

La construcción romana (I)

FRANCISCO ORTEGA ANDRADE, DR. ARQUITECTO

RESUMEN. *En esta primera parte se introducen y analizan las características principales de la construcción romana, las fábricas y sus materiales, así como los diferentes elementos constructivos.*

SUMMARY. *In this first part the principal characteristics of Roman Construction are introduced and analyzed: factories and material as well as the different constructive elements*

INDICE GENERAL

0. Introducción 1. Características de la construcción romana 2. Las fábricas y sus materiales 3. Los elementos y sistemas constructivos de la construcción romana

0. INTRODUCCION

Tomaremos como fecha inicial de nuestra historia el año 120 a.C., un poco antes de la construcción del Tabularium (año 78 a.C.), y en el momento en que en Praeneste (Palestrina) se estaba levantando el Templo de la Fortuna. De esta manera, pronto aparecerá en nuestro relato la etapa del dictador Sila (año 80 a.C.), que fue fundamental para los cambios que habrían de darse en la construcción romana, y cuando se pondrían las bases de un lenguaje definitivo para la arquitectura de Roma.

Aunque la historia de la Ciudad Eterna se puede iniciar tan temprano como se quiera, podemos admitir que Roma fue fundada el año 753 a.C. en la Colina Palatina, pequeña elevación próxima al

Tíber en la que se localizaban los primeros asentamientos estables de aquella rivera. A pesar de que para esa fecha, aquella pequeña agrupación de chozas no albergaba más de 200 personas, se constituyó en monarquía, cuya población de origen latino tomó como bandera de unificación al latín, hasta elevarlo al rango de lengua oficial.

Su primer Rey, Rómulo, pertenece, hoy día, más a la leyenda que a la historia, y sus últimos reyes fueron los de la IIª dinastía Tarquinia. Los tarquinius fueron príncipes etruscos que emigraron a Roma y que tras un amplio período de soberanía despótica fueron depuestos para dar paso a la República, el año en el que se construyó, en Roma, el mayor templo etrusco, Júpiter Capitolino, (509 a.C.). Para esta fecha Servius Tiulus, ya había dota-

do de muralla a la ciudad (520 a.C.), en defensa de las invasiones de los galos.

Esta primera muralla encerraba unas 427 Ha y dentro de ella quedaba incorporada la Colina Palatina (Foro Romano); el Quirinal, en el norte; el Foro Boario o lugar donde se emplazaba el Templo de Júpiter, en el oeste; y la necrópolis Esquilina, en el este.

Asimismo, la fecha mencionada en el primer párrafo de esta pequeña introducción para señalar el comienzo de nuestro estudio, últimos años de la República, se ha elegido en función de que en los primeros años de la misma, la energía se consumió en resolver los conflictos internos y en hacer frente a la beligerancia que imponían Galos, Celtas y Cartagineses. En aquel primer período del nuevo sistemas de gobierno, la sociedad se había dividido entre **patricios y plebeyos**. Los patricios se arrogaban el ser los progenitores directos de los senadores elegidos por Rómulo. En realidad eran descendientes de familias aristócratas que conservaban considerables privilegios heredados. De entre ellos se nombraban los cargos religiosos y dirigentes políticos, siendo para los plebeyos imposible acceder a esta clase dominante. En el año 450 a.C. se hicieron públicas las Doce Tablas, en ellas, se prohibía el matrimonio entre patricios y plebeyos.

No es nuestra intención alargar este trabajo con una cronología detallada de la historia romana, pues ni siquiera podremos ajustarnos a ultranza a ella, dado el carácter de nuestro trabajo, pero a pe-

sar de ello, con anterioridad al año 120 a.C. ocurrieron otros hechos que no podemos dejar de reseñar.

Así, para el año 240 a.C. Roma había incorporado Córcega, Cerdeña y Sicilia a su territorio y en el año 237 a.C. anexionó el Norte de Italia y el Sur de Francia. Para el año 206 a.C., tras doce años de luchas con los cartagineses, España, quedaba integrada por dos provincias romanas, la Hispania Citerior hacia el final de la República y la Hispania Ulterior. Hacia el año 149 a.C. Cartago fue incorporada como Provincia Romana de Africa y en el año 146 a.C., tras la toma de Corinto, Grecia es incorporada al Imperio Romano. En el año 133 a.C. Roma anexionó a sus dominios el Reino de Pérgamo como Provincia Romana de Asia (figura 3).

La República Romana que coincidió con la Grecia Helenística, ocupó el período de tiempo que transcurre entre el año 500 a.C. y el año 29 de la misma Era. Para esta última fecha Julio César había incorporado definitivamente a Las Galias y El Imperio de Roma había quedado totalmente definido. De esta forma se llegó hasta el año 324 de la Era Cristiana, en el que la capital de Roma, tras la conversión de Constantino, se traslada a Constantinopla (Bizancio). En el año 394 el Imperio se divide entre Latino de Occidente y Griego-Bizantino de Oriente. De esta manera comienza la caída de Roma bajo las invasiones de los bárbaros del norte.

1. CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION ROMANA

Sila (Cornelius Sulla) fue calificado como el **dictador** por sus duras leyes encaminadas a acabar con los disturbios internos, que venían desde Tiberio, y por imponer la renovación de las estructuras sociales, llegando incluso, a rebajar la edad

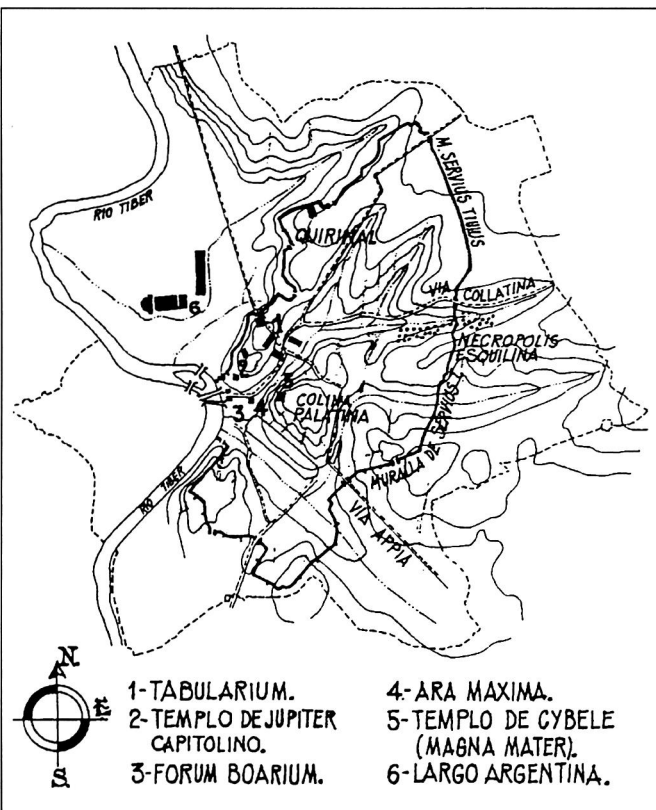


Figura 1

Area de la Ciudad de Roma hacia el principio del Siglo V a.C.

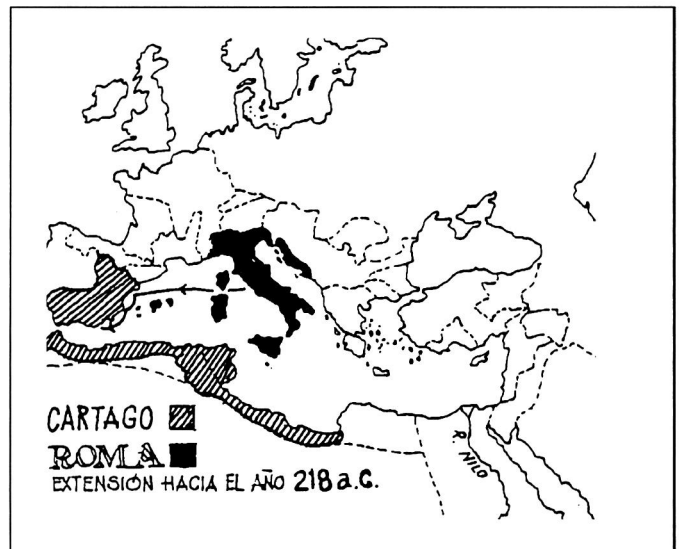


Figura 2

Dominios de Roma y Cartago en tiempos de Aníbal

requerida para ocupar un puesto en el Senado. En su corto tiempo de mandato, (83-79) a.C., se dispuso a cambiar la imagen de la ciudad. Se embarcó en grandes proyectos y en proyectos de grandes edificios. Decidió la nueva escala que debía tener la Arquitectura Romana, así como el valor de representatividad y el grado de ornamentación que debía comportar. En esta línea continuaron Pompeyo, Cesar, y ya en tiempo del Imperio, Augusto. Ahora el problema era construir más y más aprisa.

Estos emperadores aceptaron de buen grado el Helenismo como forma de construir, sobre todo, después de la conquista de Grecia y Asia Menor. Si bien Roma conquistó a Grecia en el plano militar y territorial, Grecia conquistó a los romanos para su arquitectura. Augusto quedó prendado del helenismo de Oriente y desde luego enamorado de la construcción de la bóveda, cuya forma ya venían experimentando de la herencia etrusca. Igualmente quedó fascinado por la cúpula como forma capaz de generar espacios mayores y armoniosos, sobre todo como pieza fundamental en baños y santuarios.

De todas formas, si Grecia mantuvo una arquitectura para el arte, el orden y sin demasiada justificación de su funcionalidad, Roma se define por una arquitectura eminentemente útil. En ocasiones y por esta razón, se ha calificado, no con demasiado fortuna, como una arquitectura militar e ingenieril. La realidad es que la construcción romana debía ser firme, útil y, también bella (figura 4).

Roma que había heredado la construcción del arco de los etruscos, y que tenía por elevada a la construcción adintelada de los griegos, vio en la columna un elemento fundamental para el lenguaje, arquitectónico de sus edificios, la aceptó aún comprendiendo que el arco y la columna son elemen-

tos, desde el punto de vista mecánico, poco conciliables. Los empujes horizontales ornamentales claramente separables derivados del arco no son capaces de ser anulados por la columna y sólo pueden asociarse estos elementos, si los empujes del primero son previamente contrarrestados por otros arcos coplanarios y colindantes o por un machón de muro de relativa potencia (figura 5).

Por ello, la construcción romana deja al arco en su contexto mural y adosa a la columna, desposeída casi de función mecánica, para aprovecharse de su misión ornamental. Esto es fácil de entender con la mera observación de la forma estructural de los **Arcos de Triunfo**. Así, en la construcción romana, la estructura portante y la ornamental, constituyen ordenes yuxtapuestos claramente separables.

Roma, que tuvo que soportar grandes guerras para confederar y unir su propio territorio, tenía ahora la necesidad de proporcionar, a todo su Imperio, un sentido y estilo homogéneo. Para ello, decidió tomar a la Arquitectura como lenguaje común y unificador. No sólo logró la unidad arquitectónica a través de los sistemas constructivos, de las formas arquitectónicas y de la ornamentación, sino que manteniendo estas premisas, propició la singularidad y peculiaridad regional y permitió la impronta local de la arquitectura. Cada Pueblo incorporó, a la estructura básica romana, connotaciones propias de su geografía y personalidad.

En esta forma de construir, a partir de directrices maestras, el arquitecto perdió su identificación con la obra y quedó como el investigador, no tanto de la forma como del elemento constructivo, que debía yuxtaponerse a otras partes de la obra. Aparece entonces una construcción casi de catálogo de elementos compatibles en la que éstos, se producían para ser trasladados a algún destino no señalado previamente.

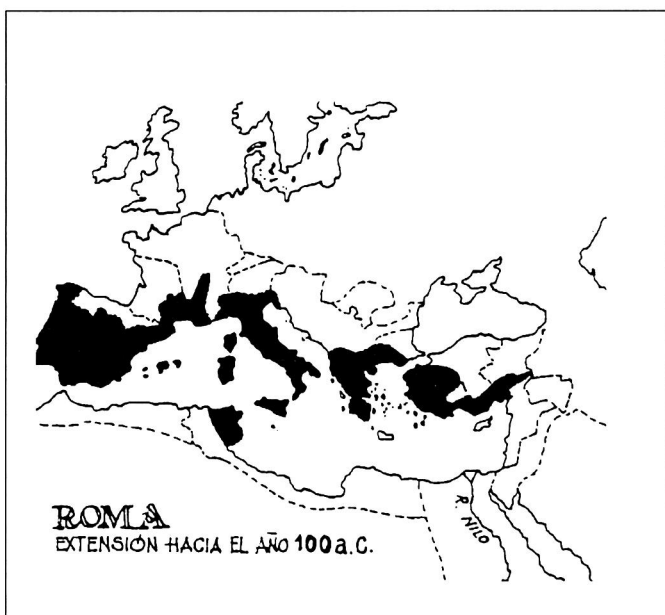


Figura 3

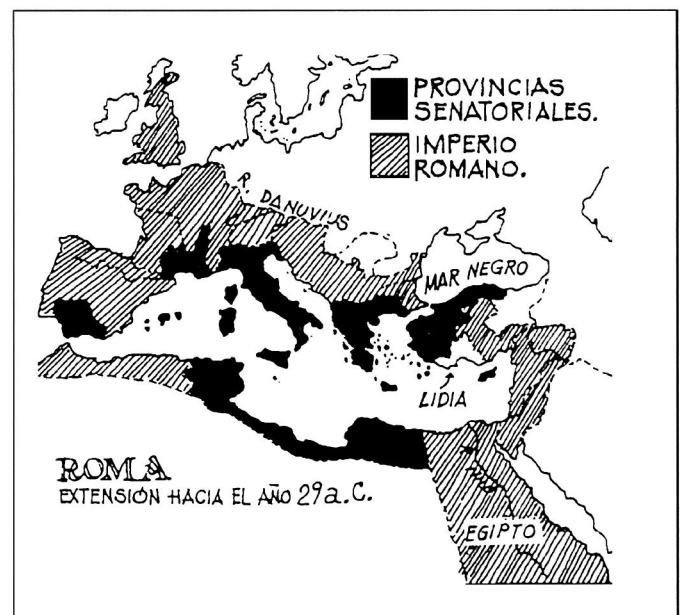


Figura 4

Extensión del Imperio Romano tras la conquista de Las Galias

A la propuesta romana de universalizar la forma de construir le vino bien descubrir la facilidad de moldeado del hormigón o mortero concrecionado. A los romanos se les atribuye el descubrimiento del hormigón y se data este hallazgo como de mitad del siglo I a.C., al menos Vitruvio lo describe como algo nuevo y sorprendente: *"Hay también una especie de polvo de virtud maravillosa, que se cría en los contornos de Bayas, y territorios de los municipios sitos á la falda del Vesuvio. Este polvo, mezclado con la cal y piedra, no solo concilia la mayor firmeza a los edificios, sino que aun las obras de mar construidas con él se consolidan debaxo del agua misma"*.

Lo que realmente ocurría era que la arena de Puzzoli, antigua Putoli, cuando se utilizaba mezclada con cal, para los morteros, resultaba un material de gran dureza, que fraguaba y endurecía debajo del agua. Desde luego el polvo al que hace mención Vitruvio era la arena fina de Puzzoli, pero había otros sitios donde se encontraba este polvo puzolánico como ocurría en el lago Bolsena. Por ello, es posible que los etruscos en muchas de sus fábricas, ricas en morteros, y obras hidráulicas encontraran las cualidades propias del hormigón. Así, es más que probable que este material les venga a los romanos de los propios etruscos. También se detecta un material similar en obras realizadas en la isla griega de Thera.

Desde luego se usó en el año 199 d.C. en el puerto de Puzzoli, construido con material puzolánico y conociendo todas sus propiedades. En tiempo de Augusto se generalizó su uso y era obligado en todas las **Obras Públicas**. Así en los puentes y acueductos, que hasta entonces, se construía con sillaría, se comienza a labrar una fábrica que exterior-

mente se compone por sillares pétreo bien escuadrados, que abriga en su interior un núcleo o corazón de hormigón.

2. LAS FABRICAS Y SUS MATERIALES

A pesar de la diversidad de elementos que ensaya y divulga la arquitectura romana y que iremos viendo en puntos posteriores, fue el muro el elemento fundamental de su tecnología constructiva. El muro, de gran espesor, se prolongaba o unía con el elemento de cubrición sin solución de continuidad. En muchas ocasiones, este muro se abría a la exedra para aligerarse sin perder inercia mecánica, así lo vemos en el Panteón donde el espesor toma 6,00 metros.

Roma como Grecia, Siria, Egipto y los otros Pueblos del Mediterráneo construyó con muros de una hoja, es decir manteniendo un aparejo homogéneo de piedra o de ladrillos en todo el espesor del muro, pero la gran novedad de la estructura mural romana aparece cuando se descubren las propiedades del mortero o argamasa puzolánica. Ahora, el muro se constituye mediante tres capas. La capa central, que ocupa la mayor parte del espesor del muro, se integra por un potente núcleo portante (**opus caementiciun**) en tanto que las exteriores (**opus testaceum**) adoptan las funciones propias de las superficies de un encofrado perdido. Esto abrió paso a un amplio abanico de aparejos o tratamientos decorativos de los paramentos del muro y a una gran variedad de fábricas mixtas.

2.1 Opus Caementum

Se definía así a la argamasa que se lograba a partir del cemento natural obtenido de la piedra de puzolana de la zona de Bayas, en la falda del Vesubio. La mezcla de toba con puzolana molturada y cal, originaba un mortero al cual se le incorporaban áridos en la ejecución. Constituía el núcleo de los muros y de los arcos de dimensiones considerables. Como plementería o capa de trasdós de las bóvedas y cúpulas romanas, constituyó la estructura mecánica fundamental e imponía el monolitismo a toda la obra.

Este mortero concrecionado, que se generalizó desde los comienzos del siglo II a.C. supuso un sistema económico y definitivo para pretensiones expansionistas que habrían de llegar con los tiempos del Imperio. La argamasa de este polvo de Puzzoli se endurecía hasta tal punto, que motivó que Vitruvio escribiera lo siguiente: *"...se unen súbitamente en un cuerpo, y se endurecen por instantes, consolidándose en el agua de modo, que no bastan á desartarlas ni la violencia de las olas, ni ninguna otra fuerza de las aguas."*

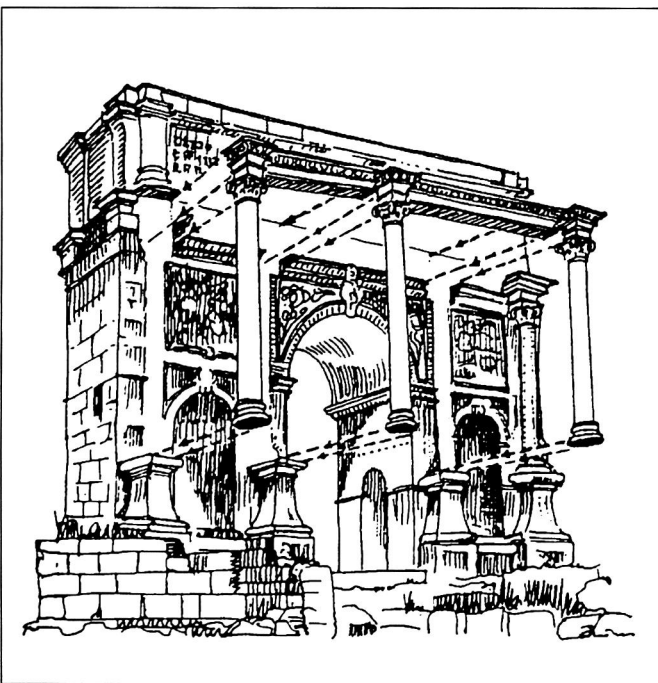


Figura 5
En la construcción romana la estructura

No obstante, muchas cúpulas romanas levantadas en base a este material no soportaron, demasiado bien el paso de la historia.

2.2 La piedra en la construcción romana

Sin restar importancia al papel que jugó el hormigón o mortero concrecionado (*opus caementicium*) en la construcción romana, fue la piedra el material básico en la unificación del lenguaje que se había propuesto para la escala de su arquitectura. Por ello, donde quiera que Roma estableciera los límites de su Imperio, allí tenía, no sólo que iniciar una investigación encaminada a la búsqueda de posibles canteras, sino que debía trasladar, a esos puntos, a sus maestros canteros y formar el personal necesario para desarrollar el Helenismo, que había aceptado como bandera. Aunque siempre se construyó con la piedra local, una cantera de buena piedra se convertía en un foco desde el cual se originaba un mercado de piezas elaboradas. Capiteles, cornisas y otros elementos constructivos, básicos del lenguaje arquitectónico, circulaban, no sólo dentro de la Provincia, sino que se exportaban de una a otra.

Roma tuvo que darse cuenta, a la hora de proponer el carácter unificador de su arquitectura, que se encontraría, a lo largo de su vasto Imperio, con abundante mano de obra poco o nada cualificada. Por ello, para quien ahora redacta este trabajo lo más admirable de la construcción romana, no es sólo la unidad y la universalidad de la propuesta sino también la calidad que mantiene su ejecución. Los fines propuestos sólo se lograrían si se proporcionaba un material universal como el hormigón, asequible a la cualificación de cualquier obrero y una industrialización de la estructura decorativa (figura 6).

Por no poder entrar en una exposición de las canteras que fueron abiertas y localizadas en el Imperio, haremos una somera referencia a las piedras que hicieron posible la construcción de Roma, para pasar rápidamente a los tipos de aparejos y a las formas de construcción de los mismos.

Roma se abasteció de canteras muy cercanas. Saliendo por la Puerta Esquilina y sin apartarse de la Vía Collatina, a unos 10 Km al este de la ciudad, en el área de Rubra, se encontraban las canteras de levante que proporcionaban la **Piedra Roja** piedra floja de color rosa que, aunque no era buena para exteriores, fue la de mayor consumo en la construcción. Río arriba, a unos 11 Km, al norte de Roma y sobre el Tíber, se localizaba la cantera de Fidenae que proporcionaba una toba volcánica, no menos floja que la piedra Gabina, que constituía un material ideal para rellenos de basamentos y para el *opus caementicium*. El Piperino es una piedra semidura de color verdoso que tiene la propiedad de ser muy blanda a la salida de cantera y que, como todas las piedras, endurece al poco tiempo. Esta pie-

dra, que procedía de Albano, ciudad situada a 20 km de Roma, era muy apreciada para la construcción. Otra piedra floja era la Soractina que procedía de una cantera emplazada a 35 Km en el actual Monte de San Silvestre. La toba Roja-Negra, de dureza relativa, procedía de Umbría, Picentino y Venecia. Las piedras más duras, aptas para las calzadas y poco utilizadas para la construcción de edificios por su difícil trabajabilidad, como el Pedernal se encontraban al sur de la ciudad, a 5 Km, sobre la Vía Apia.

Las más preciadas eran las piedras tarquinias, las calizas y mármoles de la cantera Anciana, localizada en Viterbo. Era la piedra para la escultura. Se decía que sólo en ellas se podrían labrar las hojas de acanto de los capiteles corintios y que si esta cantera hubiese estado mas cerca, Roma se habría construido, toda ella, de esta piedra. Probablemente esto no ocurrió porque la Tiburtina Blanca, que procedía de la inagotable cantera de Tivoli (a 24 Km de Roma), era ideal por su trabajabilidad. Esta caliza era más fácil de cortar con sierra, y aunque era bastante porosa y cavernosa, los constructores romanos habían encontrado la forma de tapar sus oquedades mediante estuco. De esta piedra estaban construidos los puentes de la Ciudad y las obras más importantes y bellas. El teatro de Marcelo y el Templo de la Fortuna Virile son dos de las muchas obras que, en tiempo del Imperio, se levantaron luciendo en sus sillerías la magnífica caliza Tiburtina.

2.2.1 Opus Siliceum

Toman este nombre un conjunto de fábricas pétreas donde grandes bloques encuentran distintos grados de labra. Las piedras son careadas (alisadas

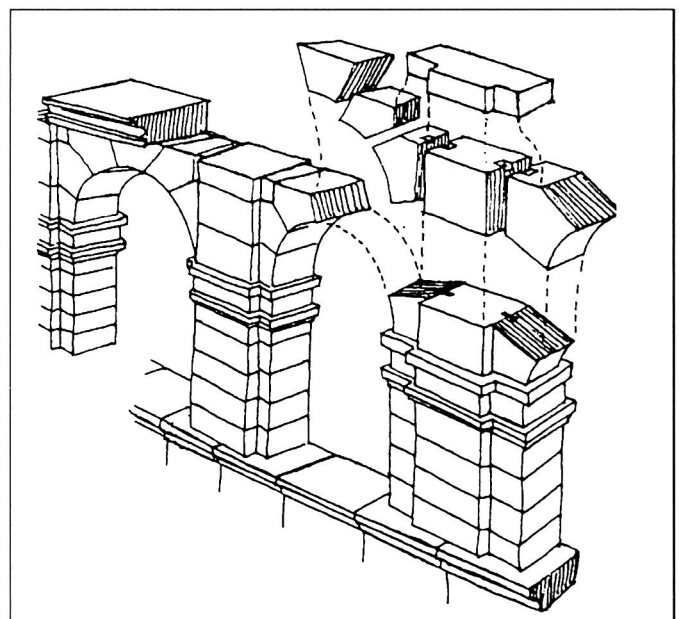


Figura 6
Despiece y estereotomía de un arco romano

en su cara externa) para definir la verticalidad y estética del muro, a la vez que son concertadas y casi engatilladas (preparadas o arregladas para su mejor asiento y ajuste), para organizar un muro de rudos sillares colocados a hueso (sin mortero). Recordemos que así lo encontramos en el **pelargión** griego y en el **pelásgico** etrusco. Estas fábricas ciclópeas, primitivas y rudas, eran apropiadas para murallas y cimentaciones, pero más tarde se fueron consolidando en la construcción pública y doméstica disminuyendo el tamaño de los sillares y mampuestos, y homogeneizando las formas de los mismos. Así de la apariencia ciclópea informe, se pasó a la de una fábrica poligonal irregular, y de aquí a la poligonal regular, para alcanzar su mayor cuidado y maestría en la elaboración de una mampostería trapezoidal regular. (figura 7).

2.2.2 Opus Quadratum

Se daba este nombre al conjunto de sillerías pétreas compuestas por bloques, más o menos, bien escuadrados y regulares. De éstos, en principio, la dimensión que debía mantenerse constante era la altura, de manera que todos fueran compatibles en

cualquier altura de hilada. Por ello la altura de cada bloque respondía al doble de la dimensión del **pie** (el pie de itálico disponía de 30,8 cm y el pie de romano medía 29,6 cm), de esta manera la altura del sillar o de la hilada podía medir 61,5 cm o 59,2 cm según se trabajase con el pedale itálico o con el pedale romano. La longitud del sillar se movía entre los 3 pies y 3 1/2 pies; el espesor lo hacía entre 0,8 pies y 1 1/2 pies. Resultaban sillares frecuentes los: 106 x 61 x 53 cm³ y 91 x 61 x 30 cm³. en el primer supuesto y los: 89 x 59 x 41cm³ y 89 x 59 x 27 cm³. en el segundo.

Para trabar los sillares en el muro se colocaban piezas a perpiaño (mostrando la cara menor al exterior del paramento), e incluso hiladas completas de estos sillares atravesados.

Cuando todos los sillares eran iguales solían mantenerse en la relación 3 x 2 x 1 1/2 pies³ (90 x 59 x 45 cm³), y si todos presentaban su cara mayor al paramento, se definía su aparejo como isodomo. En tanto que si, dentro de la hilada, se alternaba la cara mayor con la menor, se decía, de su aparejo, que era diatónico.

2.2.3 Opus Incertum

Es una fábrica de mampuestos irregulares, generalmente de tufa o piedra porosa, tomados con abundante mortero. Se generalizó en tiempo de Sila y, por ser económica, frecuentaba la construcción tanto de edificios públicos como la de la arquitectura doméstica. En muchas ocasiones, constituía la plementería o relleno de las paredes de estructuras cruzadas por maderos (opus craticium). En esta forma, aún la podemos ver en las casas pompeyanas.

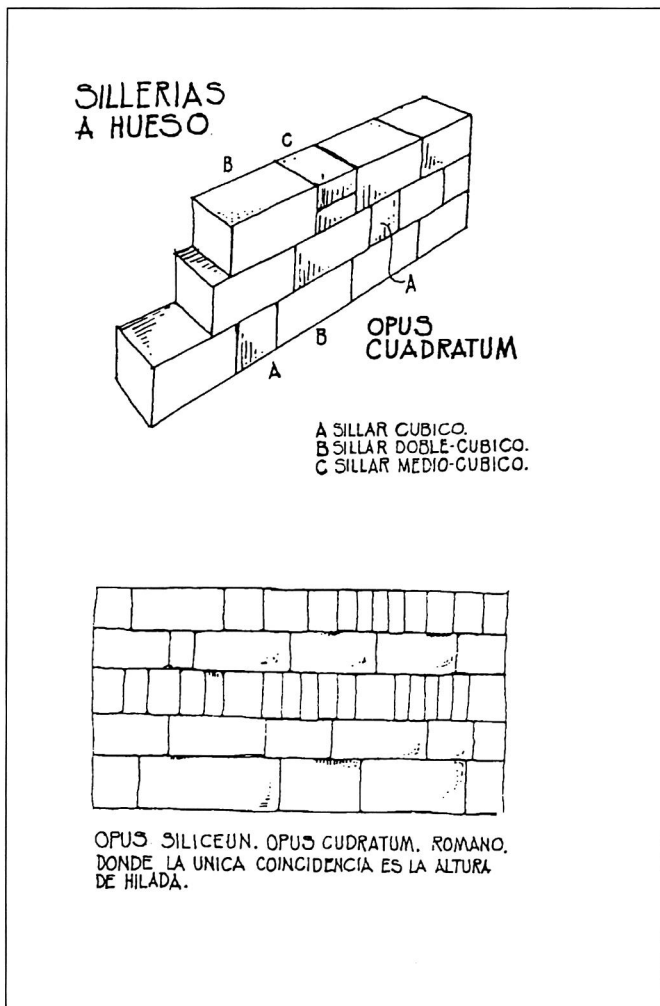


Figura 7
Fábricas romanas. Opus caementum

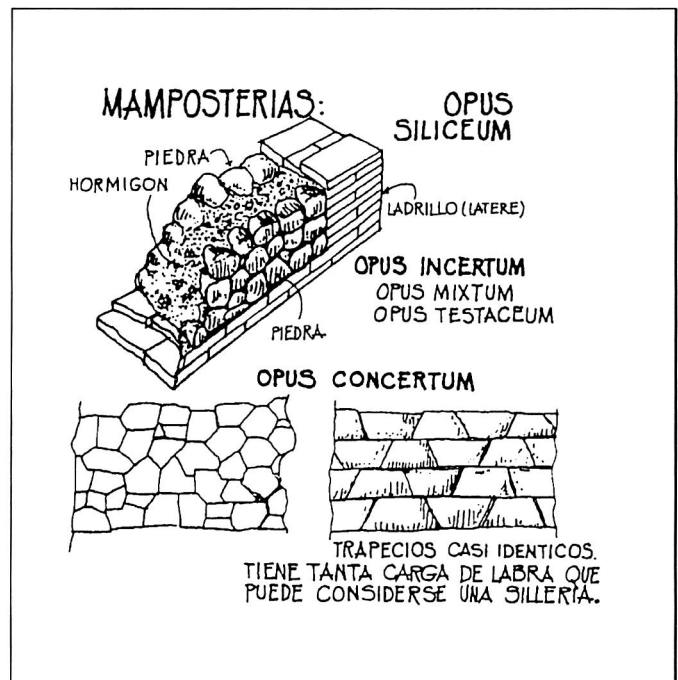


Figura 8
Fábricas romanas. Opus siliceum

En el siglo I a.C. fue muy frecuente que así se mostrasen los muros constituidos por un núcleo interior de opus caementicium. Pero tanto estas fábricas como las llamadas **opus reticulatum** debieron perder, fácilmente, parte de sus revestimientos de mampuestos, pues Vitruvio en el Capítulo VIII de su Libro II las califica como bellas, pero las tacha como malas por el citado problema (figura 8).

2.2.4. Opus Reticulatum

Se trataba de una fábrica mixta cuyos paramentos lucían una retícula diagonal, muy regular, formada por las bases de pequeñas pirámides muy pronunciadas o piezas pétreas de toba o piedra volcánica que, a modo de largas muelas o incisivos, quedaban ancladas al opus caementicium interno. Esta bella fábrica era laboriosa y de difícil ejecución, en consecuencia bastante cara, por lo que quedó limitada a edificios lujosos o a zonas o partes suntuosas de ellos. Estos paramentos habían de ser enmarcados por el opus latericium (figura 9).

2.3 El ladrillo romano

El ladrillo básico era el **pedale** (módulo romano 29,6 cm) equivalentes a un pie por un pie y que los griegos llamaban **tetrádoron**, equivalente a cuatro palmos por cuatro palmos. Pero si admitimos 7 cm. para el palmo menor (de cuatro dedos) y, 29,6 cm para el pie, comprenderemos que las dimensiones de los ladrillos hayan sido, de siempre, polémicas. A este respecto nada nos aclarará el Códice Sulpiano ni el mismísimo Plinio.

Según este módulo se fabricaba un ladrillo mayor, el **bipedale** o **cuadrilongo** que tenía dos pies por dos pies (59,2 x 59,2 cm³). Era una enorme tabla cerámica que colocada en tres o cuatro hiladas sucesivas hori-

zontales creaba una verdugada de refuerzo en algunas fábricas mixtas y, desde luego, en el opus incertum y en el opus reticulatum. Este gran ladrillo, aún en barro fresco, podía dividirse con una cuerda tirante de manera que una vez seco y endurecido se rompería por esas marcas. Dividido en nueve partes resultaba el ladrillo menor, el **bessale** (19,7 x 19,7 cm³).

El **sesquipedale** era otro ladrillo mayor, también cuadrado, que tenía un pie y medio de lado (44,4 x 44,4 cm³.) que dividido en cuatro partes originaba un **bessale** de 22,2 cm. de lado. En realidad, un sesquipedale era la diagonal del pedale, es decir, igual al producto de multiplicar la raíz cuadrada de 2 por un pie (29,6 x 1,4142 = 41,8 cm) y así se fabricaba un ladrillo rectangular que tenía un pie por un sesquipedale, el **longum pedale** era de un pie y medio de largo por un pie de ancho (41,8 x 29,6 cm³).

Un ladrillo menor, aunque poco frecuente, era **latum semipedale** (dos palmos por dos palmos 14,8 x 14,8 cm³) similar al básico **dídorón** griego y que tenía medio pie por medio pie. No obstante, las medidas de los ladrillos secos y endurecidos ofrecían dispersiones considerables (figura 10). De todas formas, el más usado fue el triangular que resultaba de cortar el **bessale** por una de sus diagonales. Resultaba por tanto el triangular del sesquipedale de lado 22,2 cm y diagonal 31,4 cm. y el triangular de lado 19,7 cm y diagonal 27,8 cm. Esto se lograba a base de que al ladrillo moldeado, pero fresco, se le hacía una profunda hendidura y una vez secado o cocido se le daba un ligero golpe para dividirlo en dos. Este ladrillo resolvía en el opus latericium, las esquinas y el aparejo de los edificios y zonas redondas. El espesor de éstos se movía entre 4,2 y 4,5 cm.

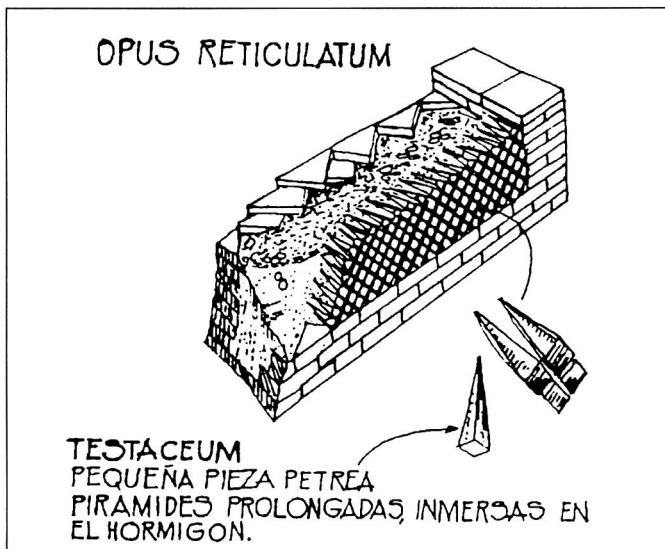


Figura 9

Fábricas romanas. Opus reticulatum

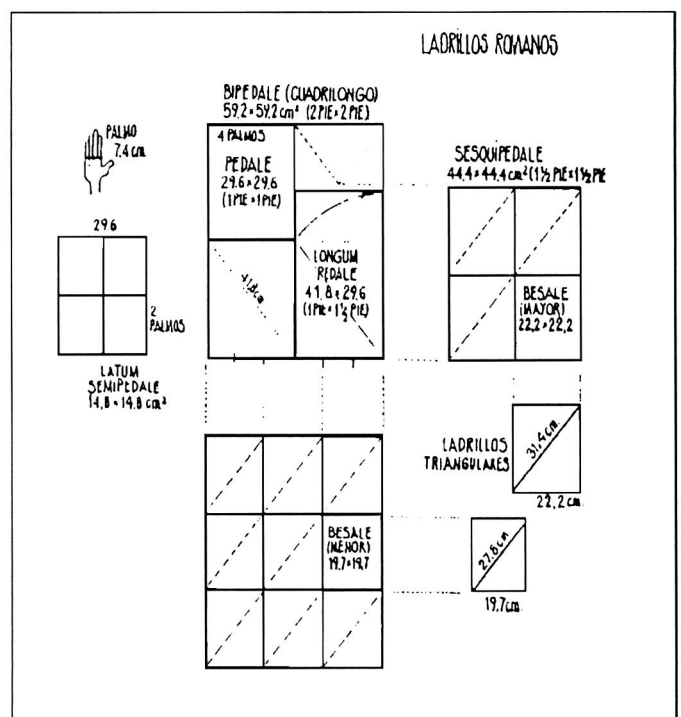


Figura 10

En cuanto a la calidad Vitruvio nos dice: "No se formarán de lodo que tenga parte alguna de arena fina ó gorda, ni guijas; porque serán pesados, y puestos en la fabrica los deleznan y disuelven las lluvias: asimismo la paja que se mezcla en el lodo no traba por su aspereza. Haránse, pues, de tierra blanquecina gredosa, ó de almagre,...Se harán por primavera y otoño, para que se vayan secando con lentitud y á un tenor mismo; porque los fabricados en el estío son malos, á causa de que desecada con la fuerza del sol la cara exterior, hace que parezcan secos no estándolo; y secándose con el tiempo, se retiran, y se quiebra la parte ya seca: de que se sigue quedar todos resquebrajados y de poco provecho....Los mejores serán los que se fabricaren dos años antes de emplearse, no pudiendo secarse bien en menos tiempo;"

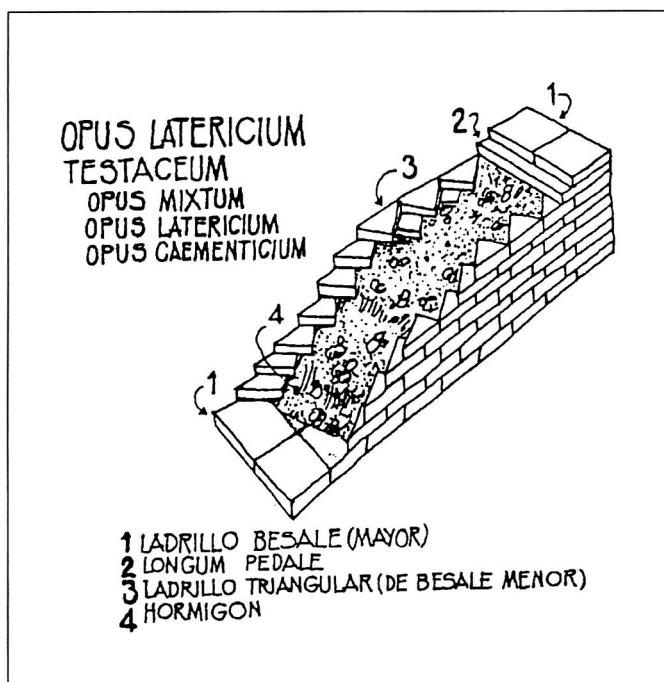


Figura 11
Fábrica de ladrillo romano

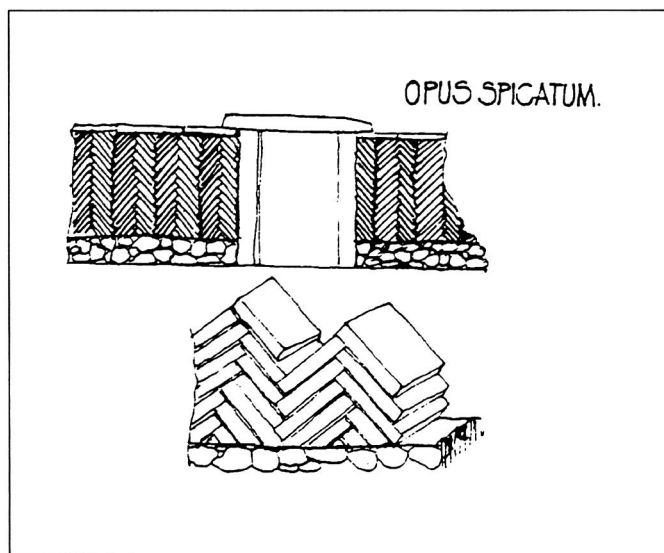


Figura 12
Fábricas romanas. Opus spicatum

Aunque se ha dicho que en las ruinas de Roma no se han encontrado ladrillos sin cochura (adobe), vemos por las especificaciones de Vitruvio que la gran producción de ellos, debían ser secados y endurecidos al sol. Al menos hasta el siglo I a.C., pocos ladrillos fueron cocidos en hornos. Después de esta fecha comenzaron a cocerse las tejas (tegulae) y los ladrillos triangulares que componían los paramentos del opus caementicium. En cualquier caso, la cochura de estos ladrillo era muy ligera. El hecho de que en Roma no se hayan encontrado ladrillos crudos, se ha justificado en base a los grandes incendios habidos en la Ciudad Eterna donde, los ladrillos, han alcanzado mayor grado de vitrificación por soportarlos, que por la leve cochura que pudieran recibir en los hornos de su tiempo. Recordemos que el gran incendio de Roma tuvo lugar el año 64 d.C. y que el Panteón de Agripa fue dos veces destruido, primero por el incendio del año 80 d.C. y más tarde en el del año 110. El que hoy podemos visitar fue reconstruido, enteramente, por Adriano.

2.3.1 Opus Latericium

Se llama así al aparejo de ladrillo, también denominado como **opus testaceum** y que atiende tanto al constituido íntegramente por ladrillos lateres, como al aparejo mixto de núcleo caementicium y paramentos latericium. En el primer caso el muro se constituía mediante piezas cuadradas, grandes y pequeñas, en una combinación que hoy nos parecería, aparejo inglés. Es decir, como de una hilada a tizon y la siguiente o anterior a soga. En el segundo caso, los ladrillos eran triangulares y se colocaban acostados sobre amplio lecho de mortero, con la diagonal al paramento y el ángulo recto señalando hacia el interior o núcleo del muro. Apenas colocadas pocas hiladas de ladrillo a ambas caras del muro, se llenaba el interior con mortero y se colocaban los áridos (opus caementicium). Esta fábrica mixta era más cara que el opus incertum, y siendo más barata que el opus reticulatum, era la mejor desde el punto de vista de la durabilidad y de la capacidad mecánica. No obstante, por su laboriosidad, parecía más elegante y preferido el opus reticulatum. De todas formas tanto el opus incertum como el opus reticulatum requerían ser rematados, en las esquinas del edificio, por un paño de opus latericium (figura 11).

El **opus spicatum** era un latericium testaceum, en el que los ladrillos mostraban la testa colocada a espina de pez, o lo que es lo mismo, a espiga de trigo. Resultaba un buen aparejo para suelos y, en muros resultaba muy decorativo. En muchos pueblos de Andalucía aún se siguen pavimentando, con esta técnica, patios y calles peatonales. En Sevilla es frecuente, y lo podemos ver en el Callejón del Agua.

2.4 Otras formas de aparejos y de revestir las obras

A continuación exponemos algunas fábricas y morteros, que extraemos de una, casi infinita, lista de tipos de aparejos, morteros y pastas que tomaron nombres propios y concretos.

Opus mixtum. Tomaron este nombre todas las fábricas que se labraban acordando materiales distintos. De las muchas combinaciones que uno puede imaginarse o suponer, es frecuente encontrarse un opus incertum terminado en sus esquinas con un opus lateicium. De la misma forma, encontraremos al opus reticulatum enmarcado en un aparejo de ladrillo e igualmente el aparejo ladrillo **opus testaceum** podía encontrar el refuerzo de las esquinas del edificio mediante un opus quadratum isódomo. Atendiendo a la constitución interna de la fábrica, también un opus caementium formaba, con un apraje externo de ladrillos triangulares, un opus mixtum.

El pavimento **opus signinum** se hacía en tres capas que disminuían de espesor. La primera o inferior se armaba con cascotes de estos mismos ladrillos. La segunda, de menor espesor, se realizaba con el mismo mortero pero los cascotes de ladrillo eran de menor tamaño y en la tercera capa, bastante mas fina, desaparecían los áridos o cascotes. Aún recibía, la superficie, una capa de refino o tratamiento de acabado que se bruñía con muñequilla.

Más tarde este tipo de pavimento se generalizó en los suelos de las casas y, sobre todo, en los de los jardines. En ocasiones se sustituía el polvo de ladrillo de la última capa por polvo de mármol para procurarse un acabado más blanco.

Opus sectile. Se denominaba así al acabado que resultaba cuando en un pavimento constituido por el mortero descrito para el **opus signinum**, se incrustaban piezas de piedras careadas o mármoles de diversos colores para formar combinaciones geométricas. Generalmente se conformaban lozas cuadradas dibujando cuarteles y dejando respirar el opus signinum del fondo, que además, podía pulimentarse (figura 13).

Opus marmóream. Era la pasta preparada con cal de Tibur y polvo de mármol (estuco), que constituía un finísimo acabado con el que se revestía al **opus tectorium** o mortero de cal y arena que imprescindiblemente revestía uniformemente a las fábricas de los muros.

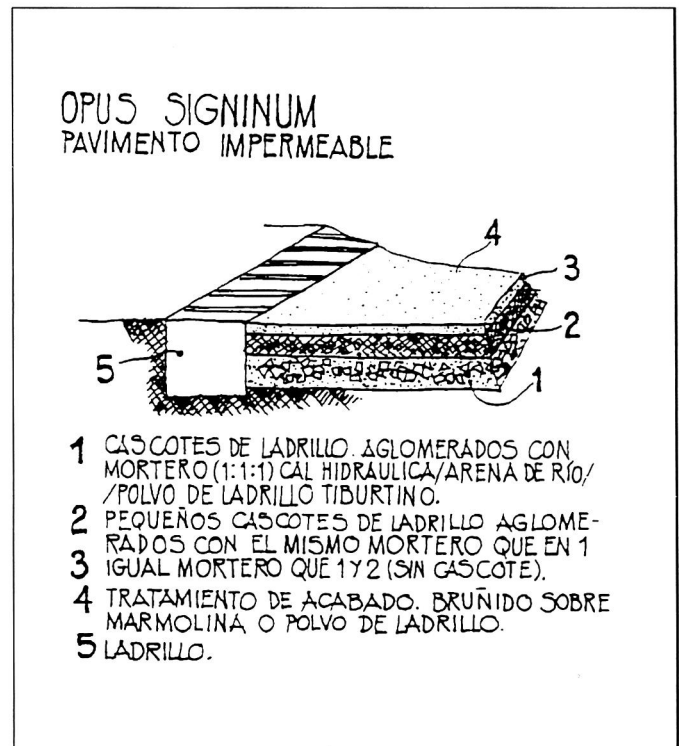
Opus albarium. Fue el nombre que recibía la pasta de cal grasa, muy batida y cribada, con la que se blanqueaban los muros y sobre la que se pintaban los frescos (figura 14).

Opus musivum. Con este nombre se designaba a un pavimento constituido por teselas (tesserae), pequeños paralelepípedos de piedras o vidrios de colores, que proporcionaban en el suelo y en las paredes de determinadas habitaciones, una compo-

sición pictórica (mosaico) con elementos, grecas y figuras, de traza orientalizante. También tomaba el nombre de opus vermiculatum.

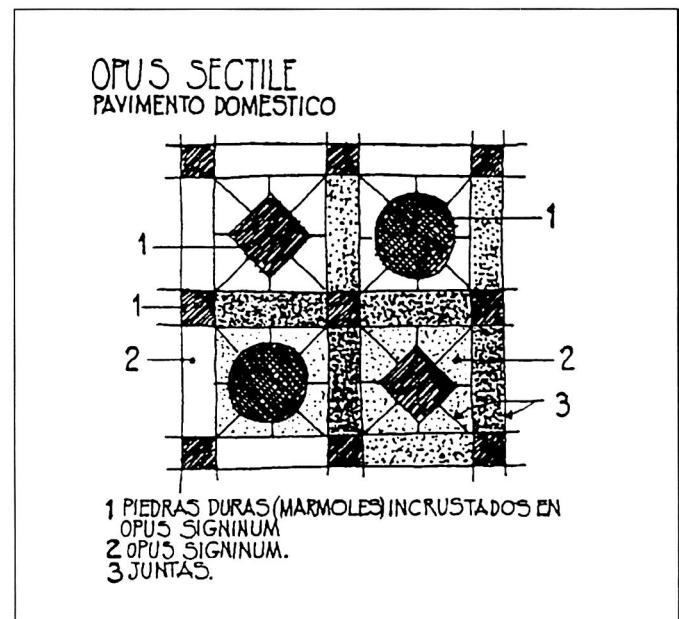
3. LOS ELEMENTOS Y LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA CONSTRUCCION ROMANA

Sin que pueda interpretarse como de simple a la construcción romana, pues por el contrario, debe



- 1 CASCOTES DE LADRILLO. AGLOMERADOS CON MORTERO (1:1:1) CAL HIDRAULICA/ARENA DE RÍO/ POLVO DE LADRILLO TIBURTINO.
- 2 PEQUEÑOS CASCOTES DE LADRILLO AGLOMERADOS CON EL MISMO MORTERO QUE EN 1 IGUAL MORTERO QUE 1 Y 2 (SIN CASCOTE).
- 4 TRATAMIENTO DE ACABADO. BRUÑIDO SOBRE MARMOLINA O POLVO DE LADRILLO.
- 5 LADRILLO.

Figura 13
Pavimento romano. Opus signinum



- 1 PIEDRAS DURAS (MARMOLES) INCRUSTADOS EN OPUS SIGNINUM.
- 2 OPUS SIGNINUM.
- 3 JUNTAS.

Figura 14
Pavimento romano. Opus sectile

ser calificada de rica en las formas y medios de construir, y constituye la mejor escuela, tanto en materia estructural como en la combinación de los



Figura 15
Opus musivum o verniculatum

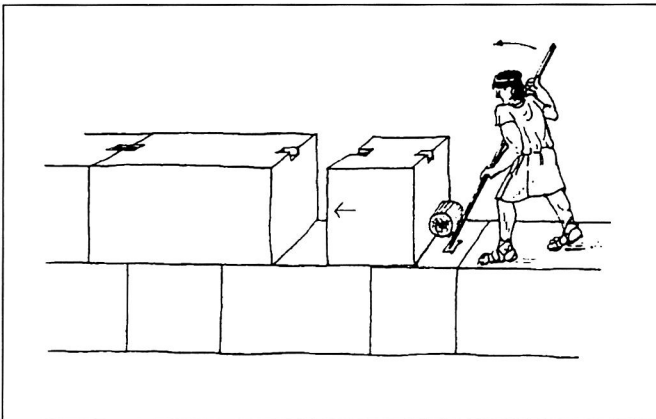


Figura 16
Colocación de sillares en un muro romano

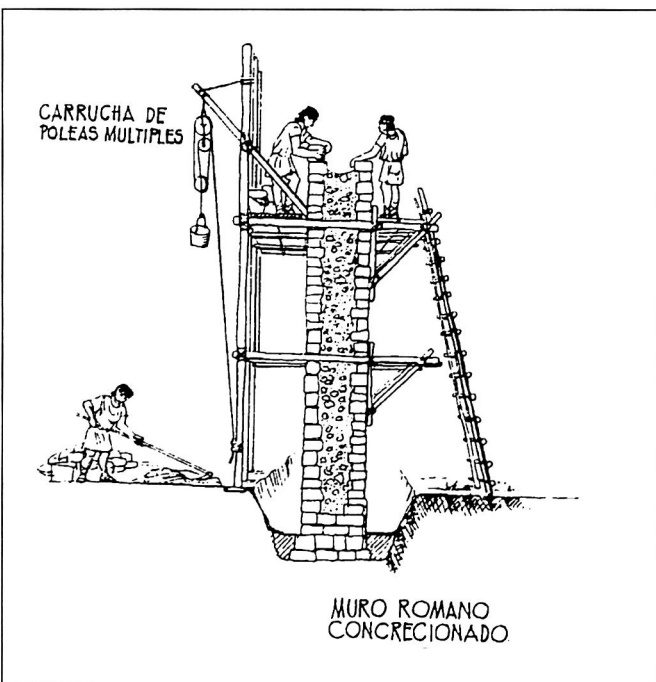


Figura 17

elementos y sistemas constructivos que utiliza, podemos afirmar que estudiando la construcción del Panteón y la de los Baños de Caracalla, podríamos encontrar y comprender todos los problemas constructivos planteados por la arquitectura de Roma.

En el Panteón (año 128 d.C.), los empujes que introduce la gran cúpula hemisférica del gran espacio central son contrarrestados, no por el gran muro circular, sino por los arcos rampantes que transversalmente unen las dos hojas del muro y que actúan como contrafuertes ocultos en el interior del mismo.

En las **Termas de Carracalla**, los empujes que introducen las bóvedas de aristas que cubren el hall central (tepidarium), son contrarrestadas, por un lado, por los machones o contrafuertes que constituyen las exedras del frigidarium, ayudados por los cañones que cubren estas exedras. Por el otro costado, los citados empujes son contrarrestados por las bóvedas que cubren el complejo espacio que comunica el vestíbulo citado con el **caldarium**.

En la construcción romana, el sistema estructural y el constructivo se funden en una única manera de producir el hecho arquitectónico. Ante las magníficas cascadas y fontanas de Tívoli, de igual forma se siente complacido el arquitecto ante el análisis de las formas, la apreciación del ruido del agua y del color de la espuma que salpica y baña el denso jardín, que el ingeniero apreciando el caudal de agua que brota de la fuente, la altura de caída o valor del salto de agua en la cascada y la energía cinética y potencial que allí tiene lugar.

La construcción romana, en sus inicios, es consecuente con la lógica evolución de la construcción latina superada por las formas de construir etruscas. Los etruscos habían reclamado para Roma la preponderancia de la ciudad del Lacio. De esta forma se convirtió en el lugar de concentración de latinos y etruscos, y pronto en una gran ciudad donde habrían de resolverse los problemas planteado por la vida en comunidad. Es decir, la ordenación del territorio y el tipo y la magnitud del edificio público.

Roma asumió, de la construcción etrusca, la sólida y potente estructura mural y, con toda coherencia, el arco de medio punto y la bóveda de cañón. En la arquitectura romana, ya evolucionada, podemos distinguir un sistema básico mural donde se da la simbiosis entre el muro, que se sirve del arco para perforarse y donde éste, se sirve del muro para anular sus empujes. También podemos reconocer un segundo sistema de orden espacial, donde la bóveda se solidifica con la estructura mural en la generación de nuevos espacios. Este último se vio fuertemente potenciado después del gran incendio de Roma, cuando se entendió al hormigón como el nuevo material resistente al fuego.

El **arco de medio punto** se introduce, en el muro, no sólo para derivar las cargas hacia los estribos o telares del hueco sino que, en la construcción ro-

mana, el arco circular se aloja en el muro creando una estructura mecánica de refuerzo de orden superior, sin otra intención que la redistribución de cargas y la de evitar concentraciones de las mismas en determinadas áreas.

3.1 El muro en la construcción romana

Dada la escala adoptada para el edificio público, así como la forma de construir que mediante la cubierta con bóveda adoptaría la arquitectura romana, el muro mantuvo un gran espesor, salvo edificios notables que alcanzaron espesores mayores, era frecuente que tomara entre cuatro y seis pies de ancho. En general la obra mural se trataba como obra mixta, en la que fueron verdaderos maestros los romanos y, como hemos repetido, estaba presidida por un núcleo de mortero concrecionado. En adelante le llamaremos simplemente hormigón, aunque nos estaremos refiriendo al mortero de arena de puzolana, al cual se le agregaban los áridos en la puesta en obra para batirse "in situ" (figura 16).

El muro de sillares se ejecutaba, de manera idéntica a la que hemos estudiado para la construcción griega, es decir, con sillares perfectamente cuadrados y arriados en seco (a hueso). Con independencia de lo expuesto en el punto en el que hemos estudiado las dimensiones y proporciones de los sillares, fue muy frecuente y en un alarde de obra bien labrada, trabajar con sillares cúbicos, paralelepípedos de dobles cubos y medios cubos. Así se montaba un aparejo en el que se mostraba una hilada de cuadrados y la anterior de rectángulos que tenían el largo igual a dos alturas de hilada (figura 17). El muro de corazón de hormigón y caras de mampuestos o ladrillos se elaboraba por tongadas acabadas. La altura de la tongada era la adecuada al operario y al material del paramento, de forma que los empujes del mortero no hicieran necesario la presencia de encofrado. Dentro de la tongada se avanzaba en la forma del talud natural del mortero.

3.2 El arco de medio punto

Los etruscos, que transmitieron este elemento a la arquitectura romana, lo construyeron superponiendo roscas sucesivas de dovelas radiales e introduciendo la arquivolta, para disimular las irregularidades del encuentro de las dovelas de la rosca superior, con los sillares de la hiladas del muro en el cual se alojaba el arco. Los romanos, en virtud de la perfección a que habían llegado en la labra de la piedra, a partir de la calidad que se propusieron después conocer las ejecuciones griegas, vieron en la arquivolta un elemento que acompañaba al arco con fines puramente estético y no como pieza in-

dependiente que resolvía el encuentro entre la dovela y el sillar. Así, los romanos, lejos de superponer roscas, labraron el arco de una única rosca de dovelas más amplias, e incluso la labraron en punta por su parte superior para escalonarla en el extradós, de manera que la parte superior se fundía, escalonadamente, en el aparejo del muro. La arquivolta dejó de ser una pieza independiente y se labraba formando parte de las dovelas correspondiente. En otras ocasiones de la arquitectura romana, la dovela superaba, en amplitud, la situación de la arquivolta y aparecía labrada hacia el centro de su cara frontal. Desde este momento, la **arquivolta** que ha estado permanentemente presente en la arquitectura, quedó definida como un elemento decorativo y saledizo que acompaña al arco en una curva, generalmente paralela al intradós del mismo, para mejor definir la amplitud de sus dovelas.

Otras diferencias establecieron los romanos entre el arco etrusco y el que ellos divulgaron, se eliminaron las decoraciones en las caras de los salmeres y en el frente de la clave, en cambio se resaltó la clave mediante prolongación por descuelgue, hacia el intradós de su amplitud y, las más de las veces, se resaltó prolongando su dimensión por encima del extradós del arco (figura 18).

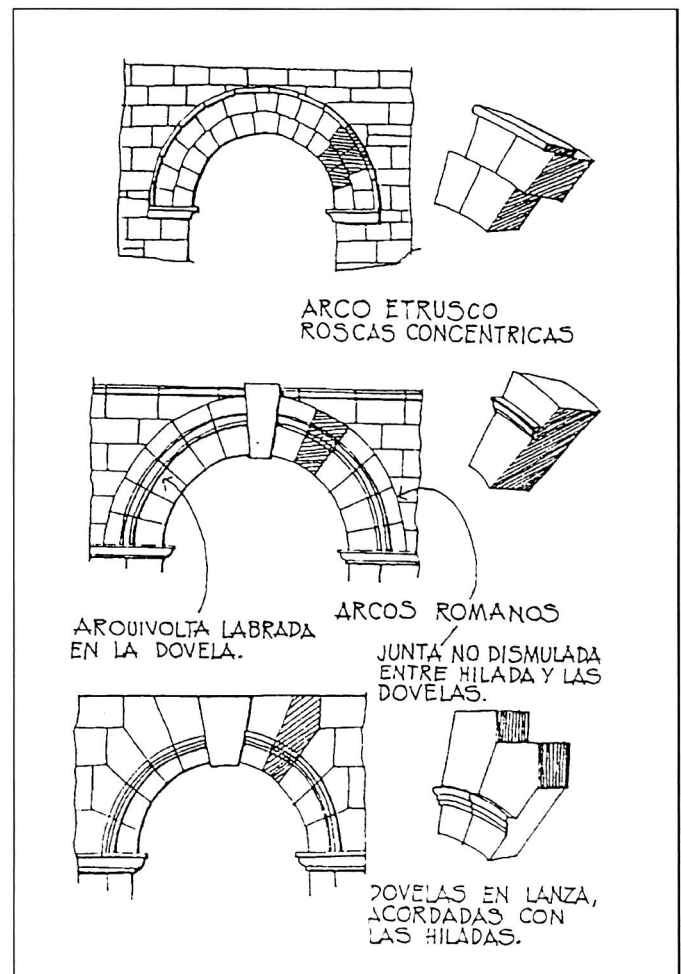


Figura 18

Arco etrusco y arcos romanos

3.3 La bóveda de cañón circular

Los romanos hicieron uso frecuente y acertado de la bóveda de cañón circular, no obstante, su construcción fue planteada como un conjunto de arcos independientes arrimados o adosados uno al costado del otro. Esto se hacía al menos en sus primeras realizaciones, cuando se construía en

pedra manteniendo un espesor constante. Con la llegada del hormigón y con el fin de economizar en cimbras, el cañón se construyó mediante arcos fajones o directores de sillares o dovelas radiales sobre los cuales se colocaban losas de piedras apoyadas sobre dos arcos contiguos. Por encima de dichas losas se trasdosaba, **el cañón por capas o tongadas** de hormigón cuyo espesor crecía en escalones en el sentido descendente (figura 19). Estos arcos directores se colocaban a la distancia adecuada para que la flexión no arruinara a las losas, en tanto que endurecía el hormigón. En cualquier caso, la distancia entre estos arcos formeros era poco mayor que el ancho que tomaban sus sillares.

Pero la construcción más ingeniosa y elegante del cañón circular romano tiene lugar mediante arcos de ladrillos, enlazados entre sí por medio de ladrillos transversales, en el sentido de la generatriz de la bóveda, de manera que se constituían cajones cerámicos, que más tarde, con la capa de hormigón de trasdosado, quedarían rellenos de este último material.

Fue muy frecuente que los arcos directores se constituyesen por dos arcos paralelos de ladrillos, separados por la distancia que le permitía un ladrillo mayor. Estos ladrillos transversales, según la generatriz, se colocaban muy próximos para enlazar o unir dichos arcos paralelos. Los huecos entre estos arcos y traviesas se llenaban, también, de hormigón.

La bóveda así concrecionada se mostraba como una unidad totalmente monolítica y permitía, por su cara inferior, la creación de casetones decorativos. Esta técnica posibilitaba la retirada inmediata de la cimbra de los arcos y cegar los casetones antes de hormigonar por el extradós.

La bóveda circular supuso una magnífica forma, capaz de actuar como contrafuerte de los empujes de otras bóvedas y cúpulas mayores. Para ello, aquellas se colocaban en dirección perpendicular o radial a estas mayores. Así la vemos en el Panteón y en el Palacio de Cosroes, en la arquitectura persa (figura 20).

3.4 La bóveda, el hormigón y la arquitectura orgánica

La historia ya había experimentado las formas o maneras mediante las cuales podemos cubrir los edificios, el sistema adintelado y la bóveda de cañón (parabólico, cilíndrico, o de dos dovelas como se resolvieron las galerías de Tirinto o las de las pirámides). También se había ensayado la cúpula como respuesta a un espacio circular y aislado (en Atreo y en los tholos etruscos, entre otras construcciones rotondas).

Roma planteó, desde el siglo segundo, un con-

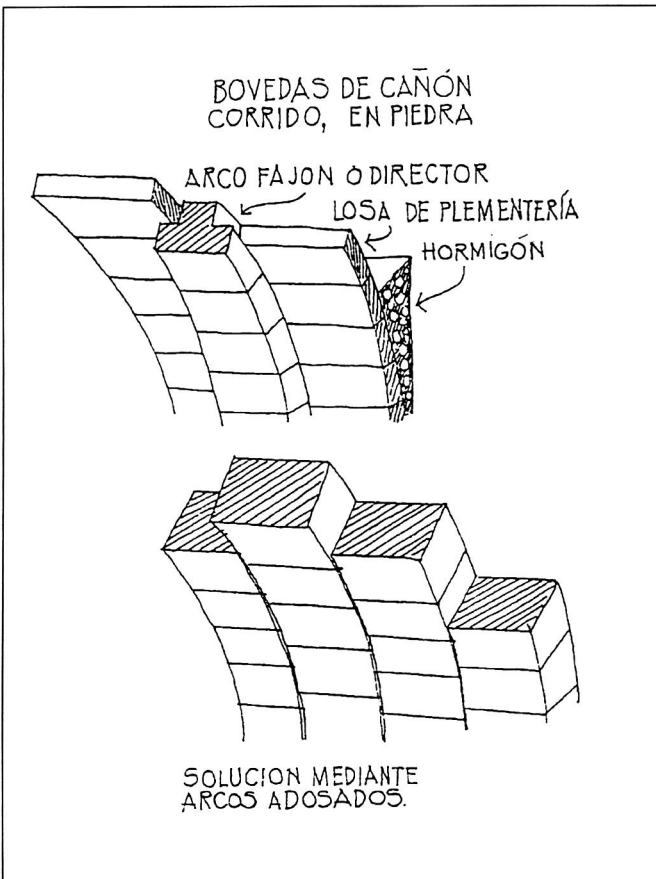


Figura 19
Construcción, en piedra, de la bóveda de cañón

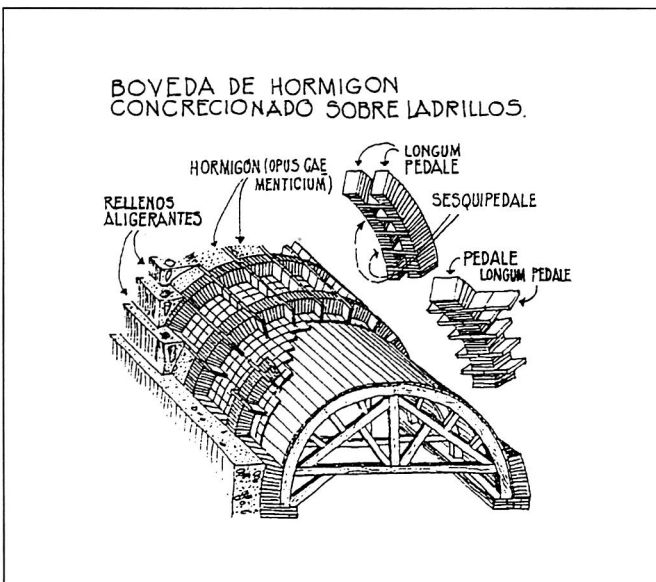


Figura 20
Construcción con arcos directores de ladrillo

junto de edificios entre los cuales el ejemplo mas evidente son los baños termales, donde la función cíclica y orgánica que en ellos se desarrolla, requería la relación disciplinar de unos espacios subordinados a uno principal.

No hay mas que observar los restos de los Baños de Caracalla o los de Diocleciano para entenderlos como propios de una arquitectura orgánica, desarrollada respecto a dos ejes ortogonales en cuya intersección se localizaba la función principal del programa de actividades. Baños, gimnasia, descanso, biblioteca, lugar conversacional de filósofos, poetas, militares y científicos, y otras actividades completaban dicho programa. La naturaleza de estos espacios requería unas formas de cubrición que no escaparan al carácter orgánico del edificio.

No pudo encontrarse mejor solución a los problemas que hemos enunciado, que la asociación de la cúpula y la bóveda, ni mejor aliado que el hormigón para el desarrollo de ellas. Se requería romper la linealidad que establecía la bóveda de cañón y ello dio paso a la bóveda de arista, al rincón de claustro y la de cuarto de esfera.

La organización planteada en el tepidarium y que pudo tener su origen en oriente, se devuelve a Santa Sofía a través de la Minerva Médica y después de depurarse en la arquitectura bizantina propuesta por San Vital, en Rávena.

3.5 La bóveda de aristas

Si dos cañones localizados sobre el mismo plano de arranque y de igual directriz se intersectan según generatrices ortogonales, resulta la forma de cubrición que conocemos como bóveda de aristas. Esta bóveda es, de apariencia, mucho más ligera que la bóveda de cañón. En realidad, dado que muchas de las tensiones se contrarrestan en la intersección o arista, son menores los empujes que llegan o se localizan sobre los soportes.

La bóveda de aristas libera la condición de apoyo continuo en dos de sus lados, como exige la de cañón (figura 21). De esta forma, pueden abrirse huecos de iluminación por encima del plano de arranque de los apoyos y en consecuencia, la arquitectura se enriquece, a partir de su aparición, por el juego que ofrece la iluminación cenital.

Resuelve la cubrición de los espacios centrales de planta cuadrada o ligeramente cuadrada y, asociadas a otras consecutivas y alineadas, ofrece una magnífica solución contrarrestada para cubrir naves longitudinales. Su uso, se hace de práctica frecuente en Roma hacia finales del siglo I de nuestra era. Severo, el arquitecto que junto con Celer, construyó la Domus Aurea o palacio de Nerón (año 60 d.C.), fue un propulsor de la cúpula y de estas bóvedas de aristas.

De todas formas, fue demasiado frecuente que los romanos, para construir la bóveda de arista, bajaran la altura de uno de los dos cañones o la línea de arranque de uno de ellos, con lo que el cañón

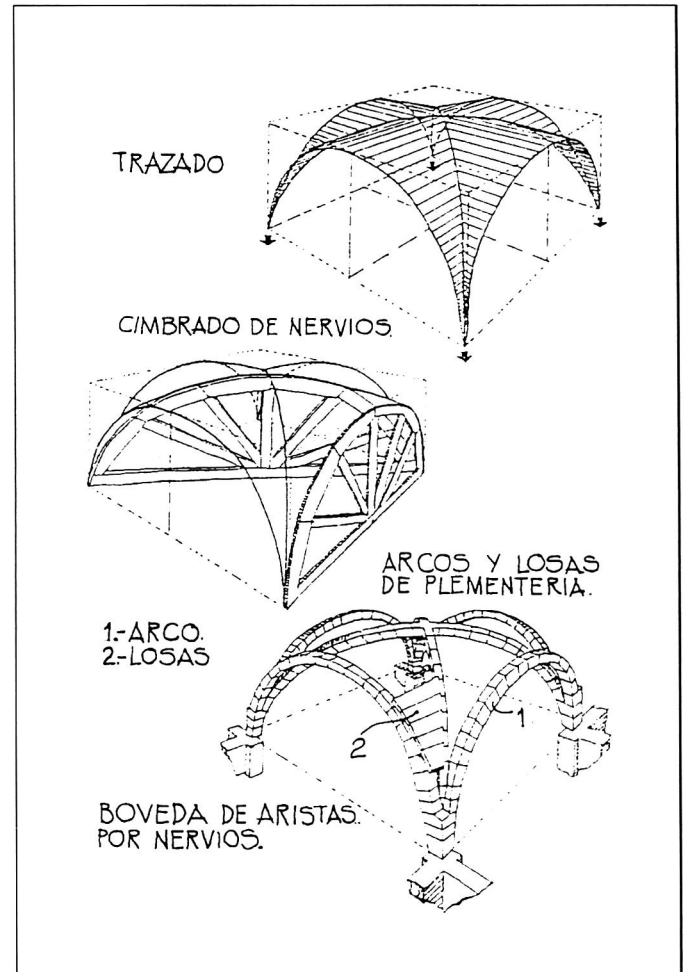


Figura 21
Trazado y construcción en piedra



Figura 22
Bóveda de aristas asociadas

superior aparece como principal y el transversal aparece sólo como grandes lunetos (figura 22). De esta forma las aristas no se cruzan y el cañón principal no se interrumpe en la cúspide, lo cual divide la ejecución y la hace más fácil.

Esta bóveda se puede construir mediante cimbrado de sus cuatro arcos perimetrales y de los dos arcos diagonales o de aristas, obteniendo así el conjunto de nervaduras directoras (figura 23). Más tarde, sobre estos arcos o nervios se establece una plementería que puede constituirse me-

dante tableros de ladrillos o losas pétreas apoyadas en los referidos arcos. Finalmente, estas estructuras se reforzaban por su extradós mediante un tendido de hormigón, encargándose éste último material de consolidarlas y hacerlas monolíticas. También pueden ser construidas sin los arcos directores, realizando un tablero continuo de ladrillos, sobre los cañones de encofrado, e incluso sin encofrados. Para ello, se usan las cimbras de los arcos extremos para lanzar hilos horizontales de referencias. Sobre estos hilos se elabora un tablero de ladrillos en espigas tomados con yeso. Este tablero quedaba actuando como encofrado perdido o integrado en otro tablero superior y resistente. Sobre este último se tiende el hormigón que consolida a la bóveda y la hace monolítica (figura 24).

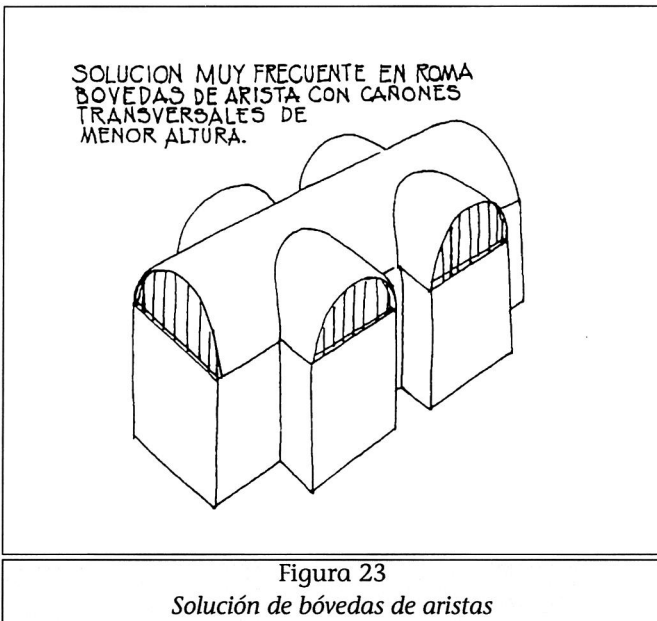


Figura 23
Solución de bóvedas de aristas

3.6 La bóveda en rincón de claustro

El tabularium, lugar en el cual se guardaban las **Tablas** que regían la vida política y social de Roma, fue construido en el año 78 a.C. bajo el mandato de Sila. El general, que había conquistado el Mundo Helénico vino impregnado de los elementos de la arquitectura oriental. En el **Tabularium** encontramos los distintos tipos de bóvedas propias de la construcción romana. Así, podemos ver la bóveda de cañón, la de aristas y la esquifada o de rincón de claustro. Esta última,

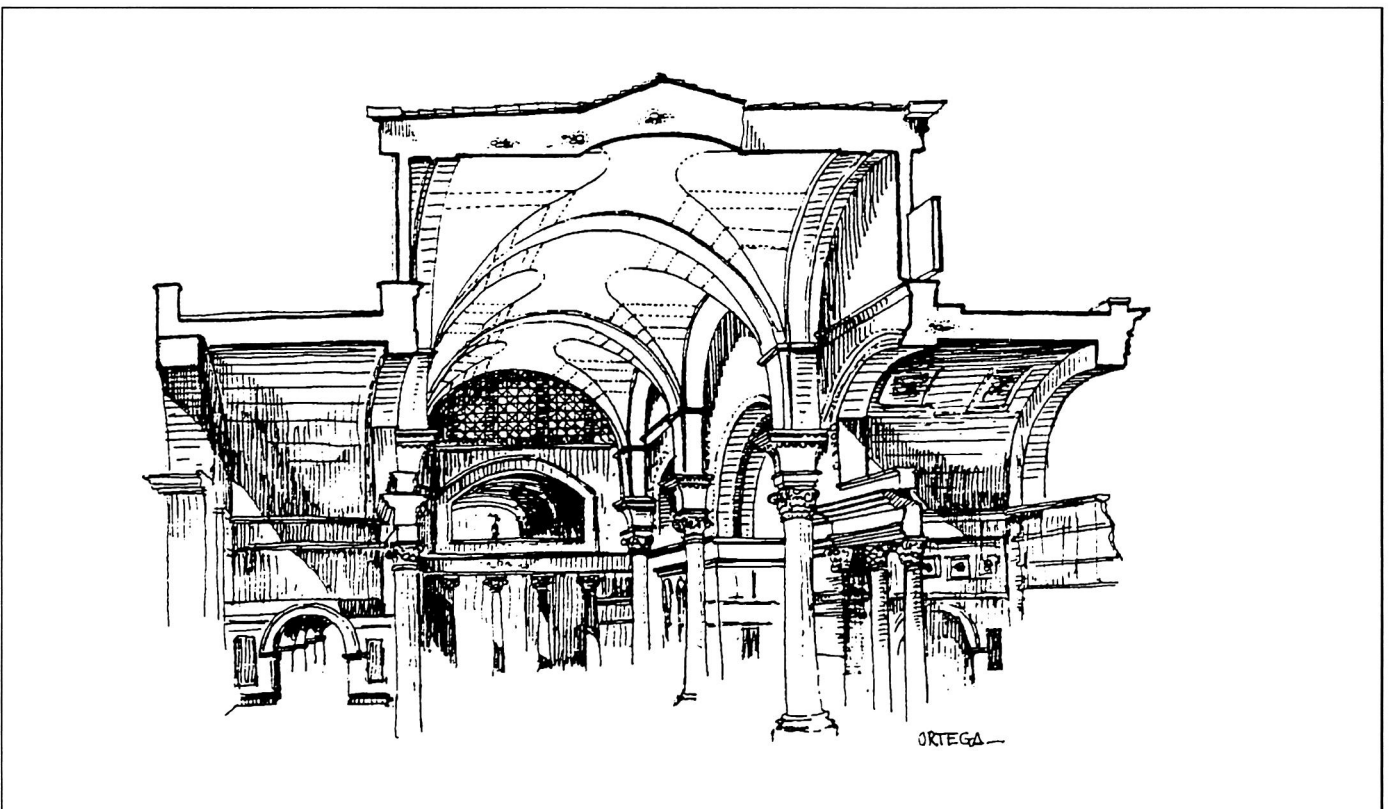


Figura 24
Bóvedas de aristas en las Termas de Caracalla

se constituye por la intersección de dos cañones, generalmente circulares, que se cruzan perpendicularmente entre sí, cubriendo un espacio cuadrado o rectangular. Para establecer sus arranques requiere apoyarse, de manera continua, sobre la totalidad de la longitud de los muros que conforman la planta. Sobre la planta cuadrada, que fue la forma más frecuente, se compone de cuatro planos triangulares cilíndricos que se intersectan definiendo las aristas que componen la bóveda, las cuales confluyen en la cúspide de la misma. Puede ser considerada como una artesa curva o como una bóveda de aristas entrantes.

El equilibrio de esta bóveda radica en que cada triángulo, en gravedad, descansa y se aprieta en los dos que le son contiguos. Los empujes sobre los muros perimetrales son menores que en la bóveda de cañón y las tensiones internas se asemejan a las de una cúpula gallonada. La construcción requiere cimbra y tablero de trabajo, ya que los ladrillos hay que colocarlos acostados. Aunque también puede construirse con ladrillos colocados a sardinel o de canto, aunque esto no ha sido muy frecuente.

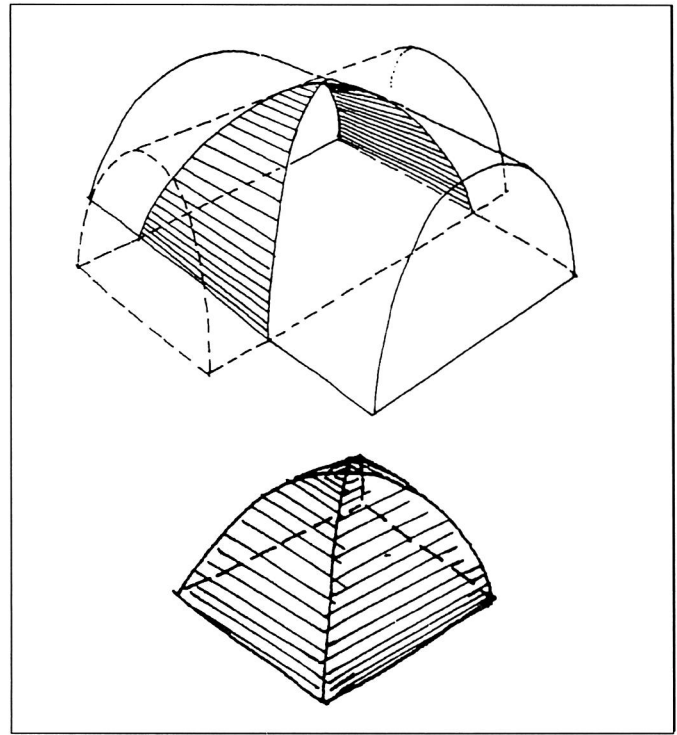


Figura 25

Trazado de la bóveda de "Rincón de Clastro"

