuerzos de tracción que superaran la adherencia entre éstas (Cassinello 1966, 17). Aún distaba mucho el considerar la conveniencia de disponer el mayor número de hiladas entre dos llagas de una misma vertical. Pese a este avance, no obstante, evidentemente, en estas fábricas las hiladas no están dispuestas regularmente, por lo que resultaban carentes de un aparejo constante. Se evita la fábrica de un pie; sin duda, más com-

plejo que realizar entramados mixtos como los pioneros de las referidas viviendas de Çatal Huyuk (Blanco 1972, 23).

Es en el Calcolítico, Época de El Obed (V milenio a.C.) cuando se abandonan los muros de medio asta; el refuerzo de los muros se realiza en un primer momento incorporando contrafuertes de adobe que generan los primeros muros apilastrados y aparejados de la Historia de la Construcción, e inmediatamente (ya en pleno V milenio), aumentando el espesor. Podemos observar este doble proceso en la estratigrafía de los templos de Eridú (Abu Shahrein) ciudad sumeria del sur de la región, considerada en la época la ciudad más vieja del mundo, la primera de las cinco edificadas antes del Diluvio, la que según el Génesis «el hombre levantó cuando aún todas las tierras eran mar». En los templos más antiguos (XVIII, XVII, XVI, XI y IX) los muros, contruidos con adobes de 46 ´ 26 ´ 8 cm, seguían siendo de medio asta (enlucidos, su espesor no superaba los 50 cm) pero estaban ya reforzados con contrafuertes internos, generando muros apilastrados (Frankfort 1982, 19; Parrot 1969, 52).

En el templo VIII de Eridú, se constata ya un aumento del espesor de los paramentos, iniciando un proceso que continuará en los templos VII y VI (de la fase terminal de El Obeid), los cuales ya aparecen suficientemente compactados. Especialmente interesante es el Templo VII, en el que, simultáneamente a otras importantes transformaciones en planta, los apilastrados se complican en exceso, generando entranques y salientes en el muro y contrastes lumínicos que animan la monotonía de las superficies de adobe y en el que el espesor de los paramentos oscila ya entre unos 0,8 m en los tramos rectos y 2 m en los ángulos de los apilastrados. Estos apilastrados se convertirán en un elemento característico de la construcción religiosa mesopotámica, hasta la época helenística, «transformándose un recurso funcional en una forma artística» (Frankfort 1982, 19). Esta doble evolución no sólo se aprecia en el Sur; aunque a menor escala (Parrot 1982, 54) al Norte, en Tepe Gawra, en el nivel XIII, observamos un incremento del espesor de paramento, apareciendo también los muros apilastrados, estando emplazados los contrafuertes, según Frankfort, donde habrían de apoyar sobre el muro las vigas de la cubierta interior. El mismo autor, justifica las diferencias con el templo de Eridú VII por tratarse de ser una obra «bastante indecisa y experimental» (Frankfort 1982, 19). El sistema apilastrado se

mantendrá en el Templo Blanco de Warka, la Uruk bíblica, cuyo muro exterior presenta numerosos entranques y salientes, reforzado por cortas vigas redondas entre los contrafuertes.

Este proceso culminará en la época de Uruk (3500–2800 a.C.), cuando el espesor de los muros será tal que llegarán a albergar nichos e incluso estancias. Así, por ejemplo, el templo de Uruk, que obedece a sucesivas reconstrucciones y cuyos restos fueron soterrados en diferentes épocas, el templo, en el D, el espesor de los muros es tal que pueden albergar estancias comunicadas con las capillas laterales o accesibles desde fuera, y a intervalos regulares penetran en los muros profundos nichos de planta cruciforme. En cualquier caso, hay que considerar que se trata del templo mesopotámico con las fachadas exteriores más animadas (Blanco 1972, 52 ss; Parrot 1969, 66). Las murallas de Uruk (Protodinástico II) tendrían entre 4 y 5 m de espesor (y 5 m de altura y 9 km de trazado) y el Templo Blanco entre 1,5 m y 2,5 m (Parrot 1969, 68).

Este proceso de engrosamiento de las fábricas, así como la costumbre de realizar nichos mediante apilastrados y encalarlos, se va a mantener hasta el final de la Historia de Mesopotamia y posteriormente hasta el Helenismo. En la tabla 1 recogemos los espesores máximos y mínimos de algunos edificios significativos de las distintas etapas, sintetizados a partir de distintas planimetrías recogida por Frankfort (Frankfort 1982); se observan evidentes diferencias en función de las necesidades estructurales y la tipología funcional de cada edificio.

Quizás por las dificultades de llevar a cabo una ordenación repetitiva en todo el espesor de la fábrica, ante el excesivo engrosamiento de sus estructuras verticales, para obtener una unidad constructiva que garantizara su solidez y resistencia más allá de la trabazón de las piezas que las conformaban, dada la mala calidad del material, los constructores mesopotámicos intercalaban elementos vegetales autóctonos para reforzarlas, especialmente carrizo y en menor medida hoja de palmera, que convertían a éstas en los precedentes más antiguos de las hoy conocidas como *fábricas armadas*; el carrizo ó *phragmites communis* es una gramínea que crece en las riberas cenagosas del Tigris y del Eufrates que, además de abundar en la región, era imputrescible y capaz de desafiar al tiempo por lo que aún quedan restos de tales armados en los alzados conservados.

Época	Edificio	Esp. Mn. aprox.	Esp. Mx. aprox.
El Obed	Eridu templos XVIII, XVII, XVI, XI y IX	0,50 m	¿?
	Eridu templo VII	0,80 m.	+2 m.
	Tepe Gawra templo XIII	0,50 m	0,80 m.
Uruk	Uruk (Warka), Templo Blanco	1,5 m.	2,5 m.
	Uruk (Warka), Murallas	4 m.	5 m.
Neosumeria	Tell Asmar, templo de Gimilsin	1,5 m.	3 m.
	Eshnunna, Pal. de los Gobernantes	0,5 m.	0,5 m.
	Asur, templo E	1,5 m.	2,5 m.
	Ur, viviendas	4 m.	4 m.
Cassita	Warka, templo	2 m.	4,5 m.
Asiria	Asur, templo de Isthar	3 m.	9 m.
	Jorsabad (Dur Sharrukin), murallas	20 m.	20 m.
	Arlan Tash, Palacio	2 m.	4 m.
Neobabilónica	Babillonia, Avenida Procesional	7 m.	(esp. med.)

Tabla 1

Espesores máximos y mínimos de algunas construcciones mesopotámicas por etapas históricas (A. Graciani)

El uso de estos elementos vegetales, bien ejemplificado en el zigurat de Dur-Kurigalzu, era doble. Por una parte, se utilizaban sogas de esteras de grosor variable (en Dur Kurigalzu de unos 10 cm de diámetro) que atravesaban las construcciones de lado a lado. También, para soportar la aparición de los esfuerzos de tracción, se alternaba un lecho de esteras de carrizos (ocasionalmente de hojas de palmeras entretrejidas) cubierto por una capa de barro bituminoso, con témpanos de adobes trabados con mortero de barro, conformados tales témpanos por un número regular de hiladas, generalmente ocho o nueve (Córdoba Zoilo 1986, 30).

LOS APAREJOS

Finalizaremos esta comunicación, ofreciendo algunas soluciones para aparejar fábricas correspondientes a diferentes momentos de la Historia de Mesopotamia. Utilizando la definición de «aparejo» como «modo de ordenar la hiladas de una fábrica para que, solapados los ladrillos en todos los sentidos, éstos formen una unidad constructiva, garantizando la resistencia de la fábrica y otorgando, además, variedad, ritmo y calidad artística a sus paramentos» (Herrero 1994, 48), veremos cómo en algunos de los ejemplos, sobre

todo de fases preliminares como el Protodinástico, la ordenación no llega a constituirse en aparejo porque lo existe un pleno solape de las piezas sino por el contrario continuidad en las juntas. En muchos casos las combinaciones no se corresponden a los tipos hoy habituales; de hecho, como indicaba este autor, se pueden realizar combinaciones múltiples en cuanto a los tipos de hiladas básicas, la frecuencia de repetición de cada hilada básica y la posición de cada hilada básica respecto a la precedente de su tipo (posición relativa).

Aparejos en hiladas por tabla

Los muros de fábrica mesopotámicos y los revestimientos en ladrillo cocido y vidriado de época asiria (y fundamentalmente de la neobabilónica) se construían generalmente en hiladas por tabla con abundancia de sogas en paramentos y disposiciones a «matajuntas» o juntas encontradas. En cualquier caso, hay ejemplos como los que comentaremos posteriormente en los que se recurre al aparejo de tizones.

La utilización de la fábrica a sogas es intrínseca a la aparición de la albañilería en ladrillo. En las primeras construcciones neolíticas los adobes se dispo-

nían a soga, es decir, en fábricas de medio pie, único espesor en el que puede realizarse este tipo de aparejo. Sin embargo, no se trataba de un aparejo como tal porque los muros carecían de una frecuencia de repetición constante y de una posición relativa definida ya que el solape de una pieza a otra iba variando ya no por su desigual tamaño sino por la inexperta y despreocupada ejecución de la fábrica. En cualquier caso, la existencia de un aparejo carecería de cualquier función estética en tanto el ladrillo no quedaba visto sino que el muro se revestía con una capa de mortero.

Una vez que empiezan a proliferar los espesores de fábrica, se genera una variante de aparejo de sogas que se va a difundir en toda Mesopotamia y que la empezamos a ver en el Protodinástico, en fábricas de espesor mayor a tres pies y que va a aparecer en todo tipo de fábricas extendiéndose coetáneamente incluso a la región elamita la encontramos por ejemplo en el zigurat de Choga Zambil en Susa.

La idea inicial de este tipo de fábrica consiste en utilizar un núcleo interior en damero en el espesor



Figura 1
Fábrica de cuatro pies de la escalera del Hipogeo de Shulgi en Ur (Parrot 1969, 203 fig. 30)

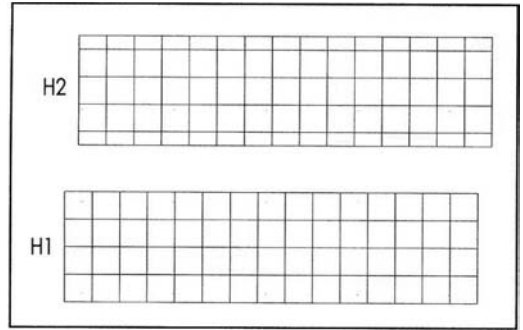


Figura 2
Hiladas básicas y fábrica del Hipogeo de Shulgi en Ur (dib. Joaquín Aguilar)

del muro y dos tipos de dimensiones de piezas, alternando hiladas de ladrillos de tabla cuadrada con otros de tabla rectangular, incluso combinando los distintos tipos en una misma hilada.

Como en cualquier aparejo de sogas, se presenta una única hilada básica y con única frecuencia de repetición. La particularidad que posibilita que el espesor de la fábrica sea mayor al medio pie es que las hiladas de paramento alternan dos piezas distintas, piezas que en cualquier caso se generan a partir de una única dimensión ya que una pieza de tabla cuadrada se obtienen dos de tabla rectangular cuyos tizones equivalen a media soga.

De este modo, la H1 se realiza con piezas completas y la otra (H2) con medias piezas; así se observa por ejemplo en la figura 1 correspondiente a la fábrica de cuatro pies de la escalera del Hipogeo de Shulgi en Ur, en la que la H1 se construye con cuatro piezas y la H2 con 3 en su interior y dos medias piezas en el haz de paramento.

En la figura 3 (correspondiente a la escalinata del zigurat de Ur) se aprecia también esta alternancia, quedando sólo visible las hiladas de tabla cuadrada de la contrahuella o tabica conformada con dos hiladas superpuestas, y en la que la huella corresponde al tizón de la pieza.

La modulación del interior de estas fábricas, como se observa en las figuras 2 y 3 del hipogeo de Shulgi, es en damero.

Este tipo de fábrica suele presentar solape de medio pie, aunque otros —por ejemplo, el de tercio—

se plantean como alternativa puntual para solucionar irregularidades generadas por encuentros mal resueltos, como se aprecian en la escalinata del zigurat de Ur (fig. 3) por los encuentros de los paramentos laterales y por las variaciones producidas por la elevación de la escalera. Otra forma de resolver tales irregularidades es la utilización de piezas fraccionadas; en la imagen del hipogeo de Shulgi (fig. 1), se aprecia cómo el enlace en esquina se ha resuelto con piezas de cuarto en las hiladas conformadas con medias piezas.



Figura 3
Escalinata del zigurat de Ur

Ya en este mismo periodo neosumerio encontramos variaciones sobre esta idea inicial de utilizar un núcleo interior en damero en el espesor del muro y dos tipos de dimensiones de piezas, alternando hiladas de ladrillos de tabla cuadrada con otros de tabla rectangular, incluso combinando los distintos tipos en una misma hilada (fig. 4).

Estas variaciones evidencian una serie de intentos de encontrar fábricas bien moduladas y aparejadas utilizando piezas grandes y cuadradas, agilizando así

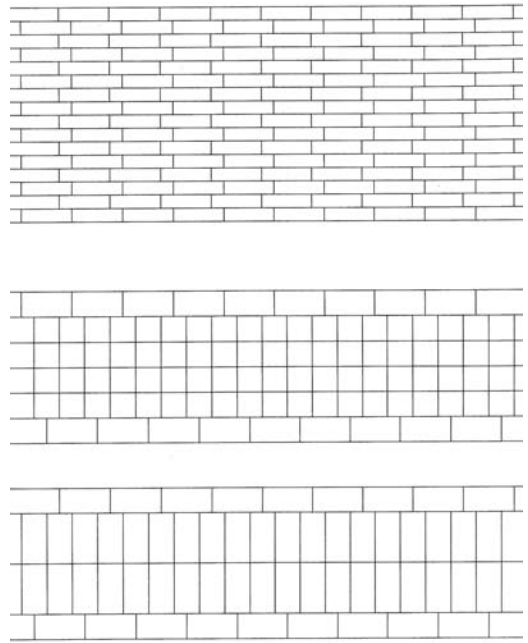


Figura 4

Hiladas básicas y alzado de una fábrica de cuatro pies con aparejo de sogas con solape de medio pie (dib. Joaquín Aguilar)

el proceso constructivo y en las que se intenta compensar las posibles irregularidades de la traba (como comprobaremos, muchas aún en estas fases iniciales) mediante el peso de la propia fábrica y en las que se aprovechan piezas fragmentadas para el espesor interior de los paramentos.

Tales variaciones se producen a partir de una diferente relación dimensional entre los tipos de ladrillos empleados, y pueden venir condicionadas por múltiples razones como errores de replanteo, variaciones en las medidas de las piezas o necesidades estructurales de muros de distinto espesor, por mencionar algunas. A continuación referiremos algunos ejemplos, utilizando expresiones como *el doble de, medio*, que son realmente aproximativas; ha de considerarse que en este periodo la relación 1:2 y 1:1 aún no es plena, como ya se ha referido. Precisamente estas cuestiones generan las irregularidades de las fábricas que en su interior han de resolverse mediante piezas fraccionadas.

La figura 5 correspondiente a tres muros apilastrados del Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursu y Ugme en Tello (s. XXII a.C.) nos permite apreciar dos variaciones en los muros central y derecho.



Figura 5
Tres muros apilastrados del Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursu y Ugme en Tello (s. XXII a.C.) (Parrot 1969, 203 fig. 250)

El muro central corresponde a una fábrica de cuatro pies, realizada en aparejo de tizones (fig. 6). En su cara de haz se construye con piezas de tabla rectangular (de doble sogá que tizón) con solape de medio; sin embargo, el núcleo interior (siempre en damero) se conforma con piezas distintas y distinta traba en hiladas alternas. La H1 utiliza dos piezas rectangulares en el espesor del muro (4 en el espesor total); en la H2 el interior se conforma mediante cuatro piezas de tabla cuadrada de igual lado que el tizón de las piedras anteriores y que son resultado de fragmentarse en dos. En síntesis, el interior del muro es:

$$H_1: 4 \text{ piezas cuadradas } L_2 (S_2 - T_2) = T_1$$

$$H_2: 2 \text{ piezas rectangulares } S_1 = 2T_1$$

Aunque el aparejo de tizones confiere a la fábrica una notable resistencia transversal, en este caso no está resuelto. Pensemos que precisamente, uno de los problemas del aparejo de tizones es que en espesores mayores a un pie, exige numerosos cortes de piezas. Los problemas en la traba de esta fábrica vienen dados por la coincidencia de juntas por la su-

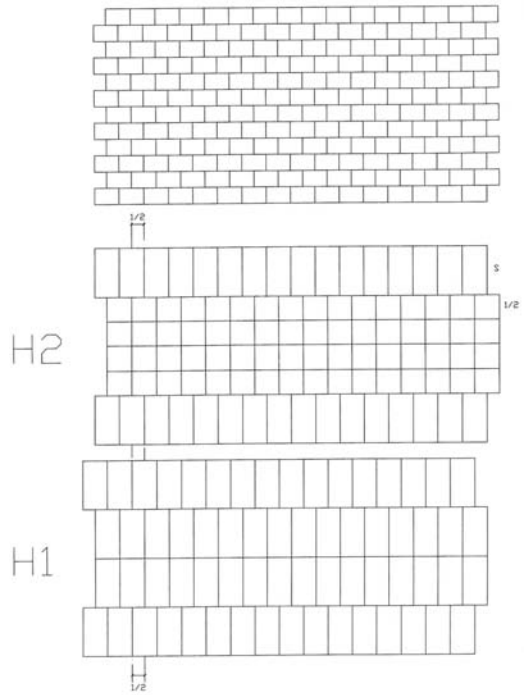


Figura 6
Aparejo de tizones en fábrica de cuatro pies. Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursu y Ugme (Tello, s. XXI a .C.) (dib. Joaquín Aguilar)

perposición de las juntas en el centro de la fábrica y en el contacto del haz de paramento con el núcleo interior.

El muro derecho (fig. 7) presenta otra variación, tampoco bien resuelta. Se trata de un aparejo de tizones con solape de medio y alternancia de piezas de distinta forma por tabla en paramentos opuestos. En este caso se trata de una fábrica de cuatro pies y medio que en los haces de paramento presentan, a igual hilada distinta posición. La H1 se realiza en un haz de paramento (P1) con ladrillos de tabla rectangular a tizón y en el otro (P2) con piezas de tabla cuadrada, y en su espesor tres piezas también a tizón con ligero solape sobre el tizón del haz para asegurar la traba y evitar la continuidad de las llagas. En la H2, el paramento en todo su espesor se construye con piezas cuadradas, introduciendo piezas fragmentadas en el espesor del muro para corregir posibles irregularida-

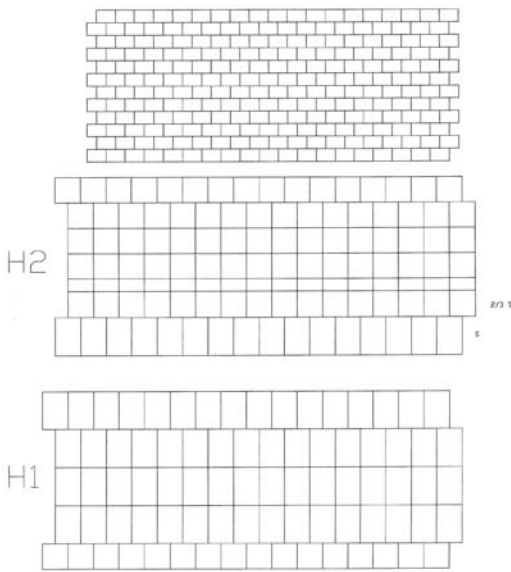


Figura 7

Hiladas básicas y alzado de una fábrica de cuatro pies y medio con aparejo de tizon con solape de medio y alternancia de piezas de distinta forma por tabla en paramentos opuestos, del Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursu y Ugme en Tello (s. XXII a.C.) (dib. Joaquín Aguilar)

des. Pese a que la fábrica resultante es más irregular el ligero solape o desplazamiento entre sí de las piezas del de cada hilada, así como la combinación de piezas de distintas dimensiones y formas por tabla asegura la trabazón de la fábrica, evitando la continuidad de las llergas. En esta solución, las juntas transversales se solapan mediante el posicionamiento de éstas centradas las de una hilada sobre las piezas de la hilada anterior; las juntas longitudinales quedan trabadas gracias al empleo de piezas de formato 1:1,5 asentadas a tizón en los paramentos de fábrica. La modulación interior es en damero como en el caso previo, con ladrillos de tabla cuadrada de lado equivalentes al tizón del ladrillo de haz de paramento. El problema está en que las dimensiones de las piezas aún no han sido correctamente moduladas y no existe coordinación dimensional, aunque aproximadamente, como hemos indicado, se ha trabajado con piezas cuadradas, de lado equivalente a tizón y medio de las de tabla rectangular.

Aparejos con hiladas de sogas a sardinel

En momentos ocasionales de la Historia de la Construcción Mesopotámica se observa la introducción de hiladas a sardinel.

La primera experiencia es en el Protodinástico (2800–2320 a.C.), cuando las fábricas se realizan con *hiladas triscadas a sardinel de sogas de ladrillos planoconvexos*, un tipo de piezas paralelepípedas característico de este periodo por su ligero abombamiento en la tabla superior (figs. 8 y 9).

La forma de estos adobes, de razón no definida, dificultaba la posición habitual a sogas, obligando a la colocación oblicua de las piezas, en hiladas triscadas a sardinel de canto. Aunque habitualmente el sentido de la inclinación se mantenía en dos hiladas sucesivas (figs. 8 y 9) en ocasiones como sucede en el silo de Fara (fig. 10), en hiladas sucesivas se alternan el sentido de la hilada triscada como posteriormente será habitual en el opus spicatum romano. Cada dos hiladas triscadas, bien fueran de igual o de distinto sentido de inclinación, los constructores mesopotámicos, los mesopotámicos insertaban hiladas de nivelación a soga (generalmente dos, en ocasiones, como en el referido silo, tres).

La forma de las piezas resultaba pues bastante incómoda, y aún no se ha aportado un argumento realmente convincente sobre su razón de ser; por ejem-

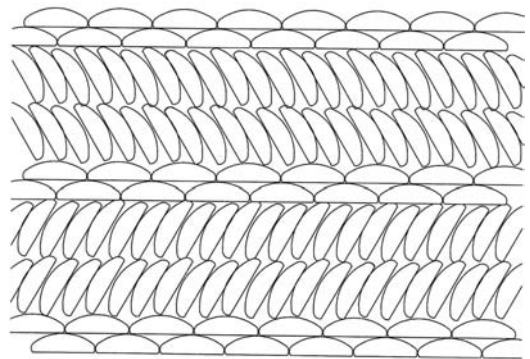


Figura 8

Fábrica de hiladas triscadas a sardinel de sogas de adobes planoconvexos de dos hiladas de nivelación (dib. Joaquín Aguilar)

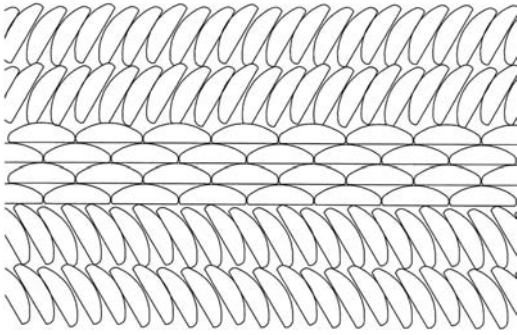


Figura 9

Fábrica de hiladas triscadas a sardinel de sogas de adobes planoconvexos de tres hiladas de nivelación (dib. Joaquín Aguilar)

plo, se ha dicho que era un medio de evitar que el mortero saliese por sus juntas al poner piedra sobre el ladrillo, aunque también, se ha observado que puede ser un primer ensayo de trabajar con ladrillo o adobe por parte de un pueblo acostumbrado a hacerlo con piedra, pues aún hoy en los montes Zagros se ven casas de mampostería con un aparejo similar, por lo que se ha sugerido que acaso fuera una imposición de los semitas. Lo cierto es que el uso del ladrillo planoconvexo estaba muy extendido; por ende, este tipo de fábrica se empleaba por todo Summer en la construcción de templos, palacios, murallas de ciudades, tumbas, otros edificios e incluso obras de ingeniería. Los sumerios se sentían orgullosos de este tipo de fábrica, y en general de sus métodos de construcción, como demuestra esta referencia que aparece en el preámbulo de la obra de Gilgamesh relativo a los muros de Uruk que, según los investigadores han demostrado, se construyó con ladrillos planoconvexos en el Protodinástico II y poseía entre 4 y 5 m de espesor, 5 m de altura y 9 km de trazado.

(Gilgamesh) construyó los muros de Uruk, su gran muralla y el templo sagrado de Eanna para el dios del firmamento, Anu, y para Istar, diosa del amor. Miradlo aún hoy: la pared de fuera, por donde corre la cornisa, relumbra con el resplandor del cobre: y la pared interna no tiene par. Tocad el umbral: es antiguo. Acercaos al Eanna, morada de Istar, nuestra señora del amor y de las guerras: ningún rey posterior ha podido hacer nada semejante. Subid a la muralla de Uruk, caminad por ella: mirad

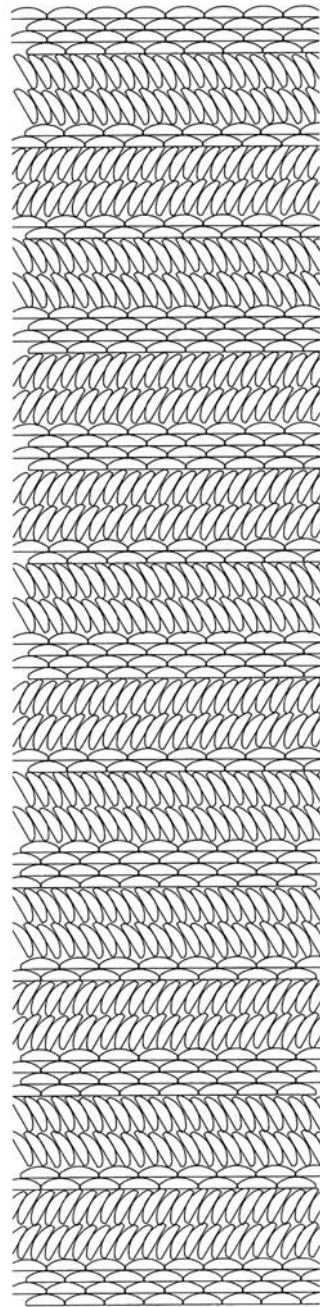


Figura 10

Fábrica de adobes planoconvexos del Silo de Fara de ladrillos planoconvexos (dib. Joaquín Aguilar)

la plataforma de los cimientos y observad bien el aparejo. ¿No es ladrillo cocido y bueno? Los siete sabios la cimentaron.

Un segundo momento en el que se introducen hiladas a sardinel es, a mediados del segundo milenio a.C., en la época cassita, en este caso no en posición triscada (Córdoba 1986, 28 y 36). Así, en las fábricas de adobe del complejo de Dur Kurigalzu (el Zigurat de E-Gi-rim y los templos de Enlil (E-U-Gal), Ninlil (E-Gasan-an-ta-gal) y Ninurta (E-sag-dingir-ri-e-ne) encontramos como novedad la alternancia en los haces de paramento de témpanos distintos, uno conformado por lo que hoy llamaríamos aparejo inglés, es decir con dos hiladas básicas (una de sogas y otra de tizones) con una frecuencia de repetición de alternancia de sogas y tizones y una posición relativa carente de solape alguno (una disposición que se adapta a

cualquier espesor) y otro témpano con hiladas a sardinel de sogas, bien superpuestas entre sí o separadas por hiladas a soga.

En la figura 11, se observa cómo el primer témpano se realiza con diez hiladas en aparejo inglés, y el segundo con tres hiladas a sardinel de soga, quedando cada una de éstas separada de la anterior por una hilada de sogas, de modo que la tabla de los ladrillos a soga apoya sobre las testas de las piezas de la hilada a sardinel.

En otros paramentos del mismo complejo se observan soluciones distintas, como la alternancia de un témpano de cuatro hiladas a sardinel de sogas superpuestas con témpano de cuatro hiladas en aparejo inglés (hiladas a soga en alternancia con hiladas a tizón (fig. 12).

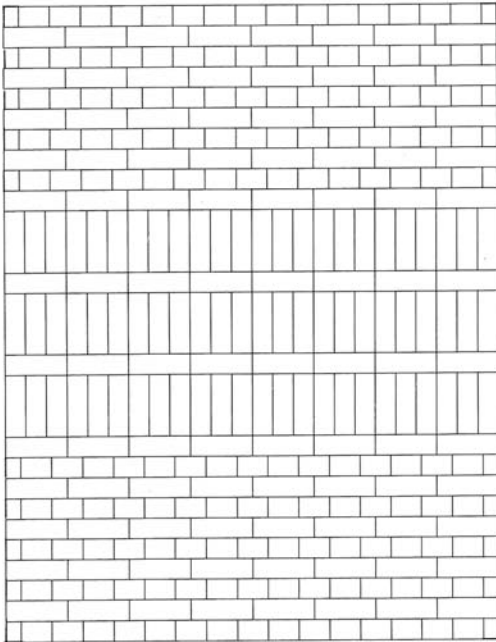


Figura 11
Muros de adobe de los templos de Dur Kurigalzu con un témpano en aparejo inglés y otro con hiladas a sardinel de soga e hiladas por tabla (dibujo de Joaquín Aguilar) (foto. Córdoba 1986, 25)

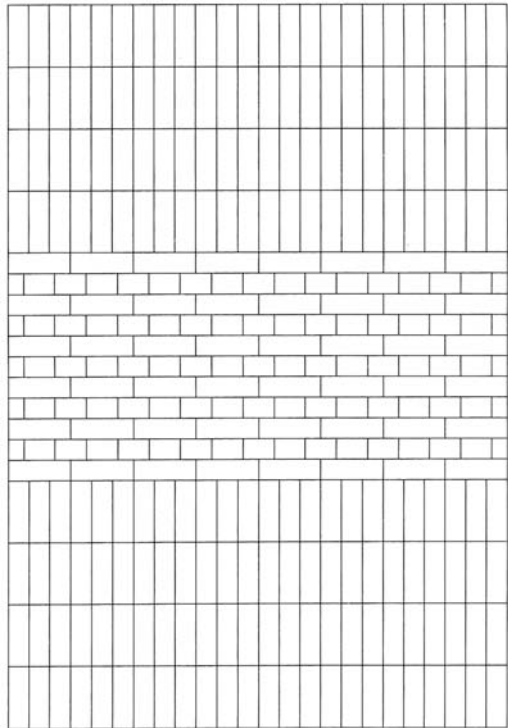


Figura 12
Muros de adobe de los templos de Dur Kurigalzu con un témpano de hiladas a sardinel de sogas y otro de aparejo inglés (dib. Joaquín Aguilar)

Podemos suponer que la razón de esta disposición es dificultar el ascenso de agua por capilaridad mediante las hiladas a sardinel, sin dejar de nivelar la fábrica mediante las dispuestas a soga. De ser así, encontraríamos en esta solución los más remotos precedentes de una técnica de larga tradición histórica, en la que las hiladas a sardinel aparecerán demás triscadas y que se mantendrá en el mundo islámico para la ejecución de cimentaciones, y de la que encontramos frecuentes manifestaciones en la construcción almohade.

Aparejos con hiladas de ladrillos circulares y derivados

Un ejemplo muy singular por la simplicidad del método para la obtención de la traba son los conocidos como pilares de Gudea. Se trata de unos pilares cuadrilobulados del complejo consagrado a Ningursu (Ningiru), dios del estado, en Lagash, que pertenecen a unas construcciones enigmáticas descubiertas al SO de dicho complejo y que probablemente representen palmeras sagradas monumentales. Conocemos la forma de traba y el aparejo de las piezas gracias a la reconstrucción que actualmente se expone en el Museo del Louvre de París³ y que se debe a la íntima colaboración de León Heuzey, conservador del Louvre, con su descubridor (1888), el diplomático Ernest de Sarzec, durante las excavaciones en Tello emprendidas en 1877.

Proceden del monumento más enigmático que se ha descubierto al SO del vasto complejo religioso del dios Ningursu. Es difícil interpretar la finalidad del edificio, a pesar de que los ladrillos están inscritos; sí se aclara sin embargo, que existía un pórtico en madera de cedro, que se presupone de El Líbano.

Se trata de cuatro columnas redondas unidas, con las piezas de 6,5 cm de grueso, trabadas con mortero de betún y aparejadas de dos maneras diferentes en hiladas alternas (fig. 13).

Una (H1), en la base, conformada en su interior por ocho sectores circulares cuyo radio es $\frac{2}{3}$ del radio total de la columna y exteriormente por una corona circular de radio el tercio restante que la complementa fraccionada igualmente en ocho sectores con continuidad en las juntas radiales respecto al núcleo interior; en la otra se dispone una corona circular exterior de $\frac{2}{3}$ partes del radio de la circunferencia to-

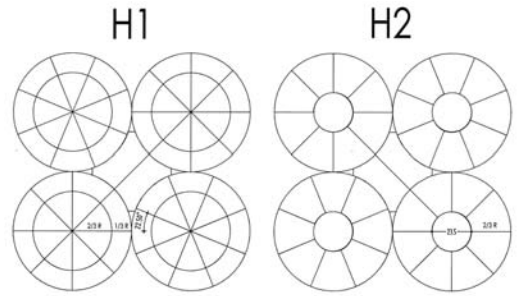


Figura 13

tal con igual fraccionamiento que la de la hilada anterior y en su centro una única pieza circular que completa la sección de 23,5 cm de diámetro.

Con la alternancia de estas dos hiladas se consigue de una forma simple evitar la continuidad de las juntas en tres puntos: el centro del pilar, con la alternancia de vértices de sectores de círculo (H1) con las piezas circulares (H2); en el espesor del pilar, alternando las dimensiones de las coronas superpuestas (H1: radio de la corona externa: $\frac{1}{3}$ del R de la circunferencia; H2: radio de la corona externa $\frac{1}{3}$ del R total de la circunferencia) y en la superposición de las coronas, de modo que siendo idéntica la cuerda exterior de los sectores que conforman las coronas exteriores de cada una de las hiladas, éstas presentan solape de fi. De este modo, la traba se conseguía fá-

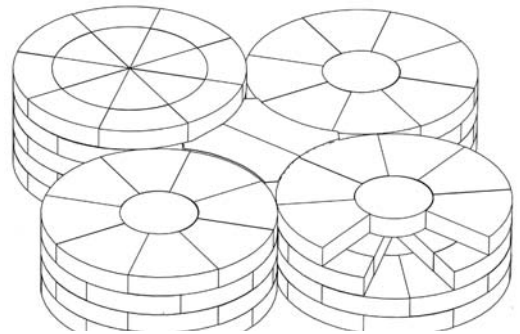


Figura 14

Aparejo de los pilares de Gudea (dibujado por Joaquín Aguilar a partir de la reconstrucción del Museo del Louvre)

cilmente, sólo mediante un giro de 22 grados y medio de cada hilada respecto a la precedente. En el hueco interior del cuadrilóbulo generado por la yuxtaposición de las columnas, se incorporan piezas aplanilladas prismáticas con uno de los lados de sogá recto y los restantes lados cóncavos. En las distintas hiladas estas piezas se disponían de forma alterna.

Tanto las piezas interiores como los sectores de circunferencia presentan inscripciones cuneiformes. Los pilares están recubiertos por una capa de yeso que dan el aspecto de un pilar cuadrilobular de 1,80 m de largo. Se ignora la altura inicial de estos pilares. El conjunto descansa sobre un zócalo de ladrillos cocidos de 2'2,56'2 m que le servía de cimentación.

NOTAS

1. Pitarch et al 1982, 59–60.
2. En el Génesis se dice: «Y dijeron los unos a los otros: Vaya, hagamos ladrillo y cozámoslo con fuego. Y fueles el ladrillo en lugar de piedra y el betún en lugar de mezcla».
3. ML, P. (Fr.). AO 388. Reconstrucción del pilar de Gudea, príncipe de Lagash. Tello, h. 2120 a.C.

LISTA DE REFERENCIAS

Adam, Jean-Pierre. 1996. *La construcción romana. Materiales y Técnicas*, 168–169. León: Ed. De los Oficios.

Al-Khayyat, A. A. 1986. Aqar Quf. Capitale des cassites. *Dossier Histoire et Archéologie*, 103: 59–61.

Álvarez Galindo, J. I.; A. Martín Pérez y P. J. García Casado. 1995. Historia de los morteros. *Boletín informativo del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, 13: 52–59. Sevilla: Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

Barnett, R. D. 1972. *Sir Robert Ker Porter – Regency artist and traveller*. Iran.

Blanco Freijeiro, Antonio. 1972. *Arte Antiguo de Asia Anterior*. Universidad de Sevilla.

British Museum. 1922. *A guide to the Babylonian and Assyrian antiquities*, 3 rd. Ed. London: British Museum.

Campbell, James W. P. y Will. Pryce. 2004. *Ladrillo. Historia Universal*, 22–37. Blume.

Carter, T. H. 1962. *Studies in Kassite History and Archeology*. Ann Arbor: University Microfilms Intern.

Cassinello, Fernando. 1966. *El ladrillo y sus fábricas*. 3ª ed. Madrid.

Córdoba Zoilo, Joaquín. 1986. La aventura de los casitas. *Koiné. Revista del Patrimonio Histórico*, 5: 23–36.

Davey, Norman. 1967. *Historia de la Construcción*. Barcelona: Jano.

Delougaz, P. 1933. *Planconvex Bricks and the Method of their Employment*. Chicago.

Frankfort, Henry. 1982. *Arte y Arquitectura del Oriente Antiguo*. Madrid: Manuales de Arte Cátedra.

Ghirshman, Roman. 1964. Persia. Protoiranos. Medos. Aqueménidas. *Colección El Universo de las Formas*. Madrid: Aguilar.

Graciani García, Amparo. 1992. *Mesopotamia. Problemática y consideraciones generales para un estudio de la construcción*. Universidad de Sevilla.

Herodoto. Dent. 1, 179. Edición Biblioteca de Todos.

Herrero Gil, Enrique. 1994. *Albañilería. La técnica de la construcción en ladrillo*. Universidad de Sevilla.

Marzahan, Joachim. 1992. *The Istar Gate. The Processional Way. The New Year Festival of Babylon*. Staatliche Museen zu Berlin. Vorderasiatisches Museum.

Parrot, André. 1969. *Sumer*. Colección El Universo de las Formas. 4ª ed. Madrid: Aguilar.

Parrot, André. 1970. *Assur*. Colección El Universo de las Formas. 4ª ed. Madrid: Aguilar.

Pitarch, José. 1982. *Arte Antiguo. Próximo Oriente, Grecia y Roma. Colección Fuentes y Documentos para la Historia del Arte*. 1, 59–60. Barcelona: Gustavo Gili.

Porter, Robert Ker. 1821–22. *Travels in Georgia, Persia, Armenia, ancient Babylonia during the years 1817–1818, 1819 and 1820*, 2 vols. London.

Roaf, Michael. 2000. *Atlas cultural de Mesopotamia y el Antiguo Oriente Medio*. Barcelona: Óptima (ed. Esp.)

Ruiz de la Rosa, José Antonio. 1987. *Traza y Simetría de la Arquitectura. En la Antigüedad y el Medioevo*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 38–42 y 48.

Thureau-Dangin, F. 1921. Numération et Métrologie Sumériennes. *Reveu d'Assyr. et d'Arch. Orientale*, 18, 3: 123–142.

Vas Beek, Gus W. 1987. Arcos y bóvedas en el Próximo Oriente. *Investigación y Ciencia*, 76–84.

Villanueva, Juan de. 1827. *El Arte de la Albañilería*. p. 3.

Woolley, Leonard C. 1953. *Ur, la ciudad de los caldeos*. México: Fondo de Cultura Económica.

Yarza Luaces, Joaquín. 1997. Fuentes de la Historia del Arte 1. *Col. Historia 16, Conocer el Arte*. 21. Madrid.