

Cómo construir un prototipo de una cúpula de adobe Con una técnica popular

Prototype building adobe tech dome

Mercedes Ramírez Rodríguez merrramirez@yahoo.com.mx.

UAEMéx, México

Resumen: Como una alternativa a la construcción de adobe, este artículo introduce un nuevo criterio metodológico para la construcción de una cúpula a escala real, a través de sus procesos constructivos para los especialistas de la construcción y los profesores de la Facultad de arquitectura y diseño de la UAEMéx. Asimismo, se muestra que la utilización de una técnica popular para la construcción de una cúpula, da lugar a la reflexión en el ámbito académico porque, en la unidades de aprendizaje referentes a la construcción, dicha técnica, no tiene "carta de reconocimiento" en la academia, de ahí que su enseñanza sea prácticamente nula en la mayoría de las escuelas de arquitectura en México.

Palabras clave: Prototipo cúpula, t, escala real, Prototipo cúpula, técnica popular, escala real, Prototipo cúpula, técnica popular.

Abstract: As an alternative to the construction of adobe, this article introduces a new methodological approach to the construction of a dome-scale, through its construction processes for construction specialists and teachers of the Faculty of architecture and design UAEMéx. It also shows that the use of a popular technique for the construction of a dome, this leads to academic reflection because, in the learning units concerning construction, this technique has no "letter of recognition" in academics; hence it's instruction is negligible in most architecture schools in Mexico

Keywords: Prototype dome, popular technique, full-scale.

Revista Legado de Arquitectura y Diseño,
núm. 19, 2016

Universidad Autónoma del Estado de
México, México

Recepción: 04 Septiembre 2015
Aprobación: 09 Octubre 2015

Redalyc
artículo.

Introducción

Fotografía 1

Edificación correcta de la cúpula con técnica mixta. Fuente: Información propia.



Una bóveda es un elemento constructivo que sirve para cubrir superficies, generalmente sus apoyos son elaborados con mampostería y sus componentes trabajan a la compresión. Posee una forma geométrica formada por el movimiento de un arco generatriz a lo largo de un eje principal. Su problemática constructiva consiste en investigar la dimensión y resistencia de los apoyos de arranque, debido a que tendrán que soportar los empujes laterales de la bóveda.

En muchos casos la superficie de la bóveda posee nervaduras en las que se dirigen y concentran los empuje. A pesar de su amplio uso en la construcción, su funcionamiento no fue comprendido y explicado por la ciencia hasta bien entrados en el siglo xix (Aguilar, 2008)

Algunas edificaciones de las bóvedas se encuentran en lugares, como plazas porticadas, claustros, catedrales y en galerías. En la actualidad, los nuevos materiales, como el hormigón armado y el adobe tecnificado, permiten la construcción de formas clásicas y superficies adinteladas (bóvedas planas). La forma geométrica de la bóveda se genera mediante la traslación en el espacio de arcos iguales.

Las bóvedas son estructuras apropiadas para cubrir espacios arquitectónicos amplios mediante el empleo de piezas pequeñas (Bassegoda, 1979). Su geometría puede ser de simple o doble curvatura, un ejemplo de geometría simple se encuentra entre las bóvedas de cañón, y en las de curvatura más compleja las de arista (cruce de dos bóvedas de cañón). En muchos casos las bóvedas poseen una planta cuadrada o rectangular. Suelen construirse con soportes en su interior en forma de arcos formeros.

En edificaciones modernas el término bóveda se ha extendido, y por herencia el concepto de “bóveda de fábrica”, se ha aplicado a estructuras construidas con cubiertas curvadas, en las que el espesor es muy pequeño comparado con el ancho y el largo, también denominadas cáscaras o cascarones. (Bassegoda, 1979). Mientras en las “bóvedas de fábrica” las piezas trabajan a compresión, en estas modernas estructuras el trabajo es fundamentalmente por flexión.

Tanto en las antiguas bóvedas como en las modernas la demanda predominante en sus elementos es a la compresión. Sus tensiones se asemejan a las de un arco, o un conjunto de arcos conformando una superficie.

Las fuerzas de una bóveda ejercen empujes horizontales que deben ser contrarrestados con el objeto de mantener la estructura en equilibrio. El elemento estructural suele ser un contrafuerte, o estribo. En algunas ocasiones descansa en más de un elemento de contrarresto.

El problema a resolver cuando se emplean bóvedas es dimensionar correctamente los apoyos de arranque para los permanentes empujes horizontales. Empujes que surgen desde la línea de unión entre la bóveda y el apoyo de arranque. Ésta es la razón por la que el diseño de las plantas de las bóvedas es necesario considerar el contrarresto, por una o varias formas, de los empujes.

Las bóvedas se componen de diversas partes, cuyos nombres tradicionales son los siguientes:

Apoyos: son las partes de los muros o pilares sobre los que descansa la bóveda.

Puntos de arranque: son los de los arcos que componen la bóveda.

Dovelas: son las piezas elementales que componen la bóveda.

Clave: es la dovela central que cierra la bóveda.

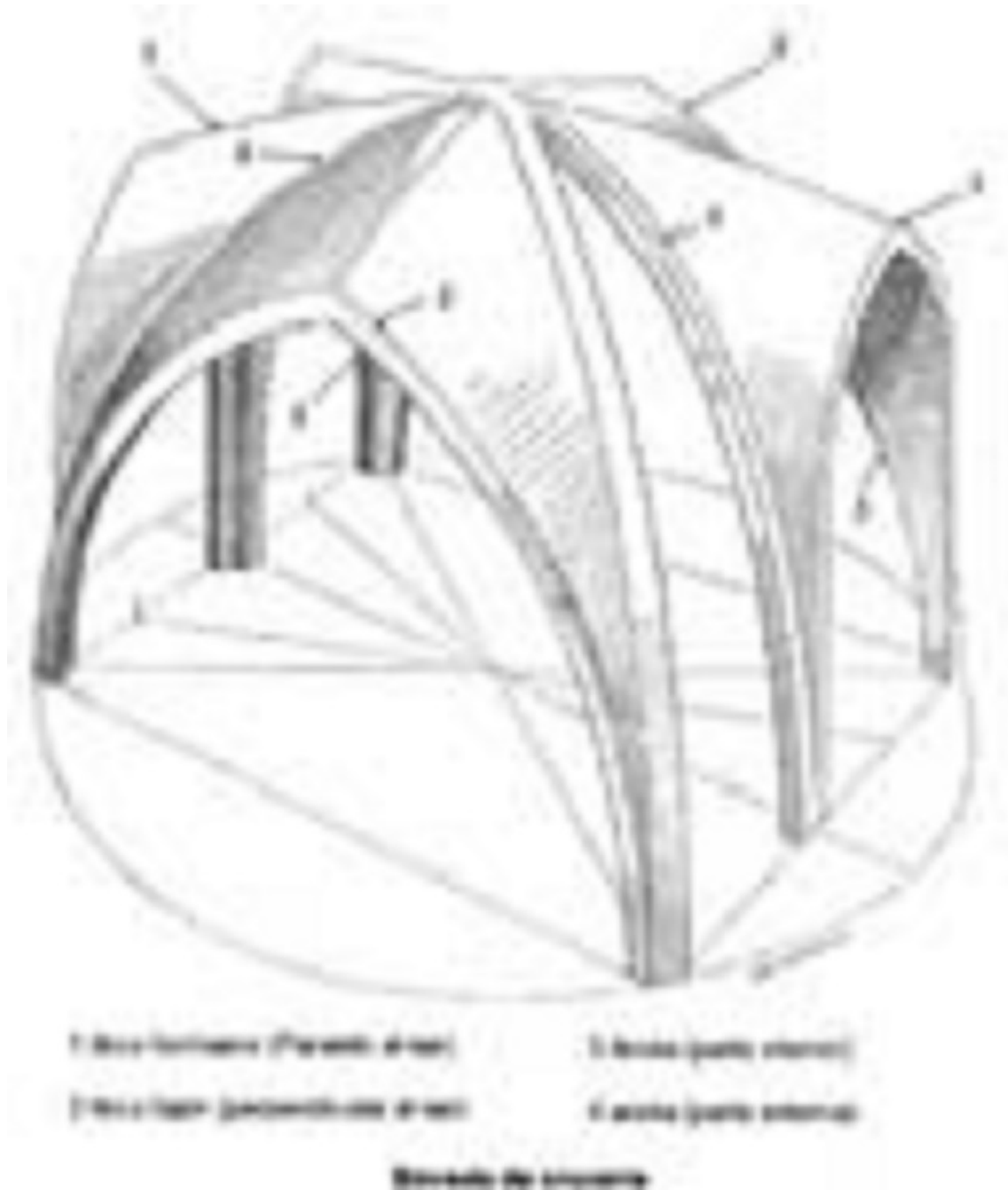
Salmeres: son las dovelas en las líneas de arranque de la bóveda.

Nervaduras: son los arcos de dovelas independientes de los tímpanos en las aristas.

Luneto: es la abertura practicada en la bóveda de otra bóveda que penetra en ella.

Partes básicas de una bóveda

Figura 1
Elementos de la bóveda.



Fuente: Choisy, Auguste (1999).

Objetivo y alcance.

En este artículo se presenta una metodología para la construcción de una cúpula a escala real mediante materiales sustentables para una gama de diseño de envolventes del espacio. Se asume que se utilizara una técnica popular en su construcción y para compartir con los profesionales de la arquitectura.

1. Supuestos de la metodología para la construcción del prototipo de la cúpula de abobe.

En general, se acepta que para la construcción de una cúpula de adobe, debe considerarse las siguientes hipótesis:

- a) Selección y estudio del suelo
- b) Análisis de las características del adobe
- c) La acción de los fenómenos naturales y
- d) Las fallas humanas
- e) La falta de supervisión de los procedimientos constructivos.

Las hipótesis anteriores justifican la utilización de una metodología para llevar a cabo la construcción de una cúpula de adobe.

2. Metodología fundamental para la construcción de una cúpula de adobe

Para reducir la vulnerabilidad de la construcción de una cúpula de adobe, los sistemas constructivos deben ser diseñados estructuralmente para resistir mejor el embate de los fenómenos naturales. Además de asegurar la calidad de los adobes conforme a las normas establecidas.

Bajo la perspectiva de reducir la vulnerabilidad en la supervisión de algunos procedimientos de construcción en las edificaciones de adobe y subrayar el deterioro que provocan los fenómenos naturales, a continuación se enumeran las fases fundamentales para llevar a cabo una construcción de una cúpula de adobe.

2.1. Selección y estudio de las características del suelo

La cúpula que se construyó en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño, se hizo un estudio detallado del suelo. Dadas las características y condiciones de la superficie, fue necesario un reforzamiento de concreto en zapatas, así como también en la diagonal.

Fotografía 2

Dalas de cruz cuya función es impedir que los soportes de la cúpula se abran.



Fuente: Información propia.

La fotografía 3, exhibe, la importante de realizar un estudio del suelo antes de iniciar la construcción, debido a que los asentamientos del suelo generan esfuerzos cortantes en la estructura y ocasionan fallas mecánicas cuando el terreno carece de un basamento sólido.



Fotografías 3 y 4

Adobe tecnificado cuyo trabajo estructural es de manera conjunta con el concreto armado.
Información propia, 2015.



Fotografías 4 y 5

Adobe tecnificado cuyo trabajo estructural es de manera conjunta con el concreto armado.
Información propia, 2015.

2.2. Análisis de las propiedades del adobe

El adobe es un material constructivo con rangos bajos de resistencia a la compresión y a la tensión, también presenta baja permeabilidad generando que el daño llegue de manera directa a la edificación de adobe.

Por otro lado, las construcciones hechas de adobe de baja calidad, con alto contenido de arcillas o con demasiada plasticidad y secado inadecuado, afectará su estructura al no contar con capacidad mecánica suficiente ni para resistir de manera eficiente la abrasión de los agentes climáticos.

2.3 Sistema constructivo de una cimbra modular.

Gracias a las adecuaciones derivadas de las características del suelo, la construcción de la bóveda en la Facultad requirió un sistema constructivo particular que se tradujo en la cimbra modular, con la cual se permite configurar la forma de la cúpula.



Fotografías 5 y 6

Colocación del procedimiento de cimbrado.

Fuente: Información propia.



Fotografías 5 y 6

Colocación del procedimiento de cimbrado.

Fuente: Información propia.

2.4. Tomar en consideración los fenómenos naturales

Las acciones de los fenómenos naturales y las fallas humanas durante la construcción de adobe afectan de manera ineludible. Este tipo de construcciones son vulnerables a los impactos mecánicos. Los efectos de los sismos pueden ser devastadores, por lo que es importante tomar medidas preventivas. Sin embargo, la penetración del agua es de cualquier modo la mayor desventaja de las construcciones de adobe; repercute de manera negativa en su solidez y disminuye su durabilidad. Las lluvias en ocasiones llegan a impactar de manera tan severa que pueden derrumbar la construcción.

Para reducir la vulnerabilidad de la construcción, los elementos arquitectónicos deben estar diseñados para resistir mejor el ataque de dichos elementos, además de asegurar la calidad del adobe, se debe evitar cargas concentradas de vigas que descansen sobre los muros, salvaguardar la edificación de adobe de las lluvias y, por supuesto, supervisar permanentemente para evitar filtraciones de agua de lluvia.

2.5. Fallas humanas.

Por lo que toca al deterioro atribuible a causas humanas, es decir, la supervisión directa de la construcción de la cúpula y las deficiencias constructivas, esto redundará en mayor vulnerabilidad frente a los fenómenos naturales, disminuyendo su estabilidad.

2.6. La colocación del adobe en la cubierta.

El sistema constructivo de esta técnica coadyuva en la estabilidad de la cúpula. Dicho sistema, establece que cada adobe de la cubierta deberá estar recargado sobre el anterior. Al iniciar la construcción, los primeros adobes se recargan sobre una esquina o a un lado del perímetro de la cubierta.



Fotografía 7

Proceso de encofrado y cimbra.

Información propia, 2015.



Fotografía 8
Nervaduras de refuerzo.
Información propia, 2015.

El diseño de la colocación del adobe, tiene como característica, su estabilidad que reside en el recuete o recargamiento. A semejanza del llamado efecto dominó, donde cada adobe se sostiene sobre el otro. La colocación del adobe apoyada por otros factores a su favor, permite ligereza a la cúpula.

3. Resultados, Construcción de un prototipo a escala real de una cúpula de adobe.



Fotografía 9 y 10
Colocación de capa de concreto ligero.
Fuente: Información propia.

Fotografía 9 y 10
Colocación de capa de concreto ligero.



Fuente: Información propia.

Este sistema constructivo facilita el diseño de una gama variada de acomodo, lo cual capitaliza los detalles para crear efectos de iluminación dentro de la construcción.



Fotografía 11.

Fraguado

Fuente: Información propia.

Resultado del diseño del prototipo de la cúpula a escala real

Fuente: Información propia, 2015.

En las fotografías 11 y 12 se muestra que en el prototipo de la cúpula, se diseñó, una abertura (luneto) por donde penetra la luz. Dicho luneto, permite, la recopilación de información del recorrido del sol durante todo el año.



Fotografía 12
Usos polivalentes de la cúpula.
Fuente: Información propia.

Fotografía 13
Perspectiva del anillo de compresión, utilizado como elemento de diseño.



Fuente: Información propia.

Fotografías 14
Perspectivas de la cúpula.



Fuente: Información propia.

Fotografías 15
Perspectivas de la cúpula.



Fuente: Información propia.

CONCLUSIONES.

En este artículo se propuso un criterio metodológico para la construcción de una cúpula a escala real. Se construyó con una técnica popular. Los sistemas constructivos desarrollados para la cúpula se relacionan con el aprovechamiento del adobe, y por ser un material económico, estético. El prototipo de la cúpula maneja tecnologías alternas y sustentables.

Existen varias ventajas en la construcción del prototipo, entre éstas se incluyen una visualización directa de los procedimientos constructivos.

Una ventaja considerable es el costo de construcción de la cúpula. El costo en Metro cuadrado (m²), en la Zona Metropolitana de Toluca se considera entre 50% y 60%, en comparación con una losa común de concreto armado en claros pequeños. Por otro lado, la estética del adobe es muy apreciada; denota confort y calidez. Se considera de gran importancia incentivar el empleo de materiales sustentables.

En contraparte, también existen dos desventajas particulares: la cúpula no puede soportar cargas por encima de ella, dado que se emplea básicamente como envolvente del espacio. La otra es que al tratarse de una técnica popular, este sistema de construcción no tiene “carta de reconocimiento” en la academia, de ahí que su enseñanza sea prácticamente nula en la mayoría de las escuelas de arquitectura en México.

Referencias

- Aguilar Prieto, Berenice (2008), *Construir con adobe. Fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo*, México: Trillas.
- Bassegoda Musté, Buenaventura (1979), *Atlas de técnica edificatoria*, Barcelona, Ediciones Jover.
- Blackwell, William (2006), *La Geometría en la Arquitectura*, México: Trillas.
- Trillo, Domínguez Esteban, *ARTE Y CULTURA, Arte Musulmán en España*, <http://alikant.galeon.com/>
- Fathy, Hassan (1975), *Arquitectura para los pobres*, México: Textos Extemporáneos.
- Graham, McHenry (2008,) *Adobe, cómo construir fácilmente*, México: Trillas.
- Kubler, George (1982), *Arquitectura mexicana del siglo XVI*, México: Fondo de Cultura.
- Lampérez y Romea, Vicente (1904), *Historia de la Arquitectura Cristiana*, Barcelona: Juan Gili Editor.
- Mas-Guindal Lafarga, Antonio (2011), *Mecánica de las estructuras antiguas ó cuando las estructuras no se calculaban*, Madrid: Editorial Munillaloría.
- Reeve, Agnesa (2001), *The small adobe house*, USA: Gibbs Smith, Publisher, Layton UT.
- Deffis Caso, Armando (1987), *La casa ecológica autosuficiente para climas templado y frío*, México: Concepto

- Salvadori, Mario y Heller, Robert (1998): *Estructuras para Arquitectos*, Buenos Aires: Kliczkowski Publisher.
- Serra, Rafael (1999), *Arquitectura y climas*, Barcelona: Gustavo Gili.
- Serra, Rafael y Coch, Helena (2005), *Arquitectura y energía natural*, México: Edicions UPC, Alfaomega.
- Truñó, Ángel (2004), *Construcción de bóvedas tabicadas*, Madrid: Instituto Juan de Herrera / etsam.