

PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE DOCTORADO EN ARQUITECTURA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
UNIVERSIDAD DE COLIMA
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



***HISTORIA Y TEORIA DEL DIMENSIONAMIENTO FORMAL
EN LA ESTRUCTURA ARQUITECTONICA DE
LOS TEMPLOS NOVOHISPANOS DE VALLADOLID/MORELIA***

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN ARQUITECTURA
PRESENTA**

JUAN CABRERA ACEVES

FEBRERO DE 2007

INTRODUCCION.

La concepción formal del templo en la arquitectura histórica cristiana es sin duda el ingrediente con mayor peso específico dentro de las necesidades del diseño. Su trazo y dimensión han obedecido a necesidades específicas asociadas al requerimiento de estabilidad, de función, de significado y naturalmente de las posibilidades constructivas de cada caso.

La condicionante fundamental de su realidad creativa es la función estable y la segunda en importancia, la dignificación del espacio. La experiencia constructiva de los grupos humanos anteriores han heredado el conocimiento y lo han hecho regla, muchas de las veces oficiosa, es decir, de uso exclusivo de los maestros operarios.

No creo posible que ningún arquitecto de la historia constructiva de un templo no haya estado preocupado durante toda la obra por la condición estable del edificio. De ello ha dependido el seguir adelante o el perderlo todo. La experiencia amarga de la prueba y el error seguramente han sacrificado obras enteras y gente. La regla ha tenido su costo, y la capitalización de ese costo es la seguridad. ¿Hasta que punto ha podido llegar el parámetro de seguridad estructural? ¿En qué conceptos y en que elementos? ¿Bajo que condicionantes de cultura constructiva?

Las respuestas a las preguntas anteriores son de naturaleza multifactorial, pero indudablemente el equilibrio entre las características de los materiales disponibles, la cultura constructiva del grupo humano que la realiza y el dimensionamiento formal de sus partes de sustento, son los principales satisfactores a la demanda de condición estable, y esto normalmente no se escribía, por lo que ahora lo tenemos que investigar en la lectura que los mismos edificios nos revelan, en la historia escrita confrontada con nuestros modelos de análisis, y con la poca información documental disponible.

La toma de decisiones de la responsabilidad de una obra, en el conocimiento oficioso y pericia constructiva de un maestro arquitecto encargado, ha tenido seguramente un procedimiento de calificación y designación, es decir, solo los proyectos importantes solían ponerse a prueba con el dictamen de un cuerpo colegiado de oficiosos calificados en la materia, como fue el caso del proyecto de Vicencio Baroccio de la Catedral de Valladolid; pero, ¿ hasta donde era previsto y revisado un adecuado dimensionamiento formal de su cuerpo estructural?

La historia del tema es apasionante, ya que encierra secreto y cultura, aportando identidad en el ejercicio de ejercer una hermenéutica crítica que interpreta y además teoriza en razón de significado y fundamento con relaciones encontradas.

El arte de interpretar el monumento, y a partir de ahí teorizar racionalmente, da materia de continuidad a su historicidad, provocando un efecto muchas veces no intencional que también produce conocimiento, y abre un espacio para el conocimiento futuro.

Los satisfactores que relacionan la formalidad del objeto arquitectónico con sus características de significado dogmático, que en el pasado histórico tanto se hacían valer, llegan ahora muchas veces a representar un importante peso específico en la lectura de interpretación e interés divulgativo por su carácter indiscutido, por lo que resulta válido en el campo de las humanidades, cuadrarlos con la realidad científica.

Los templos novohispanos de la antigua Valladolid, poseen un gran peso específico en su condición constructiva histórica. Más de 12 templos monumentales construidos en el periodo virreinal han sido estudiados en su información histórica fundacional, eventual y arquitectónica descriptiva, pero desafortunadamente existe casi nula información sobre su historia constructiva, y menos aún sobre la

concepción de su diseño formal y cultura de dimensionamiento estructural que los ha generado.

En los archivos parroquiales no existen libros de fábrica. En los libros generales se han dado noticias escuetas sobre algún constructor que intervino en alguna de sus etapas. En los archivos de notarías no se han encontrado contratos de los constructores para poder al menos ser identificados o saber algunas de las condiciones y características de la obra contratada. En cualquier caso, el tema del dimensionamiento formal en la concepción de cada proyecto no se va a encontrar en la descripción contractual, solo algunas deducciones de la manera de construir de tal o cual arquitecto, el conocimiento de sus obras anteriores o el conocimiento de las características de su formación.

Por lo anterior, la estructura de este trabajo se ha forjado en la puntualización descriptiva de los eventos relevantes del conocimiento sobre la formalidad del templo cristiano occidental en sus distintas etapas históricas, la causalidad de su dimensionamiento y el impacto histórico en su producción novohispana, para confrontarlo con sus características formales y dimensionales existentes y establecer las relaciones encontradas en el análisis crítico que aquí se presenta.

La delimitación temporal está dada en el periodo novohispano y la ciudad delimita el espacio. La primera representa un tiempo político y social por demás delimitado en su esencia económica productiva y estrechamente relacionada con las fundaciones religiosas que se fueron asentando en distintas etapas, cada una de ellas definitivamente distintivas en los cambios encontrados. Así se distingue el templo del periodo conventual del siglo XVI del periodo secular generado hasta ya avanzada la segunda mitad del siglo XVII con el magno proyecto del templo catedralicio, para ya a finales del siglo XVIII con el templo de San José, volver a retomar proporciones interiores del recinto a la manera de las dejadas 250 años antes en el prototipo conventual, pero con evolución de la forma y clara racionalización de las dimensiones de

los elementos estructurales en una traducción de esa etapa pre-científica de la estática física, que llegara a la representarse en el último templo del periodo novohispano construido en la Ciudad .

La selección de los casos analizados versa en el universo completo producido en este periodo, ya que la construcción de la Iglesia Catedral genera un proceso de producción y cultura constructiva de artesanos, oficiales y arquitectos que en consecuencia son los artífices de los doce templos consecuentes, y tres capillas , tras haber pasado más de 60 años de la primera mitad del siglo XVII sin haberse construido templos con formalidad duradera o definitiva, y estando la primera catedral provisional de la Ciudad casi en ruinas.

El proyecto y construcción del templo catedralicio, considerado el más ambicioso templo construido en Nueva España en el siglo XVII, si bien es el templo generador del ambiente constructivo consecuente en los 130 años siguientes en la ciudad; su formalidad de tres naves con planta centralizada de crucero, es totalmente atípica respecto a los otros doce analizados, por lo cual, para efectos de tabulaciones dimensionales comparativas, no lo confrontamos con los demás , pero nunca lo perdemos de vista y es analizado en su morfología, señalado en la historia de arquitectos que el intervinieron, así como se teoriza sobre la disposición de su cimentación, a partir de datos históricos publicados en diferentes documentos.

Las edificaciones de los templos de San Agustín en 1550, San Francisco en 1585 y El Carmen en 1596 , marcan una temporalidad distinguida en su singular carácter conventual, inmersos en un género que ha distinguido a la arquitectura mexicana, y su dimensionamiento formal distintivo también pertenece a la cultura constructiva de ese periodo; quizá en El Carmen notemos ya una transición técnica y racional a reducir el espacio, obedeciendo quizá a intervenciones como las del fraile arquitecto Andrés de San Miguel, de quién está documentada una visita.

Como ya señalé la primera mitad del siglo XVII se ve ensombrecida de producción constructiva, muy asociada con depresiones económicas en el clero. Los mismos Jesuitas llevan una larga historia de deudas y presiones en ese periodo, teniendo muchas dificultades en su colegio y capilla.

En 1618 por primera vez se piensa en construir un edificio catedralicio definitivo, y se manda hacer el primer proyecto al maestro de arquitectura Alonso del Arco. Otro proyecto se hizo en 1621 para un templo con dimensión de longitud en 150 pies. Fue hasta 1658 cuando se presenta el proyecto definitivo, por el maestro mayor de arquitectura, el italiano Vincenzo Baroccio de la Escayola, y fue aprobado hasta 1660 por el dictamen emitido por Luis Gómez de Trasmonte, Rodrigo Díaz de Aguilera, Diego de los Santos, Miguel de Aguilera, Martín López y Pedro Ramírez, todos Maestros, Alarifes, Aparejadores y Peritos arquitectura con prestigio en obras de México y Puebla.

A partir de la empresa constructiva de la catedral se fueron forjando más proyectos que en su tipología, distinguieron una nueva cultura constructiva en donde el dimensionamiento de sus partes da respuesta a las nuevas necesidades, siguiendo en mucho patrones asociados que aquí se señalan. La historia de la construcción catedralicia es la mayor contenido documental existente. Contenido que genera información de personajes que intervinieron, algo sobre los incidentes y eventos inherentes a las obras, relaciones de gastos con descripción muy general de los materiales que se compraban o mandaban habilitar, salarios de los operarios y referencias de reconocimientos de lo avanzado y gastado en supervisión por otros peritos. La información detallada sobre los planos o “mapas”, sus características constructivas y relaciones dimensionales solo se encuentran en generalidad descriptiva con necesidad de interpretación crítica.

La preocupación real del cabildo catedralicio por verificar las dimensiones de la planta de Baroccio, al mandar medir el superintendente Don Felipe de Cabalza Amezqueta, en 1672 el claro de la nave mayor que asentó tenía 10 varas y 3 dedos de pilar a pilar y 6 varas y media menos tres dedos en los claros de las naves procesionales, al parecer fue en el sentido de ver ese desplante muy estrecho. Podríamos disertar la crítica a razón de que las pilastras iban a media altura y en esa etapa todas las plantas parecen estrechas, y además que comparativamente los templos conventuales ya contruidos en esa época de San Agustín y San Francisco, en sus claros tenían 13 varas? ¿había sido así sancionado desde 1660 en el reconocimiento que se hizo del proyecto? En aquel dictamen no se mencionan más que las medidas generales de la planta en ancho y largo, pero las medidas interiores por supuesto las debieron verificar los dictaminadores con Baroccio, toda vez que incluso hablaron de la necesidad de correr cadenas de cimentación ortogonalmente en las pilastras. Los detalles propios de arte constructivo no los encontramos en las actas, no porque no interesaran, sino porque de alguna manera se respetaban a cierto derecho de secreto oficioso. Sin embargo, ¡qué repercusión tubo esa dimensión del claro transversal a 10 varas! , ya que la encontramos posteriormente aplicada en los templos de San Francisco Xavier, Guadalupe, Las Monjas, Capuchinas, La Merced y Las Rosas.

¿Hasta donde pudo impactar la influencia del proyecto y empresa constructiva catedralicia en los templos de los siguientes 150 años? Aún cuando Baroccio haya sido atacado insistentemente en años por el cabildo a distintas causas como el excesivo gasto en la cimentación, los malos manejos en el material de cantería labrada en 1664, lo estrecho que apreciaban habían quedado las naves, el no querer dar explicaciones de obra al simplemente contestar cuando se le cuestionaba: *“déjenme que yo me entiendo”* ?. Finalmente en 1703, once años después de haber fallecido Baroccio, en dictamen emitido sobre la cúpula aún por construir, los maestros de arquitectura Felipe Roa, Antonio Jirón, Diego de los Santos y Pedro de Arrieta argumentan el apoyo al proyecto de Baroccio sobre *“ los buenos fundamentos en que se haya la fábrica de dicha Santa*

Iglesia, en un suelo firme como el que goza y lo dispuesto tan científicamente por el maestro Vincenzo Baroccio”.

Muchos arquitectos, aparejadores, oficiales de cantería se forjaron a partir de Catedral, simplemente por citar algunos:

Los templos que siguieron la inercia y ambiente constructivo que generó catedral fueron el templo de San Francisco Xavier, iniciado el mismo año de 1660, el templo de la Cruz en 1680, el templo de San Juan en 1696, el templo de Guadalupe en 1708, el templo de Las Monjas en 1732, el templo de Capuchinas en 1734, el templo de La Merced en 1736, el templo de Las Rosas en 1757 , todos ellos aparejados en la etapa constructiva del edificio catedralicio, para finalmente concluir el periodo novohispano con el templo de San José.

Este trabajo de tesis fue desarrollado a partir de la necesidad de interpretar la cultura del dimensionamiento formal de la estructura arquitectónica de éstas fábricas históricas, sobre la base de no contar con la información precisa y detallada en documentos, y tener que recurrir a la interpretación de la lectura física que estos mismos edificios encierran en su esencia, en el escenario tanto de la historia constructiva de los templos de la ciudad como de la evolución de este conocimiento en la historia de la arquitectura.

La teorización de la tesis, basa primero a partir de la hipótesis de que tanto la teoría pre-científica como la teoría mecánica de las construcciones desarrolladas en la ciencia física nacientes en Europa en el siglo XVII y desarrolladas durante el siglo XVIII, no impactaron en la empresa constructiva antes señalada de los templos novohispanos de Valladolid y mediante en ensayo de los más probables métodos de dimensionamiento deducir la posible teoría aplicada, haciendo notar en cierto sentido la permanencia en ellas de la cultura medieval. Para afirmar lo anterior, primero se trata de ilustrar el antecedente histórico, la evolución que ha

tenido el conocimiento del tema, tanto en los tratados renacentistas como en los programas de formación académica, ya tardíos para este periodo.

Así, en el primer capítulo se introduce la lector en la causalidad del dimensionamiento en el templo cristiano. La necesidad histórica que necesariamente ha tenido el diseñador que concibe la forma de un edificio, por sencillo que sea, de dimensionarlo, desde cada una de sus partes hasta la formación del todo; reflexionar el porqué este dimensionamiento es el ingrediente absolutamente necesario para lograr una buena proporción y por lo tanto la armonía. ¿Qué papel juega la función estable en este proceso de armonía?

Como tema reflexivo, la importancia relevante que el templo ha tenido dentro de la tipología de los edificios arquitectónicos es incluida también brevemente en este primer capítulo con razón explicativa del porqué los tratados arquitectónicos que en la historia han versado capitulados sobre el dimensionamiento, lo han hecho de este tipo de edificio. En este espacio significativo de relevancia tipológica, se inserta la importancia que se le tuvo a su dimensionamiento desde el tiempo profético cristiano en el siglo VII a.C., en el escrito descriptivo del templo de Jerusalén a Ezequiel, a fin de poder reconstruirlo como había sido entes de su destrucción por los caldeos.

En el segundo capítulo se inicia el bloque de visión del antecedente histórico del templo en su visión formal, a partir del periodo medieval que inicia en la primera arquitectura cristiana ya oficializada por el imperio romano. Un periodo tan grande como oscuro que dificulta en gran medida disertar el proceso de conformación cultural en torno al dimensionamiento del templo, y aún más con la complejidad de su expansión en oriente y occidente, se recurre a la historia constructiva en su estado del arte, a fin de poder explicar la influencia que cada pueblo pudo tener en la generación formal del templo en la condición particular de sus posibilidades de ejecución que obviamente dependieron del grupo humano actor, de lugar y de tiempo. En las postrimerías del periodo

medieval, el surgimiento del gótico termina por enaltecer las constancias de evolución sustancial de las formas y dimensiones de los templos, así como la necesaria, sustancial y determinante existencia del conocimiento estructural de este nuevo modelo a niveles de intuición estática precisa y puntual y misteriosamente secreta. La evidente reserva del detalle del conocimiento oficioso gremial de la edad media que sobre los procedimientos constructivos se tenía, donde del dimensionamiento estructural simplemente no existe tratado alguno; es quizá por la dificultad de la cultura escrita, el lenguaje y el secreto comprometido de guardar el conocimiento para transmitirlo entre familias de maestros oficiosos.

Carlos Chanfón publica el manuscrito de Willars de Honecort de la primera mitad del siglo XIII, afirmando que es el documento más importante que sobre arquitectura nos ha legado la edad media, y del dimensionamiento no informa casi nada; por eso afirma que comúnmente este periodo está lleno de mitos mezclados con verdades comprobables. Si ochenta catedrales góticas levantadas en ese periodo no informan por escrito su tratamiento constructivo, menos informaran la concepción de su trazo formal y dimensionamiento. No queda más que darle lectura física y dimensional. No pocos han emprendido la búsqueda en ellos, como Le Duc, Gimpel o Colombier en Francia.

En el tercer capítulo se enfatiza la revolución renacentista europea, que es en donde se retransmite y comienza a abrir la información del arte arquitectónico, revalorando la arquitectura antigua clásica. En esta etapa reformadora en lo religioso, la imprenta dio fuerte impulso al desarrollo de la comunicación pensante y con ello a las ideologías modernizadoras que incurrieron en lo filosófico y científico. Es aquí donde se empieza a escribir del dimensionamiento formal del templo y se intuye la teoría precientífica. Las grandes cúpulas en Florencia y Roma encierran el conocimiento estructural en una vinculación estrecha con la racionalidad de la forma y el sistema constructivo. Los tratados de arquitectura surgen en la inspiración que se tuvo de la revaloración caracterizada de Vitruvio y aportan lo suyo en cada caso. La nueva visión del universo, el entonces descubrimiento

de América, y la erudición científica permitió instituir sociedades reales de comprobación de los fenómenos físicos que interesaban y se iban descubriendo, en donde la física clásica tomó sus postulados, leyes y definiciones. En muchos casos la comprobación de estos fenómenos se inició a partir del interés de comprobar lo ya intuido grandes obras anteriores, como la cadena colgante o curva catenaria.

Los manuscritos como los de Rodrigo Gil de Hontañón, recogidos por Simón García, y los descritos con simples relaciones numéricas como los de Fray Lorenzo de San Nicolás, o los descritos por Tosca y Antonio Plo y Camín, que denotan ser lo más conocido en España del tiempo aparejado, merecen ser ensayados en nuestros monumentos a fin de establecer una búsqueda objetiva. Difícil resulta distinguir el conocimiento de estos autores que recogieron de heredades del medioevo, pero no tal difícil establecer que no pertenecen a la teoría pre-científica establecida o la teoría mecánica desarrollada. Apasionante en este camino de búsqueda ha sido el reflexionar si el principio de la cadena invertida pudo ser utilizada secretamente por Brunelleschi o Miguel Angel en el dimensionamiento de las cúpulas renacentistas más famosas de la historia.

El doctor Fernando López Carmona ha intuido de este conocimiento estático en lo descrito por Simón García probablemente tomado de Gil de Hontañón en su manuscrito el dimensionamiento del estribo del templo, con la expresión de poder valorar la carga que se le puede encomendar a un arco con su estribo a partir del trazo direccional de la carga resultante en un triángulo rectángulo, en lo que aquí, sin poder demostrarlo por lo incompleto de la descripción en dicho manuscrito, fijo mi postura al respecto.

La selección de los tratados de arquitectura que en temporalidad e intensidad de conocimiento pudieron influir en el dimensionamiento estructural de los templos novohispanos de Valladolid, son seleccionados de este periodo, abarcando los siglos XVII y XVIII.

El capítulo cuarto traslada y continúa la historia del antecedente europeo a la constructividad y formalidad del templo en el escenario novohispano. La génesis de las capillas provisionales y el esquema conventual desarrollado en el siglo XVI, inspirado a partir del partido carolingio y modificado en un nuevo carácter genérico americano que no solo lo distingue como tal, sino se afirma por la productividad monumental que tuvo en una empresa compartida con la fuerza de trabajo y cultura constructiva indígena. La posible influencia de los tratados de arquitectura que pudieron tener en el dimensionamiento del templo en una etapa con notable ausencia de arquitectos españoles da más asombro a la empresa realizada.

Ya avanzado el periodo novohispano se traslada también la preparación de arquitectos en la academia, en donde más tarde el desarrollo de la teoría mecánica de las estructuras de haría notar.

El quinto capítulo se analiza la formalidad de los templos novohispanos de Valladolid y se ensaya en ellos los distintos métodos de dimensionamiento que pudieron ser aplicados en ellos. La confrontación de la receta numérica medieval de relación simple al ancho de la nave para dimensionar muros y estribos, el trazo geométrico, que seguramente también viene del medioevo, pero que se describe en los tratados hasta el siglo XVII y perdura durante el siglo XVIII con la dimensión real de nuestros edificios en estudio, es la materia de análisis de disertación en la comprobación de hipótesis del presente trabajo.

Finalmente el resultado de las lecturas en los modelos estudiados, permiten observar variantes y constantes en el dimensionamiento plasmadas en los resultados concluyentes de este trabajo, fijando postura en la respuesta a la hipótesis original y estableciendo las interrogantes que siguen al respecto en las futuras investigaciones.

Me permito citar la frase escrita por el Dr. Adolfo Gómez Amador en su tesis doctoral cuando anota: *“La identidad de un pueblo se produce sin*

necesidad de que exista una conciencia explícita de ella, sin embargo, si el fenómeno de la identidad y sus componentes se hace explícito, la identidad se fortalece". La intención de hacer explícitos los componentes de una obra arquitectónica con la explicación de un fenómeno, buscando fortalecer su identidad, ha sido el espíritu fundamental de seguimiento en ésta tesis.

Juan Cabrera Aceves
Febrero del 2007

CAPITULO 1.

CAUSALIDAD DEL DIMENSIONAMIENTO EN EL TEMPLO CRISTIANO.

1.1.-Necesidad histórica de dimensionar.

El dimensionamiento formal en la arquitectura es premisa y condicionante fundamental de su realidad creativa. El diseño ha llevado siempre consigo la necesidad determinante de concebir la forma, trazarla y dimensionarla para poder modelar y proyectar el objeto arquitectónico hacia a su realización.

La exigencia del dimensionamiento radica básicamente en tres conocimientos previos: las características inherentes a la esencia constructiva, a la condición estable y al comportamiento físico que proporciona la forma.

El primer conocimiento inherente a la esencia constructiva es aquel que el arquitecto ha visualizado en las posibilidades que cada grupo humano tiene de realizar la ejecución del objeto arquitectónico con su cultura técnica y con los tipos de materiales con los que cuenta.

El segundo conocimiento basa en la condición estable, que ha sido adquirido por cada grupo a través del tiempo, vía heredad de los anteriores constructores en la experiencia de la prueba y error, así como de la genialidad lograda por las innovaciones. La condición estable se ha adquirido en la práctica histórica y se ha perfeccionado en genuina teoría sobre el hecho histórico arquitectónico que genera el conocimiento empírico, particularmente el de la estabilidad del edificio.

El tercer conocimiento va muy ligado con el anterior y en sí es su principal característica: el conocimiento de la estabilidad que proporciona la forma.

Sin embargo, las condicionantes anteriores no podrán ser satisfechas si no se conjugan entre sí; no pueden ser ignorantes unas de otras, sin que su verdad tenga una justificación no solamente lógica, sino técnica y hoy científica; lo anterior es resuelto en el **dimensionamiento de la forma**, en su totalidad y en cada una de sus partes, como satisfactor de los tres conocimientos.

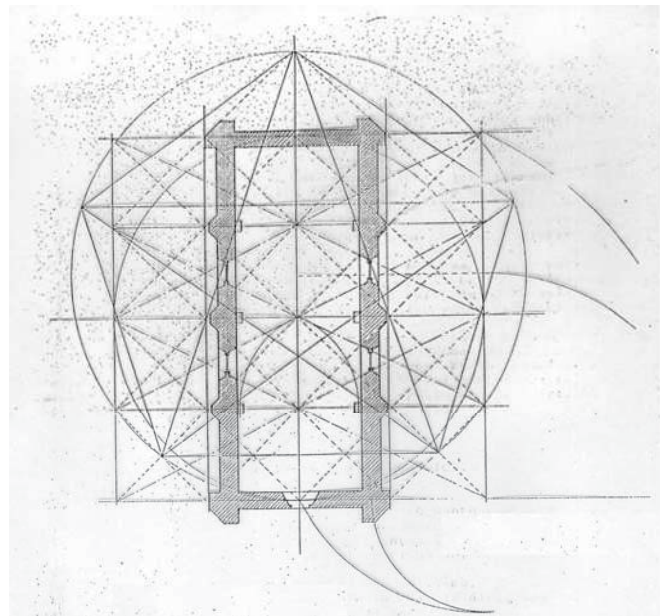
Se han adherido en la historia otros satisfactores que relacionan la formalidad del objeto arquitectónico con características de significado. Vale la pena hacer mención de dos de ellos: El culto a la verdad geométrica, que ha sido elevada al significado de lenguaje del universo y a la proporción atropomórfica que ha sido elevada al concepto de divinidad. La estabilidad del objeto arquitectónico ha sido numerosamente resuelta con la aplicación de la rigidez dogmática en el asombro significante de estas relaciones.

El objeto primordial en el dimensionamiento del templo sin duda ha sido primero tener resuelta su función estable, y en seguida su función programada para el uso y decoro que le demanda su arquitectura. La forma, importantísimo concepto vital de esta arte, lleva consigo el dimensionamiento de sus elementos componentes, espesores, grosores, alturas y proporciones que, con esa visual de equilibrio, conjugan las condiciones propias de cada sitio, las características físicas de los materiales y de las técnicas constructivas disponibles.

Para la investigación que aquí nos ocupa, el conocimiento de esta parte importante y poco difundida de la Historia de la Arquitectura, lleva al rastreo, análisis e interpretación cuidadosa de un estado del arte, para obtener la información contenida de las herramientas técnico-culturales que se tuvieron en un pasado generador, para confrontarlas con el hecho arquitectónico existente del periodo novohispano en la Ciudad de Valladolid, hoy Morelia.

La forma del templo cristiano es en particular, estructuralmente compleja, ya que programa reunir un concentrado número de personas en un espacio despejado en su interior que demanda altura y cubierta con cierta formalidad, la cual debe desaguar por fuera, decorar por dentro y salvar el claro de la nave sin empujar fatalmente a los apoyos. El dimensionamiento de estos elementos surge entonces como lo desconocido que dentro de la visual de: ¿cómo fue en el pasado? será conocida de lo escrito y edificado por maestros arquitectos, tratadistas, la historia constructiva del pasado generador, la misma cultura arquitectónica del periodo novohispano y la medición del hecho arquitectónico, en un universo definido en tiempo y espacio, para así poder disertar las relaciones encontradas, para aportar el conocimiento encontrado.

Sin duda, las reglas con las que los edificios podían ser proyectados se transmitían con frecuencia de forma oral. También podían transmitirse mediante dibujos, aunque los que han llegado hasta nosotros tienen solo unos pocos siglos de antigüedad.



1.- Trazo y dimensionamiento armónico del Templo.

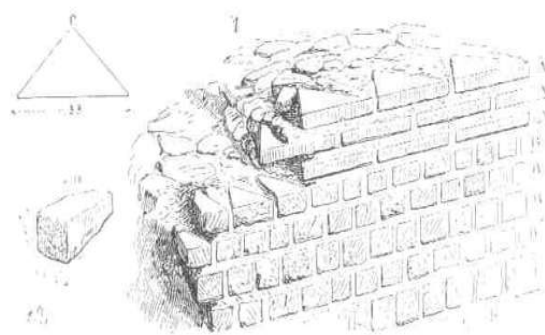
Una de las posibles distinciones a reflexionar es la diferencia de los autores del dimensionamiento, entre los que han sido constructores experimentados y los que solamente teóricos. John Fitchen afirma que las diferencias de actividades de los diseñadores y los constructores en el pasado no están muy claras;¹ trata de imaginar la posible existencia de una separación entre el arquitecto diseñador y el arquitecto constructor, sin

¹ FITCHEN, JOHN, *Building construction before mechanization*, The Massachusetts Institute of Technology Press Cambridge, Massachusetts, London England, 1986, p.4

embargo, más parece que esta separación que siempre se ha dado, salvo importantes excepciones, se debe más a la naturaleza distinta de dedicación personal del constructor entregado a las obras sin tiempos a profundizar en la fineza de los diseños, entre ellos el dimensionamiento de los elementos. Recordaremos aquí también que Vitruvio enfatiza la importancia del equilibrio entre la teoría y la práctica.

La piedra como material de construcción, fue uno de los materiales fundamentales de construcción desde las épocas más antiguas. También lo fue la madera, habiendo grandes diferencias entre las propiedades de ambos materiales. Las propiedades que reúnen ambos materiales conjugados en un mismo edificio resolvió por muchos siglos la construcción primitiva y esto se trasladó a la fábrica del templo. Un tronco de árbol puede servir como un puente primitivo para salvar una zanja, o bien varas más delgadas pueden entrelazarse para formar una cabaña de la edad de piedra; pueden construirse tejados a dos aguas uniendo tres maderos que formen un triángulo – dos pares y un tirante. Con la madera pueden encontrarse troncos de gran longitud con propiedades que resisten la acción vertical de la gravedad y la horizontal, esfuerzos de compresión y de tensión. Por tanto, los grandes troncos hechos vigas, son siempre capaces de soportar los esfuerzos comunes de función constructiva a los efectos de levantar y cubrir el recinto cerrado, ya sea para la casa y con algunas excelsitudes el mismo templo.

La piedra no posee resistencia a la tracción como la madera. Por supuesto cada piedra individualmente resiste la tracción, pero estos bloques se agrupan formando una estructura



2.- Aparejo de piedra del periodo carolingio.

sin mortero o con un mortero de poca resistencia. De esta forma, la

estructura de piedra puede resistir cómodamente esfuerzos de compresión. Las cargas de gravedad pasan de una piedra a otra por esfuerzos de compresión, pero cualquier intento de aplicar tracción, producirá un agrietamiento o a una completa separación de la piedra.

Es un hecho cierto que las tensiones de compresión que actúan en una gran catedral o puente de fábrica de gran luz son muy pequeñas – pequeñas, se entiende, en relación con la capacidad resistente del material. Para tener una idea de la magnitud de las tensiones que pueden esperarse resulta útil usar un parámetro de resistencia que usaban los ingenieros del siglo XIX. En primer lugar, la piedra se emplea en piezas pequeñas, de manera que puedan ser manejadas por uno o dos operarios; Las piedras son pequeñas pero a partir de ellas se construyeron grandes edificios, a veces enormes. Los enormes arquitecturas de los templos griegos, que salvan la luz entre las columnas de piedra, constituyen una excepción; los griegos no empleaban el arco, cuyo funcionamiento se explica en el capítulo 3. No obstante, las mejores obras de la ingeniería estructural se consiguieron generalmente por agrupamiento de pequeños bloques.

Para Heyman, las características estructurales esenciales de la fábrica en cuanto a material son: que puede considerarse que tiene poca o ninguna resistencia a tracción; que, por otro lado, está sometida a tensiones de compresión tan bajas que la resistencia al aplastamiento no hay que tenerla en cuenta en la práctica y, finalmente, que hay que hay un rozamiento interno suficientemente alto como para que la forma de la estructura se mantenga. En esta hipótesis se cumplen con gran holgura en las construcciones reales de fábrica. Por supuesto, es posible concentrar excepciones y entonces la teoría debe ser ampliada para incluirlas.

El dimensionamiento de los elementos estructurales de la arquitectura histórica ha sido un punto nodal de singular importancia en las premisas formales del diseño, pero es indudable que es un aspecto muy poco conocido que se mantenía en reserva de secreto gremial, siguiéndose con

diferentes criterios según el maestro de arquitectura o tratadista lo manejara; en esta razón, se sabe que de la época medieval europea, particularmente del periodo gótico, no se conoce tratado alguno que defina la norma de los sistemas constructivos, y mucho menos los criterios de dimensionamiento, lo que implica que su disertación se tiene que plantear a partir del poco testimonio escrito y la lectura e interpretación de lo edificado.

Antes del tiempo de la teoría de la construcción fueron creadas algunas edificaciones admirables. Por ejemplo en Mesopotamia bóvedas de piedra con un arco de más de 20 metros [ha estado bien erguida sobre dos milenios y todavía existe hoy. Porque su forma duplica exactamente una curva *catenaria*, podemos asumir que su diseño fue basado en la invención que, siempre que una catenaria se invierte, las fuerzas estirando originales se substituyen por compresión sólo, y todas las fuerzas laterales permanecen ausentes. Esto significa que la forma se puede copiar para una albañilería que puede bien resistir la compresión pero no la tensión estirando.

La bóveda *semicircular* era conocida también por los antiguos Romanos, mientras que su teoría seguía en el nivel rudimentario, pues Vitruvio tiene una sola frase que decir sobre ella:

"Cuando hay arcos... los entrepaños exteriores han de hacerse más anchos que los demás, para que puedan tener la fuerza para resistir cuando las dovelas, bajo la presión de la carga de los muros, comiencen a empujar a los machones (VI:VII:4). Ni una frase ha llegado hasta nosotros sobre la teoría de los modelos que habían de usarse al erigir las magnificientísimas bóvedas de las catedrales medievales. Los tratados que sobreviven son de un origen algo posterior: *Le Théâtre de l'art de charpentier* (1627) y *Le secret d'architecture découvrant fidèlement les traits métriques* (1642) de Mathurin Jousse. El primero trata de construcciones de madera y el último de bóvedas de piedra. Ambos describen principalmente estructuras tradicionales y aún no presentan alguna teoría tangible para su diseño.

Para los antiguos arquitectos, la arquitectura llevaba inmersa la necesidad de explicar las formas compuestas con proporción. Citando a Vituvio en su definición de Arquitectura:

“Arquitectura es una ciencia adornada de muchas disciplinas y varia erudición, la cual juzga y aprueba a todas las demás artes. Nace esta ciencia y se compone de fábrica y razón. La fábrica es una razón continuada y bien extendida, por el continuo uso que la perfecciona con las manos, en materia apropiada a la cosa formada; razón es la que explica las cosas compuestas con proporción”².

En este contexto, debe quedar claro que por lo menos desde el principio de nuestra era, el concepto del dimensionamiento interactúa conjugado con aspectos de composición, es decir, la relación de razón y proporción, entendida ésta última como una conmodulación de las partes. Simón García, tratadista español del siglo XVII, define la proporción vitruviana de la siguiente manera:

“La composición consta de medida, la razón de la cual todo arquitecto es obligado a saber, diligente, y justamente, y con ella la analogía de la misma composición porque es proporción; proporción es la conmodulación de las partes de todos los miembros, de la cual se saca la razón de todas las medidas, y así dice Bitruvio, que no será hecha con razón de composición si careciese de medida, ningún edificio, todos le miden y hacen sus pies y mensura, dándole sus tamaños y gruesos, y anchos, y altos. Aunque si les preguntan porque razón lo hacen no lo dirán. Aquí se prueba lo que el dice en el capítulo primero que ha menester fábrica y ración y que el que alcanzare la una sola, es como el que alcanza la sombra de una cosa, y no la cosa.”

El dimensionamiento estructural en la historia del templo, ha exigido composición de medidas; sugería ser estable en la medida que la proporción de una composición geométrica lo fuera, (la proporción de cuadrados, triángulos y círculos), o bien, en el seguimiento fiel de la relación entendida del trazo maestro de composición excelente y divina

² VITRUVIUS POLLIO ,MARCUS LUCIUS , **De Architectura libri decem.** en, libro I, capítulo I, párrafo I “ *Los tratadistas europeos y su repercusión en Nueva España,* “ Michael Wolfgang Marquardt, tesis maestría en Historia , UNAM, 1977.

que para muchos ha sido la encontrada en el cuerpo humano.³ , pero desde Vitruvio se encuentra que el dimensionamiento de los elementos estructurales , primordialmente cimientos, muros, estribos y bóvedas, y en particular en el caso del templo, que ofrece la mayor dificultad estable, correspondía razón de la experiencia constructiva que por transmisión oral y poco escrita, se daban los arquitectos a través de los siglos, rebasando en importancia a la correspondencia geométrica o armónica, y más bien, dándose a la función experta y probada de resistencia. Así por ejemplo, Fray Andrés de San Miguel, tratadista del siglo XVII, citando a Vitruvio, habla de dimensionar la anchura los fundamentos o cimientos de los edificios en una y media veces el ancho de los muros, y su altura o profundidad condicionada a encontrar un suelo sólido y macizo , así como dimensionar el grueso de las paredes o muros dividiendo el área del templo partido en once partes y dar al ancho de muros dos partes, o partirla en cinco y darle una parte al grueso del muro; para otros casos, en muros de cuartos, se recomendaba tomar la sexta parte del ancho del cuarto, esto muchas veces sin tomar en cuenta el tipo de suelo, la forma y características de la techumbre y materiales, de tal manera que al final permite, que si

“por la flaqueza de las mezclas o por otra razón, conviniese dar más grueso de paredes, se debe exceder en una octava parte del grueso de la pared, y habiendo ser los bajos de bóveda, se le debe añadir una sexta parte”⁴

De lo antes citado, se puede ver que el dimensionamiento estructural siempre trata de encuadrarse a una proporción o a ciertos límites de proporción, pero sin restar importancia más a la función estable que a la función formal.

³ GARCIA, SIMON, *Compendio y Simetría de los templos*, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, “Manuel del Castillo Negrete”, Churubusco, 1979, México. Cap. 1.

⁴ SAN MIGUEL, FRAY ANDRES DE, *Las obras de Fray Andrés de San Miguel*, Prol. Y Notas de Eduardo Báez M., México, UNAM, 1969.

1.2.- Relevancia del templo en la historia arquitectónica.

El edificio tiene una función que da su razón de ser, y al mismo tiempo lo caracteriza en la vida y necesidades del hombre. Todas las culturas han hecho lo propio al respecto, y han dedicado este tipo de edificios a sus deidades a la búsqueda de elevación de su espíritu, independientemente de sus formas y características teologales, pero siempre con arquitectura solemne funcional y dimensional relevantes,

El Templo ha sido un edificio especial, dedicado a un ser supremo con funciones asignadas a oficios. El templo cristiano concibe sus funciones con un Dios presente de manera invisible, constituyéndose recinto eje de la vida espiritual de un pueblo, grupo o sociedad.

La función específica se denomina liturgia, que es función y es objeto, sin su entendimiento funcional no se puede comprender la misma función del edificio. La liturgia también ha evolucionado en el tiempo; su historia ha cambiado con el grupo humano y cultural en cada cultura.

La organización del Templo ortodoxo está basada sobre una milenaria tradición, que se remonta al primer templo-tienda construido por el profeta Moisés 1500 años a.c., llamado Tabernáculo.

El Templo del Antiguo Testamento y los diferentes objetos sagrados del tabernáculo primitivo, el altar de la ofrenda, el candelero con 7 velas, el incensario, las vestiduras sacerdotales y otras eran elaborados por orden mandato "*divino*", que para los fines de este trabajo, se tratará de indicarlo en términos positivistas de consignación del hecho histórico y relato funcional, sin embargo, por la necesidad de la comprensión funcional del edificio eminentemente caracterizado a los artículos de fe o creencia, se tendrá que explicar como tal, sin pretender afirmar la dicha fe, sino simplemente explicarla con su esencia doctrinal citando los documentos bíblicos de donde emana cada seguimiento, causa y razón de donde emana la función litúrgica.

Antes de la construcción del Templo de Jerusalén los Israelitas utilizaban el tabernáculo que fue construido alrededor del año 1440 a.C.⁴ de acuerdo con los detallados planes que Dios reveló a Moisés en el Monte Sinaí (Éxodo, capítulos 25-27, 30, 35-40). El sistema de adoración del templo con su templo o tabernáculo, con su sacerdocio aarónico, y con sus sacrificios es uno de los componentes principales de la ley Mosaica conocido comúnmente como "*la ley ceremonial*." Otra parte mejor conocida de la ley Mosaica son los 10 Mandamientos, los cuales forman el código moral de la ley. Mientras que los 10 mandamientos reflejan el carácter justo de Dios.

La palabra en hebreo del Antiguo Testamento para la expiación es *kaphar*; significa, "*expiar por medio de un sustituto*." Se refiere al rito de los sacerdotes de rociar la sangre del sacrificio y así hacer expiación para el que venía a adorar.

Aproximadamente 500 años más tarde que Moisés, el rey Salomón sustituyó el tabernáculo transportable, por un magnífico templo de piedra en la ciudad de Jerusalén. Se dice que el Señor dijo a Salomón: "*Yo consagré éste Templo y estarán Mis ojos y Mi corazón en él por los siglos*" (1 Rey. cap. 8-9; 1 Cron., cap. 6-7). Durante 10 siglos, desde el reinado de Salomón hasta los tiempos de la vida de Jesucristo, el templo de Jerusalén era el edificio centro de función religiosa de todo el pueblo judío. Jesucristo visitaba el templo de Jerusalén, reconstruido después de la destrucción, y rezaba en él. Él exigía de los judíos un trato respetuoso del templo, haciendo referencia a las palabras del profeta Isaías: "*Mi casa se llamará casa de oración para todos los pueblos*," y expulsó del templo aquellos que se portaban indignamente (Is. 56:7; Mt. 21:12-13; Mc. 11:16; Jn. 2:13-20).

La inaccesibilidad del lugar santísimo. Esta sala interior, separada del Lugar Santo por un pesado velo, era el lugar de la presencia especial de Dios. Solo el sumo sacerdote podía cruzar el velo, y solo lo podía hacer una vez al año, en el Día de Expiación (Yom Kippur, *Levítico* 16:2, 34;

Hebreos 9:7). Sus actividades no eran secretos,¹⁷ porque se describen en detalle en Levítico 16:2-34.

Después de Pentecostés los apóstoles, discípulos de Jesucristo, siguiendo el ejemplo del Salvador, también visitaban el Templo del Antiguo Testamento y rezaban en él. (Hechos 2:46). Pero también comenzaron a complementar los servicios del templo con oraciones ya propiamente cristianas instaurando los llamados "*sacramentos*".que son los ritos especiales que tienen función para el hombre cristiano. El día domingo fue llamado "*día del Señor*" y fue cuando los apóstoles con los cristianos se reunían en las casas de los fieles en muchas ocasiones utilizadas para la oración y realizaban la liturgia, "partían el pan", y recibían la sagrada Eucaristía. Así surgieron las primeras iglesias domésticas (Hechos, 5:42;12:12; 20:8; Rom. 16:4; Col. 4:15). Mas tarde, durante las persecuciones por parte de los gobernantes paganos, los cristianos se reunían en las catacumbas, que fueron locales subterráneos y allí realizaban la liturgia sobre las tumbas de los mártires.

En los tres primeros siglos del cristianismo, a causa de las constantes persecuciones, los templos cristianos eran raros. Solamente después de la declaración de Constantino el Grande de la libertad de culto, en el año 313, los templos cristianos comenzaron a surgir en todas partes. Al principio los templos tenían forma de Basílica, cuya caracterización se explica aquí más adelante, y pronto comenzaron a surgir también otras formas del templo. Desde el siglo V, en Bizancio comenzaron a construirse los templos en forma de cruz, con techumbre y una cúpula sobre en la parte central. Rara vez se construían los templos circulares o en forma octagonal. La arquitectura eclesiástica bizantina tuvo mucha influencia en el oriente ortodoxo.

Simultáneamente, con admisión del cristianismo en Rusia, surge la arquitectura eclesiástica rusa. Su característica particular consiste en construcción de cúpulas, que recuerdan la llama de una vela. Mas tarde aparecieron también otras formas arquitectónicas; por ejemplo en el occidente el estilo gótico, que también aquí se diserta más adelante. De

esta manera, el aspecto del templo cristiano se desarrolla durante siglos, adquiriendo en cada país y en cada época su aspecto, para muchos, irrepetible. Desde tiempos antiguos, los templos adornan las ciudades y aldeas. El edificio del templo llega a ser símbolo no solamente del mundo espiritual, sino en muchas ocasiones de las mismas ciudades como un hito de distinción.

El templo en su formalidad presentaba encima de la entrada o junto al templo el campanario. El sonido de las campanas recuerda a los creyentes los oficios que se celebran en el Templo. El toque lento de la campana más grande de llama "bagovest" (la buena noticia) y se ha usado antes de comienzo de un Oficio Sagrado: antes de las vísperas o de la liturgia. El toque melódico y alegre de todas las campanas, se llama "tresvon," y se usa en días de fiestas.

Según el modelo del templo del Antiguo Testamento, que tenía el atrio, el santo y el santo de los santos, el templo ortodoxo también se divide en tres partes: el nártex, la parte central y el altar.

El nártex era la la entrada principal. En la iglesia antigua era el sitio para los que preparaban para el Bautismo (catecúmenos) y para los penitentes (excomulgados por pecados pesados). Generalmente los nártex eran de gran tamaño , y a veces allí se encontraban las piscinas para el bautismo de las personas mayores .

La nave central del templo, donde se encuentran los feligreses se dividía del altar con un muro o valla que sirvió como separador, adornado con muchos iconos. En la antigüedad este muro era bajo y sin iconos. Solamente desde los fines del siglo VIII, después de la condena de la herejía iconoclasta, se comenzaron a fijar allí los iconos y a hacerlo más alto. Así con los siglos se creó el iconostasio, que consta de varias filas de iconos, distribuidos según un plan fijo.

El Altar o Santuario es la parte más sagrada del templo. En el centro del altar esta puesta la Santa Mesa, una mesa cuadrangular, especialmente

consagrada, en la cual se realiza el Sacramento de la Eucaristía. Está cubierta con ornamentos sagrados y sobre ella se colocan la cruz (cruz manual), el Evangelio, y los cofres tabernáculos especiales destinados a guardar la reserva de los Santos Dones. Un cofre está destinado a guardar los Dones en la liturgia de Presantificados. Otro pequeño cofre se usa para llevar los Santos Dones para la comunión de los enfermos en sus casas o en los hospitales.

El antimensio es un paño de seda, en el cual se encuentran representados el entierro de Jesucristo en la tumba y las insignias de la pasión, la corona de espinas, la lanza, la esponja, la columna de flagelación, los clavos, etc. En él se indica para qué iglesia, cuándo y por qué Obispo ha sido consagrado. En el revés del antimensio se cose una bolsita con reliquias de los santos o mártires, siguiendo la tradición de los primeros cristianos, que realizaban la liturgia sobre las tumbas de los mártires. Sin el antimensio, consagrado por el obispo, no se puede oficiar la Liturgia. Para su mayor protección el antimensio se envuelve en otro paño de seda (eilêton). Detrás de la Santa Mesa se encuentran la Cruz y el candelabro de siete brazos.

En el ángulo nordeste del altar esta la el prótesis (o altar del ofertorio) una mesa destinada para preparar el pan y vino para la realización del sacramento de la eucaristía. Esta mesa también esta cubierta con ornamentos sagrados. Sobre la prótesis están los objetos sagrados: el Cáliz (potír), en el cual se pone el vino ritual El discos - plato o "patena" con pie, con un grabado del Niño Jesús en el pesebre. Sobre el "discos" se coloca el pan , un cubo de pan, recortado para ser consagrado en la liturgia, y también las partículas sacadas de otras prósforas en honor de la Virgen y de los Santos y en recuerdo de vivos y difuntos, que acompañan al "cordero" pero que no se consagran; el "asterisco" o "estrella" son dos laminas, unidas en forma de cruz para que el velo que cubre el discos no toque las partículas de las prósforas; la "lanza" , un cuchillo con esta forma con el cual se corta el "Cordero de Dios" y las

otras partículas de las prósforas; la "cucharilla" para la comunión de los fieles; la "esponja" para secar el cáliz.

En la mayor parte del templo histórico, además del altar principal, existieron altares laterales, adicionales. En ellos se celebraban liturgias temprano en la mañana, o algunos oficios menos solemnes.

El altar principal, al cual están dirigidas las miradas de los feligreses se encontraba en el lado oriente del templo. Desde los tiempos de los Apóstoles es (costumbre) rezar mirando al Este, que simboliza a Jesucristo, Hijo de Dios, que ilumina a cada persona, que llega al mundo. La liturgia, celebrada en el templo, se supone no ser de origen terreno, a razón de la visión del apóstol San Juan, el teólogo, que reveló en el libro del Apocalipsis. El oficio celestial, la adoración a Dios, recuerda en mucho nuestra liturgia ortodoxa: la santa mesa, el candelabro de 7 velas, el incensario dorado con el cáliz, el cordero sacrificado en medio de la santa mesa, los ancianos en vestimentas radiantes y coronas doradas, de pie ante la santa mesa, y más lejos, la multitud incontable de los ángeles y de los santos justos, alabando al creador (Ap. cap. 4:5; 1 Paralipómenos 24:1-18).

Cada día del año se dedica a la memoria de algunos santos y también a los acontecimientos sacros, fiestas. Existen fiestas fijas, las cuales siempre se festejan en las mismas fechas: la Navidad (con su precedente ayuno Navideño), la ascensión de la virgen (con ayuno previo). Además existen fiestas móviles, que cambian de fecha cada año. Son las fiestas unidas con pascua, como el domingo de ramos, la ascensión del señor y pentecostés.

Pascua es una fiesta cristiana de máxima alegría. Es la "fiesta de las fiestas y el festejo de los festejos." Jesucristo resucitó de los muertos al día siguiente de la pascua judía, la cual en el año de su crucifixión cayó en día sábado. Como la pascua del antiguo testamento. se festeja según el calendario lunar y todos los años cae en distintas fechas, así la pascua cristiana del nuevo testamento se festeja de acuerdo a los cálculos del

viejo testamento. El primer concilio ecuménico designó festejar la pascua cristiana siempre aparte de la de los judíos, y siempre en el primer domingo después de luna llena primaveral. Existen tablas de pascua (pascalias), donde se indica la fecha de pascua para cada año. Cada domingo de cuaresma se dedica a un suceso especial. Una semana antes de pascua se celebra el domingo de ramos, 40 días después de Pascua se celebra la ascensión de Jesucristo. el canto y en las lecturas diarias de las epístolas y del Evangelio.

Las llamadas "Vísperas" son el oficio en el final del día, al atardecer, En ella los fieles agradecen al Señor por el día pasado y piden su bondad para la Tarde. (Povecherie - son oraciones antes de acostarse, pidiendo a Dios perdón por los pecados y la defensa del diablo durante la noche).

El "Oficio de Medianoche" es de carácter monástico, en recuerdo de oración del Salvador en Getsemaní. Las oraciones de medianoche llaman a velar y estar siempre preparados para el día del juicio final, que llegará de súbito, como el novio en la de medianoche. (parábola de las 10 vírgenes). Los "maitines" - se celebran en la madrugada antes de la aurora. En el se agradece a Dios por la noche pasada y pedimos ayuda para el día venidero.

La "horas" - son oficios muy cortos, que se leen en transcurso del día, sin canto. (La hora "Prima") La 1ª hora corresponde a las 7 de la mañana, porque en antigüedad la antigüedad las horas se contaban desde la salida del sol. En la hora 3ª (hora "Tercia") (9 de la mañana) se recuerda el descenso del Espíritu Santo sobre los apóstoles. En la hora 6ª (hora "Sexta") (12 del mediodía). la crucifixión de Nuestro Señor Jesucristo. En la (hora "Nona") 9ª (3 de la tarde) - la muerte del Salvador en la cruz.

El oficio más importante, la liturgia (Misa), se celebra antes del mediodía. En la liturgia ante la mirada espiritual del orante se presenta toda la vida terrenal del salvador. Sobre todo la santa cena, cuando el Jesus estableció el sacramento de comunión. En este sacramento el espíritu santo desciende sobre el pan y vino y los trasmuta. El pan se convierte en

verdadero cuerpo de cristo y el vino del cáliz - en la verdadera sangre de Cristo. En los monasterios antiguos todos los oficios se celebraban en su tiempo indicado. Después, en las parroquias, para la comodidad los oficios fueron unidos en dos grupos: el de la tarde y el matutino. En el oficio de la tarde entraron las vísperas, maitines y la 1ª hora. En el matutino - 3ª y 6ª hora y liturgia. En las parroquias se omiten los otros oficios.

En la víspera de las fiestas y de los domingos el oficio de la tarde se celebra con mas solemnidad y se llama (vigilia) trasnoche, o sea - toda la noche, en recuerdo de los tiempos antiguos, que el servicio duraba toda la noche y terminaba en la mañana con la liturgia.

En cuanto a los rangos del sacerdote, a partir del hecho histórico que los apóstoles establecieron 3 (órdenes) rangos de jerarquía sacerdotal: el obispo, el presbítero o sacerdote y el diácono. La ordenación se recibe por manos del obispo, impuestas para ordenar a los sacerdotes y diáconos.

Los obispos reciben el máximo grado en el que son todos iguales, pero por sus obligaciones administrativos se dividen en obispos, vicarios, arzobispos, metropolitanos y patriarcas. A los obispos, además de la celebración de todos los oficios y la predicación propagación de la palabra, les pertenece el derecho de ordenar, de consagrar el miron (el santo crisma), los antimensios y los templos, y dirigir los asuntos en las parroquias subordinadas.

Los sacerdotes (en griego *ieréi*) reciben la gracia para celebrar, con la bendición de su obispo, los oficios eclesiásticos y los sacramentos (excluyendo la ordenación), predicar la palabra, y dirigir los asuntos en su parroquia. Los sacerdotes de más rango se llaman *protoierei*. Los sacerdotes monjes se llaman *hieromonjes*, más alto rango es igúmeno (superior monástico) y mas alto aun el archimandrita (abad mitrado).

Diácono en griego significa servidor. Los diáconos ayudan a los obispos y sacerdotes, pero por su propia cuenta no pueden oficiar. El servicio de diácono adorna el oficio, pero no es obligatorio y algunos templos no tienen diáconos. El primer diácono, que sirve al obispo se llama *protodiácono* , o si es monje - *archidiácono*.

En el oficio también toman parte el lector, quien lee las oraciones y salmos y además puede cantar en el *cleros*. Muchas veces en el *cleros* ayudan los feligreses, que saben cantar y leer los textos. El coro con su director ayudan a la solemnidad de los oficios.

El clero del Templo junto con los feligreses forman una familia espiritual - la pequeña iglesia. Todos los miembros de la iglesia deben tener una meta: salvar su alma y ayudar a la salvación de otros. Los miembros fijos de tal o cual templo se llaman feligreses. En su templo ellos se confiesan y reciben la comunión, se casan, aquí traen a sus hijos para bautizarlos y a los difuntos para el servicio de despedida antes del entierro.

Cada cristiano ortodoxo debe ser feligrés de algún templo, considerarlo como su casa sagrada principal, preocuparse de su bienestar, y también por el sostenimiento económico de las personas, ocupadas en el servicio del templo.

Para oficiar las misas el clero se viste en vestiduras sagradas, adornadas con cruces. Las vestiduras del diácono, *estijarion* (túnica), *orarion* y *sobremangas* o puños. El *estijarion* es una vestimenta larga, abierto arriba para la cabeza y con las mangas amplias. Este tipo de vestimenta pueden llevarla los monaguillos y los salmistas .

El *Orarion* - es una banda larga y ancha de la misma tela del *estijarion* y se usa sobre el hombro izquierdo encima del *estijarion*. Las *Sobremangas* o puños se ponen en las muñecas para mayor comodidad durante el oficio. Las vestiduras del sacerdote, túnica, *epitrajilio*, cinturón (faja), *sobremangas* y *felonio*. *túnica* - es una especie de *estijarion*. Se hace de la tela fina con las mangas estrechas y tirillas con las cuales se fija al

puño. Encima de la túnica se pone el *felonio*. *Epitrajilio* (*estola*) es semejante al orarion del diácono pero rodea el cuello y sus dos puntas descienden por delante sobre el pecho hasta muy abajo ; para mayor comodidad las dos partes delanteras están unidas con botones. Sin el epitrajilio el sacerdote no puede oficiar ningún oficio divino, como el diácono sin el orarion. El ceñidor o faja se pone encima del epitrajilio y de la túnica para tener mas libertad de acción durante el oficio. El felonio se pone encima de otras vestiduras. El felonio es largo y ancho, sin mangas, tiene arriba una abertura para la cabeza y adelante un gran recorte para dar libre acción a las manos. Por su aspecto el felonio nos recuerda aquel manto escarlata, el cual le echaron encima al Salvador durante su pasión. Encima de felonio el sacerdote tiene puesta una cruz pectoral. Algunos sacerdotes, con los años reciben condecoraciones: la *skufia* (un birrete violeta, en forma de cono); la *sobre-cadera* (un paño rectangular que cuelga sobre el lado derecho); el *kamilavka* - un gorro especial; la *cruz de oro*; la *Pálitza* - rectángulo de tela dura con forma del rombo, que queda suspendido a la altura del muslo derecho y representa la espada del espíritu santo, "la cual es la Palabra de Dios..."

Las vestiduras del obispo (arzobispo): La túnica, el epitrajilio, las sobremangas y el ceñidor , como los de sacerdote; pero en lugar del felonio, los obispos se ponen "Sakkos," una dalmática parecida al estijarion, pero acortado abajo y con las mangas mas cortas. Por encima del sakkos los obispos llevan el *omoforion* (*estola episcopal*) que es una pieza larga y ancha, adornada con las cruces, puesta sobre los hombros, cayendo una parte hacia adelante y la otra, pasando el hombro izquierdo, queda hacia atrás. Sin el omoforion el obispo no puede oficiar ningún oficio divino: esta vestidura le recuerda, que el debe preocuparse para salvación de los extraviados, como el buen Pastor Evangélico, quien, al encontrar a la oveja perdida, la lleva a la casa en sus hombros. En el muslo derecho el obispo pone la *pálitza* - pieza en forma de rombo. En el pecho por encima del sakkos, además de la cruz, el obispo lleva la panagía - pequeño icono ovalado o redondo del Salvador o de la madre de Dios, generalmente adornado con piedras preciosas.

Durante el oficio los obispos usan un bastón - el *báculo Pastoral*, como símbolo de la máxima autoridad pastoral. En el oficio divino en el templo el obispo tiene puesta la *mitra*, que es como una corona en la cabeza, adornada con iconos y piedras preciosas. Debajo de los pies, durante el oficio, al obispo le ponen alfombrillas redondas con la imagen del águila, que vuela sobre la ciudad.

El color de las vestiduras corresponde a las fiestas y periodos del calendario eclesiástico. La mayor parte del año se usan vestiduras doradas. En las fiestas en honor de la Virgen - azul celeste. En periodo de pascua o de navidad - blancas. Durante cuaresma, los días de semana y en la semana santa - negros. En los sábados y domingos de la cuaresma - rojos. En Pentecostés y el domingo de ramos.

1.3.- Dimensionamiento del templo desde el antiguo testamento.

Las noticias más antiguas sobre dimensionamiento del templo se remontan desde el siglo 7 a.c. Los capítulos 40, 41 y 42 del libro de Ezequiel recogen con una buena extensión de páginas, las dimensiones de las puertas, patios, vestíbulos, habitaciones, pilastras etc.; de un gran templo. Lo interesante, además de importante desde el punto de vista profético, es que muestra como la modulación de una medida en un sistema, describe el templo a base de sus dimensiones, ya que había sido destruido totalmente por los Caldeos, y se trataba de dar información para reconstruirlo nuevamente.

A continuación cito los versículos más vinculados al propósito del tema de la dimensión y formalidad del templo de los dichos capítulos a fin de disertar el resumen de su descripción:

Cap. 40.-

“El Señor muestra en visión al Profeta la forma de los atrios de las puertas y del pórtico del templo del Señor, destruido por los Caldeos.”

3.- *“E introdújome dentro de él, y hé aquí un varón cuyo aspecto era como de lucidísimo bronce, y tenía en su mano una **cuerda de lino**, y una **caña o vara de medir** en la otra mano; y estaba parado en la puerta.*

5.- *“ Ví afuera un muro que circula la casa, y el varón en cuya mano estaba la **caña de medir de seis codos y un palmo**, midió la anchura del edificio, la cual era de una caña, y de una caña también la altura.*

6.- *“Y fue al portal que miraba al camino de Oriente y subió sus gradas y miró el umbral de la puerta, cuya anchura era de una caña, y de una caña también la altura.”*

7.- *“Y cada cámara tenía una caña de largo y una de ancho; y entre una cámara y otra había cinco codos”.*

10.- *“Las cámaras de la puerta de Oriente eran tres a un lado y tres al otro; una misma era la medida de tres cámaras, e igual medida tenían las fachadas de ambas partes.*

11.- *“ Y midió la anchura del umbral de la puerta, que era de diez codos, y de trece codos su longitud”.*

14.- *“ E hizo ó midió las fachadas de sesenta codos; y correspondiente a la fachada hizo el atrio de la puerta por todo alrededor”.*

15.- *“ Y desde la fachada de la puerta hasta la fachada interior de la otra puerta del atrio había cincuenta codos”.*

Cap. 41.-

4.- *“y midió el fondo del Santuario delante de la fachada del templo, y halló ser de veinte codos de largo, y otros veinte de ancho; y díjome: Este es el Santo de los Santos.*

5.- “ y midió el grueso de la pared de la casa ó templo, que era de seis codos; y la anchura de los lados por todo el rededor de la casa era de cuatro codos”.

8.- “ y observé la altura de la casa alrededor: sus lados tenían de fondo la medida de una caña de seis codos.

Las dimensiones que se dan en el libro están en codos y palmos. Según Heyman, el codo hebreo tiene aproximadamente 45 cm., representaba la longitud del brazo entre el extremo de los dedos y el hombro, y estaba dividido en 6 palmos. El codo real, un codo y un palmo, tenía por tanto 52.5 cm. de longitud; esa era “la gran medida”, sin la cual no se puede proceder para el análisis dimensional de un edificio en la antigüedad o incluso de la edad media

Esta medida por supuesto tenía sus múltiplos, como por ejemplo 6 codos de longitud, algo mas de 3 metros, y estaba subdividida en palmos, y éstos a su vez en dedos. Con ella se podían definir las dimensiones principales de las habitaciones, así como en otras dimensiones más pequeñas, utilizando simplemente los números registrados tan diligentemente en los libros de Ezequiel. Una vez registrados estos números, ya sea por escrito en un manual, o en un dibujo, se podían trasladar directamente al replanteo con una gran medida construida al efecto. La gran medida, la pértiga, como anota Heymann, era una herramienta práctica de utilidad.

Las medidas antropomórficas llevan por lo menos desde el tiempo de Ezequiel usándose en el templo cristiano, y han tenido también su evolución en cada sitio y en la apreciación de cada grupo humano; por ejemplo, la subdivisión de la pulgada en 12 líneas .Como se señala en Ezequiel, la vara puede servir para establecer medidas mayores (como, por ejemplo, en España equivale aún a tres pies. Dos varas es la gran medida en los templos españoles y novohispanos del siglo XVI, ya que representaban la altura humana de los pies a la cabeza y obviamente también tenía sus sub-múltiplos para medidas de elementos de menor

tamaño. La característica esencial de la gran medida en una obra era que formaba parte del propio edificio, que sin tratarse de un patrón absoluto. Fijado el tamaño de un módulo en una columna o en la parte de una escultura, todas las otras partes pueden ser expresadas en función de dicho módulo, siendo ésta la gran unidad de medida.

1.4.-Los elementos clásicos: cimientos, muros, estribos, y bóvedas.

La mampostería de piedra unida con mortero, forman los elementos y constituyen un gran porcentaje de la obra edificada, tanto para cimientos como para muros y estribos, reservando en la mayoría de los casos las mezclas enriquecidas con cal para asentar piedra labrada de bóvedas, arcos, marcos o bien para colado de argamasa, muy frecuentemente utilizada para formar casquetes de cúpulas y bóvedas.

Los arcos fajones, formeros y torales, que ordenan, reciben y rigidizan las bóvedas de las naves, también demandan un exquisito y riguroso dimensionamiento, el cual se deriva del trazo formal de la misma y de un complicado despiece y composición que han llamado “corte y monte”; cito aquí lo escrito por Tomás Vicente Tosca en su tratado numero XV de “Montea , y Cortes de Cantería” escrito en España en 1727, en donde comienza escribiendo:

“Lo más sutil, y primoroso de la Arquitectura, que es la formación de todo género de Arcos, y Bóvedas, cortando sus piedras, y ajustándolas con tal artificio, que la misma gravedad, y peso, que las había de precipitar hacia la tierra, las mantenga constantes en el aire, sujetándole las unas a las otras...” ⁵

Evidentemente resulta el objeto principal de ese tratado, el dimensionamiento estructural de los elementos a partir de su trazo y ciertas condiciones predeterminadas. En Nueva España, es la colaboración

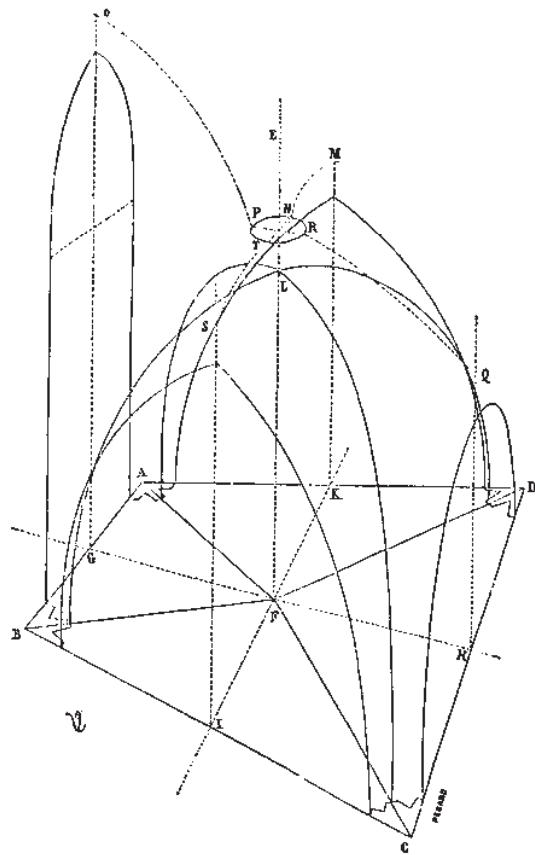
⁵ Tosca, T.V. MONTEA Y CORTES DE CANTERIA, Imprenta de Antonio Marín, Madrid, 1727, p.81

entre la cantería, la albañilería y carpintería lo que representa el soporte de los sistemas constructivos.

Un arco semicircular requiere un cierto espesor para ser estable; no puede haber una cadena invertida contenida en él si el espesor es menor que el 10 por ciento del radio. En la práctica las bóvedas circulares no tienen por qué abarcar un semicírculo completo, y los espesores pueden entonces reducirse de forma notable; además, los arranques de las bóvedas, los riñones, pueden rellenarse con mampostería o cascote, lo que incrementa aún más la estabilidad de la construcción.

Sin embargo, la mayor reducción del peso de la estructura se obtiene cuando se disponen dos cañones que se cortan perpendicularmente para crear una verdadera bóveda tridimensional. Los romanos habían aplicado la idea de la intersección de cañones para formar la bóveda de arista. Una bóveda de arista necesita apoyo solamente en las esquinas, y se abren ventanas en los muros laterales; además, los espesores de la bóveda pueden ser menores, reduciéndose el peso que deben soportar los pilares, así como los empujes sobre los estribos exteriores.

Dos cañones cilíndricos iguales se intersecarán para formar una bóveda de planta cuadrada; las diagonales del cuadrado indicaran, en planta, la localización de las aristas. Si la bóveda está hecha con piedra surgirán dificultades geométricas al cortar las piedras que se encuentran en las aristas. Las dificultades aumentan todavía más si los dos cañones que se intersectan, tienen luces diferentes, de manera que el tramo es rectangular y no cuadrado. Los cañones semicirculares de luces distintas tendrán por supuesto alturas diferentes. La primera simplificación que se introdujo permitió que las superficies de la bóveda fuesen ligeramente cruciformes; de esta manera, las aristas no estaban determinadas únicamente por la intersección de dos cañones y podían ser aristas, los paños podían adaptarse con cierta libertad a sus límites, esto es, a las citadas aristas y a los cuatro bordes del tramo que estaba siendo abovedado.



La forma de la bóveda en la nave del templo cristiano, define la estribación de los muros. Generalmente las bóvedas nervadas o en arista transmiten la carga puntualizada en solo una sección del muro, pero esa carga resultante e inclinada, lleva consigo una componente horizontal que empuja lateralmente al muro en esa sección, y haciendo

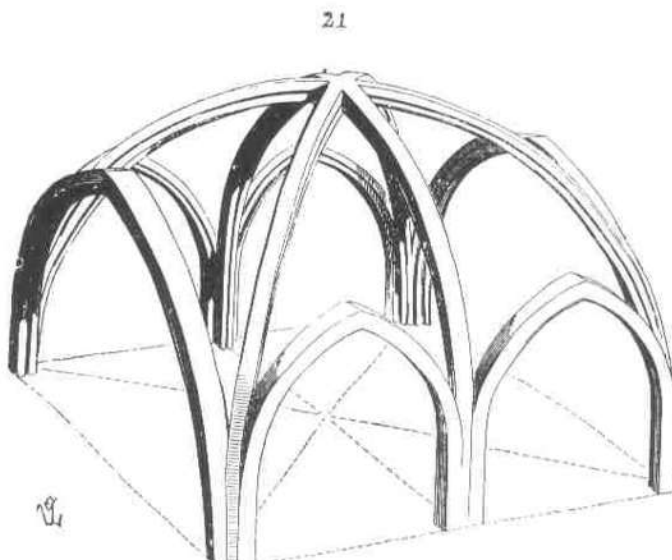
palanca con su altura, puede llevarlo al volteo; es ahí donde se refuerza el muro con la estribación, lo cual consiste en el dimensionamiento y engrosamiento del mismo, correspondiente a la zona donde se recibe y contrarresta el empuje, ya que su peso propio verticaliza la carga de manera que esa resultante al nivel de piso se contiene encerrada en la posición central a la anchura de muro y estribo, y esto proporciona estabilidad de la estructura. El estribo ordinariamente es construido del mismo material que el muro, y trabado con él en su mampostería desde los niveles de cimentación. Solo los estribos arbotantes o botareles, son separados de los muros recibiendo con astucia y elegancia la carga a partir del punto de empuje en el muro, y siguiendo la dirección de la resultante, que es verticalizada en la pilastra separada, requiriendo así menor masa para la pilastra de contrarresto por lo provechoso que resulta esa posición.

Resulta necesario concebir que en el caso de las bóvedas aristadas o nervadas que transmiten la carga puntualizada en solo una porción del muro son las que ordinariamente demandan estribos, en donde conviene enfatizar que la forma dirige la posición de las cargas que se transmiten, así como la rigidez de la misma bóveda, siendo por ejemplo la forma de una

bóveda de cañón corrido transmisora de su carga de manera lineal o repartida a lo largo de los muros de apoyo, lo que al no puntualizar la descarga, no demanda estribos, sin embargo si empuja lateralmente al muro. Existen por otra parte, dentro del repertorio tipológico del templo novohispano, los alfarjes y techumbres de madera en envigados, que en casi todos los casos, daban contrarresto al empuje de las cubiertas inclinadas sobre los muros, a través de vigas tirantes horizontales y transversales a la nave que tienen por función de manera económica e inteligente la verticalización de la carga, y cuyo dimensionamiento también ha sido premisa funcional del diseño.

Los constructores románicos comenzaron la construcción de sus bóvedas, levantando en primer lugar arcos de fábrica sobre las diagonales del tramo. Estos arcos quedaban embebidos después, completa o parcialmente o parcialmente, en la fábrica de los paños de la bóveda. Por tanto, las aristas se labraban primero y de forma independiente, y los paños de mampostería se construían después adaptándose a ellas. Por supuesto, solo faltaba un paso para llegar a la bóveda gótica, con los arcos cruceros levantados como nervios independientes y la plementería de la bóveda apoyando simplemente sobre su trasdós. Los bordes de encuentro de los plementos de la bóveda podían entonces cortarse sin necesidad de un ajuste preciso, ya que los encuentros irregulares podían llenarse con mortero y quedar ocultos a la vista o por los nervios de las aristas. El problema de cubrir un tramo rectangular, en vez de cuadrado, fue resuelto utilizando la bóveda apuntada el arco apuntado gótico dio lugar a la bóveda de crucería cuatripartita.

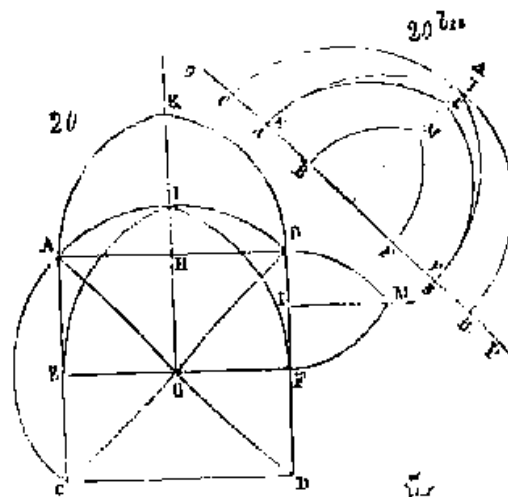
A través de la historia, pocas ciencias de las que se integran en



el discurso teórico de la arquitectura, han sido para éste tan permanentes , y por ende tan fundamentales como las matemáticas y la geometría. El eje del discurso filosófico y epistemológico de la teoría de la arquitectura, tanto en el mundo premoderno como en el moderno, ha sido el *número*. Trascendiendo el ámbito de la arquitectura, en gran medida en torno al *número* se ha visualizado históricamente la revelación y la racionalización del orden natural del universo, desde una perspectiva occidental teológica, filosófica y científica. La matemática está presente en el conocimiento fundamentado, y más aún, en el conocimiento moderno estructurado.. En el primer caso, se consideró como el lenguaje a través del cual la divinidad revela al hombre la dialéctica entre el macrocosmos y el microcosmos. Es decir, es un universo basado en la representación de un orden divino a través de un lenguaje matemático y metafórico.

En la perspectiva medieval y renacentista de la teoría de la arquitectura se vincula con el uso simbólico de la matemática. Por ejemplo, la proporción bella y correcta de una edificación corresponde a las proporciones humanas, mismas que son un espejo de las proporciones divinas. El número y sus relaciones como símbolo de la proporción divina o la sección áurea como el desarrollo de proporciones armónicas basadas en el artificio de los números, se fundamentan en un orden matemático de naturaleza divina.

Los Cimientos y muros aparejados en paramentos verticales, llevan arrastre cultural romano; existieron en distintas modalidades de aparejos, incluso muros tapiados en revestimiento interior y rellenos en su núcleo, sin embargo, todo dependía de

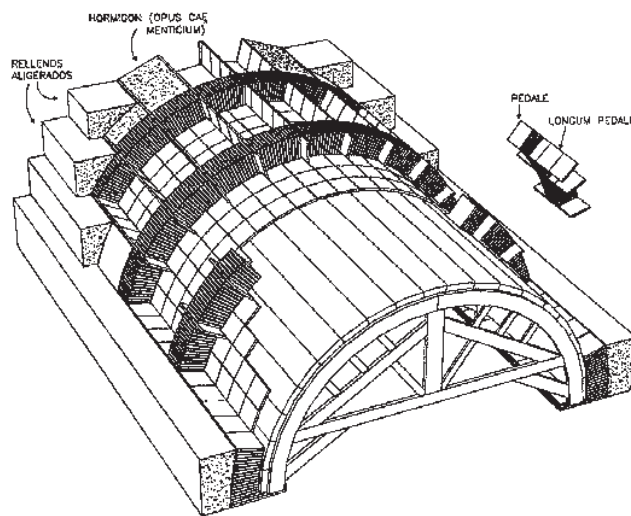


5.- Trazado de bóveda sexpartita

la calidad del proyecto, y derivando de esto la importancia de su trabajo estructural; quizá es aquí donde se comienza a incluir en la identificación los criterios de dimensionamiento, la variable del tipo de material, de elemento y de sollicitación resistente.

Las bóvedas y cúpulas, que tienen antecedentes etruscos, su influencia en Nueva España se debe esencialmente al renacimiento europeo, aunque probablemente la concepción de su trabajo estructural ya era conocida en América, se ha manejado en su gran solución que la técnica que fue el vertido de la argamasa, donde fue posible resolver espacios sin depender de muchas limitantes de materiales, a diferencia de hacerlas de piedra dovelada, en donde resultaba necesario labrar y tallar cada una con caras de distinto trazo, subirlas y asentarlas. La técnica aplicaba la inserción de piedra porosa volcánica en acomodo de nervaduras, muchas veces de tezontle, con el fin de controlar expansión de la masa. Después del fraguado, la masa se organiza en un dovelaje virtual, fisurándose en muchas ocasiones en los puntos sometidos a tracción y discretizándose en

forma súbita para así, reacomodarse en un reordenamiento de cargas.



Los griegos y los romanos tuvieron distintos principios constructivos, ya que tuvieron necesidades diferentes, no

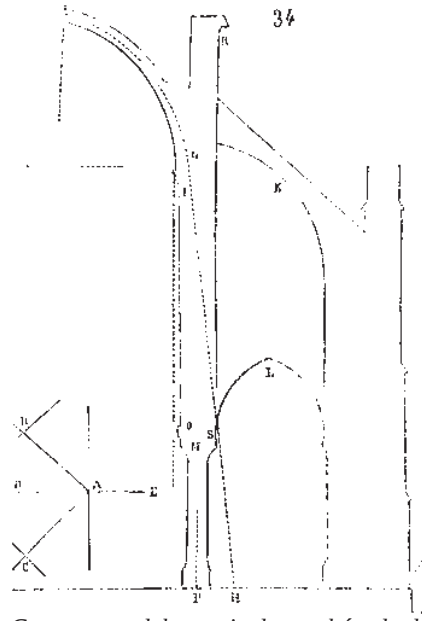
emplearon exactamente los mismos materiales y

los aplicaron por distintos procedimientos. Emplearon solo el dintel en los cerramientos de vanos, mientras los romanos emplearon el arco, y consecuentemente la bóveda.

La construcción griega resuelve sus cimientos cavando su desplante hasta la capa firme del terreno, construyen cimientos corridos para muros y cimientos aislados para columnas. Si el terreno se encontraba suave, los hacían todos corridos observando ortogonalidad en los refuerzos y apoyos.

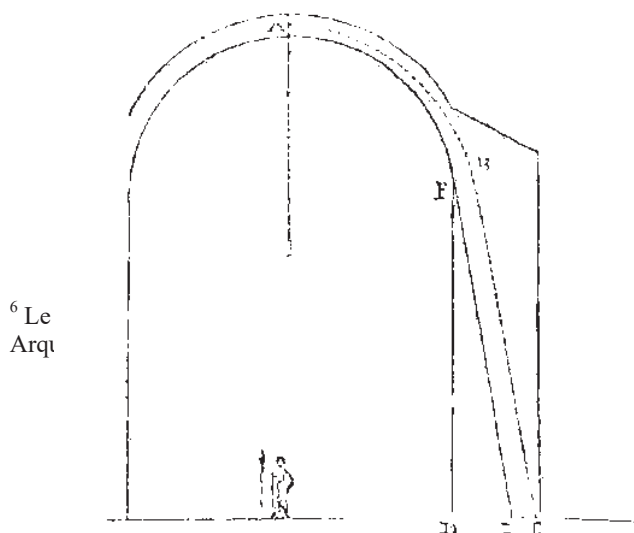
Como lo afirma Viollet-le Duc en el siglo XIX, "el principio de la construcción romana es establecer

apoyos que ofrezcan, gracias a su asentamiento y perfecta cohesión, unas masas suficientemente sólidas y homogéneas para resistir el peso y el empuje de las bóvedas;"⁶ repartir estos pesos y empujes sobre unos apoyos fijos con suficiente resistencia, siendo así que la construcción romana no es sino una consistencia hábilmente calculada, cuyas partes creciendo de elasticidad, se mantienen por la ley de la gravedad y por su perfecta cohesión, y en Grecia la estabilidad se obtiene solamente por la observación juiciosa de la ley de la gravedad; Los griegos ejecutan sus muros sin mortero con sillares perfectamente aparejados a hueso, ya que no recibían mucha carga, más bien la recibían las columnas con verticalidad sin tener que contrarrestar presiones oblicuas o empujes laterales, por eso no persiguen la adherencia entre los materiales. Las cubiertas suprimen los empujes horizontales que la inclinación de las vigas



7.- Contraresto del empuje de una bóveda de crucería.

ejercen sobre las traveses y apoyos.



⁶ Le Arq

1 romana.

Los constructores de la Arquitectura romana, (200 a de C.—S. IV), componían aparejos de piedra en piezas de pequeña dimensión, con ripios ligados de un excelente mortero, encerrando relleno en un encofrado de ladrillo, sillarejo o mampostería de sillar; si bien tuvieron notable influencia de Grecia, tuvieron la actitud favorable al uso de elementos arqueados como solución estructural y estética; encontraron el polvo puzolánico y lo mezclaron con cal, por lo que gran parte de su capacidad constructiva se basa en el uso de la argamasa. Se ingenian fórmulas y se seleccionan materiales que se industrializan facilitando la construcción de los aparejos. Se diferencian aquí la calidad resistente de los materiales atendiendo a su uso estructural o decorativo. Se construyen adobes recubiertos por aparejos de tapia ó revocos de piedra. Construyen arcos de descarga sobre dinteles. Vitruvio explica las razones de la utilización de este refuerzo, y su utilidad le ha hecho durar más de 20 siglos; es un arco que se apoya en las jambas que transmite su peso tributario sobre los muros adyacentes liberando al dintel de la carga). Se construyen columnas cuya producción y dimensiones relata mucha solvencia para resolver sus funciones.

La solución que dieron a los cimientos, no se modifica mucho con respecto al periodo Griego. En cimentaciones grandes, utilizan un “refuerzo anular” como cadena interior que refuerza el aparejo del cimiento. Las bóvedas las formaban sobre cimbras, con arcos de ladrillo o piedra y hormigón de argamasa apisonado sobre las costillas de madera de la cimbra, teniendo según las observaciones de Le Duc, las siguientes ventajas con este método: ser expeditivo, permitir construir en todos los países edificios de igual planta; emplear ejércitos o movilizaciones para levantarlos; ser duradero y económico; no exigir otra cosa que una correcta dirección, lo cual solo requería un pequeño número de trabajadores hábiles e inteligentes que podía estar al mando de una cantidad considerable de obreros manuales; evitaba el transporte lento y oneroso , de materiales voluminosos, y los ingenios que su elevación requeriría

Sobre la proporcionalidad carga/ancho de cimiento solo se conoce la recomendación de Vitruvio que aconseja unos cimientos 1.5 veces de más

anchura que el grosor de los muros, lo que más o menos se observa. (Los cimientos del panteón de Adriano miden 7.5m de ancho y las paredes 6m, y llevan el anillo concéntrico anular.)⁷ Sobre la profundidad del desplante, solo se conoce la también recomendación Vitruviana de “*Cavarás hasta lo sólido y macizo*”, que prácticamente es todo lo que el tratadista habla en cuanto a cimientos.

En la problemática de cerrar cubrir espacios, los arcos, bóvedas, y cúpulas, que tienen antecedentes etruscos, por primera vez es posible resolver espacios sin depender de muchas limitantes de materiales, como el material pétreo en cubiertas o limitaciones en las dimensiones de la madera. El uso de la argamasa es la gran solución. Cimbrar y vaciar es mucho más sencillo que trazar y tallar dovelas en tres direcciones del espacio. Para el control de la masa algunas veces insertan ladrillos en el vaciado, separando el relleno en zonas, lo que no debe confundirse con nervios; en algunos casos las masas de los riñones de las bóvedas y cúpulas se aligeran con tinajas de barro. Después del fraguado, la masa se organiza como dovelas, fracturándose en muchas ocasiones en los puntos sometidos a tracción o cortante, discretizándose en forma súbita y acomodándose en un reordenamiento de cargas y esfuerzos. Según Castro Villalba, al pasar del tiempo, “ *el endurecimiento y cristalización de los morteros, dan por resultado final un monolito cuya forma ya no puede descomponerse en elementos, sino que es una estructura hiperestática muy difícil de analizar.*”⁸ La bóveda del panteón de Adriano, es de una argamasa de lava ligera y toba. Vitruvio no indica el uso de la argamasa en la construcción de arcos, solo define dovelados.

⁷ Castro Villalba, Antonio, **Historia de la construcción arquitectónica**, ediciones UPC, 1995, Barcelona, España, p.45

⁸ Castro Villalba, Antonio, Op. Cit. P.71

CAPITULO 2.

EL ANTECEDENTE HISTORICO MEDIEVAL.

2.1.-De la primera arquitectura cristiana.-

La Iglesia fue perseguida durante sus tres primeros siglos, y en esa situación basa su primer desarrollo, que evidentemente llevaba un carácter oculto, tanto en oriente como en occidente.

Las primeras capillas eran ocultas en cementerios y posteriormente se fueron desarrollando en el interior doméstico de las casas. El móvil fue la adoración de Dios/Jesucristo, la celebración de la redención del hombre, el cumplimiento profético a lo largo de su historia antigua y la veneración de los mártires.

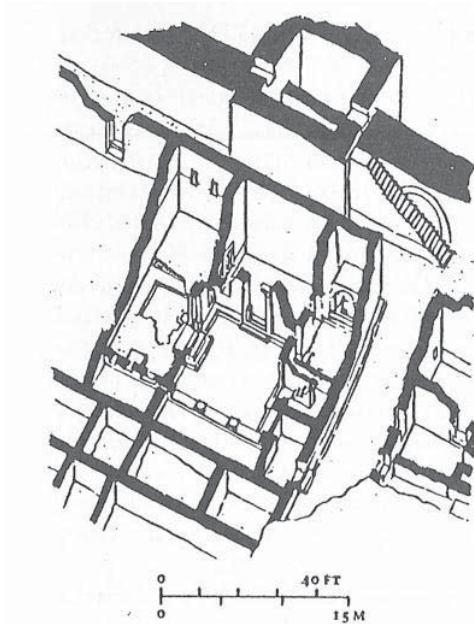
En obvio también a la constructividad, la sencillez sería su primer carácter; un recinto con capacidad de reunión discreta y cubierta de madera a dos aguas.

Al parecer, antes del siglo IV, las comunidades cristianas construyeron basílicas para sus celebraciones. Después de la muerte de Septimio Severo, hacia el año 211, hasta la muerte de Felipe el Arabe en el año 249, se produjo un largo periodo de tolerancia que favoreció la expansión de la fe y las manifestaciones monumentales de ese progreso; se acrecentó notablemente el número de basílicas y oratorios. Eusebio habla de “vastas y anchas Iglesias”.¹

El edicto de Diocleciano privó de dar la posibilidad de saber con exactitud el cómo eran esas primeras basílicas del siglo III y cuál fue su origen. Se discute aún sobre si el proyecto nació en su formalidad como una evolución de la vivienda romana y de la basílica civil y privada. Se piensa que fueron

¹ EUSEBIO, *Historia Eclesiástica*, Citado por Plazaola Juan, en *Historia y Sentido del Arte Cristiano*, Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid, 1996, p. 25.

diversos factores que influyeron a la formación del tipo basilical cristiano. Tampoco las fuentes literarias que hablan de las iglesias aclaran mucho el origen arquitectónico del templo cristiano, pues no se ocupan de muchos



9.- Planta de casa cristiana del S. XIII

su columnata interior, y la forma de sus cubiertas, y de las casas romanas se adoptaría el “atrium”, Las exedras civiles y otros lugares de reunión social proporcionaron la idea del ábside.²

La arqueología parece que muestra en muchos casos, que la estructura de tales iglesias o capillas era muy simple: un recinto de planta rectangular con cubierta de madera, y en otros casos, una sala rectangular más larga que ancha, cortada en tres secciones por dos hileras de columnas, cubierto por techos sobreelevados, que es el esquema formal más sencillo de la planta basilical. Probablemente de las basílicas civiles se adoptó su forma monumental,

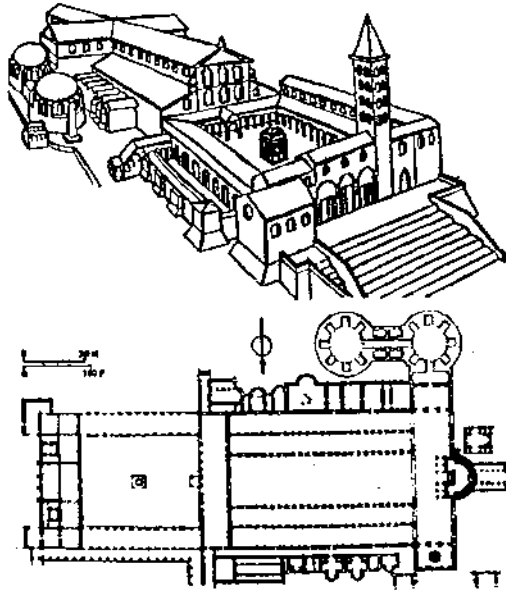
La construcción de planta centralizada que caracteriza a algunas construcciones del occidente cristiano parece corresponder a un lugar de culto llamado el “*martyrium*”, dedicado al culto de los mártires; entre ellos se cuenta el testimonio de Gaius, un sacerdote que hacia el año 200 vio el *martyrium* de San Pedro en el Vaticano, y el de San Pablo en Via Ostiense.³ Plazaola cita otro en la Via Appia, donde hoy se está la basílica de San Sebastián.

En Jerusalén y Tierra Santa, no parece que hubiera tradición de tal tipo de edificios, que inspiraran a Constantino cuando construyó las Iglesias de Belén y del Santo Sepulcro.

² LASTEYRIE, *De le origine des basiliques chrétiennes*, Citado por Plazaola Juan, op. cit. p. 25

³ EUSEBIO, *Hist. Ecles.*, II, 67 (PG 20, 208-209), op. cit.

En las fronteras del mundo cristiano, en Dura Europos, ciudad militar en el desierto de Siria y a orillas del Eufrates, destruida por los persas en 260 se ha descubierto una capilla cristiana en una vivienda, con un bautisterio y pinturas descubiertas en sus paredes.



Al parecer en esas ruinas fue encontrada la primera pintura cristiana, que representa de manera más narrativa que simbólica las profecías del antiguo testamento y su cumplimiento en el nuevo.⁴

Las condiciones socio-históricas de aquel momento desde luego interfirieron en la formalidad del

10.- *Basílica de San Pedro en el periodo de Constantino.*

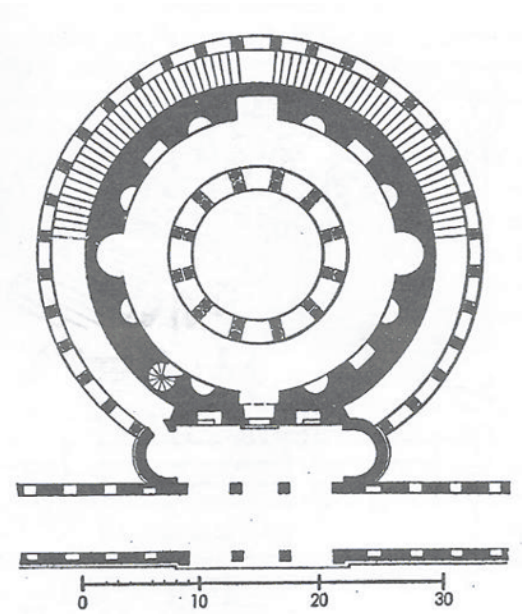
recinto de culto, recordando que antes los dos primeros siglos de la era cristiana la iglesia era perseguida y su arquitectura fue en cierta medida oculta. Es el edificio antes referido el que se considera lo más antiguo construido sin estar ciertamente oculto, antes de la oficialización del templo cristiano.

Esta Iglesia oculta se constituía en cementerios subterráneos llamados catacumbas donde durante varios siglos los cristianos enterrarón a sus muertos y donde solo excepcionalmente se celebró la Eucaristía. Empezaron a ser abandonadas después de la oficialización de la Iglesia en la era constantiniana, una vez que iban siendo despojadas de su más grande tesoro, que eran las reliquias de los mártires.

⁴ GOUCH MICHAEL, *The origins of Christian Art*, citado por Plazaola, op. cit. p.26.

Las catacumbas más antiguas se conocen por los nombres de Calixto, Domitila, Pretextato y Priscila. La de Calixto existía ya bajo el papa Ceferino hacía el año 200. En la de Domitila y Priscila se ve la estructura mortuoria de una familia rica. Las paredes eran altas y sus galerías estrechas, donde nació el primer arte cristiano que tuvo un carácter sencillo e ingenuo, además de domestico.

El emperador Constantino no solamente fue el oficializador de la Iglesia Cristiana en el Imperio Romano, si no, también fue el gran promotor de su arquitectura, ya que impulsó la construcción de sus suntuosas basílicas, cuyo origen inmediato estuvo en las basílicas privadas o públicas que eran de todos conocidas antes de este periodo, y cuya función se basaba en la Administración de la Justicia o celebración de Consejos.



11.- Basílica de Sta. Constanza en Roma

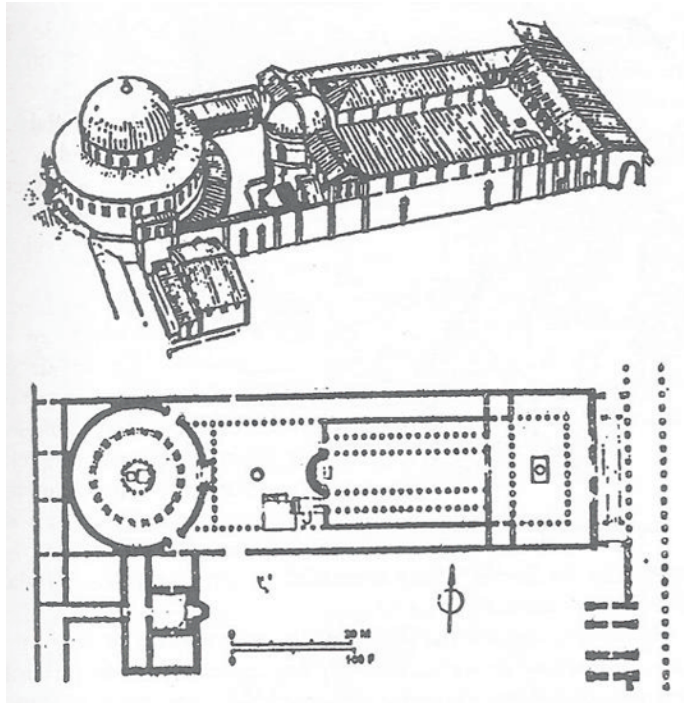
Del texto de Eusebio de Cesárea, hacia el año 300:

“Ordenó el Emperador la construcción de lugares de culto, y que se alzaran iglesias con la máxima amplitud...y que para la construcción de tales edificios sagrados se dispusiera del tesoro imperial. Más aún, mandó que se redactaran cartas destinadas a los Obispos de todas las iglesias , como la que a mí mismo me escribió...

“Por tanto, en las iglesias que tú presides y en los lugares donde hay obispos, presbíteros y diáconos que tú conoces, adviérteles a todos que se apliquen con todo cuidado y fervor a la fábrica de las iglesias, de modo que sean reparadas las que todavía quedan en pie o sean ampliadas con mayores dimensiones, y que allí donde haga falta se construyan de nueva planta. Y que todo lo que se necesita para este fin, tanto tú como los otros obispos por tu mediación, lo

soliciten tanto a los prefectos de las provincias, como a los responsables de las prefecturas pretorianas...”⁵

El movimiento de Constantino en torno a la construcción del templo cristiano fue no solo intenso, sino ordenado en cierta libertad a los obispos sufragáneos al imperio.



12.- Basílica del Santo Sepulcro en Jerusalén.

Resulta revelador e interesante para la tesis que aquí nos ocupa, el texto de Gregorio de Nisa hacia mediados del siglo IV, donde describe el dimensionamiento ordenado para construir una basílica de planta octagonal:

*“Enviadnos todos los obreros que sean necesarios para la obra. Una descripción del plan le hará conocer a Vuestra Perfección **cuáles serán las dimensiones del conjunto**, y yo intentaré así darle una **idea clara de la construcción proyectada**. Mi oratorio debe ofrecer la imagen de **una cruz determinada por cuatro cuerpos de edificio**, éstos se unen y juntan entre sí del modo como ocurre en los edificios que reproducen la forma de una cruz; pero en el centro se constituye un espacio definido por ocho lados. En razón de esta disposición yo lo llamo octógono, de tal suerte que cuatro lados opuestos dos a dos, unen la parte central del edificio a los brazos de la cruz mediante aberturas en arcada. Los otros lados del octógono, que se extienden entre los cuatro cuerpos del edificio, no irán a reunirse con ellos en línea recta sino estirándose cada uno en hemicíclo, que tomará la forma cóncava de una concha invertida y terminándose en bóveda.*

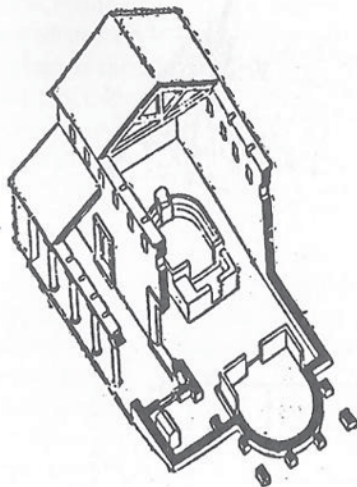
⁵ PLAZAOLA, citado por., op. Cit. p. 76, Eusebio de Cesárea (c.263-339) *Constantino constructor de basílicas*, (Vida de Constantino, c.45-46: p.20, 1022-1024).

Habr , pues, ocho bóvedas, por las cuales los cuatro cuerpos opuestos dos a dos y los cuatro hemiciclos se unen con la parte central del edificio.

*En el interior, y en cada ángulo del oct gono, **se colocarn columnas para el ornamento y para la solidez, ellas sostendrán bóvedas de la misma altura que las del interior del edificio.***

*Por encima de todas las bóvedas se perforarn vanos convenientemente dispuestos y **la construcción octogonal se elevará cuatro codos**; desde allí partir  una cubierta en forma de cono, el cuál ir  acortándose hasta terminar en punta.*

*Los cuatro cuerpos de los cuatro ángulos **tendrán cada uno en la parte de abajo cuatro codos de anchura, un tercio de más en longitud; la altura estará en relación con la anchura**, y lo mismo será en los hemiciclos. El espacio **entre las bases de las columnas mide ocho codos**. En cuanto a la superficie de cada hemiciclo, está determinada por una **abertura a compás igual a la mitad de uno de los lados del oct gono**. Relativamente a la altura, ella estará en proporción con la anchura. Los muros de la circunferencia tendrán un espesor de tres pies....*⁶



13.- Esquema de una Iglesia Siria.

En esta fabulosa carta, escrita más de mil años después de Ezequiel, se encuentra el siguiente resumen de análisis relacionado con la forma y dimensionamiento del templo cristiano, en los principios de su libertad oficializada, es decir, cuando despegó de ser oculto, soterrado o doméstico a la grandiosidad basilical:

1.-La transmisión escrita es descriptiva, y quizá ello sustituya en parte la ausencia de dibujos.

2.- Describe la forma del templo en una planta octagonal centralizada en un crucero de cuatro cuerpos, con una cubierta de bóveda a la misma altura que las de las naves.

3.- Al referirse al término "hemiciclo" quizá se refiera al trazo de la curvatura de los arcos entre columnas, que es del trazo en medio punto, ya que define el radio al señalar que la abertura del compás sea igual a la mitad de uno de los lados del oct gono.

⁶ PLAZAOLA , Ibid. Gregorio de Nisa (c.334-385) , *una basílica de planta octogonal* , (Carta a Anfiloquio, Obispo de Iconio: p. 46, 924.

4.- La unidad de medida sigue siendo el codo.

5.-No solo exige en el texto relación entre anchura y altura de los elementos y espacios, sino además proporción.

6.-No omite la importancia del espesor de los muros, y los define con medida precisa en unidades, o sea, tres pies.

Vitrubio describe las basílicas civiles del tiempo de Augusto, que seguían construyéndose a mediados del siglo IV, como lo fue la basílica dedicada a Roma consagrada por el Papa Simplicio , hacia finales del siglo V. Tuvo que ser frecuente la adaptación basilical y progresiva a las funciones abiertas del culto ya oficializado. Ordinariamente se construían a base de columnatas de mármol de templos paganos y eran decoradas frecuentemente con paredes de mosaico y pavimentos de mármol.

La basílica de San Pedro en Roma, de 5 cinco naves, construida en el año 326, se dice que estaba precedida por un atrio de cuatro pórticos; la de San Juan de Letán, también de 5 cinco náves, La de San Lorenzo Extramuros y el Mausoleo Octogonal de Santa Elena, corresponden a ejemplares de esta promoción de Constantino.

La Basílica de Santa Constanza es la única Basílica Romana conservada substancialmente hasta hoy en día de ese tiempo.

Mientras en Roma la basílica permaneció en su estructura bastante simple, en oriente se fue construyendo con formas de un sentido sólidamente constructivo, cubriéndolas con bóvedas de ladrillo o piedra y aparece la cúpula en los modelos de plantas centralizadas. Oriente había precedido a Roma en la aceptación de la fe cristiana. Es por eso la importancia histórica de conocer el antecedente de las capillas cristianas ocultas y domésticas

antes de Constantino en Roma, para afirmar que su génesis no estuvo en oriente.

De los ejemplares basilicales en oriente están la basílica del *Santo Sepulcro*, el templo dedicado a la *Ascensión*, en el monte de Los Olivos, del tiempo de Constantino, y la *Iglesia de la Natividad*, construida hacia el año 333. Fueron los Sirios los que pasaron de una planta poligonal o cuadrada al círculo de la cúpula mediante el sistema de trompas o pechinas, que aprendieron al parecer de los persas.

En el siglo IV, abundaron las iglesias de corte longitudinal con arcos sobre columnas, mientras que en la basílica occidental se usaba la arquitrabe, las basílicas Sirias se resolvían con arquería pero con dimensiones muy estrechas. Para Plazaola esto obedecía más bien a una preferencia formal que a progreso técnico. El ábside se cubría con semicúpula.

A finales del siglo IV el emperador Teodosio hizo construir en Dámaso otra basílica que hoy es mezquita de cinco naves, para luego el mismo mandar transformar el panteón pagano de Salónica en templo dedicado a los mártires del cristianismo. En Egipto nace el monacato cristiano con la construcción de monasterios de grandes dimensiones, mientras en el norte de África se construyen numerosas basílicas, al parecer del tipo helenístico.

2.2.- El templo posromano.

La Arquitectura Paleocristiana congrega grandes espacios en los templos con un nuevo partido de gran duración, reduce notablemente el espesor de las paredes laterales ya que solo reciben carga vertical. denotándose una concepción clara del trabajo estructural

Por lo mismo, se insertan en los muros grandes ventanales. Este periodo no aporta mucho en lo constructivo, que lo toma de la cultura romana. Su

aportación se considera solo en magnificar funcionalmente el espacio litúrgico.

El mimetismo de las grandes culturas anteriores , pero a la escala de los pueblos bárbaros es la característica principal de la oscura arquitectura posromana en occidente. El antecedente cultural de las construcciones griegas como las romanas fueron extraordinarias; sin embargo, fueron bastante distintas porque además de ser dos culturas diferentes, partieron de principios distintos, no emplearon los mismos materiales, emplearon procedimientos diferentes y las necesidades a satisfacer fueron distintas. También el aspecto de los monumentos griegos y romanos difiere esencialmente. El griego emplea sólo el dintel en sus construcciones, el romano emplea el arco, y en consecuencia la bóveda; esto muestra ya hasta que punto premisas opuestas deben producir construcciones muy diferentes, en cuanto a los recursos empleados y en cuanto a la apariencia. la arquitectura Romana llega al medioevo avanzado el siglo IV, y es la última etapa de su imperio..

El principio de la construcción romana era: establecer apoyos que ofrezcan, gracias a su asentamiento y perfecta cohesión, unas masas suficientemente sólidas y homogéneas para resistir el peso y el empuje de las bóvedas, repartir estos pesos y empujes sobre unos manchones fijos cuya mera resistencia es ya suficiente. Así, la construcción romana no es sino una consistencia hábilmente calculada, cuyas partes careciendo de elasticidad se mantienen por la ley de la gravedad y por su perfecta cohesión. En Grecia la estabilidad se obtiene sólo por la observación juiciosa de la ley de la gravedad; los griegos no persiguen la adherencia entre los materiales; en una palabra, no conceden ni emplean los morteros. En sus monumentos la dirección exclusivamente vertical de las cargas no requiere otra cosa que resistencias verticales; desconociendo la bóveda, no tienen que contrarrestar presiones oblicuas, es decir empujes.

Asombroso es pensar la manera como hacían los romanos para obtener resistencias de cohesión entre las partes inertes de sus construcciones y

entre los apoyos y las bóvedas. Componían construcciones rellenas de piedra homogéneas con piezas de pequeño tamaño, guijarros o ripio ligados por muy buenos morteros, y encerraban estos rellenos, dispuestos en tongadas, en un encofrado de ladrillo, de mampostería o de sillería. En cuanto a las bóvedas, se formaban sobre cimbras, con arcos de ladrillo o de piedra a modo de red, y argamasa apisonada sobre las costillas de madera del cimbrado. Este método presentaba ventajas de ser expeditivo; de poder construir en todos los países edificios iguales en trazo, de poder emplear ejércitos o movilizaciones civiles para construirlos; era duradero y económico, no exigía otra cosa que una correcta dirección, lo cual sólo requería de un pequeño número de trabajadores que pudieran estar al mando de una cantidad considerable de obreros manuales; evitaba el transporte, lento y oneroso, de materiales voluminosos. Era pues, la consecuencia de la organización del estado social y político de la sociedad. Los romanos levantaron también edificios a la manera de los griegos, como sus templos y basílicas; considerados como una importación, fuera del ámbito de la auténtica construcción romana. Encontraron monumentos contruidos y se sirvieron de ellos. Mucho tiempo después de la invasión del territorio galo-romano por los bárbaros, aún había gran número de edificios antiguos, y al parecer, no todos fueron destruidos por los conquistadores. Incluso intentaron a menudo repararlos; y también los imitaron. Pero después de tan grandes desastres, las tradiciones de los constructores romanos debieron de quedar en gran medida perdidas; los edificios erigidos en la Galia no fueron otra cosa que reproducciones bárbaras de aquellas construcciones antiguas que se salvaron de la guerra. Según Viollet-le-Duc, los pocos monumentos anteriores al periodo carolingio que quedaron, no ofrecen sino un pálido reflejo del arte romano, son sólo burdas imitaciones de los edificios cuyos restos cubrían entonces aún el terreno y habrá que separar al reinado Carlomagno, para encontrar algunas tentativas por parte de los constructores para salir de la ignorancia en la que los siglos precedentes se habían sumido.⁷

⁷ LE DUC, E. VIOLLET, *La Construcción medieval*, S. XIX, Ed. en España, en 1996, Instituto Juan de Herrera, p.7

El proceso constructivo queda clara que fue diferente, y tal vez compararlos con la excelencia romana o griega precedida sea injusta apreciación.

Las relaciones mantenidas por Carlomagno con Oriente, el contacto con Lombardía donde parecieron refugiarse las últimas tradiciones del arte antiguo, le proporcionaron medios para traer constructores a su entorno y a las regiones de su dominio, a los que supo utilizar. Su meta era hacer renacer las artes romanas; pero las fuentes a las que tuvo que acudir para alcanzar este resultado habían modificado ya profundamente sus principios.

Le Duc afirma que Carlomagno no podía enviar arquitectos a estudiar monumentos de la antigua Roma, porque no tenía. No podía buscar artistas, geómetras, hábiles obreros, más en Oriente, España o Lombardía, que eran las únicas regiones donde había. El renacimiento carolingio produjo unos resultados muy distintos de los que su autor probablemente esperaba. Aunque, después de todo, la meta fue alcanzada, puesto que los nuevos elementos importados a Occidente exigieron desde el primer momento un considerable esfuerzo, y desde entonces las artes progresaron rápidamente.

Las bóvedas fueron el principal problema constructivo a resolver, durante la permanencia del imperio romano, tanto en Roma como en Bizancio.

La Arquitectura Bizantina desarrolla técnicas precursoras de la construcción medieval, y tiene antecedentes Sirios. Había escasez de madera y se resuelven sistemas de construcción sin cimbras. Se conforma un material de relleno, se desarrollan bóvedas de arista así como nuevamente el uso y fabricación del ladrillo. Se apareja en lugar de verter. La estructura depende en mucho de la calidad de los morteros y de la distribución eficiente de las cargas, que en ocasiones llegan hasta el límite de rotura, casi siempre por tracción, produciendo grietas cuya velocidad de avance sugiere una nueva reordenación de las cargas que genera una condición de equilibrio modificada. Se resuelven grandes espacios centralizados, cubiertos con ladrillo y mortero de cal.

2.3.- La aportación islámica.

La Arquitectura mozárabe, carente de fachada, con aberturas asimétricas y pequeñas fue base de la planta basilical de tres naves. Se descuida la colocación horizontal de los sillares en los muros; irregularidad en las hiladas. Se presume mucha recuperación de piedra labrada romana. Desarrollan el arco mozárabe, que es el de herradura, con trazo más regular y sobrepasado que el visigodo.

Las cubiertas mozárabes son de madera a dos aguas, de cañón corrido ligeramente aperaltado y en dovelas despiezadas.

Su esquema estructural cruciforme con cúpula en el crucero apoyada en 4 arcos, que pasan de planta cuadrada a circular. Cúpula lobulada que sugiere adaptación de los esquemas bizantino-romano. Realizadas de argamasa vertida, en donde se han encontrado ingeniosas técnicas para los encofrados.

La Arquitectura islámica, (S.VII--S.XVII) que tiene presente a El Corán como revelación divina, desarrolla la mezquita como modelo representativo de esta arquitectura. Se denotan con elegancia y eficacia constructiva. columnas sumamente delgadas coronadas por antepechos gruesos que reciben las cubiertas. Se manifiesta especial organización en la mano de obra. La división del trabajo se hace por habilidades pagándose por destajo. No existen gremios y la tradición artesanal es familiar.



14.- Santa Sofía Istambul.

No se encuentran trazas hasta el siglo XVI, y no existen datos sobre los arquitectos.

Se utiliza la piedra, el ladrillo, la madera, el adobe. En Andalucía usan tapial y adobe con madera; en Persia bóvedas de ladrillo y en Bizancio ladrillos y “opus emplectum”. Algunos autores consideran que debieron tener noticias de los diez libros de Vitruvio, muchos autores aseguran que no se puede deducir que los conocieron. No se conocen libros islámicos anteriores al siglo XIII que hablen algo de Arquitectura.

Castro Villalba anota que hay dos manuscritos sobre carpintería, uno en Turquía y otro en Argelia. En el siglo XVII se edita en España el tratado de Alarifes de López de Arenas, el cual no informa los suficientes datos para conocer la complejidad de los sistemas.

A partir de la cúpula apoyada sobre muro circular o tambor se llegó, en la construcción de la Iglesia de Santa Sofía, a la bóveda semiesférica sobre pechinas: este es un gran paso, que establece una línea divisoria tajante entre las construcciones romanas de la antigüedad y la edad media. Ni en Roma, ni en Italia, ni la Galia, se puede ver un solo edificio romano en la que la bóveda semiesférica se apoye sobre pechinas. La Iglesia de Santa Sofía es la primera que nos proporciona un ejemplo de este tipo de construcción, y como es sabido, es la más vasta cúpula que existió hasta las cúpulas del renacimiento.

Admirable pensar cómo llegaron a concebir y ejecutar una construcción de este tipo arquitectos romanos establecidos en Bizancio. Este hecho, por primera vez, se manifiesta con grandiosidad y claridad incontestables. Cubrir un recinto circular mediante una bóveda semiesférica era una idea muy natural y fue adoptada desde muy antiguo; perforar su tambor circular con cilindros, con bóvedas de cañón, fue una consecuencia inmediata de este primer paso. Pero levantar una cúpula semiesférica sobre planta cuadrada, es decir, sobre machones separados y situados en los ángulos de un cuadrado, es considerada en la historia de la arquitectura como una innovación sumamente audaz.

Sin embargo los constructores que Carlomagno hizo llegar de Lombardía y de Oriente, a Occidente, no llevaron consigo este modo de construcción; se limitaron a levantar, bóvedas de base octagonal o circular sobre tambores. Sería más tarde cuando las derivaciones de la construcción bizantina tuvieran una influencia directa en occidente. Los masivos de relleno encerrados entre paramentos de ladrillo o sillarejo de piedra, fueron procedimientos carolingios que se asemejaron a los romanos.

Los constructores carolingios quisieron también levantar construcciones con paramentos de sillería a la manera de algunas de las romanas; pero no disponían de los poderosos recursos empleados por los romanos, o sea, no podían transportar ni, sobre todo, elevar a cierta altura bloques de piedra de gran volumen. Se contentaron entonces con la apariencia, es decir, levantaron paramentos formados por placas de piedra, colocadas la mayoría de las veces a contra lecho, y de escaso espesor, evitando con cuidado los huecos y rellenando el espacio que quedaba entre esos paramentos con cascote y mortero. Según Le Duc, en los detalles de la construcción, los arquitectos no eran muy detallados y no podían sino imitar muy malos procedimientos romanos. Sus conjuntos se encontraban continuamente acorralados por dificultades que estaban lejos de poder resolver; no tenían obreros hábiles ni maquinaria poderosa, avanzando a tientas perseveraron e hicieron de hecho inauditos esfuerzos para levantar edificios de pequeñas dimensiones, para construirlos fuertes y sobre todo, para abovedarlos.

De la raquítica y empobrecida construcción carolingia, entre los siglos IX y XI, surgió un nuevo arte de construir: resultado de experiencias inicialmente desafortunadas, pero que, repetidas con perseverancia y tras una serie ininterrumpida de perfeccionamientos trazaron un camino a despejar. Las necesidades de estos constructores les obligaron a buscar recursos en sus propias observaciones, antes que en el estudio de los monumentos de la antigüedad que conocían muy poco y se encontraban en estado de ruina.

La mayor parte de los documentos que quedan de la Edad Media tienen que ver con la institución monástica. Los conventos erigían un gran número de edificios. Sin embargo, sus archivos contienen sorprendentemente pocas descripciones de edificios o proyectos. Hay numerosos contratos de construcción, pero normalmente el edificio sólo se define declarando su tamaño y que debe ser hecho "de acuerdo con el modelo tradicional". En conjunto, había poco interés en los valores mundanos como las cualidades de la arquitectura. "Sobre gustos no hay nada escrito" (latín. *de gustibus et coloribus non disputandum*) era la regla general de los escolásticos, que no favorecían el desarrollo de la teoría de las artes (sin embargo, podríamos ver a [S. Agustín](#) sobre esto). Afortunadamente, las bibliotecas de los monasterios preservaron al menos algunos fragmentos de la teoría arquitectónica de la antigüedad.

La práctica de la arquitectura estaba, antes que nada, basada en la tradición que se remonta a la Antigüedad y, partiendo de esta tradición, tanto el estilo románico de construcción como el gótico se desarrollaron durante siglos, presumiblemente con poca o con ninguna investigación literaria. Las únicas presentaciones documentadas que han llegado hasta nuestros días son el "libro de bocetos" de Villard de Honnecourt del 1235 y el "Opúsculo sobre la correcta forma de hacer pináculos" (*Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit*, véase la imagen de la derecha) de Roritzer, impreso en Regensburg en 1486.

Cuando el conocimiento del latín e incluso de la lectura se degradó, la importancia del conocimiento tradicional en la construcción creció. El conocimiento tradicional se aprendía haciendo, bajo la guía de viejos maestros, y probablemente no estaba escrito en parte alguna. Pero la tradición podía ser bastante vinculante y precisa en los cerrados gremios de constructores. También se hizo bastante homogénea a través de Europa porque los constructores según parece se desplazaban de ciudad en ciudad, dependiendo de donde estuvieran las obras.

Desde el comienzo del siglo XIII, los artesanos del ramo de la construcción comenzaron a formar gremios (inglés: *Guilds*, alemán: *Bauhütte*). Estos gremios probablemente reunían un gran número de información tradicional relativa a la construcción, pero parece haber permanecido como secreto profesional de los gremios y los maestros, y preferían no publicarla. Incluso cuando fueron escritas, estas notas se han perdido. Para un relato detallado, véase por ejemplo Ricken: *Der Architekt*.

En la Arquitectura Románica se vuelven a armar técnicas desechadas por la caída del imperio romano, que se generan como culminación parcial de un proceso, que sigue evolucionando hasta las etapas más complejas del gótico. Primero naves de planta rectangular con ábside. Se dispone de madera de escuadrías y dimensiones suficientes. Techos de madera a dos aguas y bóvedas de cañón. Se opta en ocasiones por construir contrafuertes por el interior para resistir el momento producido por el empuje de la carga resultante, lo cual permite crecer en altura y anchura. En Italia en muchos casos se recurre al atirantamiento, de lo cual se dice que se presentaron muchos problemas debido a la baja resistencia y alto costo del hierro utilizado.

Este sistema de refuerzo tiene muchas ventajas, una de las cuales es que el tirante se puede colocar ligeramente por encima de los arranques del arco, sin tener que conocer con precisión el punto de aplicación del empuje resultante que este ejerce.

Se utilizan las bóvedas de crucería en forma exhaustiva, las cuales han sido utilizadas en todas las épocas romanas, que tienen la ventaja de apoyar racionalmente en forma tributariamente a las bóvedas y anulan los empujes en el sentido paralelo al eje de la nave, con lo que en esa dirección no se producen deformaciones; los empujes se suman en la dirección perpendicular al eje, resistidos por los contrafuertes.

Se aprovechan los cimientos de construcciones anteriores cuando existen. En los muros casi desaparece el ladrillo. Se abandona también el sistema de muros homogéneos con las caras exteriores aparejadas y se vuelve al “opus emplectum”.

Las cubiertas son de madera de encaballados muy simples, en donde se empieza a ver el triángulo indeformable. No se producen empujes sobre los muros. También son muy utilizadas las bóvedas de piedra a base de lajas de poco espesor sobre cimbra radial y recubiertas con mortero de cal.

También se utilizan intensamente las bóvedas adoveladas de piedra. Los arcos aparecen sistemáticamente con dovelas talladas radialmente con la clave casi siempre partida o dividida en dos partes, con lo que cada semiarco tiene una capacidad de asentamiento independiente.

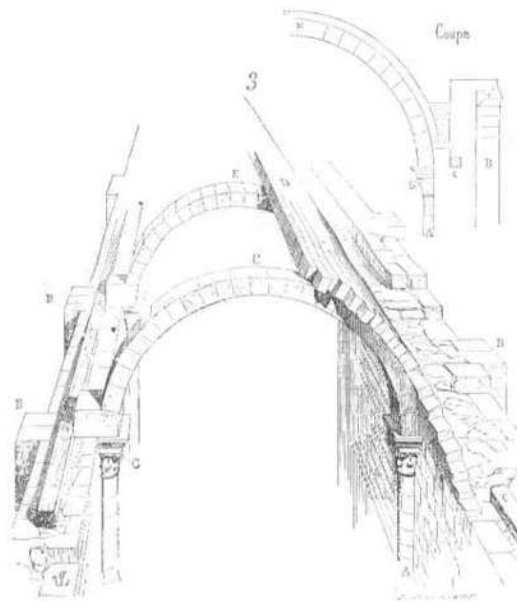
Se incorporan las soluciones utilizadas en el Bizancio de plantar una cúpula sobre un cuadrado y desarrolla el cimborrio o tambor. Estos elementos arrojan en forma aislada cargas concretas sobre las pilas, muros o contrafuertes que soportan el empuje.

En los edificios del siglo XI, se encuentran claros progresos en la construcción donde se construyeron bastos monasterios, palacios, iglesias, murallas. Su industrioso trabajo debía suplir todo lo que la ingeniería romana había sabido organizar. Debido a la pobreza de occidente, había que obtener grandes resultados con muy poco gasto y satisfacer necesidades numerosas y apremiantes sobre un suelo destrozado por la barbarie.

2.4.-Construcción románica.

La cultura arquitectónica románica se produjo a lo largo de los últimos siglos del primer milenio en un cierto proceso de unificación, tanto de los programas como de las técnicas, y que este proceso tiene que ver más con

las condiciones materiales en las que se desarrolla la vida cotidiana que con ninguna otra cuestión. Se consolidan los asentamientos rurales. Alcanza uniformidad en muy pocos años como estilo único en un área geográfica enorme que abarca toda la Europa occidental, en una época en la que las comunicaciones son difíciles y en la que el lenguaje habitual encuentra dificultades para expresar conceptos técnicos, a partir de procesos rudimentarios, acordes a las posibilidades y objetivos que de



15.- Bóveda de cañón románica

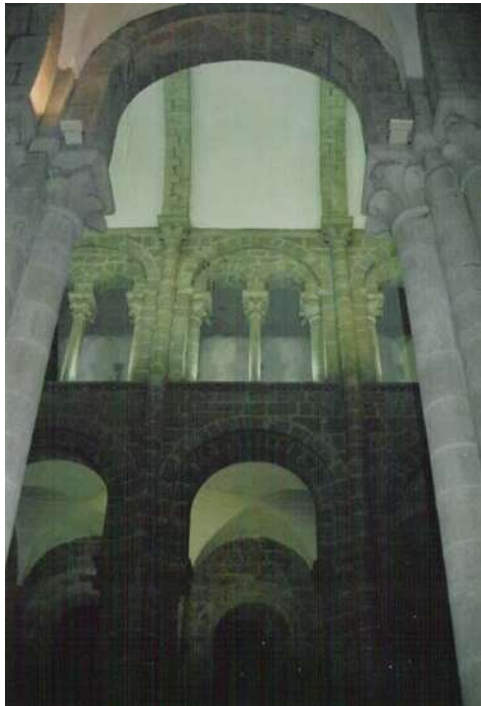
índole social y espiritual gobernaban en la época. La unidad espiritual de Europa y las condiciones materiales son bastante uniformes. A partir de estos dos datos la demanda de construcción se centra de forma masiva en una tipología casi única; las iglesias, debido a sus características y al escaso repertorio de materiales y soluciones. Progresivamente cada zona va adoptando avances y

modificaciones de los sistemas constructivos.

El generador de este movimiento constructivo se basa en la realidad de una tecnología posromana cada vez menos evidente, nuevos conceptos en el arte de construir cuyo origen y evolución se ha producido en el oriente bizantino, así como el conocimiento previo de técnicas romanas modificadas por las tradiciones y necesidades concretas. Estos conceptos se desarrollan en torno a la tipología arquitectónica de origen basilical, en lo que coinciden con los planteamientos y necesidades de la sociedad medieval, coincidiendo en muchas necesidades y posibilidades, para se trasladados al ámbito cultural europeo.

La actividad constructiva desarrollada es muy importante comparada con etapas anteriores del medioevo, la producción de templos fue muy abundante, alcanzándose notable mejoría constructiva al final del periodo.

La vida comunitaria entorno al edificio del templo se vuelve quizá el ingrediente más importante de su constructividad., y sobre todo, de la construcción social que vino a resurgir el supuesto letargo cultural al que paso el periodo anterior del medioevo. El románico vuelve a armar la red social desecha por la caída del imperio en el territorio europeo, aunque se dejen notar muchas carencias.



16.- Arcos y bóveda románicos de Santiago de Compostela.

Se instaure el repartimiento de los templos por los territorios de manera más o menos triangulada y equidistante a fin de favorecer la comunicación entre las comunidades en tiempos de recorrido razonablemente cercanos. Castro Villalba cita a Broudel, en su afirmación de que el románico sea en su mayor parte la manifestación de un relativo éxito agrícola, y probablemente se vincule con este éxito de comunicación triangulada

en la siembra fundacional de estos edificios que unificaban a las comunidades. La técnica constructiva se genera como culminación parcial de un proceso, que va a seguir evolucionando hasta el gótico.

Las maneras de construir son basadas en tecnologías locales, y están condicionadas por el repertorio de materiales y por las posibilidades de desarrollo de los trabajos en función de los recursos existentes en cada área concreta, y casi siempre sobre plantas y alzados relacionados con la

tradición basilical romana, heredada como parte del patrimonio espiritual cristiano.

El hierro es escaso, en algunas zonas vale mucho más que la plata, no hay papel en el que referir notas o croquis, la madera de buenas escuadráis es casi imposible de obtener, los transportes son casi prohibitivos debido a la existencia de numeroso bandidaje rural y a la falta de animales de tiro, y la población, a pesar de todas las mejoras sobre etapas precedentes, vive sometida a continuas cabrunas y enfermedades que la diezman periódicamente.

El sistema constructivo se produce bajo las condiciones que hemos enumerado, y lo que se construye como resultado de la evolución de estos primeros modelos y de una organización social cada vez más estable que genera excedentes y exige espacios mayores y más complejos.

Para el aspecto general de los núcleos de población que en el inicio sirven de base a los asentamientos románicos, no se debe pensar en casas, sino en cabañas más o menos elaboradas, o, quizás, en edificios comunitarios, establos, o locales defensivos cerrados, en los que se desarrollaba parte de la vida común. La escasez de restos puede deberse, tanto a lo poco consistente de la técnica constructiva, como al aprovechamiento, forzado por la escasez de medios, que posteriormente se hizo de ellos en las nuevas construcciones. Se puede suponer que no era demasiado problemática la construcción de una vivienda de las características habituales.

Para los templos, el núcleo alrededor del cual se organiza la vida comunitaria, la técnica inicial que se ha elaborado a partir de lo que hemos llamado protorománico, permite estandarizar la solución de grandes muros capaces de resistir los empujes de las bóvedas de medio cañón, olvidando, o desconociendo, algunas soluciones mozárabes, más ligeras e imaginativas. Según Castro Villalba, a pesar de los

antecedentes basilicales es posible que sólo se trate del esquema más simple de cubrir, al principio la planta es una nave rectangular con ábside. Es posible disponer de madera de escuadráis y longitudes suficientes, a pesar de que ello no era en absoluto una labor fácil ni rápida, fueron las cubiertas de este material las que se utilizaron preferentemente. Desde el tiempo basilical ya se conocía el principio de las armaduras de madera de no provocar empujes sobre los muros de las naves.

En Italia, las columnas que separan las naves suelen ser romanas, la cubierta de madera y las naves laterales de arcos de medio punto. Se impuso como imprescindible cubrir las iglesias con bóvedas, considerada una solución universal. En todo caso se reconoce que las cubiertas de madera no generan un proceso evolutivo que, en el caso de las de cañón, es mucho más rico que en el gótico.

A pesar de los problemas que se derivan de contrarrestar su empuje, el balance debió resultar positivo, a pesar del esfuerzo que suponía su construcción para las comunidades. De esta forma se formuló la solución normalizada al problema básico, lo que favoreció la difusión en todo el área europea de esta manera de construir: muros de piedra muy gruesos y pesados, mejor contruidos y en algunos casos reforzados con contrafuertes, rematados por una cubierta de bóveda de cañón, casi siempre de medio punto, todo ello sobre plantas basilicales de magnitudes variables.

Se reduce el espacio cubierto cuando cuando se comienza a cubrir con bóveda y los muros demandan ser más gruesos, cuando en la basílica eran ligeros. Los dinteles o arcos trabajan siempre sobre columnas.

Este esquema estructural simple se produce en dos direcciones, pretendiendo superar siempre la limitación que supone el muro. Como se demanda crecer en altura por motivantes espirituales y estéticas, se complican los problemas de contrarresto de las bóvedas, y por otra, cuando crecen los asentamientos o la importancia del monumento, es

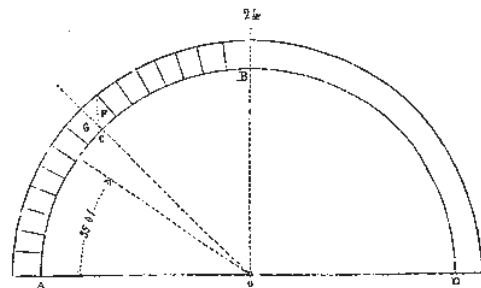
necesario más espacio, por lo que hay que aumentar la anchura de la nave a la vez que se incorporan naves laterales que deben estar conectadas con el espacio central. Cuando es mayor la anchura transversal de las naves, mayores son los empujes, y al elevarse la nave central aumentan los momentos en la base de los pilares o columnas.

El empuje de la nave central se contrarresta casi exactamente con dos naves laterales de cuarto de punto. El pequeño descenso de éstas a que obliga la continuidad de la cubierta a dos aguas facilita el equilibrio del conjunto.

A partir de aquí la evolución, que no es estricta en el sentido cronológico, obliga a otras soluciones. Un mejor aparejo permite ir reduciendo paulatinamente, la sección de las pilas, pero es un aumento de su sección útil.

Una solución consistió en construir contrafuertes dentro del edificio con lo que se mejora en algo el aspecto del espacio, aunque en realidad aún se compartimenta más; permite crecer en altura y en anchura, ya que se cuenta con puntos sólidos para contrarrestar el empuje de las bóvedas, pero el interior sigue siendo de una sola nave a la que se le suman unos espacios laterales sin demasiada continuidad, lo que resulta tan evidente que en ellos se colocan capillas dedicadas a cultos especiales.

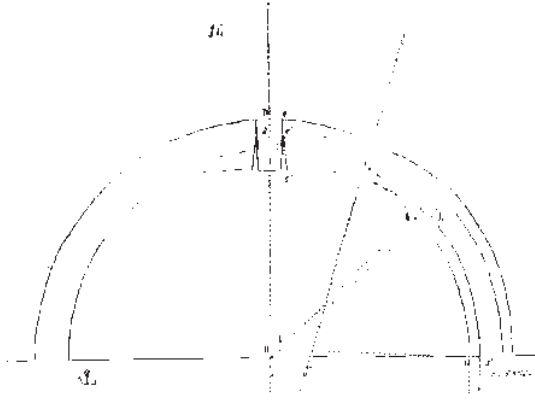
El atirantamiento transvesal de los arcos por el interior se usó frecuentemente en Italia, resolviendo económica y eficazmente el contrarresto de



17.- Empuje de un arco de medio punto

los empujes producidos por las bóvedas a los muros, se pueden colocar, sin que sea imprescindible conocer la dirección ni el punto de aplicación del empuje resultante de un arco o una bóveda, aproximadamente por

encima de los arranques. Sin embargo, a costo del detrimento en caso del atirantamiento, para algunos, no es posible anular los empujes de la nave central mediante los de las naves laterales, ya que se producen a un nivel inferior.



18.- Deformación característica de un arco de medio punto.

Un concepto importante es el razonamiento de que la mejor talla de los sillares fue permitiendo abandonar relativamente los grandes rellenos y concentrar las cargas, lo que sólo es posible con

un sistema constructivo donde cada pieza está más diferenciada, anunciando las posibilidades constructivas del gótico. Las columnas son aparejadas con mayor cuidado, y las bóvedas se articulan sobre arcos fajones en los que el trabajo del cimacio apenas es relevante debido a las dimensiones del conjunto y aunque siguen apareciendo deformaciones, el resultado es más seguro. Esta articulación facilita la diferenciación del muro según un esquema que después se mantendrá en el gótico con los elementos típicos de este estilo.

Los templos se siguen deformando. De la inquietud que esas deformaciones, paulatinas e imparables y que en algunos casos causaron el hundimiento del edificio, provocó en los constructores románicos, es posible que se deriven, como veremos, las soluciones góticas, posibilitadas por una talla cada vez más cuidadosa y un recibido más regular.

Durante el románico se desarrolla un sistema que divide la nave central en crujías, sin que este esquema modifique significativamente el espacio interior ya que la división se hace a la altura de la bóveda. En algunos casos estas crujías no incorporan ningún sistema nuevo; sólo es nuevo, y eso relativamente, el esquema del conjunto. Esta solución que mejor

funciona en todos los aspectos es la nave central cubierta con bóvedas de crucero.

Las bóvedas de crucero fueron usadas exhaustivamente por los romanos y no han dejado de utilizarse en ninguna época. Los bizantinos poco las usaron, pero en Europa se encuentran en mayor o menor grado, aparejadas en piedra laja en toda la etapa anterior al románico .

El razonamiento lógico del sistema consistente en dividir la nave central en crujías para evitar las grandes deformaciones que sufre el edificio si se construye con cañón seguido, parece que trata de conseguir más ligereza en el muro evidenciando que se consiguió anular los empujes en el sentido paralelo al eje de la nave con lo que, en esa dirección, no se produce habitualmente ninguna deformación, ni surge ningún problema significativo.

La bóveda ojival cuatrimpartita parece ser la más apta, y todas las sugerencias que plantea, compatibles con las motivaciones de índole teológica, y espiritual de la época, van conformando de una manera rápida aunque paulatina, el resto de la estética gótica.

La sustitución del muro por un arco igual al que divide la bóveda transversalmente es muy clara en algunos ejemplos románicos; de esta forma no son sorprendentes los ejemplos en los que se conjugan ambos estilos, situación aún no suficientemente estudiada y que en algunos casos se denomina genéricamente, y sin demasiados compromisos, solución cisterciense: con arcos de medio punto como soporte del muro, el triforio y el claristorio apenas insinuados, o en sentido contrario, con arcos de ojiva como soporte del muro lateral y bóveda de medio cañón con fajones perpieños.

En la frontera entre los siglos XII y XIII, cuando era innumerable el número de iglesias que se empezaban románicas y se acababan góticas. Como ya hemos dicho, los trabajos de construcción podían durar cientos

de años, por lo que la influencia de las nuevas ideas sobre el equilibrio estructural de las iglesias podía ser incorporadas mientras el esquema inicial respondiera a unos mínimos, dejando de lado en esa incorporación los aspectos estéticos o incorporándolos como resultado del cambio estructural.

Los cimientos se pueden encontrar de todo tipo y en todos los grados de ejecución imaginables sin que se pueda deducir nada a partir de este dato. Cada caso de cimentación queda explicado por las circunstancias que rodean a cada edificio.

En edificios sencillos en magnitud, los cimientos son una mínima prolongación del muro, que tiende más a obtener una superficie regular para apoyo de la obra de fábrica, que a un reparto de cargas sobre el terreno, concepto éste que probablemente nunca estuvo en la intención de los constructores. En las zonas más pobres, o con menores posibilidades técnicas, se trabaja con rellenos de barro o de tapial. En algunos casos se introducen en el muro, en el lecho de mortero, unos durmientes de madera con la función de ser la de zunchos de reparto para las solicitaciones puntuales de los arcos fajones, o de la de evitar las discontinuidades a que da lugar la irregularidad de los morteros. Una construcción de piedra de éste tipo tiende a alabearse antes de caer por su propio peso, o empujada por esfuerzos laterales, y los durmientes pueden evitar en parte ese alabeo. Los aparejos de ésta época presentan regularidad.

Las cubiertas son a base de armaduras de caballete muy simples en los que la triangulación, que sin adoptar una sección única, se deriva de la necesidad de dar pendientes a la coronación de los muros con sus respectivos aleros

Se modifica el esquema clásico que apoya las vigas o armaduras de caballete en los muros que limitan la nave central, y el resultado es una

mayor compartimentación transversal del espacio. sin que se consigna grandes mejoras en el resto del esquema.

La sustitución de las cubiertas de madera por bóvedas de piedra, se constituye como la gran revolución constructiva de este periodo, desarrollando dos tipos distintos de bóvedas según su aparejo en este periodo: la primera a base de piedras de laja de poco espesor colocadas sobre la cimbra de forma radial y cubiertas por una capa de mortero de cal, y otro tipo de bóveda más trabajada, con dovelas y una cantidad de mortero que dependía según las holguras de la talla. En los dos sistemas se hacía necesario el uso de cimbras.

Las bóvedas fueron cubiertas con sobre-techumbres a dos aguas para evitar la penetración de la lluvia a través de la bóveda, y así evitar la degradación de los morteros y por infiltraciones y humedades. La estructura secundaria de estas sobre- cubiertas normalmente era de madera sobre el relleno de la bóveda, aunque en algunos casos se daban las pendientes con ese mismo relleno, aligerado con piezas de cerámica.

Un aspecto importante es el concepto de la aparición de los nervios en algunas de estas bóvedas románicas, que evidentemente el móvil es más probable obedecer a una intención estructural de rigidez y transmisión direccional de la carga, que a la razón estética ornamental que sin duda también fue aprovechada.

Una de las características que definen el primer románico, es la aparición de arcos con las dovelas talladas radialmente, más o menos regulares, y montados sobre cimbras, distinguiéndose la característica de que la clave es seccionada en dos partes, con lo que cada semiarco tiene una cierta capacidad de asentamiento independiente y aparece el esquema para los arcos de las portadas, en solución de arcos por roscas sobrepuestas y desfasadas cuya intención es fue dar más representatividad a la puerta.

Aprovechando su espesor, a partir de la primera rosca situada en la cara interior, se superponen varias, cada vez con mayor radio, hasta la cara exterior. El apoyo de cada rosca se hacía sobre unas columnas colocadas en diagonal sobre la anchura del muro, que después fue rasgo característico del gótico. Su función, además pudo ser no solo por magnificar la entrada, sino simplificar esta relevancia constructivamente ya que se pueden superponer las roscas sobre la primera con apuntalamientos mínimos, y servir para rematar lateralmente, en la jamba, el relleno del muro. El dintel, elemento que cierra el hueco de la puerta por la parte superior, se convierte en un elemento decorativo independiente.

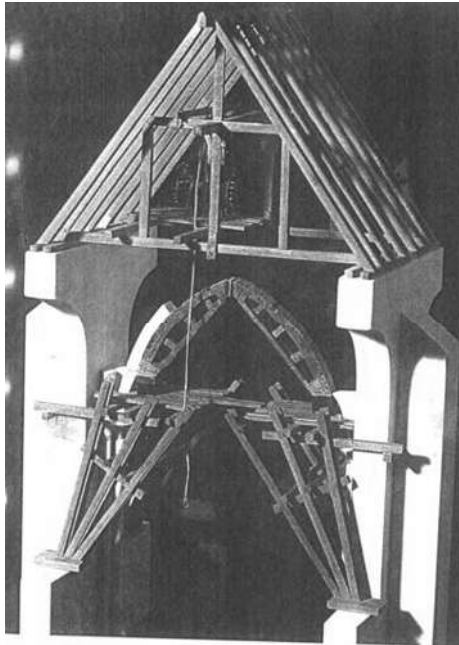
El románico incorpora las soluciones desarrolladas en Bizancio para plantar una cúpula sobre un cuadrado, La más utilizada es la que complementa las esquinas del cruce de las naves con trompas, que en casi todos los casos se encuentran perfectamente aparejadas y definidas. Sobre estas trompas se elevan las cúpulas semiesféricas adoveladas y con nervios concluyentes en la clave, rellenas las enjutas con mortero de cal y cubiertas por entramados de madera a cuatro aguas.

2.5.- Constructividad del gótico y secreto gremial.

La Arquitectura Gótica consigue una nueva definición del espacio. La valoración de la luz como significado y el conocimiento de la verticalización de los empujes con el trazo del ojivo, quizá pudieran ser los móviles más importantes de su surgimiento. Progresó la altura proporcionalmente con su cronología.

No se sabe de las herramientas de trazo que existieron, ya que la Geometría Descriptiva se inventa muchos siglos después, pero se planteaba tan exactamente la solución, que era necesario trazarla y tallar pieza a pieza en tres direcciones del espacio con suma exactitud. No había

papel ni herramientas de buena calidad. La organización del trabajo debió ser también muy especializada.



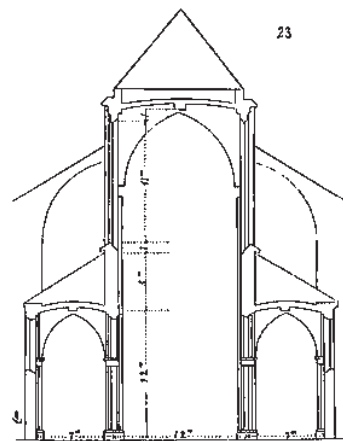
19.- Esquema estructural y cimbrado del arco ojivo en el gótico

El papel de los morteros es mínimo. Todas las piezas trabajan casi exclusivamente a compresión. No se conocen tratados que comprueben haber sido utilizados para normar las dimensiones de los elementos estructurales. Se puede construir cada casco de bóveda independientemente del conjunto. Se llega al caso de bóvedas de yeso colgantes de entramados de madera.

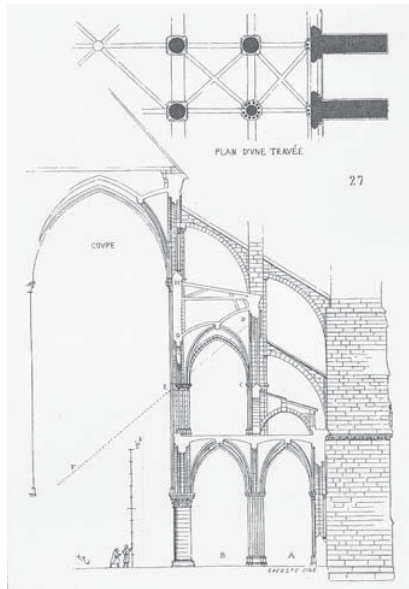
Las cargas de cada módulo concurren en los pilares o contrafuertes de contrarresto, suponiendo que éstas pasan por el tercio medio de los mismos. En muchos casos, la estabilidad del conjunto depende en mucho del perfecto encaje de las piezas. Las bóvedas se apoyan sobre los nervios y estos conducen la carga a los pilares o contrarrestos solucionados a la manera de arbotantes o botareles.

La *scientia* medieval de la construcción era de este tipo. La palabra implica erudición y aprendizaje- un conocimiento adquirido por la práctica y el estudio de la construcción. Este conocimiento, o “teoría”, era registrado y podía usarse en el

proyecto de nuevas construcciones. En efecto, recogido en un conjunto de



20.- Sesión de Templo gótico de tres naves.

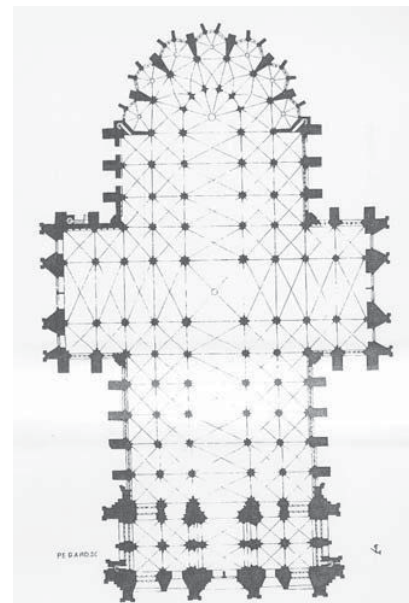


21.- Sección de templo gótico de cinco naves.

reglas de construcción, la teoría indicaba la forma en que un buen proyecto había sido hecho en el pasado. Análogamente la palabra *Ars* empleado en las actas de Milán se refería a los conocimientos prácticos de los constructores. Así, *ars sine scientia nihil est*- la práctica no es nada sin la teoría- implica que la construcción, realizada por hombres experimentados, versados en su oficio, debía proceder recuadro con determinadas reglas.

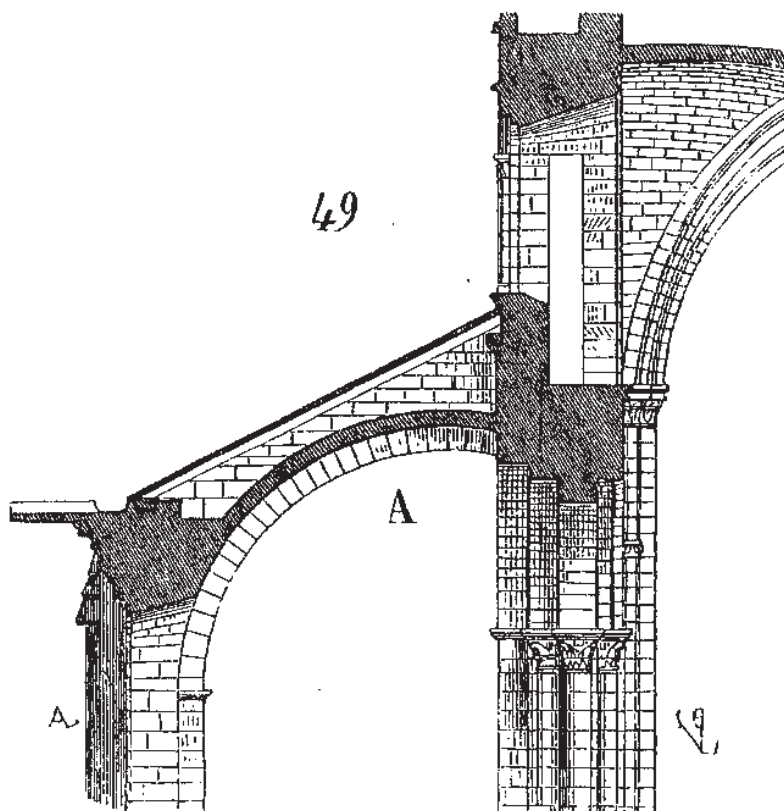
Apenas resulta necesario enfatizar que la construcción tuvo que proceder de esa manera. Las grandes catedrales góticas son claramente logros de la ingeniería estructural; esta por completo fuera de lugar que pudieran haber sido proyectadas como actos de fe de constructores inexpertos. Estos logros no fueron conseguidos; tampoco sin el trabajo de un maestro de obras con largos años de estudio.

Pero incluso así el coeficiente de seguridad, desde un punto de vista moderno, parece enorme. Resumiendo, y en números redondos los cuatro pilares de la catedral que soportan la torre estarán trabajando a una tensión media de menos de 1/10 de la resistencia de rotura a compresión del material. Las partes principales de la estructura resistente de fábrica (por ejemplo, los arbotantes o los nervios de las bóvedas) estarán trabajando a una centésima parte de la tensión de rotura, y



22.- Planta de Templo gótico de cinco naves con crucero.

los muros y la plementería de las bóvedas, que apenas soportan algo mas que su propio peso, pueden presentar una tensión "de fondo" tan baja como una milésima parte de la resistencia máxima.⁸

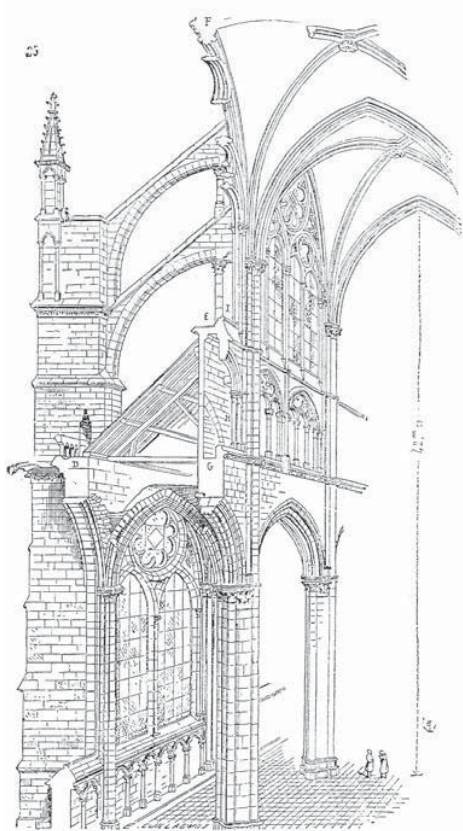


23.- Sistema de contrarresto de empuje en Templo gótico.

La arquitectura de una bóveda gótica, con sus nervios prominentes, se ve con claridad, mientras que una bóveda de arista normal no presenta una articulación tan clara. Ciertamente, una de las funciones de los nervios es definir visualmente la bóveda, aunque su función principal es la de facilitar la construcción. Los nervios tienen, también, una función estructural: dos superficies estructurales que se encuentran en un <pliegue> requieren que se refuerce ese encuentro, y en los nervios se produce un fuerte incremento de tensión, en comparación con la existente en la plementería vecina. No obstante, la tensiones en los nervios son incluso bajas si se comparan con la resistencia a rotura del material –si los nervios no existen,

⁸ HEYMAN JACQUES, "Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica" Instituto Juan de Herrera, Madrid, 1995, p. 149.

entonces las aristas, sin refuerzo, experimentan tensiones mayores pero todavía tolerables.



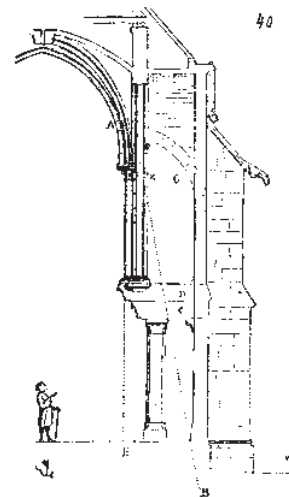
24.- Bovedas ojivales de crucería en Templo gótico.

A partir de la segunda mitad del siglo XII se va a producir un cambio muy significativo en el “aspecto” de las construcciones. Este cambio obedece a unas modificaciones sustanciales de algunos conceptos religiosos y litúrgicos y se produce como resultado de un proceso reflexivo bastante complejo que obliga a los constructores a conseguir una nueva definición del espacio interior de las iglesias.

La variación más importante por su relación con el proceso constructivo es la valoración de la luz como una

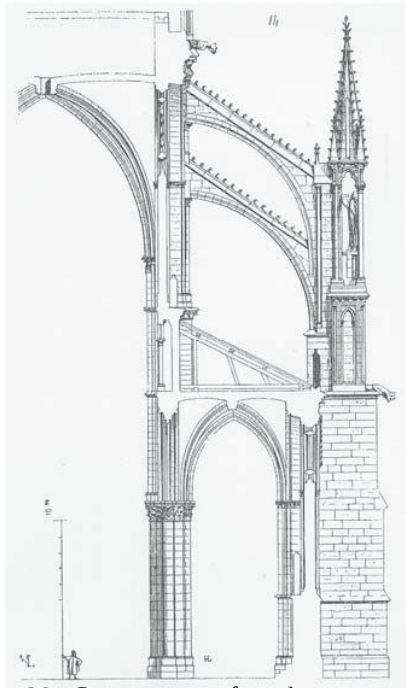
expresión terrenal de la naturaleza divina. En el intento de materializar la luz con edificios cada vez más esbeltos y luminosos se producen los avances y las osadías en el esquema constructivo, constantemente requerido por los arquitectos para superar la etapa anterior.

Mientras el primer románico es, en general, un hecho rural que evoluciona hacia mayores empresas constructivas en torno a los monasterios, el gótico es de su origen, un fenómeno urbano, sólo posible como resultado de la voluntad de comunidades mucho más complejas y evolucionadas. Porque uno de los cambios más espectaculares es el de las



25.- Contrarresto parcial según Le Duc

proporciones en las que se construye. El nuevo sistema permite unas magnitudes muy poco usuales hasta el momento, lo que supone, además de un alarde técnico, un cambio en la mentalidad y en la asunción de responsabilidades por parte de la comunidad constructora, sin cuyas aportaciones y esfuerzo no hubieran sido posibles los espectaculares resultados conseguidos como manifestación de una actitud colectiva.



26.- Contrarresto reforzado con pináculo.

La construcción se torna la principal actividad colectiva de la sociedad. Los medios puestos a disposición de esta actividad suponen, como en ninguna otra ocasión de la historia, un altísimo porcentaje de la capacidad de trabajo de la Europa medieval, y bajo ese punto de vista se pueden aceptar como válidas y verosímiles muchas de las complicaciones que se producen en el sistema constructivo, y que no son aceptables si se plantean como

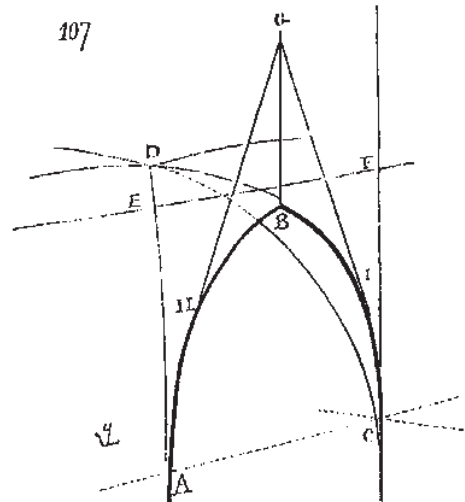
respuesta a un esquema estructural estricto. La naturaleza trascendente del empeño justifica de sobra cualquier demasía.

Las consideraciones sobre la función de los nervios son, por consiguiente, complejas. Ciertamente, concentran los esfuerzos si están colocados en la intersección de dos superficies. Sin embargo, si están colocados sobre una superficie de curvatura continua (como ocurre con los terceletes y las ligaduras del gótico inglés o con los nervios de los conoides de las bóvedas de abanico) son decorativos –pueden tener un gran valor estético, pero no necesariamente estructural.⁹

⁹ HAYMAN, Ibid, Op.Cit p. 161.

No existen datos para definir bajo qué condiciones de diseño y con qué sistema de proporciones se entendía posible ese crecimiento, en el sentido de hacer cada vez más altas las catedrales góticas.

El nuevo estilo exigió la complicación de los trazados de las cubiertas y las pilas con una intención exclusivamente formal, El aumento de las dificultades en la talla es extraordinario. Para responder a esas exigencias, que se resuelven con la brillantez que es posible contemplar todavía



27.- Estabilización de ojivo con carga vertical.

hoy, los instrumentos siguen siendo los mismos que en la anterior etapa románica. Lo único que ha cambiado, y mucho, es la mentalidad y la experiencia constructora conseguida en el trabajoso proceso de crecimiento del románico.

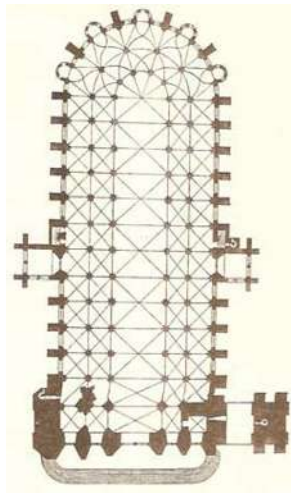
La dificultad de disponer de un sistema estructural que permitiera proyectar desde los primeros templos de alturas cada vez más altas y las progresivas complicaciones de los trazados de las bóvedas con el mismo esquema básico, constituyó una primer plataforma de complicación constructiva, que llevó un crecimiento de alturas y proporciones, hasta que al parecer, los suelos les avisaron de sus límites de carga. Todas estas líneas evolutivas fueron seguidas de una manera bastante inconsciente hasta que la realidad impuso los límites de uso a costa de hundimientos.

La fábrica entera fue necesario trazarla y tallarla pieza por pieza, trabajándolas en las tres direcciones del espacio con una gran exactitud. No se conoce si dispusieron de eficientes métodos gráficos, ni de sistemas uniformes de medidas, entre otras carencias. Las herramientas son de baja calidad y muy caras, no hay papel, y así un largo etcétera

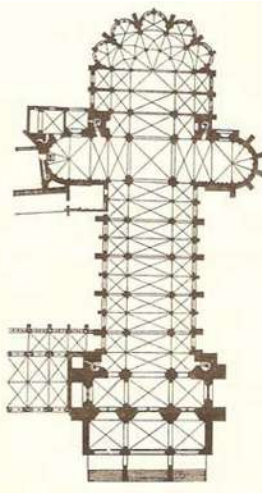
que conforma un panorama muy difícil, a pesar del cual se llega a una gran perfección en la talla de los millones de piezas que componen los edificios.

**EVOLUCION DE LAS CAPILLAS ABSIDALES EN EL GOTICO
FRANCES. PLANTAS SEGÚN VIOLLET LE DUC PUBLICADAS POR
C. CHANFON.**

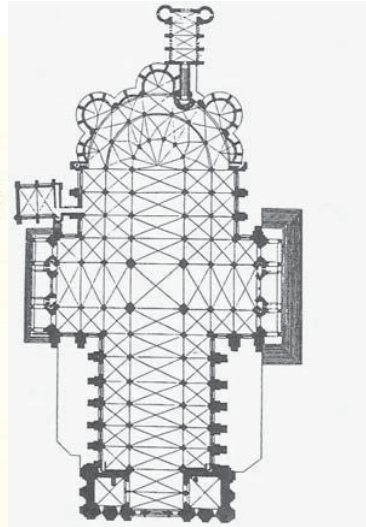
28.-



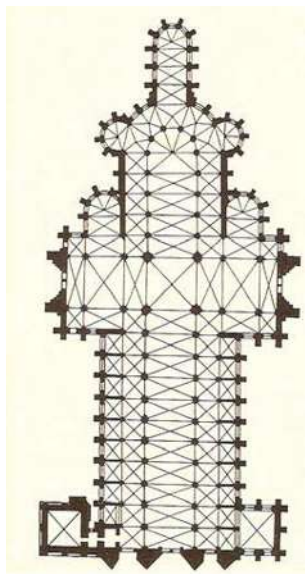
Bourges- 1190



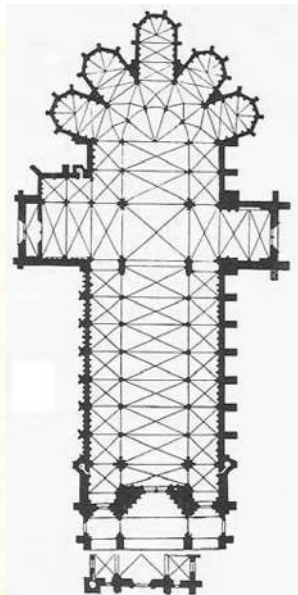
Noyons - 1200



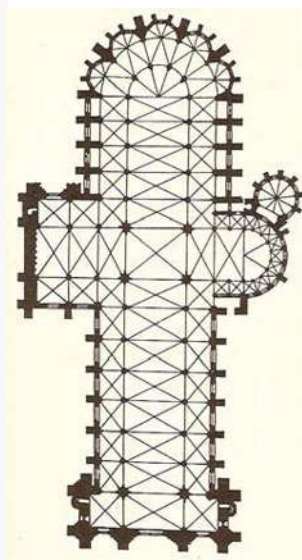
Chartres - 1200



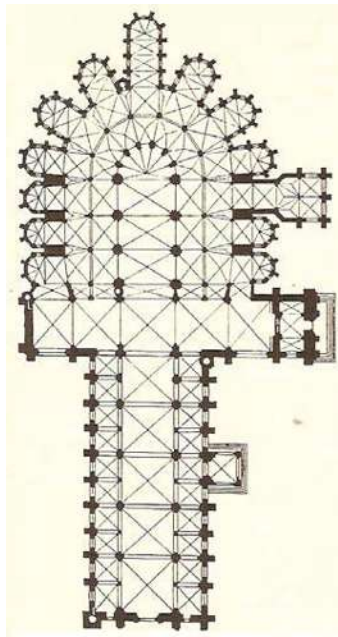
Rouen - 1200



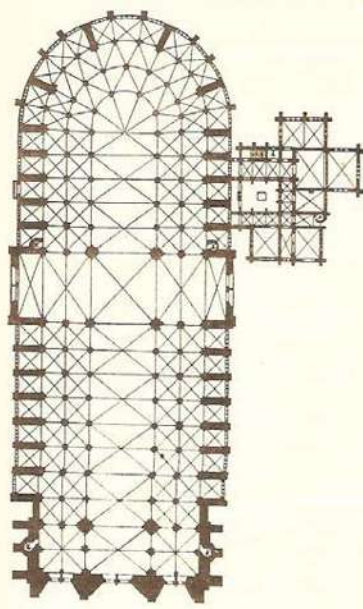
Séz - 1200



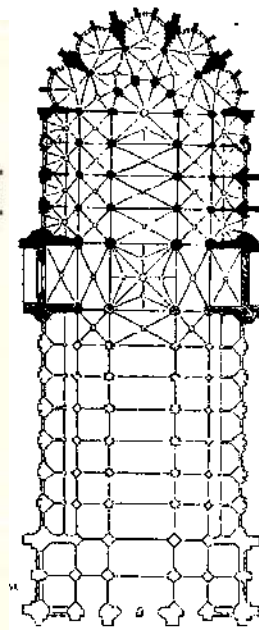
Soissons - 1210



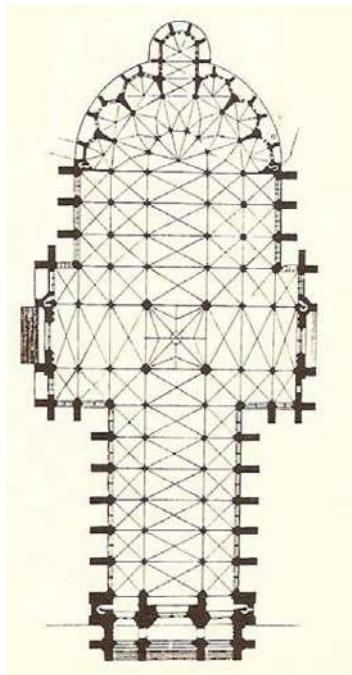
Mans - 1220



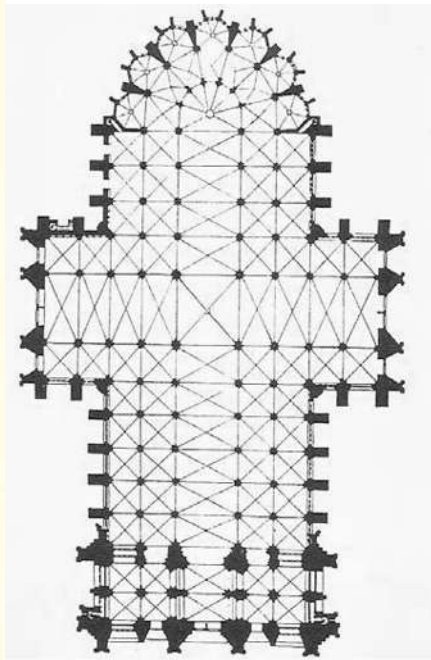
Paris - 1225



Beauvais - 1225



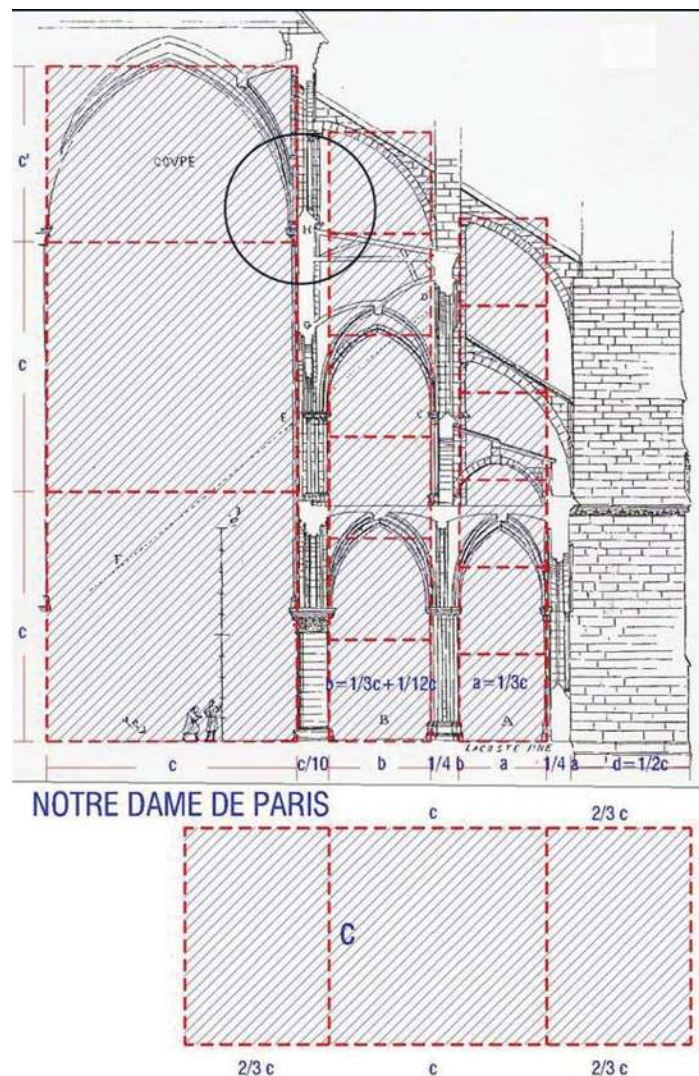
Amiens - 1235



Colonia - 1250

Se tuvo además que llevar un sistema de marcaje de las piedras, para lo cual fue necesario todo un sistema de marcado, transporte, almacenaje y elevación sin que fueran posibles excesivos retoques, ni apenas errores,

debido a las características del material básico, la piedra, que no admite apenas tolerancias por la imprescindible exactitud del encaje y al derroche de energías que hubiera supuesto un mínimo desorden en el movimiento a sangre de las piezas. Se supone la maestría de los oficiosos en esta construcción, ya que la talla de las piezas que componen una catedral debe ser de una gran exactitud, lo que no es posible conseguir sino con un sistema de organización superior del trabajo.



29.- Ensayo dimensionamiento formal y proporciones Catedral de Paris.

Según Le Duc, el gótico se inicia en la abadía de Vezelay hacia 1185. Es probable que en ella aparezcan reunidos por primera vez todos los elementos que componen este sistema constructivo pero la mayor parte se ha generado en el románico y aún con anterioridad.

Al margen de otras consideraciones de orden artístico y funcional, en el caso de la estructura los edificios continúan la línea del último románico y son un conjunto complejo de elementos de piedra trabada, de forma que los empujes de cada uno de ellos sirven para encajar y asegurar el todo. En general el papel de los morteros es mínimo, sobre todo en las primeras etapas de la vida del edificio, si bien con el paso del tiempo es probable que contribuyan en alguna medida a la estabilidad del conjunto. Durante la construcción e inmediatamente después del descimbrado.

Lo gótico es un concepto convencional, pero expresa muy claramente una idea global concreta que se manifiesta en casi todos los aspectos de la vida y con mucha exactitud en los procesos de creación artística.

Primero fueron los estudios franceses, al darse cuenta de la importantísima contribución de su país al desarrollo del estilo, lo



30.- Catedral de Santa Barbara en Kutnahora Rep. Checa.

recuperaron bajo el nombre de “*arquitectura francesa*”, Posteriormente se adoptó el término “gótico” como definitorio de una importantísima parcela del universo medieval. El entendimiento del término debe hacer entender al estilo como movimiento espiritual, artístico y técnicamente revolucionario.

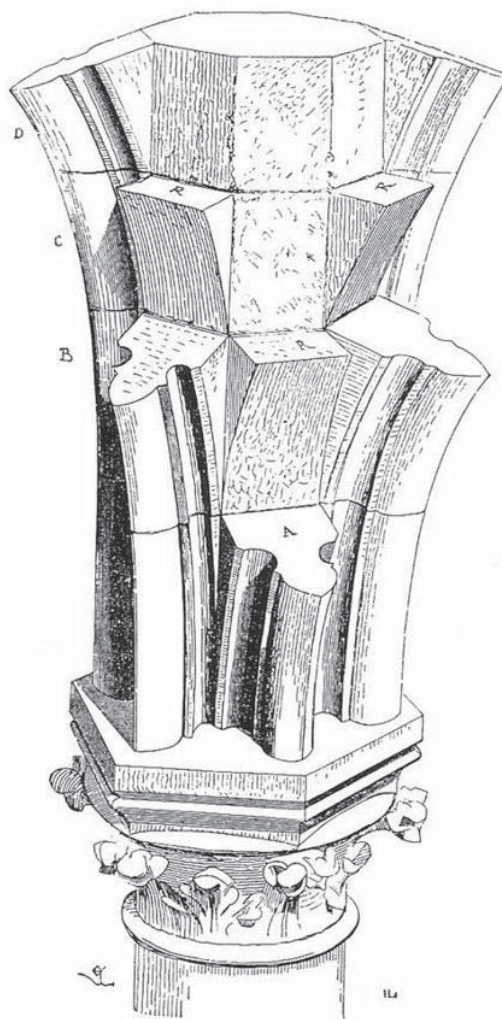
El arco apuntado emerge o se distingue como peculiar del estilo; los elementos totalmente originales, como arbotantes, pináculos, y las sucesivas complicaciones de los nervios de la cubierta, puede que se

deriven de las exigencias estructurales del nuevo sistema, pero a la larga participan más en sus aspectos artísticos y estéticos que en ningún otro de los relacionados con el proceso constructivo. El gótico se produce en territorios socialmente muy diferentes, por lo que tiene resultados formales muy diversos en donde se dificulta encontrar normas de modulación.

Lo que ocurre es que el esquema románico presenta unos problemas concretos y el estilo gótico contribuye a su solución, por lo que existen justificaciones relacionadas con la realidad de las obras, además de las ya mencionadas, para la consolidación del nuevo esquema.

La diferencia con las construcciones románicas que a la vista de las deformaciones que debidas a los empujes aparecen en sus estructuras, la estructura con bóvedas

góticas, o apuntadas, es ante todo una solución constructiva relativamente fácil de trazar y construir y que resuelve el problema de la combustibilidad de las cubiertas de madera, que son las que en principio completan el esquema basilical del que se derivan casi todas las plantas eclesiales, pero sus empujes son impresionantes. El gótico mediante el trazo ojivo, verticaliza los empujes, y concentra las cargas en apoyos

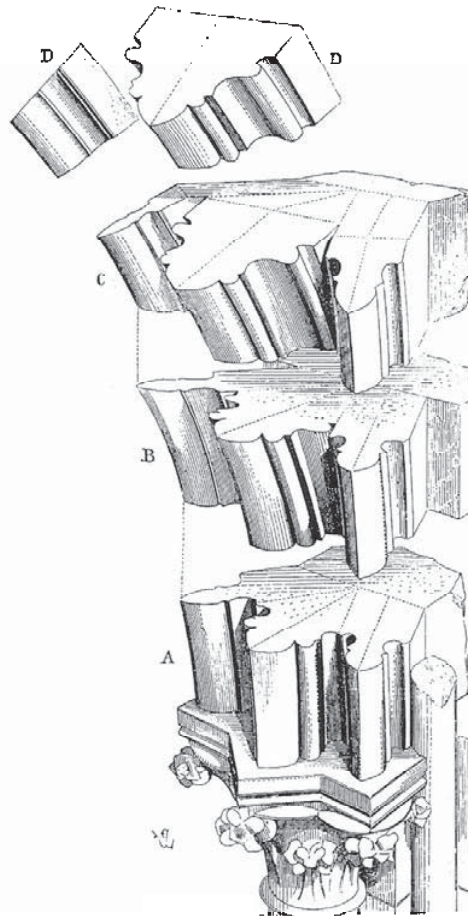


31.- Secciones de enjarje según Viollet Le Duc.

puntuales resistidos por machones y contrarrestados por estribos botareles.

Los primeros intentos de solución se concretaron en la división de la nave central en crujías transversales. Aunque eso supuso una serie de servidumbres desde el punto de vista estético, desde el constructivo resolvió bastante el problema y con esa intención se encuentran innumerables ejemplos de iglesias, rotundamente románicas.

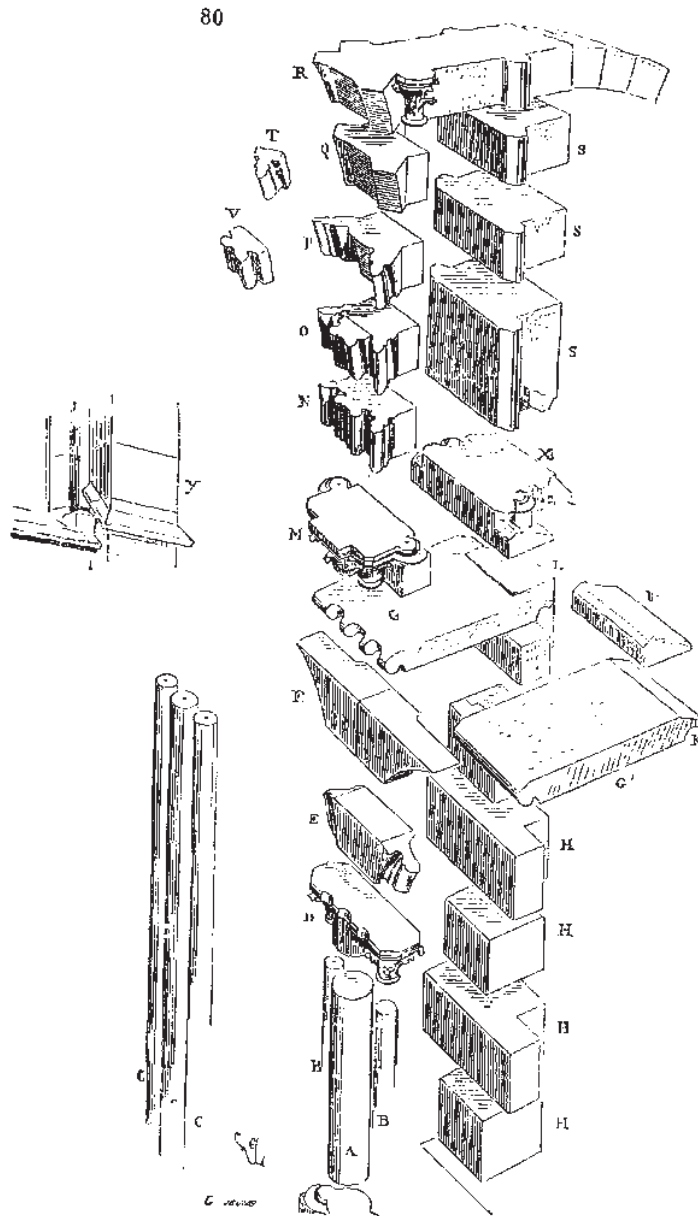
La bóveda de crucería es considerada la más útil solución para cubrir las plantas rectangulares o cuadradas en que queda dividida la nave de la iglesia, que tiene una cierta tradición en el románico y mucha



32.- Perspectiva de enjarje en arcos ojivos y terceletes según Viollet Le Duc.

en los sistemas romanos; presenta demás ventajas de ejecución muy inmediatas: reduce el volumen y, por lo tanto, el peso del elemento de cubierta y aligera el muro, lo que permite resolver de forma menos comprometida la iluminación de la nave central, muy dificultosa cuando se utiliza sistemáticamente la bóveda continua. Los muros se convierten en una pantalla luminosa sin apenas limitaciones, permite disponer de arcos formeros en la dirección del eje mayor de la nave, y bajo ellos es posible abrir huecos inmensos para dar paso a la luz a través de las vidrieras. La talla de las piezas presenta gran dificultad, ya algunas piezas se solapan y al menor movimiento o asentamiento aparecen irregularidades en la arista. La mejor solución desde el punto de vista

constructivo es colocar un tapajuntas moldurado a lo largo de toda la línea. Esta solución ha sido usada en el románico, y en el gótico es el mejor apoyo de la progresiva complicación que sufren las bóvedas de cubierta.



33.-Despiece de un pilar en contrafuerte en Notre – Dame de Dijon e según Viollet Le Duc.

Con la bóveda de crucería se pueden generar sin excesiva dificultad una serie de formas que es posible trazar en planta hasta la saturación casi total del intradós de las bóvedas. Surgen los arcos secundarios o nervios

cadenetes y los terceletes, de trazo muy complicado. El contrarresto de empujes, en gran parte es logrado a través de los arbotantes botareles.

Con la dimensión adecuada de las dovelas de los arcos, una ejecución esmerada y el endurecimiento correcto de los morteros, en algunos casos la bóveda trabaja como una lámina en la que los esfuerzos de tracción estén absorbidos por los rozamientos, o de cualquier otra forma, a la manera en que lo están en las bóvedas tabicadas.

Las cargas de cada módulo acaban en los pilares, y en los casos en los que el edificio permanece en pie es de suponer que pasan por el tercio medio de los mismos.

No existen datos de esta época sobre la labra o talla de cada pieza. Tampoco existen datos de la época sobre este extremo. Algunos opinan que había escasa profundidad de los conocimientos geométricos, y por eso la naturaleza de generar un trabajo sistematizado con simplicidad. Al parecer el trazado ojival de los arcos y las bóvedas presenta ventajas para serializar las piezas en un proceso de producción. Si se permitían construir arcos de claros muy distintos a partir de dovelas talladas con un único radio, denota una práctica y conocimiento geométrico. La estabilidad del conjunto se basa en el perfecto encaje de las piezas que lo componen, por lo que la talla debe ser muy cuidadosa.

La construcción de los arcos comienza por levantar la clave, que se coloca sobre un castillete y de la que partirán los nervios. Estos se cimbran de forma simétrica, a partir del centro y hacia los arranques previamente dispuestos sobre pilas y muros, y se inicia la colocación de las dovelas.

Una vez cerrados los nervios, y sin descimbrar éstos, se continúa el trabajo de construir las bóvedas. Así se constituyen en apoyo de éstas y si los arcos terceletes están bien cimbrados cada cuarto de bóveda puede ser estable.

El tema de la secuencia del proceso, hace suponer que se necesitan apuntalamientos previos hasta lograr la seguridad de la estabilidad de conjunto;

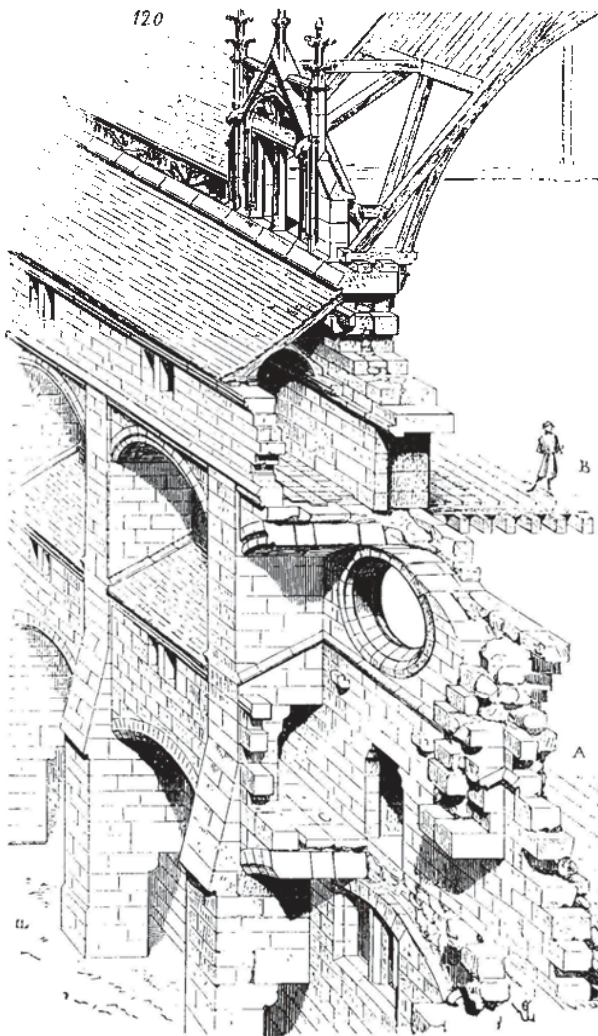
Fue Viollet le Duc quien expuso la más conocida teoría sobre el funcionamiento del edificio gótico, y a partir de ahí aún se discute el papel que cada uno de los elementos del gótico; Castro Villalba puntualiza sobre los argumentos del funcionamiento discutido de los elementos afirmando que los sectores de las bóvedas se apoyan sobre los arcos secundarios, nervios o terceletes que a su vez conducen los empujes a las pilas de apoyo; que los arcos ojivales contribuyen, además a aligerar el empuje, por lo que son usados sistemáticamente con una intención preferentemente estructural, ya que cuando éstos no se anulan cuando no se anulan entre sí por la oposición exacta de arcos de igual magnitud y carga, se contrarrestan por medio de los arbotantes, cuyo efecto se ve reforzado por los pináculos, o por contrafuertes con la suficiente anchura. En todo caso, las resultantes deben pasar por el tercio central de los pilares para evitar unos esfuerzos para los que está preparado este tipo de construcciones.

El arbotante, ha sido discutido también desde muchas ópticas, y me parece que clara es su función de contrarresto del empuje y estáticamente es demostrable, aunque la exageración declara que se pudo abusar de la forma por costumbre o por estética más que por la necesidad estructural del mismo.

Tampoco creo que hayan tenido un apuntalamiento de carácter provisional, a razón de esperar el fraguado de los morteros.

Lo más atractivo y asombroso del gótico para algunos autores ha sido su complejidad constructiva, su intuición estructural, la belleza de sus formas y la extensión de su producción

CAPITULO 2.



EL ANTECEDENTE HISTORICO MEDIEVAL.

“Quien crea que el conocimiento de la construcción medieval no es útil para la comprensión de nuestro propio pasado indígena y virreinal, probablemente participa, consciente o inconscientemente, de esa actitud despectiva hacia nuestras raíces que nos excluye de ocupar un lugar en la visión completa de la historia”

Carlos Chanfón.

CAPITULO 3.-

RENACIMIENTO EUROPEO, TEORIA PRECIENTIFICA Y TEORIA MECANICA.

3.1.-La revolución renacentista.

En Florencia es considerada la ciudad por excelencia más importante de esta época donde se inició no solo el nuevo espíritu que modernizó en mundo europeo. Este movimiento que nace en el siglo XIV y perdura todo el siglo XV, provoca un cambio radical en la forma de construir en relación con la etapa gótica anterior.

La formación universitaria de los italianos, especialmente los florentinos en el comienzo del renacimiento, en la que los artistas comenzaban a reclamar una mejor consideración.

Italia, que apenas había sido gótica, sacó fuerza de las formas medievales que extrajeron su fuerza del arte clásico y en esto se basó su nueva tendencia.

Florencia que está exuberante de cultura artística y política desde antes del siglo XIV, se estructura de tal manera de continuidad en su transmisión artística a manifestaciones arquitectónicas de la cultura clásica,



34.- Catedral de Sta. Maria de la Flor.

Se da reconversión a la geometría como una herramienta práctica. El conocimiento de algunas relaciones, como la versión más simple del triángulo pitagórico, la proporcionalidad de los triángulos, el trazado de los arcos, o algunos aspectos de la geometría euclidiana, importada por los árabes, posibilita una serie de operaciones como el trazado de ángulos rectos, el control de los replanteos en altura, la coincidencia de los sectores circulares, o la forma de obtener la proporción áurea, y así una serie de cuestiones absolutamente necesarias, de tal manera que se da utilidad inmediata en su aplicación a la arquitectura.

Durante el Renacimiento se adecuan los proyectos a los cánones griegos y romanos. El ambiente medieval, sigue siendo un juego de proporciones dictado por los teólogos en un caso y los clásicos en otro, aunque los primeros siguen en influencia hasta casi el final del Barroco, efectuando sus aportaciones al proceso proyectual.

Se intensifica el dimensionamiento del tipo modular a través del estudio y valoración de los órdenes clásicos. Se produce el invento de la perspectiva. Se dice que Brunelleschi intuyó el punto impropio, en el que fugan las líneas del cuadro, utilizó este recurso para hacer unas composiciones de Santa María de la Flor. El papel es ya de uso común y en 1448 se inventa la imprenta.

Los ingenieros son además, orfebres, escultores, pintores, geómetras, filósofos o arquitectos, figura esta última que aparece por primera vez en la historia como responsable personal de sus trabajos. Durante la Edad Media el proyecto es encargado a expertos, mientras que el desarrollo de los trabajos se encomienda a talleres constituidos por obreros agremiados, de normas severas y secretas.

El móvil se inicia tras la admiración profunda, adquirida en Europa, principalmente en Italia por la antigüedad clásica. La incapacidad de la sociedad medieval para asumir ese clasicismo, Poggio, el inventor de la

escritura encadenada en letras minúsculas, descubre íntegro el manuscrito de Vitruvio en la abadía de Sant Gall en 1414. Castro Villalba afirma que existen datos sobre la pervivencia de Vitruvio a lo largo de toda la Edad Media, ya que hay más de sesenta y nueve códices registrados. A partir de ese momento Vitruvio será citado como autoridad indiscutible, no sólo desde el punto de vista compositivo y artístico, sino técnico. Sus citas y referencias aparecen como uno de los principales méritos, tanto del proyecto como del esquema constructivo, en casi todos los autores hasta finales del siglo XVIII.



35.- Leon B. Alberti.

La Reedificatoria de L. B. Alberti, publicada unos años más tarde,



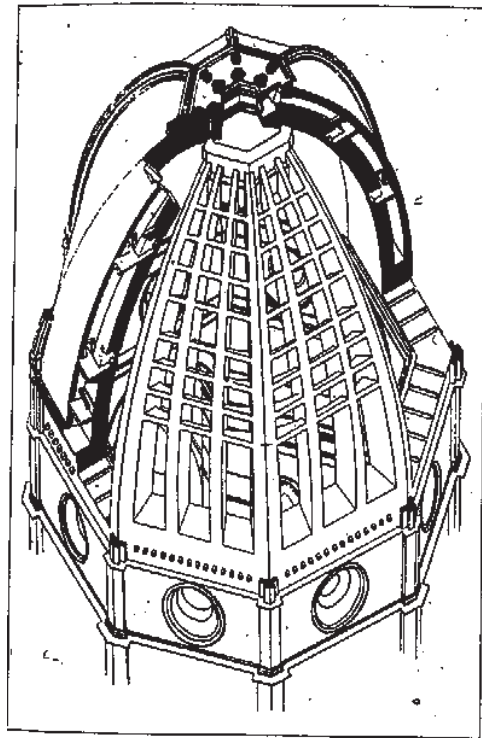
36.- La Reedificatoria de L.B. Alberti.

calificado por algunos como un intento de reescritura del texto vitruviano, y a la que se suman valiosas aportaciones y experiencias del autor, hasta los enciclopedistas, la autoridad de Vitruvio no sufrió el más mínimo menoscabo a lo largo de más de cuatrocientos años. En el tratado de Alberti todas las recomendaciones aparecen mezcladas, tanto si se trata de normas sobre estabilidad, como sobre elección de materiales, como de ejecución.

Los proyectos renacentistas se entienden como una invención de formas ajustadas a los cánones clásicos. Se establece la planta según unos modelos en los que prima el aspecto simbólico del edificio más que su utilidad, que se da por supuesta si en esa primera fase se respetan los criterios básicos correspondientes a cada tipo arquitectónico y a su representatividad, y se describen las secciones de los elementos resistentes como parte de la forma.

Cuando se construyen bóvedas y cúpulas, se manifiesta la importancia relativa que los arquitectos renacentistas prestan a los sistemas constructivos concretos, quizás porque no formaba parte de su formación el conocimiento exacto de cómo resolverlos y confiaron su ejecución a la práctica habitual de los constructores.

Lo citado por Vasari dicho por Brunelleschi en tema de justificaciones para la solución empleada en la cúpula de Santa María de la Flor, el propósito de la forma y datos estables, enfatizo lo siguiente:



37.- Esquema constructivo de la cúpula de Florencia

*“Considerando las dificultades de esta obra, magníficos señores obreros, hallo que **no puede en modo alguno hacerse perfectamente esférica, atendiendo que sería tan aplanada en la parte superior donde va la linterna que sobrecargándola se arruinaría prestamente.** Sin embargo me parece, que **aquellos arquitectos que no miran a la eternidad de la obra, no tienen amor a la posteridad, ni saben cómo se logra**”.*

*Mi propósito es **construir interiormente esta bóveda por paños, como están las caras de su tambor, dándoles la medida y la forma del arco***

apuntado, porque con este arco que siempre empuja hacia arriba, y sobrecargado por la linterna, se ayudarán mutuamente a hacerse duraderos. Y ha de ser gruesa en el arranque de tres brazos y tres cuartos en su pie, e ir gradualmente estrechándose exteriormente hasta su cierre en donde ha de colocarse la linterna. Y la bóveda ha de cerrarse con el espesor de un brazo un cuarto. **Después se hará por el lado exterior otra bóveda que en su arranque tendrá el grosor de dos brazos y medio para resguardar del agua la interior, la cual también disminuirá gradualmente a proporción,** a fin de reunirse en la base de la linterna con la otra, de modo que sea arriba su grosor de dos tercios. **Póngase en cada ángulo un estribo, que serán en total ocho, y dos en cada cara repartidos que serán dieciséis; y así en la parte exterior como en la interior, entre dichos ángulos de cada cara pónganse dos estribos,** cada uno del espesor de cuatro brazos en su arranque, **y enlácense ambas bóvedas por muretes hasta la base de la linterna, repartidos uniformemente. Háganse luego veinticuatro estribos alrededor de dichas bóvedas, y seis arcos de dovelas fuertes y largas, bien abarrotados de hierros, los cuales estén estañados, y encima de dichas piedras, tirantes de hierro que una dicha bóveda con sus espolones.** Hay que hacerla maciza de arranque en la altura de cinco brazos y cuarto, y después proseguir los estribos esperando las bóvedas”.

“El primero y segundo círculos, en el arranque, refuércense con perpiaños de piedra dura, de manera que las dos bóvedas de la cúpula descansen encima de dichas piedras. Y a la altura de nueve brazos de dichas bóvedas, constrúyanse bovedillas entre uno y otro de los estribos con gruesos encadenados de madera de encina, que enlacen dichos estribos a fin de que den rigidez a la bóveda interior, y cúbranse dichos encadenados con planchas de hierro para que hagan de escalera. Los estribos murados, todo de sillares de piedra fuerte, e igualmente las catas de la cúpula todas de piedra fuerte, ligadas con los estribos hasta la altura de veinticuatro brazos, y de aquí arriba, múrese de ladrillo o de piedra esponjosa, según cálculo de quien lo haga (el trabajo), lo más ligero posible. Hágase en el exterior un pasillo en la base de la linterna que sea por abajo galería con estribos agujerados de dos brazos de altura en relación con los de las tribunillas interiores, o mejor, dos pasillos, uno sobre otro encima de una cornisa bien adornada; y el pasillo superior sea descubierto. Las aguas de la cúpula, diríjanse sobre una canal de mármol, ancha de un tercio, arroje el agua, por lo cual será fábrica de piedra fuerte debajo del canal. Háganse ocho caballetes de mármol en los ángulos de la superficie de la cúpula exterior, grandes como se requiere y altos de un brazo

sobre la cúpula, terminando en cornisa en la parte alta, ancha de dos brazos sobre el tambor por todas partes. Vayan disminuyendo desde sus arranques hasta el fin. **Fabriquense las cúpulas del modo arriba dicho, sin armazones hasta los treinta brazos de aquí para arriba del modo que aconsejarán los maestros encargados de construirlas, por cuando la práctica aconseja lo que debe hacerse después”.**

Algunos autores dudan de la autenticidad del texto de Vasari, sin embargo aquí me permitiré señalar su importancia y detalles relativos al secreto gremial persistente del medioevo y la premisa de que en sí mismo deja ver el documento al conocimiento intuitivo previo de conocimiento de la Estática y muy probablemente del secreto catenario o de cadena invertida, **estableciendo aquí mi postura** al respecto:



38.- Plano de la cúpula de Brunelleschi. Ludovico Cardi Da Cigoli.

La relevancia es enorme, tomando en cuenta que se trataba de la más grande y complicada obra construida en mil quinientos años y que después el sistema técnico y constructivo lo repitiera Miguel Angel en San Pedro de Roma; el principio del texto cuando afirma: *“no puede en modo alguno hacerse perfectamente esférica, atendiendo que sería tan aplanada en la parte superior donde va la linterna que sobrecargándola se arruinaría prestamente”* denota el conocimiento de la forma apuntada, que si bien se sabía de sobra con más de doscientos años resolviéndolo

en el gótico, da a saber el conocimiento previ6 de la forma esf6rica no contendr3a los esfuerzos en el n6cleo de b6veda con la sobrecarga de la linterna; refiri6ndose a “*aquellos arquitectos que no miran a la eternidad de la obra.... ni saben c6mo se logra*”, impl3citamente sugiere el escenario de conocimiento secreto, en donde necesariamente debió existir un conocimiento estático m3s refinado y profundo que lo vertido en el texto, enfatizando el concepto de la durabilidad de la obra asociado a la estabilidad y fortaleza que le proporciona su forma, critica el tema de que los arquitectos competidores no saben como se logra.



39.- Trazo y dimensionamiento de la b6veda de Florencia..

Posteriormente al afirmar las bondades de la forma del arco apuntado da la razón de que *“porque con este arco que siempre empuja hacia arriba, y sobrecargado por la linterna, se ayudarán mutuamente”*, denota aún más el conocimiento de la concurrencia de la fuerza que representa la carga de la linternilla en un apoyo cuya forma da un ángulo que por una parte lo dirige adecuadamente con el empuje más verticalizado y por otra parte, esa sobrecarga compresiona favorablemente a la bóveda de la cúpula.

Cuando expone que la cúpula *“ ha de ser gruesa en el arranque.... e ir gradualmente estrechándose ,”* sería porque supiera que en el tercio inferior el esfuerzo tiende a salirse del núcleo de la bóveda y aumentando el espesor lo contiene y su reducción gradual lo confirma, aparte de reducir el peso, y todavía lo más novedoso, que para racionalizar ese espesor, se da el lujo de ahuecarlo interiormente sabiendo necesariamente que esta oquedad no le perjudica a la consistencia sólida de la bóveda construyendo dos bóvedas enlazadas por muretes repartidos formando un solo cuerpo, y magnificando la posibilidad constructiva, y por si hubiera duda de su previo conocimiento de los empujes precisa poner estribos en cada ángulo al nivel de la base de la linterna. La frase final: *“por cuanto la práctica aconseja lo que debe hacerse después”*. Es la confirmación repetitiva de la manera de informar la generalidad de un proyecto y reservarse los detalles por ociosidad al no ser entendibles y por guardar secreto contra competidores.

Si las explicaciones no son lo suficientemente explícitas para la forma actual de justificar una obra, sí lo fueron en esa época, por el estilo y prudencia de comunicarlo.

Posteriormente se construye así la cúpula de San Pedro en Roma, en donde se han realizado ensayos con la teoría de que el perfil de la cúpula fue trazado por Miguel Angel con previo conocimiento secreto de hacer coincidir la forma, una vez conocidos los pesos unitarios, con el simétrico de la catenaria, un siglo antes que los ingleses dedujeran la ecuación de dicha curva, evitando así, que al no salirse la línea direccional de

presiones que viajan por el interior del núcleo de la bóveda que existan esfuerzos de flexión y las secciones trabajen únicamente a compresión. La cúpula tiene 120 metros de altura y 136,61 hasta la bola de la linterna como un diámetro de 42,20 metros. Fue Bramante quien añade las columnas en el tambor.

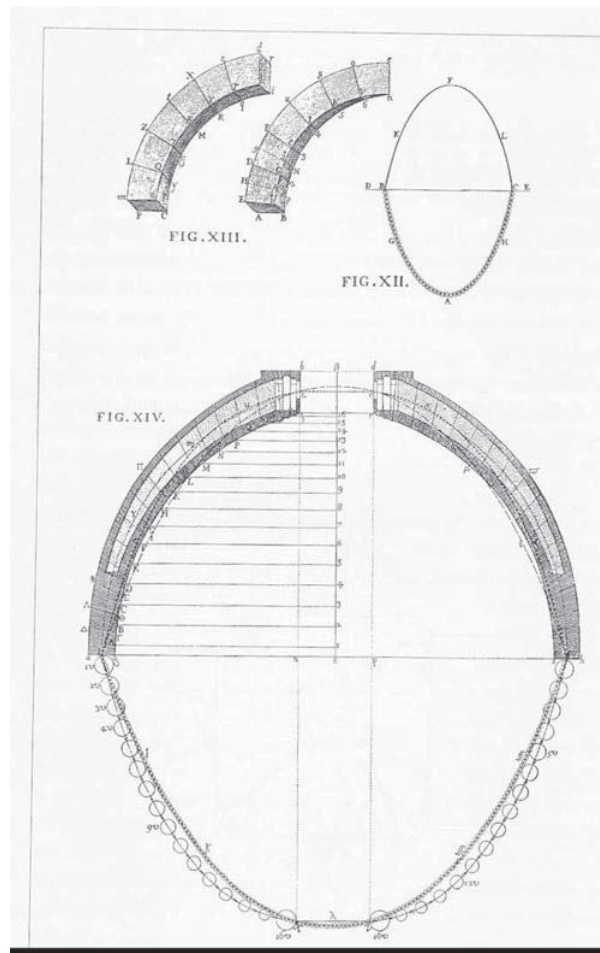


40.- Catedral de San Pedro de Roma.

En el renacimiento, Alberti y Leonardo intentaron establecer relaciones de proporcionalidad lineal en el dimensionamiento de los elementos estructurales, así como su capacidad de resistencia al esfuerzo, sin embargo sus análisis y razonamientos fueron confusos e imprecisos. Leone Battista Alberti (1404 – 1472), en su famoso tratado intenta explicar comportamiento de las bóvedas, arcos y cúpulas con sugerencias respecto a la forma, pero es evidente que en su mente de filósofo, no hay conceptos sobre precisión matemática.

Leonardo Da Vinci (1452 – 1519), por su lado, establece un sistema para dimensionar los arcos en relación con el claro que salvan y la

carga que reciben. Dicta referencias de duradera aportación: el concepto de carga resultante, carga de ruptura, la intuición sobre el concepto de momento, y uno de los principios básicos de la estática: la igualdad de fuerzas oponentes para considerar que un sistema se encuentra en equilibrio. Otro gran postulado de duradera práctica fue la recomendación de rellenar los ángulos del arco hasta su enrase en la clave, de modo que esta carga, en la sección de los riñones, sirva para que estos no se levanten.



41.-Cálculo de la cadena colgante ensayada por G.Poleni en la cúpula de San Pedro en 1748.

El Renacimiento ocasionó un nuevo interés en los hechos de la Antigüedad, especialmente en Italia. Las obras de arte antiguas y los edificios supervivientes se convirtieron en objetos de estudio, y comenzó una búsqueda de escritos que se remontasen a la Antigüedad.

En 1418, una copia de Vitruvio se encontró entre los manuscritos del monasterio de St. Gallen. La noticia sobre el manuscrito se difundió rápidamente a los círculos de arquitectos en Italia y allí fue recibida con entusiasmo.



Leon(e) Battista Alberti (1404-72) perteneció a los genios universales del Renacimiento; era un dramaturgo, matemático y deportista de talento. Como persona encargada de las construcciones encargadas por el Papa, tuvo la ocasión de escribir una de las más grandes obras de la teoría de la arquitectura: *De re aedificatoria* (*Sobre la construcción*). La mayor parte de ella fue completada en 1452 e impresa en 1485.

42.-Grieta por flexión que atraviesa el antepecho del cimborrio de la cupula de San Pedro Roma.

Como Vitruvio, Alberti quería que su libro incluyese todo lo que era necesario en el diseño de edificios y todo el saber que era conocido y aplicado de forma general en aquel momento. Pero lo que más subrayaba él era la decoración de los exteriores de los edificios, que era una tarea habitual de los arquitectos en ese tiempo. Este es así porque un gran número de modestas iglesias postmedievales y de viviendas tuvo que ser modernizado en tal manera que al menos sus fachadas fuesen representativas y a la moda. El estilo arquitectónico de la Roma imperial.

Para dar estructura y decoración a las fachadas, Alberti desarrolló un hábil sistema de pilastras y arquitrabes clásicos que podían superponerse

sobre cualquier superficie lisa anterior. Alberti usó el nombre "ornamentum" ('equipamiento', 'decoración') para estos elementos arquitectónicos.

Durante largo tiempo, el sistema clásico de los órdenes se convirtió en el contenido más visible de la teoría arquitectónica, aunque también ésta pusiese el énfasis en la composición de las masas de las construcciones y espacios y en los conceptos de proporción y armonía. El estilo clásico y llamado con propiedad 'manierismo' en algunos países.



43.-Testigos de la grieta del cimborrio en la cúpula de San Pedro Roma.

Los escritores tras Alberti complementaron sus obras con ilustraciones todavía más ricas en las que la precisión y elegancia de los detalles de la forma clásica era llevado a la perfección. Los libros teóricos de arquitectura empezaron a parecerse a revistas sobre moda. La finalidad de las obras solía ser el presentar las "reglas del arte" a los diseñadores y una forma lo más fácilmente aplicable que fuese posible, y las razones eran comentadas sólo brevemente. Esta finalidad con frecuencia se declaraba en el título del libro también. Por ejemplo, el título de la obra de Sebastiano Serlio era *Regole generali di architettura* .

Giacomo (Jacopo) Barozzi da Vignola es otro autor eminente. En su libro *Regola delle cinque ordini* (1562) quería presentar las "reglas concisas, rápidas y fácilmente aplicables de los cinco sistemas de columnas" Pro lo que Vignola estaba presentando no eran de hecho reglas sino columnas y decoraciones categóricamente estandarizadas. La base para sus

mediciones era la medición de módulos usada por Vitruvio, es decir, la octava parte del diámetro del pilar servía como unidad de medida. Una imagen típica puede verse a la izquierda.

En el prólogo, Vignola cuenta cómo llegó a estas "reglas del arte":

"Para ser capaz de establecer las instrucciones para el sistema dórico, usé el Teatro de Marcelo como modelo porque es apreciado por todos. Primero medí las partes principales; pero si alguna parte pequeña no obedece a las proporciones [de Vitruvio] de cifras -- lo que puede ser causado por la imprecisión del cantero o por otras razones ocasionales -- le hice seguir la regla" .

Vignola basó sus instrucciones de diseño en cuatro cosas, que fueron: la idea de Pitágoras de que las proporciones de los pequeños números enteros significaban armonía ; las proporciones y otras instrucciones proporcionadas por Vitruvio; el ejemplo marcado por anteriores edificios y el buen gusto general, sin que importase lo que significase cuando cada autor lo interpretaba.

I quattro libri dell'architettura, de Andrea Palladio, (1508-80) es el padre de los modernos libros de imágenes de arquitectura. Contiene poca teoría, pero un buen número de imágenes sobre edificios hábilmente diseñados por Palladio. Sirvieron incluso para ser copiados por arquitectos menos instruidos.

No es sorprendente que los arquitectos italianos tomaran la arquitectura de sus ancestros romanos como su ideal. Del mismo modo, es natural que los teóricos franceses fuesen más críticos. El primero de ellos, Philibert de l'Orme (ca. 1510-1570) probó con mediciones que en el Panteón las columnas corintias tenían unas dimensiones acordes con tres proporciones distintas. Así rechazó la doctrina de la absoluta belleza de medidas y explicó que las medidas de una columna dependían de si una columna era grande o pequeña en tamaño, o si estaba colocada en lo alto o hacia abajo del edificio. Esto significaba que la forma real de la columna no determinaba por sí sola su belleza; la impresión final de belleza era creada sólo cuando alguien estaba mirando a la columna. Este principio

que más tarde se desarrolló como *psicología de la percepción* inspiró a De l'Orme a continuar la lista de modelos de columnas antiguas con sus propias invenciones (hay un ejemplo de una columna así a la derecha). De acuerdo con el modelo proporcionado por los teóricos del Renacimiento, las presentaciones generales de las reglas clásicas de la arquitectura fueron dictadas especialmente por profesores de escuelas de arquitectura. Las obras impresas en Francia fueron ampliamente leídas también en otros países.

Además de enumerar "órdenes" clásicos de columnas, los escritores analizaban otras características formales de la arquitectura, tales como el equilibrio, la escala y el ritmo de bloques de edificios, espacios y componentes. Los requisitos de uso y mantenimiento fueron cubiertos con bastante brevedad.

Muchos de los teóricos de la arquitectura comprobaron exitosamente sus hipótesis en los edificios que diseñaron. Sin embargo, no conocía ningún método para someter a inspección sistemáticamente los resultados proporcionados por estos experimentos. Esto es la razón por la que la teoría arquitectónica progresó con bastante lentitud y al final fracasó en cuanto a estar a la altura de los requisitos de la sociedad moderna.

A partir del siglo XVI, ante el inicio de la época pre-científica,, los tratados de arquitectura buscan poco a poco el uso de una matemática *real*. El número se transforma en una herramienta y el lenguaje matemático, en un principio de exactitud. Los valores de la arquitectura a partir de finales del siglo XVII van conformándose como paradigmas de un pensamiento en el que la *poesis* pierde sus lazos con el conocimiento y se ve relegada, al campo del imaginario.¹

¹ Cfr. Johanna Lozoya Meckes, *El uso simbólico de las matemáticas y la geometría en los tratados de arquitectura del siglo XVII y su impacto en la Nueva España*. Trabajo inédito presentado como ponencia dentro del Seminario HAYUM, en agosto de 1996.

Ya avanzado el siglo XVII, los tratados humanistas renacentistas, especialmente los italianos, conservaron todavía su hegemonía en la teoría de la arquitectura. El axioma básico de la arquitectura renacentista sigue siendo la convicción de que la arquitectura es un arte liberal, y de que cada parte interna o externa del edificio, debe integrarse en un único sistema matemático.

A finales del siglo XVII, la crisis del conocimiento también es palpable en la teoría de la arquitectura. El impacto de la verdad científica basada en la crítica, en el análisis racional, y en la profunda convicción de un conocimiento progresivo, todavía no aparecía con claridad en el panorama de las ideas. Se cuestionaron las interpretaciones renacentistas de la obra vitruviana, se propusieron nuevas fórmulas de proporcionalidad, se incursionó en un clasicismo recién perfeccionado. Sin embargo, son épocas aun tempranas para la nueva ciencia, que se fue consolidando hasta el siglo XVIII.

Chanfón anota que la confrontación del tratado de arquitectura renacentista con la cosmovisión del siglo XVII, puede contextualizarse como dos procesos: el de conservación de los ideales humanistas de una tradición teórica que agrupa a Bárbaro, Alberti, Palladio, Serlio, Sagredo, Vignola, etc. en torno a la interpretación de la obra vitruviana; y un segundo proceso, vinculado con el discurso científico francés de finales del siglo, que comienza a cuestionar principios de la teoría clásica y del clasicismo renacentista.

Las matemáticas y la astronomía serían las ciencias en las que fundamentalmente se desarrollaría el conocimiento virreinal moderno del XVII, bajo la constante censura de la Inquisición. En 1616, por ejemplo, la Inquisición novohispana condenaría como una herejía el sistema heliocéntrico de Copérnico. Sin embargo, esta prohibición no era originaria de la Nueva España, ya que en las mismas fechas el Santo Oficio romano había declarado al copernicanismo, contrario a las Sagradas Escrituras, incluyendo al libro de Copérnico, *De revolutionibus*, en el Índice de los

libros prohibidos ². La preferencia por las ciencias exactas, por otro lado, permitía a la intelectualidad científica criolla entrar de lleno en la visión más moderna europea del momento: la propuesta cartesiana. El criterio geométrico, del ordenamiento absoluto en términos de número y medida, aspiración de una tendencia igualitaria aplicable a todas las manifestaciones de la vida fue triunfante y patente tanto en el siglo XVIII novohispano como en el europeo.

En la Antigüedad y en la Edad Media, los arquitectos diseñaban no sólo el plano y la decoración sino también la construcción y la estabilidad de los edificios. Estaban los arquitectos también a cargo del trabajo mismo de construcción. A partir de Alberti, los arquitectos tendieron a especializarse en el "disegno" de edificios, es decir, el diseño del exterior y la distribución de los edificios. Por lo tanto, la mecánica de los materiales y la construcción se convirtió en campos de estudio por sí mismo. Los métodos para crear modelos matemáticos y verificarlos mediante experimentos fueron adoptados por Francis Bacon (1561-1626) y Galileo Galilei (1564-1642). Galileo mismo puso ya el método en práctica en el campo de la construcción en su obra *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* (1638, hay un gráfico de ella a la derecha). Nuestra teoría moderna de la construcción es en buena medida sucesora directa de la teoría de la solidez de las construcciones presentada en ella. Desgraciadamente, la investigación de las construcciones fue desgajada del resto de la teoría arquitectónica durante siglos, e incluso se creó un gremio separado de ingenieros.

El nombre "ingeniero", que viene de la palabra latina ingenium = "genio" o "un producto del genio", "invención", se había usado ya en la Edad Media para los arquitectos hábiles. Ahora esta palabra fue adoptada por el marqués de Vauban cuando fundó un departamento de construcciones,

² Aparentemente debido a la "indiscreta obstinación" de Galileo, según dice su contemporáneo y admirador Johannes Kepler, por adaptar las Escrituras a la teoría heliocéntrica, no sólo le había llevado ante el tribunal del Santo Oficio sino también, por su conducta imprudente, "había llevado las cosas a tal punto que la lectura de la obra de Copérnico, que fue absolutamente libre durante ochenta años, estuviese ahora prohibida."

Corps des ingénieurs, en el ejército francés en 1675. En este tiempo era habitual para los ingenieros militares diseñar castillos, planos de ciudades e incluso iglesias. Esta nueva profesión especializada en cuestiones de construcción quedó organizada bastante rápidamente y en 1747 fue fundada en París una escuela especial, Ecole des Ponts et Chaussées.

Los tratados de arquitectura tuvieron un campo excepcional de publicación y difusión en el siglo XVI , y la presencia de estos en la Nueva España, fue fundamental desde los primeros años de la ocupación europea en el territorio. Para la solución de espacios habitables cubiertos novohispanos durante el siglo XVI, los tratados renacentistas de arquitectura fueron una gran ayuda. La extraordinaria experiencia espacial indígena al aire libre, fue la gran fuente de inspiración, para espacios abiertos, y como lo enfatiza Chanfón, el clero regular y las autoridades civiles peninsulares, utilizaron ambos apoyos que para las primeras edificaciones novohispanas.

Técnica e ingeniería en el Renacimiento.

En la diferenciación entre artes liberales y mecánicas, con origen en el mundo clásico, se produce una cierta dignificación de las segundas, generándose nuevos perfiles profesionales de carácter técnico enmarcables en las “artes liberales”: ingenieros, arquitectos o geógrafos, cartógrafos. El renacimiento es época de inflexión en la que se complementan descubrimientos geográficos mayores y avances técnicos diversos, configurándose una nueva valoración de la ciencia y la técnica, tanto por su utilidad práctica como por su contribución a un mejor conocimiento de la naturaleza con gran capacidad técnica creadora, son relativamente escasas las grandes invenciones. Primero los descubrimientos geográficos, que necesitan de importantes mejoras en procedimientos de pilotaje náutico, en instrumentos de medida, en cartografía y en arquitectura naval, lo que permite una primera aproximación integral a la realidad del globo terráqueo; segundo la artillería, que renueva profundamente el arte militar, es impulsora de cambios radicales en las técnicas de fortificación y de proceso de concentración del poder político; y tercero, la imprenta, que “democratiza” no sólo la palabra, sino también la imagen, que se consagra como vehículo de comunicación de un grandísimo poder, son las tres grandes innovaciones. El conocimiento técnico es impulsado por la imprenta, en diferenciación contra los procesos de transmisión oral, de antigua tradición gremial.

Las contribuciones científico-técnicas hispanas del siglo XVI se pueden apreciar fácilmente, En Europa, entre traducciones y reediciones, se incrementó ampliamente la producción de libros científicos y técnicos hispanos en este periodo. La ingeniería y la arquitectura, la cosmografía y el arte de navegar, el arte militar, la geografía, la historia natural, la minería, la metalurgia y la medicina fueron especialidades en las que las aportaciones españolas del siglo XVI tienen especial relevancia.

De forma explícita o implícita, entre los perfiles profesionales técnicos que se considerarán, según la terminología contemplada por Juan de Herrera en su *INSTITUCIÓN de la Academia Real Matemática*, se encuentran::

Geómetras diestros en el medir todo género de superficies, cuerpos campos y tierras

Cosmógrafos científicos para situar las tierras, y describir las provincias y regiones,

Pilotos diestros y cursados en navegaciones que sepan guiar con seguridad las flotas y poderosas armadas...

Architectos y fortificadores fundados que con grandes construcciones, y edificios públicos, , particulares , ciudades, y fortificaciones. *Ingenieros y Machinistas*, entendidos en la arte de los pesos, fundamento para hacer y entender todo género de Maquinas,

Artilleros y maestros de instrumentos y aparatos bélicos...

Fontaneros y niveladores de las aguas para los acueductos y regadíos y para desaguar y beneficiar las minas de metales.

En el siglo XVI, había ingenieros nombrados por el rey, otros se autodenominarán así o serán reconocidos como tales por la gente. Los designados por el rey podrán tener nombramientos de carácter permanente, o bien gozarán puntualmente de tal reconocimiento para determinadas obras. En su mayoría poseerán una formación científica destacada; su misión fundamental será la fortificación, pero también participaban en la realización de obras para hacer navegables los ríos o en la construcción de canales, presas, caminos, palacios, jardines, fundiciones, ingenios y molinos. Además de los designados por el rey, otros “ingenieros” surgirán desde el artesanado o en relación con las

nacientes categorías de artistas.³ El control del territorio hacía que algunos se auto titularan geógrafo y arquitecto militar, arrogándose a veces capacidades como historiador, como es el caso de Leonardo Turriano, que llegó a ser nombrado Ingeniero Mayor de Portugal bajo Felipe III. Además, ingenieros de fortificación y cosmógrafos fueron frecuentemente cartógrafos. En cualquier caso, y en sentido ptolemaico, corografía-topografía es disciplina a la que también contribuyeron los ingenieros de la época. Desde un punto de vista sociológico, básicamente en el entorno de lo militar, los hubo de extracción nobiliaria como Jerónimo de Ayanz y Beaumont, e incluso de alta alcurnia, como Bernardino de Mendoza. Para artesanos “distinguidos”, ser ingeniero era una forma de promoción social. En todo caso, y al igual que los arquitectos, los ingenieros no constituían una especialidad o nivel profesional bien estructurado, reconocible por una reglamentación y pruebas de entrada definidas, como ocurría, por ejemplo, con cirujanos, boticarios o pilotos de la Carrera de Indias.

Las necesidades de técnicos por parte del imperio hacen que, en los más diversos campos, se articulen políticas de captación y formación. Por un lado se contratan extranjeros, no siempre súbditos pertenecientes a otros territorios de la Corona, lo que llegó a plantear, a veces, dificultades de integración y fidelidad. En lo educacional perviven los esquemas tradicionales, a la sombra de maestros, lo que explica la existencia de algunas sagas familiares en las nuevas profesiones; pero comienzan a crearse instituciones específicas para la enseñanza de las técnicas.

En 1582 Felipe II fundó la mencionada Academia Real Matemática, en la villa y Corte. A diferencia de las universidades, y merced a la voluntad real, en las dos instituciones mencionadas la enseñanza se impartía en castellano, “para que tanto bien sea a todos más fácilmente

³ SILVA Suárez Manuel, en “*Técnica e Ingeniería en España*” *EL RENACIMIENTO*” Real Academia de Ingeniería, Institución Fernando el Católico”, Prensas Universitarias de Zaragoza España, 2004, p.13

aprendido y comunicado”.⁴ Estas Academias al parecer, fueron bien dotadas de ingredientes científicos, pero con un impacto más hacia la actuación docente que a la proliferación de títulos profesionales.

En el Renacimiento la cultura occidental estuvo dominada por la distinción y jerarquización entre las artes liberales y las artes mecánicas distinguiéndose superioridad de las primeras. La distinción entre ambas se remonta a la antigüedad clásica de la cultura aristocrática de Roma y consecuentemente a su vez, también de la aristocrática cultura griega.

Las *artes liberales* serán definidas ya desde la alta Edad Media como las disciplinas del *trivium* (artes o disciplinas del lenguaje) y las del *quadrivium* (las disciplinas matemáticas: aritmética, geometría, astronomía y música), solidarias de la *Philosophia*, que, en sus disciplinas básicas de la filosofía natural, moral y metafísica o teología, será considerada como la culminación de las *artes liberales*, o sea, la libertad de ejercer el arte por sí mismo. El ciudadano libre expresaba y construía su libertad buscando la perfecta realización de la naturaleza humana en el conocimiento puro y desinteresado de lo existente.

En las artes mecánicas, los ciudadanos oficiosos designaban todo el ámbito de las técnicas encaminadas a la fabricación de artefactos y máquinas destinadas al sector productivo. A diferencia de las artes liberales, es que éstas se dieron en un marco de acción libre, en la que el sujeto del arte es su mismo destinatario, o sea, el ejercicio del arte en la construcción autónoma del sujeto humano por sí mismo, y en cambio, las artes mecánicas se dan en el ámbito de la producción en el que el sujeto del arte no trabaja para sí. Sin embargo, en cierta manera el ejercitante del arte mecánica tuvo un campo más fértil de ser cotizado por los beneficios del conocimiento de su oficio, en el que el secreto gremial siguió existiendo como un escudo de protección y dependencia exclusiva.

⁴ Ibid., p15

Las artes liberales estuvieron asociadas con el ocio, por disponer el ejercitante libre del tiempo para dedicarse a ellas; las artes mecánicas, como ámbito y territorio servil, que de cierta manera el destinatario era un tercero, estuvieron asociadas con la falta de libertad manifiesta en el no disponer del tiempo propio. Así las artes mecánicas se mueven en el ámbito servil de la producción y las artes liberales en el ámbito de libertad de ocio en una construcción de su propia personalidad.

Las técnicas de la pintura, la escultura y la arquitectura posteriormente fueron denominadas “bellas artes”; La transmisión y el aprendizaje de las técnicas pictóricas, escultóricas o arquitectónicas tienen lugar en los talleres y en el seno de la actividad productiva, bajo la reglamentación gremial. En la ciudad de Florencia los profesionales de estas artes estaban incluidos dentro de diferentes artes o gremios.

En el Renacimiento, en los siglos XV y XVI, se vinculan las relaciones entre el despliegue del capitalismo y la manufactura, como con las necesidades de formación de los estados nacionales. A lo largo de este proceso, los esquemas en la concepción tradicional se disuelven y dejan paso a una nueva valoración social de las artes mecánicas y del trabajo mismo el cual se articulará después con el amplio proceso de formación de la ciencia moderna que se despliega en el siglo siguiente.

El pintor, el escultor, y el arquitecto, artistas o técnicos que salían de la sociedad medieval, catalogados peyorativamente como mecánicos y englobados en un sistema gremial, comienzan relativamente pronto en Italia para extenderse con posterioridad a los restantes países europeos.

La cultura de la sociedad en su desarrollo, y la misma evolución artística trajeron consigo una elevación en la imagen del artista, notable ya a finales del siglo XV y que aún se incrementa más en el siglo XVI. Este proceso pone de manifiesto, el surgimiento de la personalidad

artística excepcional y diferenciada, frente al anonimato del artista medieval. La personalización del artista comporta la liberación frente al rígido e impersonal sistema corporativo de los gremios. Ahora, y en medida creciente conforme pasa el tiempo, el artista aparece enfrentado como un individuo libre, dotado de una *genialita* o temperamento propio y excepcional que está en la base de su producción o creación, frente al público, aunque se siga trabajando fundamentalmente por encargo y en este sentido siga siendo el artista dependiente de otro. Los pintores, escultores y arquitectos aspiraban a ascender socialmente del escalafón de los simples artesanos, aduciendo como razón que su arte o técnica no era una mera práctica mecánica, sino un arte liberal, esto es, una práctica que envolvía o comportaba un conocimiento intelectual superior. Solo así se explica la dimensión surgida en la intelectualidad y superioridad teórica en el arte de arquitectos como Brunelleschi o Alberti, en escultores como Ghiberti, en pintores como Leonardo o en artistas tan polifacéticos como Miguel Ángel. Como apoyo para su pretensión aducen que al igual que en las artes liberales del “*quadrivium*”, también sus propias artes son en su ejercicio y perfección indisociables de las matemáticas, puesto que presuponen el conocimiento de teorías matemáticas como la perspectiva y la proporción. La práctica se extiende en un nivel de certeza propio del razonamiento matemático. Los arquitectos no cuestionaban ni pretendían superar la distinción entre artes liberales y mecánicas, así como tampoco la jerarquía que la acompañaba, sino ascender en la jerarquía social mediante el reconocimiento social del carácter liberal y teórico de su arte.

La noción de “bellas artes” fue acuñada hasta el siglo XVIII. En Florencia se fundó la *Accademia del Disegno*, lugar institucional liberado de los gremios para la enseñanza de las tres bellas artes y su modelo fue en toda Europa. Estas artes veían reconocida su plena autonomía y elevaron su dignidad; se habían diferenciado de las otras artes mecánicas asociadas preferentemente con el ámbito de la producción.

La cultura y la sociedad del Renacimiento se caracterizan, ya desde los primeros momentos, por una ruptura radical con lo que se ha llamado Edad Media. En el plano de la cultura intelectual, la batalla contra el concepto de cultura bárbara de los modernos en la revalorización del renacimiento de la antigüedad perdida, la sociedad y la economía del Renacimiento muestran continuidad con la sociedad y la economía medievales; y dentro de ellas, la fuerte presencia de las técnicas o artes mecánicas. Por otra parte, que estas técnicas experimentan durante los siglos XIV-XVI un considerable perfeccionamiento, especialmente manifestado en la aparición de inventos transformadores de cómo la imprenta y la pólvora.

No es de la ciencia de donde se reciben las reglas que sigue y que observa y puesto que estas reglas no se dan por sí solas se admite que el origen de la técnica es independiente con respecto a la ciencia y por tanto que existe un pensamiento técnico, o práctico, esencialmente diferente del pensamiento teórico de la ciencia. Un pensamiento activo y operativo que constituye habilidades manuales de los oficios y de las reglas de las artes. Y son precisamente esas reglas, las que transmitiéndose de generación en generación, han formado el saber empírico, que muchos ahora llaman saber "*precientífico*", y en cualquier caso, ha permitido a los hombres desarrollar las técnicas a un nivel de perfección insuperable incluso mucho antes de haber concebido su teoría. Aquí es cuando aparece la *tecnología*, fusión de ciencia técnica y técnica científica.

En la cultura intelectual del Renacimiento, el espacio que separaba ciencia o filosofía, que eran términos rigurosamente sinónimos en aquellos momentos, y las técnicas, se ve satisfecho generando una dinámica de convergencia y colaboración que tendría posteriormente como consecuencia el cuestionamiento creciente de un saber o ciencia meramente contemplativo y paralelamente la valoración del saber *útil o práctico* que permite al hombre la transformación y dominio de la naturaleza. El proceso de revolución científica de los siglos XVI y XVII,

el cual iba a producir, con la nueva ciencia matemática de la naturaleza y con la función que en ella adquiriría la experimentación, precisamente la aplicación técnica del conocimiento científico y, con ella, el salto cualitativo a una tecnología científica más allá de la técnica precientífica. Todas las categorías y compartimentaciones precedentes iban a ser desplazados por la fe en una liberación de la humanidad gracias precisamente a la eficacia de la tecnología emanada del conocimiento científico de la naturaleza. Técnicos y hombres de ciencia dieron como resultado el prestigio creciente de las técnicas en una conciencia tendiente cada vez más a fusionar en una sola las dos dimensiones teórica y técnica.

En los comienzos del Renacimiento, fue Florencia, el lugar donde los artistas comenzaron a reclamar una mejor consideración. Brunelleschi sin formación universitaria, e ignorante de las lenguas clásicas se sirvió de las conversaciones sobre matemáticas y de los consejos en ese campo del filósofo y médico Paolo del Pozzo Toscanelli para levantar su cúpula sin ayuda de armaduras de madera o cimbras. La admiración que tal proeza técnica suscitó entre los contemporáneos contribuyó decisivamente al ennoblecimiento y prestigio de la técnica arquitectónica.

Galileo no confunde ciencia y técnica en una sola actividad; las mantiene separadas e incluso en una relación de superioridad por parte de la ciencia, cuyo objetivo es fundamentalmente cognoscitivo o teórico. Y sin embargo la ciencia mecánica no puede prescindir de la técnica, para alcanzar sus objetivos teóricos, no sólo la experiencia en general, sino sobre todo de la experiencia manifiesta en los hechos de la naturaleza física que se manifiestan en las artes mecánicas mediante la aplicación de los instrumentos y de las máquinas. Galileo reconoce no sólo la dignidad e importancia de la técnica en el plano del conocimiento como un saber progresivo y acumulativo, sino que además establece que la ciencia pura, basada en el conocimiento de las leyes de la naturaleza y la explicación causal mediante ellas de los efectos

naturales, encuentra una gran proyección de desarrollo en el territorio de las técnicas, incluso que la ciencia no puede construirse sin la incorporación de la experiencia presente en las técnicas.

El desarrollo de la técnica de representación gráfica de la arquitectura toma un extraordinario avance en el renacimiento. Para la reproducción de los dibujos de Vignola se realizaron con todo rigor, representaciones a partir de modelos cuidadosamente seleccionados, con acotaciones sobre módulo y proporciones, de modo que constituirían un material de primera calidad notoria actualidad para arquitectos, canteros, ensambladores e, incluso, pintores que los utilizaron.⁵

Andrea Palladio (1508-1580). Nacido en Padua y formado en el mundo de la construcción, elaboró en 1554 una obrita sobre las antigüedades romanas. Elaboró su obra de *“Los cuatro libros de la Arquitectura”*, en Venecia en 1570 que tuvo bastante influencia en Europa. Recupera el esquema editorial de Sebastiano Serlio, buscando un equilibrio entre texto e imágenes. En el libro I Palladio se ocupa de los órdenes clásicos, equivalente al libro IV de Serlio. El libro II está dedicado a la arquitectura civil y en el mismo presenta algunos de sus propios proyectos de palacios y villas. El libro III versa sobre edificios de carácter público tales como puentes o basílicas, tanto romanas. El libro IV, por su parte, está consagrado a los templos, pero no profundiza sobre el dimensionamiento estructural; el resto de los monumentos seleccionados son de época romana y en su mayoría aparecen en el libro III de Serlio.

En España, al igual que en los demás centros periféricos, el Renacimiento tuvo un desarrollo diferente al italiano, con un ritmo y unas etapas propias que dependen de múltiples factores, entre ellos el de su tardía recepción a partir de la última década del siglo XV. La

⁵ Ibid., op. Cit. p. 64

asimilación de las nuevas fórmulas al la antigua , en el campo de la arquitectura se efectuó de manera gradual.

El grueso de la arquitectura española se define por la pervivencia de las soluciones constructivas del Gótico, enriquecidas por series ornamentales a la nueva manera romana que no alteran su esencial naturaleza medieval. Existió una corriente muy vigorosa en la que se integran múltiples construcciones religiosas que en diferentes áreas de la Península mantuvieron hasta finales del siglo XVI los principios de la arquitectura gótica actualizados de modo eventual mediante la incorporación de elementos propios del nuevo lenguaje, tales como el uso de soportes clásicos y entablamentos o el de motivos ornamentales renacentistas en portadas y ventanales.

La nueva catedral de Salamanca a partir de 1510 y Segovia a partir de 1525, ejemplifican a pesar de su tardía definición una familia en la que también deben incluirse muchos templos con planta de una sola nave. Algunos de los maestros que intervinieron en su trazado o colaboraron en su ejecución, tales como Antón Egas, Juan de Álava, Juan Gil de Hontañón y Rodrigo Gil de Hontañón, alimentan una de las vías más importantes de esa transición del gótico y renacentista por la que discurrió la arquitectura española del siglo XVI.

3.2.-Tratados, libros y su influencia.

Desde Vitruvio ya se escriben algunas relaciones de proporción para el dimensionamiento de algunos elementos, como los muros de contención. En época renacentista, Alberti y Leonardo empiezan a intentar establecer relaciones de proporcionalidad lineal en el dimensionamiento de elementos estructurales y de la capacidad resistente de sus materiales, sin embargo, sus análisis y razonamientos fueron confusos e imprecisos.

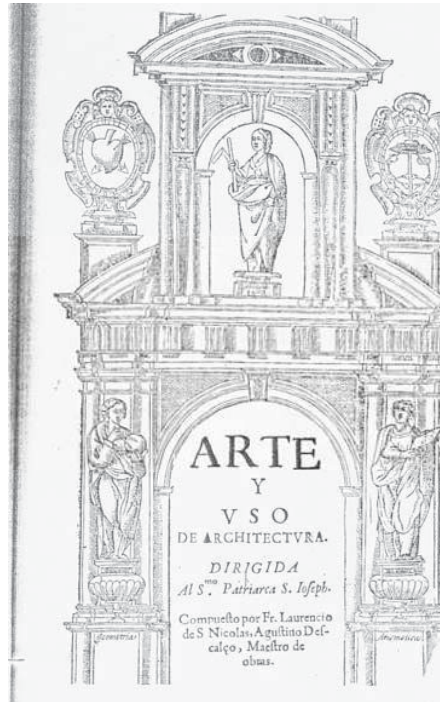
El primero trata de explicar el comportamiento de las bóvedas, arcos y cúpulas con sugerencias respecto a la forma. Fray Lorenzo de San Nicolás relaciona la anchura de las naves con el espesor de los muros, sin tomar en cuenta los claros longitudinales entre cada arco formero para dar cuantía al empuje sobre los



44.- Tratado de bóvedas de Juan de Torixá de 1661

muros. Leonardo establece un sistema para dimensionar los arcos en proporción a la luz y la carga; dicta referencias de duradera aportación: el concepto de carga resultante, carga de rotura, la intuición de momento, y uno de los principios básicos de la estática: la igualdad de fuerzas oponentes para considerar el equilibrio; recomienda rellenar los ángulos del arco hasta su enrase en la clave, con lo que se induce carga en la sección de los riñones para que éstos no se levanten.⁶

⁶ CASTRO VILLALBA ANTONIO. “Historia de la Construcción Arquitectónica”, Ed. G.G., Barcelona España, 1995.



45.- Arte y uso de Arquitectura de Fray Lorenzo de San Nicolás de 1639.

DE ARCHITECTVRA. 31

po, segun sienten los Phisicos, vna mediania en el sustento: porque la abundancia le acaba, y la falta le destruye: asi sienten que palla en los edificios, que mucho peso, o gruesso, les haze abrir, y falta de gruesso les haze perecer: asi, que conuene que guarde vna mediania para conseruarse. Comunmente se lleva, que qualquiera Templo tenga de gruesso en sus paredes la tercera parte de su ancho, hallando inconueniente en poder echar estribos en los lienzos de los lados, que suele suceder por estar en calles publicas. Tambien ha de llevar este gruesso siendo la bobeda de piedra, por ser materia mas pesada: mas llevando estribos, aunque la bobeda sea de piedra, le basta de gruesso la sexta parte de su ancho; y lo que falta para cumplimiento del tercio, ha de llevar de estribos, aunque quando en ellos exceda algo, importa poco, y obrando como queda dicho, no ay que temer ni falta de gruesso, ni abundancia, sino obrar con seguridad: porque si el Templo tiene quarenta pies, y sin estribos lleva el tercio o de quarenta, son treze pies de gruesso, y vn tercio de pies; y si lleva estribos, la sexta parte de quarenta son seis pies, y quatro sextos, que es poco mas de seis pies y medio, y lo restante de hasta el tercio de estribos, es otro tanto, y como queda dicho, puedes exceder algo en esto de los estribos, aunque sienten son suficientes, esto es para fabrica que lleva bobeda de piedra, que auiedo de ser la bobeda de rofca de ladrillo, por ser materia mas ligera, se puede aligerar el edificio, y asi en los gruessos no llevará mas de la septima parte de gruesso, que de quarenta es septima parte cinco pies, y cinco septimos de pies, y en los estribos llevará el cumplimiento al tercio, sin excederle por ser suficiente, y puedes obrarla con seguridad, no llevando estribos; y siendo la bobeda de rofca de ladrillo, llevará de gruesso la pared la quarta parte de su ancho, que de quarenta es diez pies, y sin temor se podrá cargar las bobedas: quando la bobeda huuiere de ser tabicada de ladrillo, basta que lleuen las paredes de gruesso la octaua parte de su ancho, que es de quarenta, cinco pies de gruesso, y los estribos se cumplan con el gruesso, hasta la quarta parte de su ancho. Si en el Templo, cuyas bobedas han de ser tabicadas, no pudiere auer estribos, tendrán de gruesso las paredes la quinta parte de su ancho, que es de quarenta, ocho pies de gruesso, y aun ay lugar en esta parte de adelgazar mas. El prudente se aura como tal en esta y otras ocasiones. Y asi, este edificio con tres diuersidades de bobedas, irá seguro, con tal que en los demas guarde los preceptos que diremos: y en la alteza del Templo no

46.- Folio 37 del tratado de Fray Lorenzo donde explica el dimensionamiento de los estribos de un Templo.

Fray Lorenzo de San Nicolás nació en Madrid en 1595, recibiendo el habito de la orden Agustina en 1612, y falleció en Madrid en 1679. Rechazó ser maestro mayor de la Alahmbra de Granada, de la Catedral de Granada y de el reino de Andalucía, realizó numerosas construcciones en España y escribió el tratado “Arte y uso de Architectura” Virginia Tovar, del Instituto de Estudios Madrileños a dicho que Fray Lorenzo “es la personalidad más representativa del S. XVII Madrileño.

La fortificación de un templo según Fray Lorenzo de San Nicolás:

Fray Lorenzo de San Nicolás, en su capítulo XXIII.: “**Trata de la fortificación de un Templo**” en donde escribe que se hacen los templo de tan notable grandeza que “suelen hecharles de grueso la mitad de su ancho” (0.5D)., como le tiene el templo de San Pedro en Roma., aunque es verdad, que como está a cepas por la división de las naves, y Capillas, parece tolerable la muchedumbre de grueso, pues teniendo la nave principal noventa y dos palmos romanos de ancho, vienen a tener las cepas cuarenta y uno, mas la grandiosidad del edificio lo requiere .

Hanse ido adelgazando los ingenios, y a ese paso los edificios, y en el tiempo presente se conoce la mucha grosezza de los edificios antiguos, y la sutileza de los presentes. Podrán decirme que por tanto adelgazar ha habido algunas ruinas en ellos. A esto respondo dos razones, y es, que el daño ha nacido de estar mal plantados, más que de delgadez. Y lo otro, que ni los edificios plantados muy gruesos en sus paredes, ha dejado de tener muy grandes ruinas, como las historias dicen, causadas del tiempo. Conserva a un cuerpo, según sienten los físicos, una mediana en el sustento: porque la abundancia le acaba, y la falta le destruye: así siento que pasa en los edificios, que mucho peso, o grueso, les hace abrir, y falta de grueso les hace perecer. Así que conviene que guarde una mediana para conservarle. **Comúnmente se lleva que cualquiera templo tenga de grueso en sus paredes la tercera parte de su ancho**, hallando inconveniente en poder echar estribos en los lienzos de los lados, que suele suceder por estar en calles públicas. También se ha de llevar este grueso siendo la bóveda de piedra, por ser materia más pesada: **mas llevando estribos, aunque la bóveda sea de piedra, le basta de grueso la sexta parte de su ancho; y lo que falta para cumplimiento del tercio, ha de llevar de estribos**, aunque cuando ellos exceda algo, importa poco, y obrando como queda dicho, no hay que temer ni falta de grueso, ni abundancia, sino obrar con seguridad... **habiendo de ser la bóveda de rosca de ladrillo,.. llevará de grueso la pared la cuarta parte de su ancho..., basta que lleven la paredes la octava parte de su ancho, y los estribos cumplan con el grueso hasta la cuarta parte de su ancho. Si el templo, cuyas bóvedas han de ser tabicadas, no pudiere haber estribos, tendrán de grueso las paredes la quinta parte de su ancho...** Y así, este edificio, con tres diversidades de bóvedas, irá seguro, con tal que en los demás guarde los preceptos que diremos: Y en la alteza del templo no exceda de fuerte que parezca mal, y el peso y el empujo le destruyan... Y siguiendo lo que a la planta pertenece, notarás que no todas las paredes necesitan de un mismo grueso, porque los tres lienzos de pared que están en la capilla mayor, y que son del cabecero, y los colaterales, ni el de la delantera: porque estas cuatro paredes no hacen sino sustentarse a sí mismas, sin que bóveda alguna cargue en ellas, sino solo las armaduras, y porque estas también observen preceptos, siendo el templo de cantería: porque de ordinario hay en estos, huecos de puertas y ventanas, tendrá de grueso la séptima parte de su ancho: y siendo de ladrillo las paredes, tendrán de grueso la octava parte de su ancho, y siendo así, quedarán seguras y firmes."

Fray Lorenzo parece ser el primero en distinguir diferencia recomendable para el dimensionamiento en muros y estribos según sean las bóvedas de *piedra*, de *ladrillo* y *tabicadas*. En resumen recomienda el siguiente dimensionamiento En resumen lo recomienda así:

Espesor o grueso de muros sin estribos: $\frac{1}{3}$ del ancho interior de la nave.

Espesor o grueso de muros con estribos: muros $\frac{1}{6}$; estribos $\frac{1}{6}$

Si la bóveda es de rosca de ladrillo: muros $\frac{1}{7}$ y estribos $\frac{1}{5}$

Espesor o grueso de muros sin estribos siendo la bóveda de rosca de ladrillo : $\frac{1}{4}$

Si la bóveda es tabicada de ladrillo: muros $\frac{1}{8}$; estribos $\frac{1}{8}$.

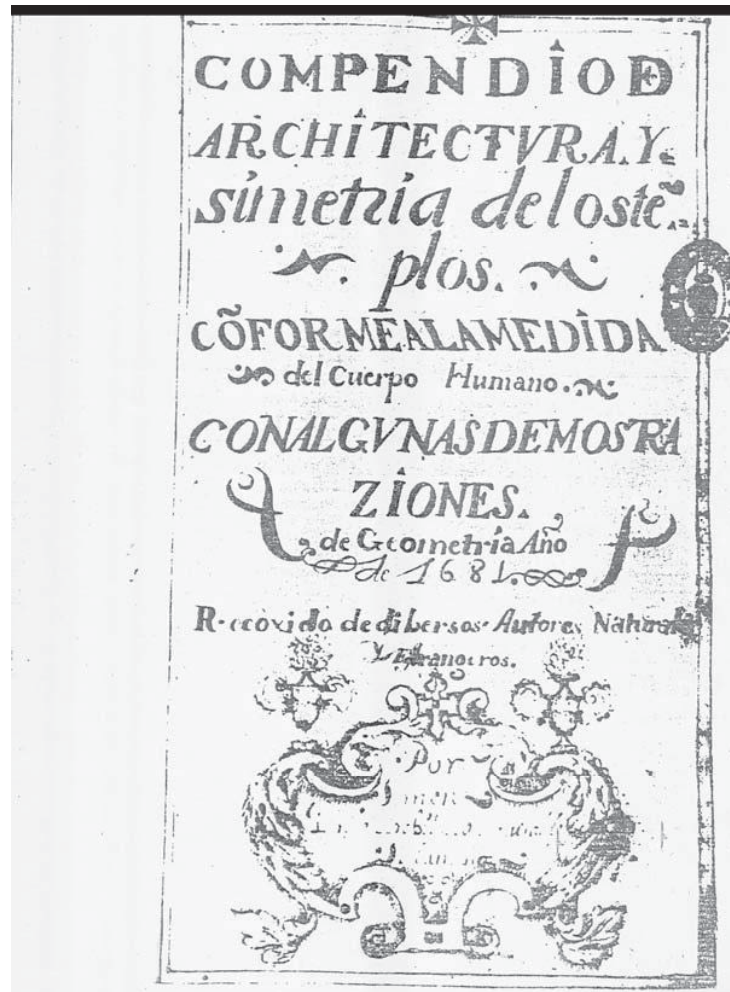
No explica la diferencia física entre la bóveda “*roscada*” de ladrillo y la “*tabicada*” de ladrillo, pero es conveniente hacer notar que el término “*tabique*” se utilizaba desde la época medieval para significar un elemento aligerado o divisorio. También hace diferencia

En afirmar que no todos los muros del templo requieren del mismo grueso, los de la capilla mayor que son los del cabecero, y los de las colaterales ni el de la delantera, “ *porque éstas cuatro paredes no hacen sino sustentarse a sí mismas, sin que bóveda ninguna cargue en ellas, sino solo las armaduras*”.

Dimensionamiento protorenacentista y el tratado de Simón García.

En contraste con la metodología contemporánea –que hoy conoce bien cualquier estudiante de arquitectura o de ingeniería- para el cálculo de estructuras, están, por ejemplo, la manera de definir las dimensiones de un contrafuerte, o la manera de definir las secciones de las nervaduras de una

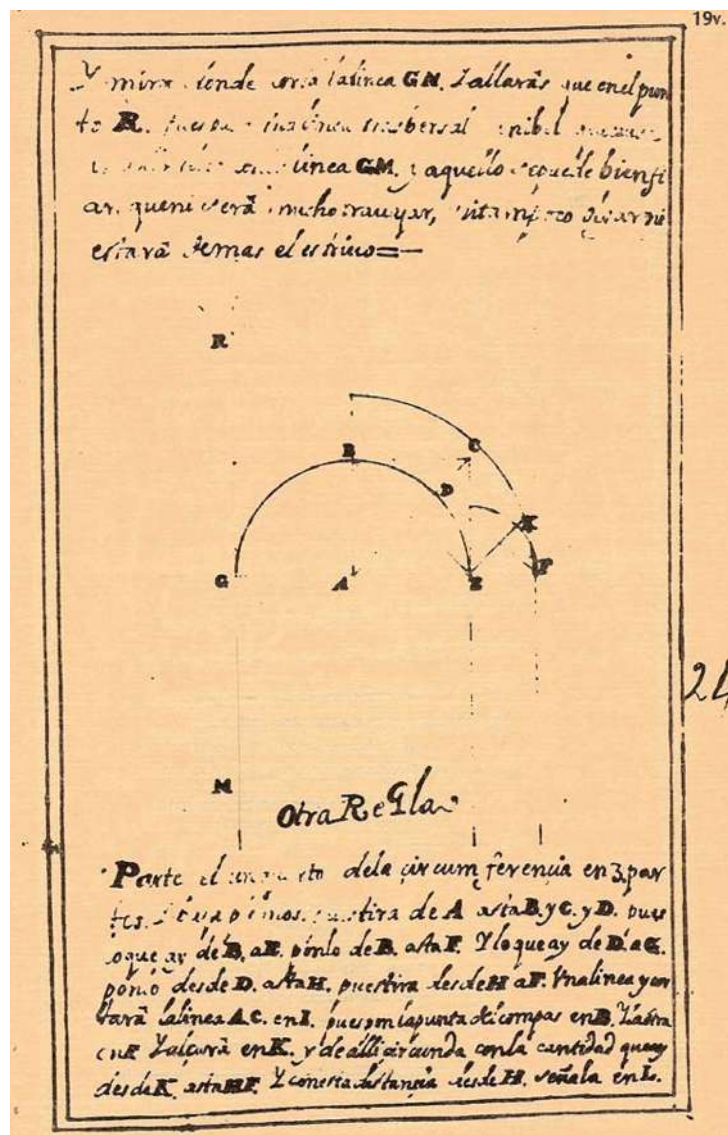
bóveda de crucería, que Simón García incluyó en su tratado, hacia 1681, las cuales describe con extrema claridad, quizá por estar habituado a enseñarlo en el taller a los aprendices, dentro de su gremio.



47.- Tratado de Arquitectura y simetría de los Templos por Simón García de 1681.

Carlos Chanfón ha hecho notar desde la primera versión completa del manuscrito, que editó en el Centro Churubusco (1979), que el método, aunque con procedimientos de siglos anteriores, no puede ser medieval en el sentido estricto del término, pues la bóveda del ejemplo aportado por el maestro salmantino, no es de plementería, sino cohesiva de gran espesor.⁷ Conocemos tal procedimiento, gracias a la explicación y dibujos de Simón García, por lo cual es injusto atribuirlo a Rodrigo Gil de Hontañón, quien, con toda probabilidad, tampoco fue creador del método, sino, en el mejor de los casos simple transmisor, como Simón García.

⁷ Carlos Chanfón Olmos. en *Compendio de Architectura y simetría de los templos* de Simón García, México. Centro Churubusco, 1979p.56 - 57



48.- Folio 19v. del Tratado de Simón García para el dimensionamiento de los estribos o contrafuertes de un Templo, y medición de su posible carga.

En los comentarios a los trazos del folio 21r Chanfón Dice que:

Este sistema difiere totalmente de los anteriores y el dibujo incluye varias opciones cambiando la altura de la nave desde el suelo hasta el punto mas alto de la bóveda. Por lo consiguiente, el trazo requiere de un esquema en que se represente el corte transversal de toda la nave, incluyendo el espesor de la bóveda que se calcula de acuerdo al ancho de la misma.

En todos los casos el ancho del contrafuerte queda marcado en la horizontal que representa el plano teórico de arranque de la bóveda, definiendo la intersección de la diagonal trazada desde el punto mas alto del extradós hasta uno de los vértices que forme el muro con el suelo. El ancho definido en el interior del

templo debe transportarse con el compás hasta el exterior por medio de un semicírculo que tiene como radio el ancho del estribo y como centro, el punto de intersección entre el muro y el plano de arranque de la bóveda. Luego el autor explica que por regla de tres, se puede calcular el estribo. “para una altura mayor de la bóveda o de muros.”⁸

En otro de los procedimientos que nos dejó Simón García, para definir las secciones de arcos de una bóveda de crucería, hay diferenciación en la distribución de esfuerzos para cada tipo de nervadura que forma parte de la cubierta abovedada. Los arcos perpiaños, torales tienen esfuerzos mayores que los arcos diagonales o cruceros y por lo tanto estos últimos pueden construirse de menor sección. Los rampantes o terceletes tienen esfuerzos que son semejantes a los de los arcos diagonales, mientras los arcos formeros recibidos por las paredes –puesto que en el protorenacimiento español ya han desaparecido los grandes ventanales góticos- están sujetos al menor esfuerzo.

⁸ Carlos Chanfón Olmos. Compendio de Arquitectura... Valladolid, Colegio oficial de Arquitectos, 1991. Tomo I pag. 41

20v.

y lo que ay de C asta E es la magnitud, y si a de subir tanto
 y medio que es de 2 de hueco, 3 de alto, ve le de la una quinta
 parte a la rosca que sera en I; puen tra desde H asta K
 y cortará el diametro en L, y lo que ay de L a E es lo que
 le cabe, y si más viese se le de por la razón de la regla
 de 3, digiendo, si diez pies que este viso tiene de hueco
 bienen a la rosca 2, de tanto, que le tendrá [?], ni más ni
 menos será en la salida de este mismo estivo, será
 por regla de 3, digiendo: si de 12 de hueco bienen 4
 y un ochavo de salida de estivo, de tanto, que tendrá [?]
 esto es quibiendo su cuadrado de pie derecho más si
 es que sube tanto y medio, como si tiene 12 de hueco
 16 de pie derecho, tenga de rosca la una quinta parte
 que serán 2 pies y mas 2/5 que será haciendo un pie 5 mar-
 cas, y tomar las 2; de manera que le b rne de los dichos
 12 pies, 2 pies y 2/5, esto es de la boca, y de aquí se sa-
 cura para entrar; y saliendo la rosca, sea saliendo la
 grandeza del estivo, usando la regla de 3, y
 sabido el hueco y alto de pie derecho, por la dicha
 regla de 3, se sabrá la rosca, y estivo.

OTRA REGLA POR ARITHMETICA
 CON ALGUNAS ADVERTEN-
 CIAS NECESARIAS,

No contentándonos con lo dicho, por ser el arismo-
 tica una disciplina que no resive engañar

(y como)

49.- Folio 20v. del Tratado de Simón García donde describe el dimensionamiento de contrafuertes por aritmética..

Simón García en su procedimiento de trazo, compara la distribución de esfuerzos en estos cinco tipos de arco con los dedos de la mano, de manera que el dedo pulgar corresponde al arco perpiaño o toral; el dedo índice a la nervadura llamada tercelete; el dedo medio a la nervadura diagonal o crucero; el dedo anular también a un tercelete y el dedo meñique al arco fomero.

21.

y como estos estrivos no lo permitan, nos será forzoso
aprovecharnos de ella; si un arco que tiene por diametro
14 pies, su arco tiene 22 por circunferencia, subida u-
na linea del centro a la circunferencia que aga angulos

*50.- Folio 21v. del Tratado de Simón García donde describe
el dimensionamiento de contrafuertes por aritmética..*

En España, el secreto gremial persiste en el siglo XVII español, y al parecer solo por la tradición de un conocimiento oficioso heredado de las familias de los maestros de arquitectura, más que por el peligro de un crédito científico de academia , que en ese tiempo ya en los ingleses ´si existía.

Citando otro párrafo escrito por Simón García:

“Probado he muchas veces a sacar razón del estribo que habrá menester una cualquiera forma y nunca hallo regla que me sea suficiente, y también le he probado entre arquitectos españoles y extranjeros, y ninguno parece alcanzar verificada regla, mas de un solo albedrío; y preguntando porque sabremos ser aquello bastante estribo, se responde porque lo a menester, mas no porque razón.”

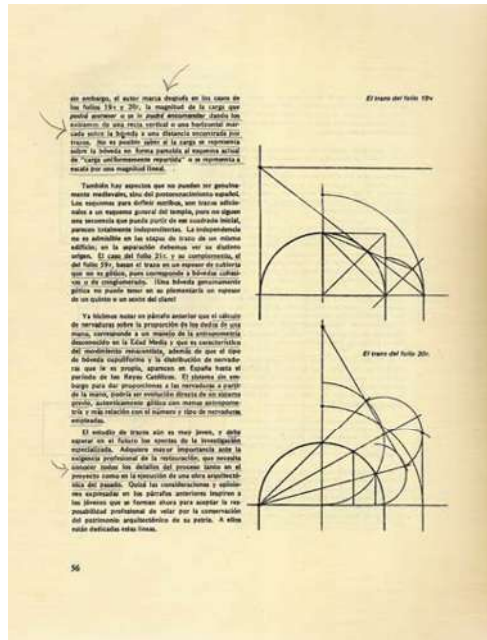
Simón García.

La importancia del manuscrito de Simón García.

Simón García afirma en repetidas ocasiones que la mayor parte de su manuscrito fue tomado de otro, escrito por Rodrigo Gil de Hontañón, quien fue el último arquitecto del periodo protorenaciente español, constructor de la catedral de Salamanca y que también lo fué maestro mayor de la Catedral de Segovia. En investigaciones recientes, publicadas en Segovia por Maria Teresa Cortón de las Heras,(1997), se aclara que el constructor de ambas catedrales, Salamanca y Segovia lo fué Juan Gil de Hontañón, para quien trabajaban por lo menos dos de sus hijos, Juan Gil, el Mozo, y Rodrigo Gil de Hontañón al parecer ilegítimo . A la muerte de Juan Gil de Hontañón el grande, Juan Gil el Mozo, se había hecho cargo de las obras de la Catedral de Salamanca, y el cabildo de la Catedral de Segovia le propuso contrato para que prosiguiera esa obra, el cuál no aceptó, y acudieron a su hermano Rodrigo, quién firmo contrato con ellos el 19 de Septiembre de 1526, con un estipendio de 30,000 maravedís al año y 100 más por cada día que fuese a la obra. La autora Cortón de las Heras observa que el salario ofrecido *“había sido disminuido con respecto al de su padre, ya que el cabildo conocía muy bien la valía de su progenitor demostrada con anterioridad en la obra de la librería de la Catedral Románica de Santa María”*, pero por otra parte, se observa que fue contratado para hacerse cargo de la obra sin estar al pie de ella, porque tenía *“numerosos compromisos con otras fábricas”* y desde el primer momento en que fue nombrado maestro, *“en su ausencia supervisaba los trabajos su aparejador García de Cubillas”* . Una de esas numerosas fábricas lo sería iglesia parroquial de San Sebastián de Villacastín y otras de primera importancia el Alcalá.

Tomando en cuenta lo anterior y que las catedrales de Segovia y Salamanca son junto a la de Toledo las segundas más grandes de España después de la de Sevilla, no cabe duda, que la familia de constructores maestros Gil de Hontañón , perteneció a los gremios de los constructores más importantes en España a finales del siglo XV y XVI, y que al menos

hacia 1520, Juan Gil, padre de Juan el Mozo y de Rodrigo era más cotizado que ellos. También se abre la perspectiva de investigación de los antecedentes de sus conocimientos o su genealogía constructiva, ya que la importancia del ingrediente medieval, notable en sus trabajos y manuscritos, arrastran conocimientos constructivos y estructurales de generaciones anteriores del periodo gótico y románico de lo que no hay casi nada escrito, debido en parte quizá al secreto gremial que se



51.- Comentario de Carlos Chanfón sobre dos ensayos de dimensionamiento de Simón García.

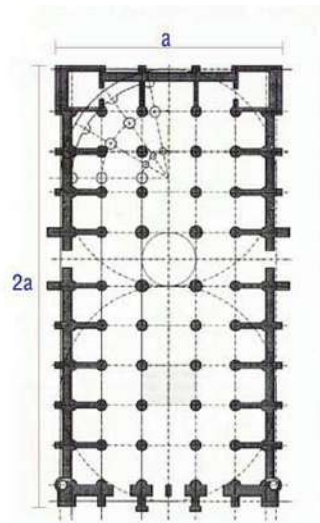
El manuscrito recopilado por Simón García, aparte de abordar la conmodulación de las partes del templo por Antropometría y por Geometría, presenta varias posibilidades según necesidades de la población, y en el tema del dimensionamiento estructural describe varios métodos para el trazo de los espesores de muros , estribos, bóvedas, arcos y cimientos considerando los aspectos formales de su diseño. Valioso es el contenido del manuscrito que se refleja en lo clásico de la forma de trazar el templo cristiano en medidas antropomórficas, y en lo medieval de trazarlo con proporciones geométricas; y más aún, por la cantidad y calidad de los autores que cita, y de ahí se puede deducir la temporalidad cultural que

representa, así como la calidad de su bagaje científico. Cita a Vitruvio, Rentisno, Plinio, Darófenes, Filandro, Viñola, Euclides, Alberto de Sasonia, Pomponio Gaurico, Marco Acolo, Lucas Aburga, Alberto Durero, Juan de Arfe, Ovidio, Sebastiano Serlio, Galeno, Séneca, Dr. Francisco Fernández, Aristóteles, Sto. Tomás, Cobarruvias, S. Isidoro, Quintiliano, Bexeño, Casaneo, Platón, Dr. Matheo Fernández, Higinio, Josepho, Lampridio, Suetonio, Moya, Cataneo, Alberti, Paladio, Colmuela, Daniel Bárbaro, Gil Gonzalez Dávila, El Patriarca, Arquímedes, Tomás Braurdinus, Joaquín Forcio, Sauno, Xpobal de Rosas, Fray Lorenzo de San Nicolás, Pitágoras, F. Juan de Ortega, Nicolás Copérnico, Tolomeo, Boezio, Jorgio Balla, Jacob Fabro, David, Escamozzi, Andrés de Céspedes, Budeo, Torija, Libro 4o. De Los Reyes, Campano, y Jordano.

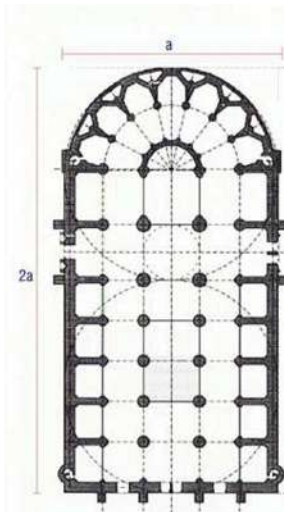
El diseño para la fábrica de una obra de Arquitectura ha tenido siempre la necesidad de llevar resuelta una función estable. Indudablemente el diseño formal lleva consigo el dimensionamiento de sus elementos componentes, y con la búsqueda de equilibrio, la conjugación también necesaria de las características físicas de los materiales y de las técnicas constructivas disponibles. Sin duda, la función estable de la estructura del templo la han constituido los cimientos, muros y estribos como parte sustentante y las cubiertas y bóvedas como parte portante; de ahí pues la importancia de centrar el tema del dimensionamiento estructural de estos elementos que en toda la historia de la arquitectura han sido los elementos esenciales a resolver.

El manuscrito del tratadista español Simón García, *“Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos”* (1681-1683), conservado en la Biblioteca Nacional de Madrid, que según el criterio de Eduardo de Mariástegui, y el *“Compendio de Arquitectura”* en *“Arte en España”*, tomo VII, en 1868, y de José Carmon Aznar, en 1941 en *“Compendio de Simón García, año 1681”*, Edición de la Universidad de Salamanca, se constituyen varios fragmentos el original de un manuscrito del gran arquitecto español del siglo XVI, Rodrigo Gil de Hontañón, y que según su

testimonio poseía Simón García, arquitecto salmantino, para algunos historiadores un tanto cuanto desconocido, a quién solo se le atribuye haber sido el transmisor del texto de Rodrigo Gil de Hontañón.



52.- CATEDRAL DE SALAMANCA



53.- CATEDRAL DE SEGOVIA

En el libro de trabajo paleográfico, e interpretación de parcial del contenido, editado en 1979 por la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía de Churubusco en México, trabajado por un equipo interdisciplinario comandados por Carlos Chanfón Olmos y apoyados por Antonio Bonet Correa y Xavier Moyssen, por primera vez se defiende un tanto a esa calificación de ingenuidad que se le ha dado a Simón García en el pasado, ya que según el testimonio del mismo García, trabajó durante muchos años en las obras de continuación de la Catedral nueva de Salamanca y esto tal vez explicaría por una parte lo que sucede con el constructor práctico, que apegaba su tiempo a la obra, dejando de aparecer el mundo de los teóricos, y por otra parte, el haber llegado a sus manos los manuscritos secretos de Gil de Hontañón.

El manuscrito de Simón García, al igual que otros tratados españoles, no fue impreso sino hasta el siglo XX, lo cual no anula el testimonio de plasmar una muy buena aportación al conocimiento de ese bagaje científico y filosófico del diseño de los templos cristianos de occidente, en su transición gótico- renacentista – barroco.



54.- Catedral de Segovia España. Construida por Juan Gil de Hontañón, padre de Rodrigo Gil de Hontañón

Simón García afirma en el capítulo 12 del manuscrito, al explicar La Iglesia de Salamanca que su construcción

“fue lo más cerca que había leído, visto, tocado, y palpado por haberse criado en ella desde la edad de 12 años debiendo la educación, y enseñanza a los grandes maestros que la regentearon y principalmente a Julio de Setien Guemes, montañés, natural de Cariazo, que fue a quien debí lo poco, o mucho que sé trazar. Y a sus famosos oficiales, la enseñanza de la ejecución de las trazas, trabajando en dicha Iglesia en su compañía, por espacio de 18 años continuos..”

Si bien no queda bien definida la frontera entre lo recopilado de Hontañón y lo aportado por García, partiendo de la afirmación escrita por el mismo García , respecto de Rodrigo Gil de Hontañón de quién *“es la mayor parte de este compendio”*, por la temporalidad de sus fuentes, resulta sin duda también su aportación , ya que varios de los autores que cita, vivieron hasta el siglo XVII, cuando ya había muerto Hontañón.

La aportación de García también se denota por su capacidad de síntesis y juicio experto, ya que bien o mal, juzga los distintos métodos en franca recomendación personal. En lo que respecta al dimensionamiento estructural de los elementos del templo, el manuscrito se torna sumamente más valioso, no solo por la riqueza de su contenido, sino por que según la postura de esta tesis, bien denota, como se explicará más adelante, un indicador de la transición entre el conocimiento estructural casi desconocido en cuanto a escritos de la arquitectura medieval, y la época científica, cuando se comienzan a intuir y gestar los eslabones de la teoría precientífica que dieron génesis a la Mecánica clásica, y que basado en las leyes de la Estática, se forjan herramientas de cálculo gráfico de las fuerzas, en donde se establece una correspondencia lineal del peso unitario de los elementos con su dimensión volumétrica y se pudieron representar las fuerzas en segmentos a escala, atendiendo a las propiedades geométricas de los cuerpos, para así, conocer la magnitud, dirección y sentido de esas fuerzas, y poder dimensionar así los elementos que componen los edificios.

Según Chanfón, Las citas propias de Simón de García son: Vitruvio, a quien califica de “Petarca de la arquitectura”, Serlio, Alberti, Palladio, Pedro Cataneo, Viñola, Filandro, Daniel Barbario, Scamozzi, Juan de Arfe y Villafañe, fray Lorenzo de San Nicolás, Torija, Diego de Sagredo, Cristobal de Rojas, Euclides, Arquímedes, Aristóteles, Plinio, Pitágoras, Galeno, Copérnico, Perez de Moya, Fray Juan de Ortega, Andrés de Céspedes, Francisco Hernández, Gil González Dávila.

En la obra de Simón García prevalece en el estudio de las relaciones numéricas, en la concepción geométrica el postulado renacentista que incluía en el mismo paralelismo la armonía social y moral. Las implicaciones de esto se traducían en la posibilidad de un conocimiento analógico de la estructura íntima del universo, la conceptualización de la “consonancia” y “disonancia” como valores en la forma, y la racionalización de un todo heterogéneo a través de la consonancia armónica de los

elementos. Estos conceptos se fundamentan en el pensamiento de Platón, de Plotino y de San Agustín ⁹.

En los folios 19v y 20v, se describe el trazo a partir del radio de la bóveda, que aparentemente es de cañón corrido. ¹⁰ Posteriormente en el folio 21r, se describe el trazo de la geometría del estribo ó contrafuerte, dando por resultado en este caso, una sección mayor del contrafuerte que en el caso anterior.

En los comentarios de los trazos de este folio, Chanfón escribe que *“este sistema difiere totalmente de los anteriores y el dibujo incluye varias opciones cambiando la altura de la nave desde el suelo hasta el punto más alto de la bóveda. Por lo consiguiente, el trazo requiere de un esquema en que se represente el corte transversal de toda la nave, incluyendo el espesor de la bóveda que se calcula de acuerdo al ancho de la misma.”*

Margarita Martínez del Sobral afirma que este caso es empleado en los templos franciscanos del siglo XVI en el estado de Puebla y opina que su obtención esta mas cercana entonces a los trazos medievales. Continúa diciendo el Chanfón que en todos los casos en ancho del contrafuerte queda marcado en la horizontal que representa el plano teórico de arranque de la bóveda, definiendo la intersección de la diagonal trazada desde el punto más alto del extradós hasta uno de los vértices que forme el muro con el suelo. El ancho definido en el interior del templo debe transportarse con el compás hasta el exterior por medio de un semicírculo que tiene como radio el ancho del estribo y como centro, el puesto de intersección entre el muro y el plano de arranque de la bóveda.” Luego el autor explica que por regla de tres, se puede calcular el estribo “para una altura mayor de bóveda ó de muros. Aquí se anota que las bóvedas del protorenacimiento español (suponiendo que esta parte corresponde a lo obtenido por García de Gil de Hontañón), *“no corresponden a las bóvedas góticas de nervadura,*

⁹ Cfr. Simón García, *op. cit.*, estudio introductorio, p. 35.

¹⁰ Martínez del Sobral, Margarita,

puesto que una bóveda gótica no puede tener un espesor de un quinto ó un sexto del claro de la nave, sino que corresponden a gruesas bóvedas cohesivas ó de conglomerado”.

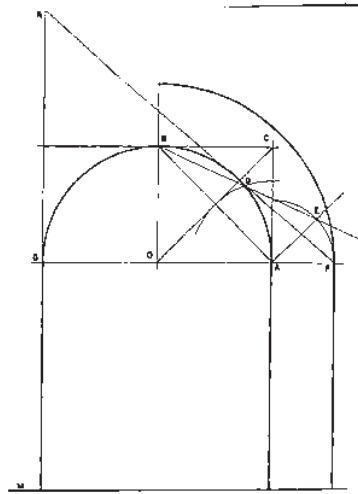
En el capítulo 24 de la primera parte, elogia teológicamente la disposición de edificar los templos en forma de cruz, *“fuerte por recibir los empujos que la alteza de la obra hace”* haciendo hincapié en que a los cuatro arcos sirven de estribos los brazos de la cruz. Cita al templo de San Pedro de Roma que por esta grandeza tiene de grueso la mitad de su ancho. Intuye existe un rango razonable de dimensionar los gruesos de muros y estribos,

“mucho peso les hace abrir, y falta de grueso les hace perecer: así conviene que guarde una medida para conservarle. Comúnmente se lleva, que cualquiera templo tenga de grueso en sus paredes la tercera parte de su ancho...También ha de llevar este grueso siendo la bóveda de piedra, por ser materia más pesada: mas llevando estribos, aunque la bóveda sea de piedra, le basta de grueso la sexta parte de su ancho, y lo que falta para cumplimiento del tercio, ha de llevar de estribos, aunque cuando ellos exceda algo, importa poco, y obrando como queda dicho, no hay que temer ni falta de grueso, ni abundancia, sino obrar con seguridad:...”

Es importante para el objeto que aquí nos ocupa, reflexionar cuando Simón García, al referirse al criterio para dimensionar los estribos de un templo, comenta ...*“Aunque si les preguntan porque razón lo hacen no lo dirán”*....e insisto que esto ayuda a la afirmación de la persistencia del secreto gremial en este siglo español., así como al afirmar al inicio del folio 18v, en referencia también a los estribos: *Unos de dan el $\frac{1}{4}$ y otros por ciertas líneas ortogonales lo hacen y se osan encomendar a ello, teniéndolo por firme. Una (que) yo he trabajado y es de esta manera.... “*

Por la afirmación anterior se da crédito a que la siguiente regla para el trazo del espesor de estribos o contrafuertes es el indicado en el folio 19v, que a continuación se describe, sin que esto signifique que no lo haya tomado de Gil de Hontañón:

- 1.-Con el radio OA como lado se traza el cuadrado OACB.
- 2.-Se trazan las diagonales del cuadrado.
- 3.-Se traza por B una línea en la intersección D, de BA y OC.
- 4.-Por el punto A, o sea la imposta, se traza una perpendicular a BA, y en el punto en el que se intersectan las dos líneas se obtiene el punto E.
- 5.-Tomando como radio AE y A como centro se traza el arco que corta a la prolongación de OA en F y este será la profundidad del contrafuerte.



55.-

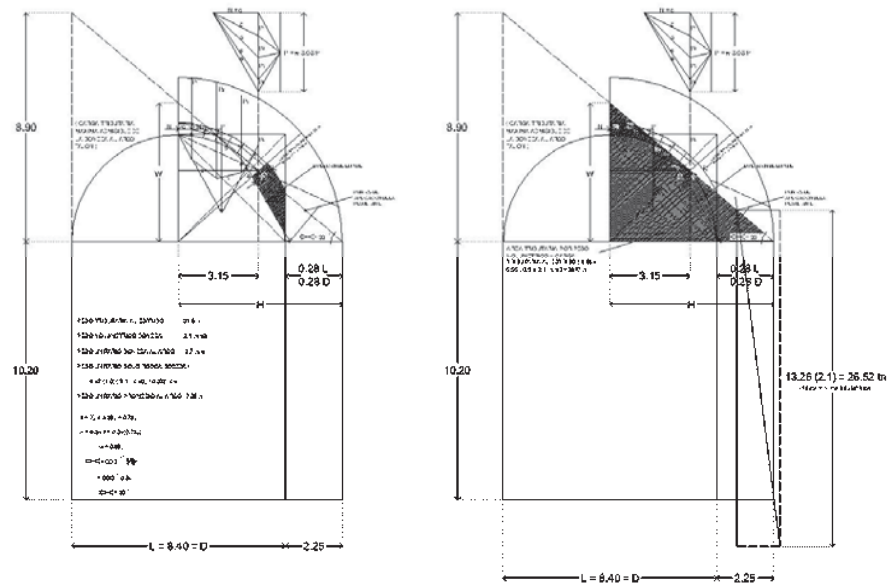
TRAZO DEL CONTRAFUERTE A PARTIR DEL RADIO DE LA BÓVEDA
SEGUN SIMON GARCIA (19 e. p. 20 r.)

Carlos Chanfón escribe en 1979 la dificultad que se tiene en la descripción de estos trazos para aclarar cual es el concepto para definir gráficamente la carga, pues ese espesor no es evidentemente el grueso de la bóveda, ya que el autor marca la magnitud de la carga que “*se le podrá encomendar*”, dando los extremos de una recta vertical o una horizontal marcada sobre la bóveda a una distancia encontrada por trazos, no explicándose claramente si la carga se representa sobre la bóveda en forma parecida al esquema actual de carga uniformemente repartida o se representa a escala por una magnitud lineal. Posteriormente observa que la descripción de estos trazos no provienen del gótico, a razón de ser una bóveda cohesiva y en tal caso su espesor indicado sería exagerado, para después terminar anotando que el estudio de estos trazos “*aún es muy joven, y debe esperar en el futuro los aportes de la investigación especializada*”.

Fernando López Carmona valoriza la importancia del caso intuyendo que si la magnitud lineal del cateto vertical del triángulo rectángulo que se traza,

representa la carga vertical admisible para el arco, bien la hipotenusa de ese triángulo representaría la magnitud del empuje resultante de la bóveda sobre el estribo, y aquí estaríamos encontrando la génesis de la Estática Gráfica.

SUPERPOSICION DEL ARCO ESTATICO SOBRE EL DIAGRAMA DE SIMON GARCIA
(F. 19 y 20)



56.- Superposición del arco estático sobre el diagrama de Simon García para bóveda y muro de mampostería de piedra.

Mi postura es la siguiente:

1.-Es un hecho que en ambos folios, Simón García señala que lo que se busca es encontrar la magnitud de la “carga que se le puede encomendar a el tal arco con el dicho estribo”.

2.-No desvincula esa carga para el concepto actual de “admisible”, con su correspondencia al espesor del tal estribo, por lo que la línea inclinada FD que encuentra el punto R, necesariamente representaría la resultante al reconocer que el cateto GR es magnitud de carga lineal, basado en la ley triangular de fuerzas, que se gestó en el mismo tiempo del manuscrito. (Siglo XVII). Por lo tanto sí representaría un empuje inclinado o coceo sobre el estribo.

3.-Sin embargo, la carga vertical que produce el empuje sobre un solo estribo deberá ser la mitad de la magnitud que se obtiene en el segmento GR, ya que el trazo corresponde solo al semi-arco para un solo estribo, y se puede obtener en el trazo de García, al medir en triángulos semejantes la magnitud de la línea vertical que corta la prolongación del segmento AB hasta la diagonal FDR de la mitad del arco.

4.-Para que García representara el segmento vertical descrito anteriormente como carga, necesariamente tenía que conocer el peso promedio volumétrico del material, para poder establecer una correspondencia del peso unitario de los elementos con la magnitud del arco o bóveda, representando linealmente la fuerza en un segmento a escala, y atendiendo a las propiedades geométricas de los cuerpos y a las leyes de la Estática, conocer entonces la magnitud, dirección y sentido de la fuerza resultante de la bóveda sobre los muros o estribos. El peso volumétrico unitario del material de la bóveda obviamente le era posible estimarlo, no solo a García, sino a cualquier constructor arquitecto del momento (1681); las propiedades geométricas de los cuerpos se conocían perfectamente desde la antigüedad griega, pero lo que apenas se estaba aclarando eran las leyes de la Estática.

En cuanto al dimensionamiento de arcos, García considera que en la distribución de esfuerzos en los diferentes tipos de arcos que forman a las bóvedas, los arcos perpianos, ó fajones tienen esfuerzos mayores que los arcos ojivos ó cruceros y por lo tanto estos pueden construirse de menor sección. Los intermedios ó terceletes tienen los mismos esfuerzos que los ojivos y no menciona a los arcos formeros de las paredes sujetos a algún esfuerzo.

DIMENSION DEL ESPESOR DE LOS ARCOS DEL TEMPLO SEGÚN SIMON GARCIA

Tipo de Arco.	Espesor con relación al claro de la nave
Transversal o fajón	1/20 D
Ojivo	1/24 D
Tercelete	1/28 D
Formero	1/30 D

García considera que en la distribución de esfuerzos en los diferentes tipos de arcos que forman a las bóvedas, los arcos perpianos, ó fajones tienen esfuerzos mayores que los arcos ojivos ó cruceros y por lo tanto estos pueden construirse de menor sección. Los intermedios ó terceletes tienen los mismos esfuerzos que los ojivos y no menciona a los arcos formeros de las paredes sujetos a algún esfuerzo.

El trazo de las bóvedas de arista según Juan de Torija.-

En el capítulo 5 del tratado antes citado, trata de la “*fábrica y medida de la capilla por arista*” donde explica:



57.- Tratado de Juan de Torija 1661

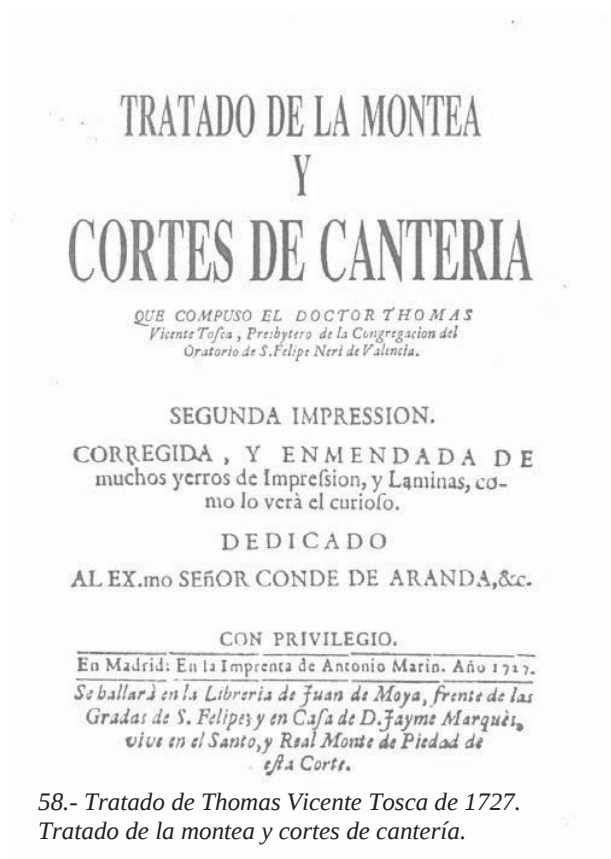
“Comunmente las capillas por arista se hacen en los costados de los templos, y en los claustros, y pórticos, y en distintas partes por ser un corte tan acomodado, su movimiento es en los ángulos de su planta, adonde nacen sus aristas. Hacense sus cuatro formas, o semicírculos, con que vienen a causar hermosura, y fortificación.

Formarás la mitad de su planta A.B.G.H. y levantarás el perfil A.B.C. el cual dividirás en nueve partes iguales, y se bajarán los plomos desde sus divisiones, de la forma que toquen las dos lineas de los angulos, como parece por B.D.D.A. y la línea G.D.H. que es el largo de 40 pies tendrá la circunferencia $62 \frac{6}{7}$ y por perpendicular el semidiámetro, que es de 20 pies, cuya (uasis) la dividirás en 9 partes como está dicha circunferencia, y tirando lineas paralelas a dicha perpendicular a una parte, y a otra: y que tenga a 7 pies de ancho cada una de dichas divisiones, como lo está dicha circunferencia.

Irás terminando sus largos de cada división de dicha planta D.E.M.N.O.P.Q.R.S.T. son los largos del triángulo arriba referido, y sobre una de las líneas del ángulo de su cuadrado, la podrás por (uasis). Sacarás su vuela por

los tranquilos, o plomos del perfil, sujetándote a aquella vuelta del semicírculo, como parece por B.D.E. que es la cimbra, o cerchón que le toca por el arista”.¹¹

El empuje de los arcos del templo a los muros y estribos según Tomás Vicente Tosca.



En su propuesta No. XI del tratado antes citado, subtítulo como “Explicase el empujo de los Arcos, y los estribos que requieren para su firmeza” , explica lo siguiente:

Es indubitable, que los arcos y bóvedas tienen gran fuerza contra las paredes de los lados: lo que proviene de tener sus piedras la figura de una cuña, que con el ímpetu de su innata gravedad, procurando caerse hacia el suelo, rempujan las del medio a las de los lados: y todas juntas a las paredes colaterales que las mantienen: por lo cual para que estas puedan resistir al

¹¹ Torija Juan de, “Breve tratado de todo género de bóvedas, así regulares como irregulares, ejecución de las obras y medirlas con singularidad y modo moderno, observando los preceptos canteriles de los Maestros de Arquitectura” con privilegio en Madrid por Pablo de Val, año de 1661

impulso que les imprime el arco, es forzoso tengan proporcionados refuerzos que comúnmente llamamos estribos. Y para determinarles es forzoso atender a la naturaleza del arco, y a la altitud de las paredes. Porque los arcos cuanto más rebajados tienen mayor empujo, y menor cuanto fueren más levantados de punto; y es la razón, porque el impulso de los rebajados se dirige por una línea que huyendo de la perpendicular al centro de la tierra, se acerca más a ser perpendicular contra las paredes, lo que le hace más vigoroso contra ellas; pero los más levantados de punto ejercen su impulso por línea menos distante de la perpendicular a la tierra: y por consiguiente es su impulso más oblicuo contra las paredes, y menos robusto.

Asimismo las paredes más altas tienen menos resistencia contra la fuerza del arco: porque el centro del movimiento que tendrían las paredes, caso que cediesen al empujo del arco, está en el pie de la pared sobre el suelo, luego así, como una potencia con tanto menos fuerza mueve una palanca cuanto se aplica en mayor distancia del centro o punto de su movimiento: Así el arco tanto mas fácilmente vencerá la resistencia de las paredes, cuanto por ser estas más altas les imprime su impulso en lugar más alto, y apartado de su pie, que como he dicho, es el centro de su movimiento. Para determinar, pues, los estribos que requieren los arcos, se suelen dar las reglas siguientes, fundadas más en la experiencia, que en demostración matemática.

Comunmente dan por regla general que se divida en tres partes iguales la circunferencia interior del arco, sea este circular, o elíptico, u otro cualquiera, como por ejemplo ABC, (fig.22) cuya tercera parte sea BC larga a discreción, y cortando la CD igual a la CB, se tirarán las perpendiculares CE, DF, y la línea ED, será la cantidad del estribo que requiere el arco. Otros dan por regla general, que sean los estribos el tercio del diámetro AC, que es algo más de lo que se determina por la regla primera. Pero lo cierto es, que en este punto se ha de estar a lo experimentado por los artífices, que prudentemente atienden las varias circunstancias que pueden ocurrir; y parece requiere más estribos el arco o bóveda de piedra que la de ladrillo de rosca; y ésta más que la de tabicado.

En cuanto a la craficie que ha de tener el arco, no hay regla fija: si que el prudente Arquitecto se la debe dar atendiendo a la firmeza de la materia de que se fabrica y al peso que ha de sustentar.

Si se quiere que un arco se mantenga seguro con poco, o casi ningún estribo, se hará su dovela superior trespuntada, aunque la inferior sea semicírculo: y sus tirantezes, se encaminarán a los centros de la dovela superior; y siendo de piedra con que se le hagan dos, o tres hiladas de ensachado, no necesitará de más estribos.

El trazo de la bóvedas de arista según Tomás Vicente Tosca.-

De su libro IV. DE LAS BOVEDAS PRINCIPALES. Se contiene la “Delineación, y fábrica de la vuelta por arista cuadrilátera” en donde explica lo siguiente:

“Bóveda, o vuelta por arista cuadrilátera, es la que resulta del concurso de dos cañones cilíndricos de bóveda de igual altura, que se cruzan cortándose mutuamente: de que nace formarse de ellos sobre un cuadrilátero la bóveda sobredicha, llamada por arista, por nacer de dicho corte unos ángulos salientes, que llaman aristas, que en forma de arcos la cruzan diagonalmente por los ángulos opuestos. Si los ejes de éstos dos cañones que se encuentran, se cruzaren perpendicularmente, será dicha bóveda recta, pero si se cortaren oblicuamente, será oblicua. También si entrambos cañones tuvieren igual diámetro, y se cortaren perpendicularmente, será la bóveda cuadrada; y si oblicuamente será romba. Si los diámetros fueren desiguales, será cuadrilonga, cortándose rectamente sus ejes; y romboide, si se cortaren oblicuamente. A más de ello, si dichos cañones fueren de medio punto, será bóveda semicircular; si rebajado o de punto subido, será de estas especies.

También se puede formar la vuelta por arista sobre un triángulo, pentágono, u otro rectilíneo, como se verá después. El claro de los arcos, que forman los lados de estas vueltas, suelen frecuentemente estar cerrados con paredes, cuyos planos se llaman formeros. Esto supuesto:

Sea el cuadrado ABCD la parte de la bóveda por la parte interior, y lo contenido entre este cuadrado, y el exterior NFHG será la craficie de las paredes. Tírense las diagonales, y descríbase sobre la NF del centro L, el semicírculo NIF; y del mismo centro sobre la TV, que es igual a AB, hágase el semicírculo TZV: divídase este arco en sus piedras, y tirense de sus divisiones los perpendículos ordinarios, prolongándoles hasta la diagonal NH: bastará lleguen los de una parte hasta NK, y los otros hasta

KF: de los puntos en que la NK es cortada por los perpendículos, levanten otros, que sean iguales a sus correspondientes en el arco TIV: esto es, la K igual a LI, la AN igual a TX, PQ igual a OZ , *c. Y tirando las curvas por las extremidades, quedará descrito otro arco sobre la diagonal NH, de igual altura con el primero. En la figura solo se ha delineado su mitad, por ser ello bastante para las operaciones. Sobre la diagonal FG imagínese otro arco semejante al sobredicho, y sobre cada uno de los lados, otro arco igual, y semejante al TIV; y considerándoles a todos levantados verticalmente sobre el plano del cuadrado, se hará mayor concepto de la bóveda, cuyos cortes se terminan en los seis arcos sobredichos, como lo indican las paralelas a los lados, que se ven en la figura, las cuales son los vestigios horizontales de las juntas de las piedras.”*

En este mismo libro, Tosca detalla además el corte preciso de las plantillas de cada una de las piedras que forman la bóveda, así como el modo de trabajar las piedras, terminando con un corolario en donde define y agrega lo siguiente:

1.“De aquí se colige el modo de trazar esta bóveda sobre un cuadrilongo; como si el lado NG fuere más corto que NF; porque en este caso se describiría por Tranquiles, o plomos del perfil TIV, sobre el dicho lado un arco de igual altura con LI, que sería levantado de punto; o si se describiese el arco de medio punto sobre el lado mas corto NG, se describiría sobre NF por Tranquiles un arco de igual altura con la del medio punto, y por consiguiente sería rebajado. En lo demás se guardará el mismo orden de operaciones, atendiendo en ellas a las frentes de entrambos arcos, que en este caso son diferentes, por evitar prolijidad no lo explico con ejemplo particular.

2.También se colige el modo de trazar esta bóveda por arista, o planta cuadrada, o cuadrilonga, de especie rebajada, o levantada de punto; pues solo es menester delinear sobre sus lados los arcos de dichas especies, si fuere cuadrada, o si cuadrilonga sobre uno de sus lados, sacando los demás, así los de los lados, como los diagonales, por tranquilos, o plomos del perfil, y en lo demás se seguirán las mismas reglas, como queda dicho.

3.- Asimismo se infiere de lo dicho el modo de formar una media bóveda por arista, compuesta de dos arcos, o formeros que concurren a formar un arco tercero: como si sobre el triángulo NFH, num.1. que es la mitad de la planta

antecedente, se hubiere de formar la bóveda por arista, de suerte que los dos arcos de medio punto hechos sobre los lados NF, FH, vengan a concurrir en otro hecho sobre la diagonal NH; se harían las mismas operaciones, describiendo por tranquilos el arco Nw sobre la NH: Y en este caso la plantilla del primer lecho, que es de la junta horizontal NT, será el triángulo NTA; y el de la otra junta horizontal VF, será el cuadrado BF: El modo de cortar las plantillas, así para los lechos, como para las concavidades es el mismo que arriba dije: Tiene esta bóveda una sola arista sobre la media diagonal KB.

El dimensionamiento según Antonio Plo y Camín (1767):

“El arquitecto práctico”.-Trata de medidas, particiones de planos, uso de pantómetra,; la práctica de hacer y medir todo género de bóvedas y edificios de Arquitectura; uso de plancheta y otros instrumentos; aborda el trazo y cálculo del espesor de muros y estribos; cita a Tosca y a Fray Lorenzo de San Nicolás.

**EL ARQUITECTO
PRACTICO,
CIVIL , MILITAR , Y AGRIMENSOR,
DIVIDIDO EN TRES LIBROS.**

El I. contiene la Delineacion , Transformacion , Medidas , particiones de Planos, y uso de la Pantómetra.

El II. la práctica de hacer, y medir todo genero de Bobedas, y Edificios de Arquitectura.

El III. el uso de la Plancheta, y otros instrumentos simples , para medir por el ayre con facilidad , y exactitud , y nivelar regadios para fertilizar los Campos.

COMPUESTO
POR DON ANTONIO PLO Y CAMIN,
Profesor de estas Ciencias.

QUIEN LO DEDICA
AL M. IL^{te} SEÑOR
FR. DON ANTONIO MARIA
Bucareli, &c.

CON PRIVILEGIO.
EN MADRID : En la Imprenta de Pantaleon
Aznar. Año de 1767.

59.- *Tratado de Antonio Plo y Camin.*

3.3.-Teoría precientífica.

La efervescencia renacentista se prolonga en Europa durante los dos siglos posteriores, buscando comprobaciones científicas del conocimiento estático de las formas y de la resistencia de los materiales. El campo científico de los experimentos físicos se torna fértil, metodológico, certificado y competido entre los autores. Las leyes nacientes de la física se vuelven objetivas. La física en la construcción se concreta a la comprensión y análisis de los fenómenos estáticos, ya conocidos en forma empírica no solo desde el renacimiento, sino en muy buena medida y quizá con otra visión del mundo, en el periodo gótico.

Se intuye la posibilidad de definir y cuantificar la estabilidad de las construcciones y se reflexiona de las grandes obras anteriores, ya que los tratados renacentistas no lo traducen en el nuevo idioma, sino que, sin precisar el conocimiento, constatan recomendaciones empíricas y vagas recomendaciones de tipo práctico, de escaso fundamento, se siguió inmersas en el secreto de gremio, pero felizmente resueltas y llenas de costumbre, tradición y prueba edificada, por lo que su influencia, al menos en el mundo europeo, no se perdió de vista en los dos siglos siguientes. Los materiales siguen siendo los mismos que en la etapa anterior.

Castro Villalba afirma que el cambio de un sistema se hace realidad acompañado también por un cambio en los sistemas constructivos, siendo una de las razones de porqué , a pesar de la noticia pre-científica, al ser demostrada la física clásica y las leyes de la estática, tardan en racionalizarse los esquemas estructurales de las construcciones. Por otro lado, la falta de conocimientos para aprovechar las posibilidades que tiene el hierro como material de construcción ya visto en el siglo XVII, se tardó en entender su perfeccionamiento utilitario e incorporarlo al marco artístico de la arquitectura.

Se empieza a considerar la posibilidad de **dimensionar los muros** únicamente con lo suficiente y necesario, a fin de racionalizar el gasto de material. En el renacimiento la relación entre la forma y el sistema constructivo van estrictamente ligadas entre sí, con la precisión del trabajo estructural más exacto y escrito en términos de estática, lo que se demuestra es que esta separación pesa más que la libertad de una racionalización de dimensiones.

Se establece un notable progreso en el proceso proyectual con el desarrollo convencional de la geometría descriptiva, ya que se organiza la definición y trazo de curvas muy complejas en el espacio, lo que fue útilmente utilizado para la industrialización y aprovechado por los arquitectos franceses e ingleses.

Galileo plantea el problema de la proporcionalidad directa entre las dimensiones de los elementos y su capacidad resistente; formula que había sido hasta ese momento el único modo de intentar una aproximación numérica a la descripción de la capacidad resistente. Este principio no es válido; su falsedad se manifiesta cuando se aplica a casos concretos, intuyendo que la proporcionalidad lineal de las dimensiones no es el sistema de relación entre una pieza y su capacidad resistente, plantea un problema referido a la construcción y sus elementos. Al mantenerse las proporciones dimensionales, no es lógico que la resistencia decaiga con el aumento de éstas, por lo que no todas las propiedades resistentes se deben a las características de la forma, y supone que la capacidad de una pieza para resistir esfuerzos se debe también a la calidad resistente de su material componente.

La palabra ciencia implica hoy una secuencia más o menos estándar: se hacen observaciones, se elaboran hipótesis, se ejecutan algunos análisis matemáticos y, finalmente, se construye una teoría que puede usarse para explicar las observaciones pasadas y también para predecir nuevos resultados. La teoría de la gravitación de Newton es de este tipo. Las órbitas planetarias observadas pueden explicarse en la hipótesis de que existe una ley universal del inverso del cuadrado, y, después, pueden predecirse los futuros movimientos con exactitud (o casi exactamente, la explicación de las pequeñas desviaciones de las teorías newtonianas tuvo que esperar a Einstein).

En el siglo XVII, Galileo Galilei abrió nuevos caminos al utilizar demostración matemática en dos nuevas disciplinas relativas a la mecánica y a los movimientos locales, sin incluir aun los conceptos de tensión y deformación. Posteriormente se indagaron las propiedades de resistencia de los materiales y establecieron dimensiones de los elementos y su capacidad resistente, las condiciones de apoyo de los elementos, y el concepto de *momento de inercia* de las secciones.

Para finales del siglo XVII Hooke describió la fase elástica de deformación proporcional a las fuerzas de aplicación de Bernoulli encontré que la deformación es directamente proporcional al claro y a la carga, e inversamente proporcional a la magnitud de la sección, ligando estas observaciones a la elasticidad del material. Mariotte por su parte introdujo el concepto de eje neutro, siendo posteriormente corregido por Parents.¹² Es con Newton que se establece mecánica clásica fundada en tres principios: el principio de inercia, la ley según la cual fuerza es proporcional a la derivada de la cantidad de movimiento y el principio de la igualdad de acción y reacción.

La cadena colgante de Roberto Hooke.

El científico inglés Roberto Hooke nace en Freshwater, el 18 de julio de 1635 y muere en Londres, el 3 marzo de 1702). Fue uno de los científicos experimentales más importantes de la historia de la ciencia, polemista incansable con un genio creativo de primer orden. Sus intereses abarcaron campos tan dispares como la biología, la medicina, la cronometría, la física planetaria, la microscópica, la náutica y la arquitectura. Participo en la creación de la primera sociedad científica de la historia, Royal Society de Londres. Sus polémicas con Newton acerca de la paternidad de la ley de la gravitación universal han pasado a formar parte de la historia de la ciencia. Hijo de un reverendo. Fue un niño débil y enfermizo que destacó rápidamente por su habilidad para el dibujo y las actividades manuales.

¹² Castro Villaba Antonio, Historia de la Construcción Arquitectónica, Ed. G:G: España, 1995. p. 275

Estudió en el colegio de Westminster. En 1653 ganó una plaza en Oxford donde conoció a Robert Boyle, de quién fue asistente desde 1658.

En 1660 formuló la Ley de Hooke, que describe cómo un cuerpo elástico se estira de forma proporcional a la fuerza que ejerce sobre él, lo que dio lugar a la invención del resorte helicoidal o muelle. En 1665 publicó el libro *Micrographía*, relato de 50 observaciones microscópicas y telescópicas con detallados dibujos. Este libro contiene por primera vez la



palabra célula y en él se apunta una explicación plausible acerca de los fósiles. Hooke descubrió las células observando al microscopio una laminilla de corcho, dándose cuenta que estaba formada por pequeñas cavidades poliédricas que recordaban a las celdillas de un panal. Por ello cada cavidad se llamo célula. No supo demostrar lo que estas celdillas significaban como constituyentes de los seres vivos. Lo que estaba observando eran células vegetales muertas con su característica forma poligonal. Durante cuarenta años fue miembro, secretario y bibliotecario de la Royal Society Londres y tenía la obligación de presentar ante la sociedad un experimento semanal. Además de las observaciones publicas en *Micrographia* y de la formulación de la teoría de la elasticidad, Hooke, formuló la Teoría del movimiento planetario como un problema de mecánica, y mantuvo continuas disputas con su contemporáneo Isaac Newton respecto a la teoría de la luz y la ley de la gravitación universal. Hooke formuló algunos de los aspectos más importantes de la ley de la gravitación pero no llegó a desarrollar matemáticamente, y comentó, esta teoría en uno de los múltiples escritos que dirigió a Isaac Newton. Cuando Newton publicó su *Principia matemática*

(1687), incluyendo una prueba de la gravitación, no realizó ninguna referencia a Hooke. También mantuvo una durísima polémica que duraría decenios, referida a la teoría de la luz, la cual Hooke afirmaba frase de Newton “ si llegado a ver más lejos, fue encaramándome a hombros gigantes “ apareció en la correspondencia personal entre los dos científicos en 1676, y era una referencia sarcástica a la baja estatura de Hooke. Gracias a sus observaciones realizadas con telescopios de su creación, Hooke descubrió la primera estrella binaria, e hizo la primera descripción conocida del planeta Urano. Sus observaciones de cometas le llevaron a formular sus ideas sobre la gravitación.

Los inventos mecánicos y el instrumental científico de medida fue, quizás el campo más prolífico de su creación científica. Junto con Boyle diseñó una bomba de vacío, higrómetro y anemómetro. Fue también el responsable del establecimiento del punto de congelación del agua como referencia fija en el termómetro. En el campo de la biología destacó por sus ideas preevolucionistas, apuntando a la existencia de infinidad de especies extinguidas e hizo importantes aportes a la fisiología de la respiración. Durante la segunda parte de su vida dedicó sus esfuerzos a la arquitectura. Ayudó en la reconstrucción de Londres después del gran incendio que casi destruyó la ciudad en 1666. Se encargó de diseñar el Observatorio de Greenwich, el edificio de Real Colegio de Médicos y el Hospital Real de Bethlem. Inventó la ventana de guillotina. Murió en Londres en 1703

3.4.-Teoría mecánica, academia y enseñanza.-

Las leyes del equilibrio fueron estudiadas en Europa desde la segunda mitad del siglo XVII. Dentro del campo de la Mecánica, surgen basadas en los principios de la inercia, la proporcionalidad de las fuerzas y la igualdad de las mismas con sus reacciones. En el siglo XIX, el estudio académico básico, versó sobre el problema de la composición de fuerzas y su equilibrio, resuelto por los métodos de la estática gráfica, con la representación vectorial de la magnitud y sentido de fuerzas concurrentes.

Se aplicaban entonces las leyes del paralelogramo y del triángulo, que permiten encontrar la magnitud, dirección y sentido de la fuerza resultante y se desarrollaron métodos gráficos auxiliares para calcular el dimensionamiento de bóvedas, muros sujetos a cargas laterales y armaduras de hierro y madera. Así también se mostraba que gráficamente, con la ley del paralelogramo se podía componer un número cualquiera de fuerzas en una fuerza única resultante, y construir un polígono de fuerzas o polígono funicular que localiza un punto de la línea de acción de esa fuerza, en un sistema de fuerzas no concurrentes y no paralelas en un plano. Todos estos métodos gráficos eran comprobados dentro de la mecánica analítica, por métodos algebraicos.

La Geometría Analítica orientaba al alumno directamente al cálculo diferencial e integral, en donde la comprensión de los valores absolutos, las ecuaciones de la recta, el círculo, las curvas cónicas etcétera, lo conducían al cálculo de los límites de las funciones y teoremas de continuidad. El conocimiento de la trigonometría se hizo necesario para la diferenciación y la integración de las funciones.

Ya en el siglo XIX, los contrafuertes de los templos mexicanos, por ejemplo, contruidos por arquitectos, se pudieron calcular numéricamente obteniendo la magnitud y resultante de las cargas inclinadas transmitidas por las bóvedas. El cálculo estático de las bóvedas, fue resuelto por medio de procedimientos gráficos. La bóveda era subdividida en dovelas virtuales cuyas cargas y pesos eran determinados sobre cada sección. Posteriormente, la resultante vertical de todas ellas era representada por un vector con magnitud igual al peso y las cargas de la mitad de la sección curva de la bóveda. Esta resultante se descompone en dos fuerzas que pasan por el centro del apoyo y de la clave respectivamente, siendo la del apoyo la que representa el empuje del arco o bóveda.

Para considerar el equilibrio, son supuestas dos fuerzas iguales y de sentido opuesto que se oponen a las anteriores. De aquí se puede construir

la línea de presiones interiores de la bóveda que será más exacta mientras mayor sea el número de subdivisiones en dovelas virtuales. Si esta línea pasa por dentro del tercio medio de la bóveda o arco, el elemento no fallará y bastará con revisar que el material componente sea capaz de resistir los esfuerzos de compresión y que el apoyo no ceda bajo la fuerza del empuje.

Este empuje se sobrepone a la carga vertical que representa el peso propio del muro y contrafuerte, obteniéndose nuevamente otra resultante que actúa por fuera de la base del muro. La dimensión saliente (a), se duplica para definir la profundidad del contrafuerte a partir del parámetro exterior del muro. De esta manera el punto en la base donde concurre la resultante deberá quedar en el centro del tercio medio del mismo contrafuerte. Lo anterior significa que, al duplicar la dimensión (a) damos un margen de seguridad para garantizar, sobradamente, la estabilidad del muro.

La mecánica aplicada a la resistencia de los materiales significó un notable avance. Así surgieron los conceptos que relacionan las deformaciones con las fuerzas aplicadas. La relación entre las fuerzas exteriores y las deformaciones interiores, condujeron a la consideración de los fenómenos de ruptura, flexión tensión, compresión y límites de elasticidad de materiales. Los nuevos enfoques se aplicaron, a través de pruebas experimentales, al hierro de fundición, a la madera, a otros metales, a piedras, a la cal, al cemento y a los morteros. De esta manera la Teoría Mecánica evolucionó hacia la definición y cálculo de los momentos de inercia de las secciones, al diseño de las piezas isostáticas o libremente apoyadas., de las vigas maestras continuas, de los apoyos aislados de madera, así como de las armaduras de hierro y de madera para las cubiertas y los puentes.

Es así como la Teoría Mecánica de las Construcciones utilizó el conocimiento de la magnitud de los pesos propios y de los esfuerzos aplicados a los distintos materiales de construcción. Pasó después, de la consideración de las características mecánicas de resistencia, a la evaluación de los efectos producidos por los esfuerzos en los diversos

materiales, y así, adquirió nueva conciencia, de carácter técnico científico sobre el comportamiento de los elementos constructivos. De esta manera los constructores lograron alcanzar márgenes razonables para manejar el diseño y la economía de medios, en el dimensionamiento de elementos estructurales.

Todo lo anterior significó el progreso y la modernidad en la formación y en la práctica profesional del arquitecto durante el siglo XIX que, generó y difundió una nueva manera de construir. De tal modo, quedó desplazada la antigua solución en las edificaciones que durante siglos venían resolviendo los problemas estructurales por medio de recetas transmitidas de maestros a aprendices dentro del gremio, según milenaria tradición.

Así, en el seno de la academia, se hicieron los primeros ensayos para preparar a un súper constructor que hiciera todo lo que los arquitectos habían hecho durante siglo y al mismo tiempo diera solución a la demanda de obras para el bien común, en el sentido de las nuevas responsabilidades del estado republicano y liberal. Los primeros intentos tuvieron poco éxito y fue necesario separar en 2 ramas a los constructores. Desde entonces contamos con Arquitectos y con Ingenieros Civiles.

Pero los avances técnico científicos que enseñoreaban en Francia, del campo de la construcción, por iniciativa de los ingenieros militares del *Antiguo Régimen*, pronto se popularizaron también en México, elevando notablemente la calidad de la edificación. La Geometría Descriptiva y sus aplicaciones, transformaron el diseño de los espacios urbanos, de los espacios domésticos y dieron origen a una nueva disciplina, fundamenta para la industrialización en marcha, el dibujo de Máquinas. Por su lado la nueva Teoría Mecánica de las construcciones, introdujo el cálculo analítico que elevo la precisión del diseño al aportar la seguridad sobre su resistencia a los esfuerzos que debía soportar.

En este amplísimo panorama de temas relacionados con los constructores, hablaremos brevemente de los primeros planes de estudios en el seno de

la academia para formar constructores de acuerdo con las nuevas necesidades del país, después nos referiremos a los nuevos materiales y finalmente aludiremos a la Geometría Descriptiva y su aplicación en la Estereotomía, así como a la Teoría Mecánica de las Construcciones.

Además de la geometría descriptiva, la otra gran aportación de la ingeniería a la técnica de la construcción, fue lo que en su momento se llamo *Teoría Mecánica de las construcciones*. Esta teoría se ocupó de relacionar las cargas que se aplican a los elementos constructivos construidos con la resistencia de los materiales usados para soportarlas. El conocer con precisión los esfuerzos aplicados a cada parte de los edificios, permitió definir la resistencia que era necesaria en los materiales usados en su construcción a modo de definir también con toda precisión la magnitud y forma del elemento construido, es decir, determinar sus dimensiones.

Los nuevos criterios en la formación de constructores, desarrollados en el seno de las academias militares, culminarían en dos grandes aportaciones para los años finales del siglo XVIII. Sin embargo, fue durante el siglo XVII cuando se desarrollo el periodo de búsqueda, que alcanzaría sus metas hasta el siglo siguiente. Una de estas grandes aportaciones fue el uso del cálculo analítico aplicado a la construcción, que recibió el nombre de *Teoría Mecánica de las Construcciones*. La otra, de importancia mas universal, la constituyó la organización y difusión de la *Geometría Descriptiva*, que influyó poderosamente en el diseño, no solo de la arquitectura, sino de todo tipo de maquinas y artefactos, tan importantes para la revolución industrial del siglo XIX. En ambos casos, las expectativas iniciales de sus impulsores fueron ampliamente superadas por las transformaciones reales alcanzadas. De estas metas todavía insospechadas en el siglo XVII, y que representaron pasos definitivos en la historia de la arquitectura y el urbanismo, hablaremos en los siguientes tomos. Por ahora nos referiremos solamente a sus antecedentes.

La llamada teoría mecánica, aplicada a la construcción, tiene raíces muy remotas. Quizá los testimonios mas antiguos al respecto sean los dos

tratados de origen helenístico, pero de autor desconocido, manejados durante la Alta Edad Media, cuyos títulos mas comunes – pues se transcribieron bajo distintos nombres - son el *Decanonio*, o tratado sobre las balanzas, y el de *Incidentibus in humido* – o tratado de los cuerpos sumergidos en liquido. Ambas obras pueden expresar la división establecida por el pensamiento antiguo entre la estática y la dinámica, distinguiendo el estudio de los cuerpos en reposo y en movimiento. Pero en el *Catalogo de las Ciencias*, compuesto por Al- Farabi (870 – 950) en el siglo X, ya aparecen ambas disciplinas reunidas en una sola ciencia, llamada *De los pesos*. Un paso importante se dio en el siglo XIII con la aparición de las obras de un famoso autor, de cuya vida no se conocen detalles, excepto que sus contemporáneos lo comparaban con Euclides y Arquímedes. Su nombre fue Jordanus de Nemore, autor del tratado *Elementa super demonstrationem ponderum* (Elementos sobre la demostración de los pesos). En esta – una de sus múltiples obras – creo el concepto de “Gravedad Posicional”, diferenciando la *gravitas secundum situm* o peso natural de un cuerpo que se desliza en un plano inclinado. Para analizar los factores dinámicos del equilibrio, Jordanus ideó un sistema de explicación, cuyas consideraciones se aplicaron posteriormente al análisis de una viga en equilibrio.¹³ pero estos primeros balbuceos - a los que habría que añadir el *Tractatus de ponderibus* escrito en el siglo XIV por Blasius de Parma – eran eminentemente teóricos y faltaba aun mucho para que pudieran ser aplicados a la practica constructiva.

A partir del renacimiento, todo pequeño paso dado en los antecedentes de lo que seria la teoría mecánica, tendrá que considerarse como parte del gran movimiento hacia la ciencia deductiva experimental. Su verdadero desarrollo se haría patente en la culminación del *Sentimiento* científico renacentista, convertido en pensamiento científico posteriormente. Este no es el lugar para entrar en la descripción detallada de avances en el concepto de ciencia, baste aquí decir que su aplicación en la construcción

¹³ David Lindberg, Science in the Middle Ages, Chicago, The university of Chicago Press, 1978, pp. 190 y ss.

surgió como una necesidad definida hasta los inicios del siglo XVIII y es detectable en el tratado sobre los puentes, escrito en 1716 por Gautier, quien se queja de que los *savants* de su tiempo no se preocupen por la mecánica de los arcos, mientras los arquitectos solo piensan en la estética del diseño. Surgió por entonces un nuevo arte en la construcción práctica de caminos. El trazo recto había preocupado ya a los ingenieros militares de Luís XIV, pero poco o nada se había hecho en cuanto a nivelación o recubrimiento, quizá por el costo excesivo y la premura de las campañas militares. De hecho, fue hasta 1764 que Tréaguet (1716 – 1796) ideó la manera de revestir caminos con sillares tallados, puestos verticalmente en forma de arco muy abierto. Este sistema fue posteriormente copiado en Inglaterra y bautizado con el nombre de Telford; anteriormente, la práctica usual en Francia había sido contratar mujeres y niñas para que con los pies compactaran los ramos recién abiertos. Gautier, el diseñador de puentes, lamentando esta práctica, aconsejaba recubrir con materiales regionales como gravilla, arena o tierra y dejar que el tránsito y la lluvia hicieran la compactación.¹⁴ Sobre el tema de los caminos es necesario comentar que, después de la alta tecnología imperial romana en su construcción, nada se había hecho en Europa que pudiera compararsele, hasta fines del siglo XVIII; la maquinaria misma para su compactación aparecería hasta la segunda mitad del siglo XIX. Sin embargo, hay un ejemplo extraordinario en la tecnología utilizada por la cultura maya de Mesoamérica entre los siglos V y VII. Estos habitantes de la península de Yucatán trazaban caminos absolutamente rectos en tramos que alcanzaron a llegar, en algún caso, los doscientos kilómetros, minuciosamente nivelados con rellenos compactados mecánicamente a través de enormes rodillos de piedra, con sub-base pétreo y recubrimiento también resistente. Nada sabemos sobre sus diseñadores y constructores. Nada, por ejemplo, nos permite suponer que en su tecnología hubo participación de militares, puesto que su uso principal era el del comercio. Estos caminos indígenas reciben el nombre de *sacbes*, derivado del material *sascab*, abundante en toda la península yucateca y que es una piedra de origen marino, rica en cal, de modo que el

¹⁴ Idem

recubrimiento de los caminos son la compactación de la lluvia, se convertía en una autentica carpeta de gran resistencia. En España, la teoría mecánica tuvo antecesores inmediatos de gran importancia, entre los cuales algunos siguieron utilizándose en Nueva España hasta los inicios del siglo XIX. El *compendio matemático* de Tomas Vicente Tosca es uno de ellos y quizá habría que mencionar también la *Architectura Civil Recta y oblicua* de Juan Caramuel. Ambos autores fueron difusores de los conocimientos matemáticos que, años después, seria necesarios para la comprensión de la teoría mecánica.

El caso de la geometría descriptiva, cuenta con antecedentes aun más remotos que los de la teoría mecánica. El documento mas antiguo, que prueba la existencia de tales antecedentes, es quizá la representación de la planta de una edificio, que aparece en el tablero sobre las rodillas del rey Judea de Sumeria, en una escultura que se conserva en el museo de Louvre, fechada en el tercer milenio antes de nuestra era. Esa planta es en términos actuales es un autentica proyección ortogonal horizontal. El instrumento graduado que aparece en la pared superior, antecesor de la moderna “regla T”, nos parece un buen argumento para pensar que la representación de ese edificio esta a escala. Ha sido publicado un amplio análisis de la evolución de las representaciones graficas utilizadas por el diseño arquitectónico, bajo el titulo *Geometría de la construcción*, en la facultad de Arquitectura. Otra buena versión ha sido recientemente impresa en España: *Traza y Simetría de la Arquitectura en la antigüedad y medioevo*, de José Antonio Ruiz de la Rosa, aunque solo cubre hasta la Edad media. Estas obras reúnen la información conocida, interpretándola en forma equilibrada, razonable e imparcial, sin las fantasías y afirmaciones pero fundamentadas que suelen incluir otras obras sobre el tema.¹⁵

¹⁵ Carlos Chanfón Olmos Geometría de la Construcción, México, facultad de Arquitectura. División de estudios de postgrado, UNAM, 1987. Esta publicación fue el material didáctico preparado para un curso sobre el tema, impartido para el nivel de doctorado. José Antonio Ruiz de La Rosa, traza y simetría de la arquitectura en la antigüedad y mediero, serie arquitectura, num. 10, Sevilla, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. 1987

La geometría descriptiva, creada por el ingeniero militar Gaspard Monge, sistematizó todos los procedimientos gráficos de representación utilizados por el diseño y la construcción. En la obra de Monge, la definición clara del concepto de proyección, subdividida en cónica o cilíndrica, ortogonal u oblicua, afectó no solo la estereotomía, motivo inmediato de su creación, sino la perspectiva, el trazado de sombras y, en general, la representación convencional de cualquier objeto aun no existente, con todos los detalles de forma y dimensiones necesarios para su construcción. Antes de Monge, cada obrero, aparejador o arquitecto, utilizaba soluciones particulares a par de cada problema, sin que existiera conciencia o idea de generalización entre los distintos métodos usados, que eran enseñados y aprendidos en los talleres como “recetas” individuales. Todos estos procedimientos aislados se englobaban en lo que se llamo en la Edad Media *Porturatura* o también Arte del Trazo, o bien, mas tarde, Arte de la Montea. Wilars de Honecourt, en su famoso manuscrito del siglo XIII, habla de la *Portraiture* y del *Art du Trait*, que debe seguir las reglas de la geometría. También habla de la *Monteé*, pero con tal nombre designa solamente las proyecciones verticales de edificios. En general, todas las obras que se ocupan del tema hasta el siglo XVIII conservan el mismo espíritu de colección de casos particulares. En Francia con conocidas las obras de Philibert Dolerme (1576), de Mathruin Jousse (1643) y de Delarue (1728), que con distintos grados de claridad y amplitud, comparten la misma idea de recopilación de recetas. Pero el autentico predecesor de la síntesis de Monge es ya un ingeniero militar que ocupó el cargo de director de fortificaciones de breña. Su nombre fue Amede Francois Freizer (1682 – 1773) y publicó en 1737 una obra en tres volúmenes bajo el título *La Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et des Bous pour la Construction des Voutes, ou Traité de Stereotomie, suivit Disseration sur le Genre de Decoration Apelée les rdres d'Arquitecture*. En ella propone el nombre de estereotomía y describe el concepto de proyecciones verticales y horizontales, pero se detiene sin aclarar principios generales de aplicación y se convierte en el

recetario semejante al de sus antecesores. Sin embargo el título mismo de *Théorie*, indica su intención de sistematizar¹⁶.

El caso de los antecedentes españoles de los trazos geométricos reviste gran interés. En nuestra opinión, la investigación contemporánea no le ha concedido la importancia que tiene. Por principio, todo desarrollo de las técnicas gráficas de representación para la construcción, durante la Edad Media, tiene que estar directa o indirectamente ligado a la práctica hispano-musulmana, en especial la carpintería, cuyo proyecto y ejecución son imposibles sin una detallada representación previa, que defina forma y dimensiones, tanto e3l conjunto como de cada pieza. Este fenómeno es independiente del número y calidad de los documentos gráficos que se conozcan, dado que el testimonio principal y definitivo lo constituyen los monumentos mismos conservados hasta el presente. Las dos obras escritas más importantes sobre carpintería mudéjar son la de Diego López de Arenas (1633) y la del novo hispano fray Andrés de San Miguel (ca. 1634). Ambas contienen dibujos muy semejantes y dan base para suponer la existencia de un documento anterior en el que pudieran haberse inspirado ambas, dada la simultaneidad de su aparición. Aún el manuscrito antecedente inmediato y de la propia mano de López de Arenas, fechado en 1613-1619, publicado por Manuel Gómez Moreno, deja buenas posibilidades, puesto que fray Andrés residía en México desde los últimos años del siglo XVI y no es probable que pudiera poseer copia del manuscrito de López de Arenas, que evidentemente, no se difundió.¹⁷ Procedentes de fines del siglo XVI o principios del XVII existen varios manuscritos muy valiosos sobre el *Arte de la montea*. El fenómeno español es de primerísima importancia y no tiene paralelo en otros países. Posiblemente los dueños de imprentas pensaron que una obra sobre trazos no se vendería, o quizá por mera coincidencia, pero los impresores no se interesaron por publicar una serie de obras escritas sobre este tema, la

¹⁶ J.Chaix, *Traité de copue des Pierres (Stereotomie)*, Paris, H. Chairgrasse Fils Editeur, s/a, p.l.

¹⁷ Manuel Gómez Moreno, *Primera y segunda Parte de las reglas de la Carpintería, Hecho por López de Arenas en este año de MDCXVIII, Madrid de Don Juan 1966*

mayoría hechas con la intención de ser conocidas. Es el caso de los manuscritos de *Hernán Ruiz el Joven* (entre 1545 y 1562), de Alonso de Vandelvira (entre 1575 y 1590), de Xinés Martínez de Aransa (ca. 1595), de Juan de Portos y Castro (principios del siglo XVII), de fray Andrés de San Miguel (1634) y de Joseph Gelabert (1653). En conjunto y en particular, estas obras superan tanto en contenido técnico como en amplitud, todo lo publicado en Francia, aun después de este periodo. La importancia de estos manuscritos españoles solo puede explicarse, en nuestra opinión, por el antecedente hispano-musulmán.

El dimensionamiento de los elementos constructivos de las edificaciones novohispanas se definía siguiendo normas empíricas, transmitidas tradicionalmente desde la mas remota antigüedad, siendo los métodos medievales los mas usuales, aunque ya adaptados por los criterios renacentistas.¹⁸ La teoría mecánica de las estructuras, no pudo tener aplicación directa en las construcciones de nueva España sino hasta bien entrado el siglo XVIII, con la intervención de algunos ingenieros militares europeos y con la posible, pero poca influencia de algunos arquitectos españoles formados en la *Real Academia de Bellas Artes de San Fernando* de Madrid, fundada en la primera mitad de esa centuria.¹⁹

¹⁸ Martínez del Sobral y Campa Margarita. Los conventos Franciscanos del Siglo XVI. En el estado de Puebla", tesis doctoral, UNAM. México, 1987.

¹⁹ Chanfón, Olmos Carlos, Arquitectura del siglo XVI, temas escogidos UNAM, Facultad de Arquitectura, México 1994, p. 151

CAPITULO 4.

CONSTRUCTIVIDAD Y FORMALIDAD DEL TEMPLO NOVOHISPANO.

4.1.-El templo conventual.

Los antecedentes que generaron esta nueva arquitectura, son factores de carácter ideológico, político y social de los dos grupos participantes en la producción de un nuevo proyecto, y son aspectos base de información imprescindible para una mejor comprensión y correcta lectura de estos edificios, lo cual es utilizado como cuerpo introductorio en este trabajo .

La cultura constructiva indígena americana, y en el caso concreto de Michoacán antes y durante en siglo XVI, simplemente era diferente porque atendía solo a sus necesidades , como la de los demás pueblos mesoamericanos ha de ser vista con el criterio antropológico de valorización de la cultura en general. Los factores de zona y clima, muy diferentes a los europeos, así como los aspectos de agricultura, sociedad y religión generaban necesidades que estaban acordes con la arquitectura que tenían y que ellos necesitaban producir.

La necesidad de cubrirse con una casa era prácticamente mínima, de tal manera que lo hacían construyendo sencillas casas de planta cuadrada, rectangular o circular, con muros de vara tejida y enjarrada con lodo ó bien en algunos casos de adobe. Las techumbres eran inclinadas resueltas con un sistema de paja especial.

Los horizontes criollo y mestizo, constituyeron el escenario cultural en la Nueva España del siglo XVII. Ambos, son los nudos de la consolidación de una ¹cultura y de un sentir novohispanos, que fundamentaron la identidad cultural a en la vida virreinal.

La unión de la estética renacentista con las tradiciones constructivas americanas, el artificio de una nueva dieta alimenticia y la revaloración de productos mercantiles, la invención de nuevos mitos, leyendas e imágenes, son realidades que confirman una interrelación, próxima, sutil y flexible entre los mundos de la heterogénea población novohispana.

La vida monacal todavía muy entintada de la época medieval fué transformada en el nuevo mundo a fin de avanzar acorde a una nueva misión, no solo de evangelización sino también de la construcción de una nueva sociedad, todo lo cual generó un programa arquitectónico diferente que lo singulariza como propio y base de la producción de ese gran género histórico nuestro: la arquitectura conventual mexicana del siglo XVI.

El proyecto arquitectónico de la época medieval, como ya se dijo, tomó sus esquemas principales a partir del proyecto benedictino de la época carolingia, y esto vino a arrojar rasgos característicos todavía hasta el siglo XVI en Nueva España, pero con sus adaptaciones al nuevo mundo. Aquí se hace referencia a él por considerarse factor importante del antecedente arquitectónico, relacionado también con las formas y dimensiones que inciden en su configuración constructiva y estructural, que sin duda también debió conjugarse con el conocimiento constructivo indígena.

Los templos conventuales del siglo XVI en Nueva España que aquí tratamos son todos de planta de nave única, situados a la parte norte del convento, de manera que no le obstaculiza a éste el asoleamiento; la disposición de planta,

como se verá mas adelante guarda proporciones interiores aproximadamente de 1 de ancho a 4.5 de largo, y la proporción de altura de los muros no llega al cuadrado, o sea, de 11.0 m de ancho por 9.0 m de altura al arranque de los arcos de las bóvedas o al recibimiento de los envigados.

4.2.- La posible influencia de los tratados de arquitectura.

La incorporación de los tratados de arquitectura europeos al mundo intelectual criollo es un problema de investigación que solo ha resuelto la razón de que fueron pocos, tardíos y quizá secretamente utilizados; cobran gran importancia, ya que son , al igual que la edificación misma, un testimonio de la interpretación e identificación individual y colectiva del espacio habitable y la decodificación de una manera de *habitar* en el mundo. Contienen la manifestación de una proyección epistemológica, de la cual, se revela una proyección ontológica y una presencia veraz del pensamiento de una época, de la mentalidad del individuo y de las búsquedas del colectivo.

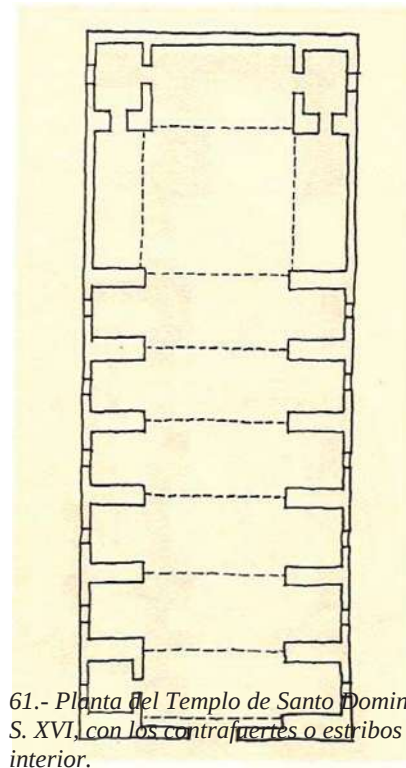
Poco se sabe sobre la formación profesional de los arquitectos novohispanos del siglo XVI; la herencia constructiva prehispánica de los maestros constructores naturales tomó gran parte en las técnicas y organización del trabajo para llevar a cabo la monumentalidad de las obras de esa centuria. La necesidad de funcionalidad y de resultado estético probablemente superaron a la necesidad de preocupación estructural y por ende del dimensionamiento.

Durante las dos terceras partes del siglo, los tratados de arquitectura de la Europa del siglo XVII, a semejanza de sus antecesores, conservaron la autoridad de la obra vitruviana como eje de la teoría de la arquitectura. La atracción que Europa sentía por Italia y sus excepcionales artistas, no sólo significó que los herederos de la tradición clásica fuesen los tratados renacentistas italianos, sino también, los tratados contemporáneos españoles, franceses y flamencos.

Si bien en el siglo XVII las traducciones de Vitruvio junto a la obra de Alberti, Serlio, Barbaro o Vignola , son aún poderosas directrices teóricas para el mundo de la arquitectura y del arte, se puede distinguir entre los tratadistas de

este siglo una preferencia ya sea por una tradición italiana humanista clásica o por una visión crítica de la obra vitruviana que se sustenta en la nueva visión matemática del conocimiento. La primera postura es común entre los tratadistas del XVII italianos y españoles, mientras que es entre los franceses y flamencos donde se manifiesta con mayor claridad los indicios de la distinción moderna entre ciencia y humanidades como premisas independientes.

Hay que advertir que durante el siglo XVII, es inadecuada la disociación del aspecto técnico del contenido, con lo que sería propiamente el aspecto teórico de los tratados de arquitectura. Se puede considerar que en el ámbito práctico, es decir, el tratado como manual, estos textos de la época incorporan el saber científico a través del saber técnico. Ahora bien, el aspecto científico de los tratados de carácter técnico florece en los siglos XV y XVI, y es en ellos donde se percibe que el mundo de los artesanos es el primero en buscar el contacto con los ambientes humanísticos, no sólo por el conocimiento de las obras de los clásicos,



61.- Planta del Templo de Santo Domingo en México. S. XVI, con los contrafuertes o estribos invertidos al interior.

Vitrubio, Arquímedes, Euclides, sino también por el interés de incorporarse a estos grupos.

Muchas de las traducciones de los clásicos durante el Renacimiento fueron dedicadas u orientadas expresamente a los artesanos. En 1547 Jean Martin, el traductor de Vitrubio al francés, escribe para *les ouvriers et les autres gens qui n'entendent pas la langue latine*; en 1548, Walter Rivius al presentar en alemán el mismo texto se dirige "a los artesanos, a los artífices, a los escultores, a los arquitectos, a los tejedores" ². Las obras de Euclides, Arquímedes, Vitrubio o Herón, no solo se conocen en el círculo intelectual

² Paolo Rossi, *op. cit.*, p. 29

humanista, sino también entre grupos de artesanos que aspiran incorporarse a esta élite.

Sin embargo, la intención fundamental de la arquitectura renacentista es constituirse en modelo conceptual del cosmos. Galileo marca el primer momento en el proceso de geometrización del espacio vivido, coincidiendo con el inicio de la disolución del cosmos tradicional. La naturaleza no es ya una armoniosa composición de seres y formas vivientes, sino una compleja totalidad de cuerpos abstractos relacionados en un espacio geométrico; este espacio se define en términos de ejes medibles. El hombre es localizable en un espacio geométrico, en un sistema matemático: la *res extensa* cartesiana. Esta matematización del universo es el fundamento para todo conocimiento, y es a través del lenguaje matemático como se estructura una lógica racionalista.

Existen evidencias de muy poca circulación de los tratados de Arquitectura en el siglo XVI en Nueva España, particularmente de los tratados de Alberti, Vitruvio y Serlio. El tratado de Palladio fue traducido al castellano en 1625, y no se dispone de ninguna noticia de su aparición en versión original desde el siglo XVI, y al aparecer lo mismo sucedió con el tratado de Vignola.³

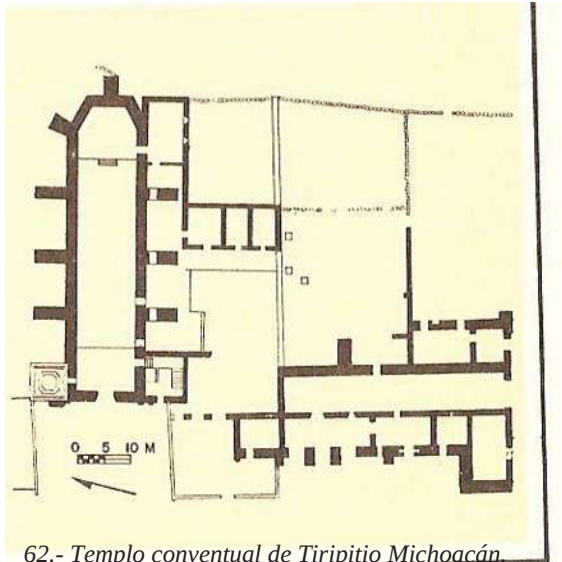
De cualquier manera, los contenidos en lo constructivo y estructural en estos tratados son escuetos y muy frecuentemente confusos, además que no había suficientes arquitectos o letrados que los pudieran interpretar.

4.3.- Notable ausencia de arquitectos españoles en el periodo de fundación.

Para los efectos de este trabajo, tomaremos por igual significado el término de arquitecto al de maestro de arquitectura ó maestro

³ WOLFANG MARQUARDT MICHEL, **Los Tratadistas europeos y su repercusión en Nueva España**, tesis maestría en Historia, UNAM, 1977. p 194.

mayor de arquitectura, que fueron los términos más usados hacia finales del siglo XVI y durante el siglo XVII.



62.- *Templo conventual de Tiripitio Michoacán*
aquellos que se dedicaron a la edificación de manera directa o indirecta, y los distingue en cuatro clasificaciones:

La ausencia de arquitectos en ese siglo fue notoria comparado con el gran volumen de obra ejecutada, valiendo aquí la pena distinguir que el arquitecto era visto a la manera renacentista y moderna de la persona que planea edificios, diferente al que los ejecuta.⁴ Margarita Martínez utiliza el nombre de “frailes constructores” a

- 1.-Los promotores.- Que se encargaban de animar y sostener la obra material.
- 2.-Los proyectistas.- Podían hacer proyectos y también supervisar ó construir.
- 3.- Los constructores.- Que se encargaban de revisar el proyecto y edificarlo.
- 4.-Los supervisores.- Que se encargaban de revisar la obra de acuerdo a un trazo y proyecto dado.⁵

Posteriormente escribe que ha sido un tema muy poco estudiado. Es notoria la ausencia de información sobre la formación constructiva que pudieron tener los primeros frailes, y los puntos orientadores solo van en función de analizar el posible carácter personal que tuvieron ellos en sí, y sus antecedentes en Europa.

⁴Kubler, George, *op. cit.*, p. 114.

⁵ Martínez, del Sobral, Margarita. *op. cit.* p.52

George Kubler, quién ha sido una autoridad en la investigación de este tema, escribe en “Arquitectura Mexicana del Siglo XVI” varios postulados que para el caso resultan fundamentales para esta importante reflexión basado en que la aparición de la arquitectura renacentista en España, Francia y norte de Europa no puede establecerse hasta bien entrado en siglo XVI; que respecto a la posible influencia del tratadista Sagredo, quién escribió un comentario de Vitruvio titulado “Medidas del Romano” , publicado en Toledo en 1526, en aquella época no constituía sino un injerto incapaz de sobrevivir en el híbrido repertorio del estilo español”. que si bien en 1565 apareció en España la traducción de los libros III y IV del tratadista Sebastiano Serlio, hecha por Villalpando, ésta no proliferó hasta el siglo XVII”; que Mc. Andrew y Toussaint han sugerido que las ilustraciones de los libros, aunque no trataran de Arquitectura, inspiraron a los constructores en México, especialmente a los frailes, cuya preparacion técnica era deficiente. Sin embargo, señala Kubler, las ilustraciones sirvieron ocasionalmente a pintores y escultores; los constructores, empero, no pueden actuar con aproximaciones ó métodos vagos de composición; se requiere de conocimientos precisos.” que también se ha sugerido que se construyeron con base en planos y dibujos elaborados en España; Sin embargo, señala Kubler, los constructores europeos de la época no confiaban tanto en los dibujos arquitectónicos. “Las convenciones existentes se referían a nociones más generales de los “parti”, (partidos arquitectónicos) y el plano. La previsión gráfica exacta de los detalles de construcción era imposible en el siglo XVI”; que mucho más importante que cualquier transmisión gráfica ó escrita fué el recuerdo de edificios admirados en España”. No había necesidad de traer dibujos de Europa, ya que en Nueva España había artesanos muy capaces de elaborar planos y alzados.-Esta ausencia de trasmisión gráfica, ayuda a explicar la gran riqueza de variedades en la Arquitectura del siglo XVI.” y que durante más de una generación después de la caída de Tenochtitlan, no hubo en Nueva España, arquitectos profesionales”.

Por otra parte, Diego de Basalenque relata que en lo que más se aventajaron los indios fué en la cantería y samblaje, porque estas dos cosas que eran necesarias para la Iglesia y convento, y así se escogieron

buenos oficiales españoles, “*de que ya había en abundancia en la tierra, (s.XVII), enseñáronles bién, y salieron tan eminentes, que ellos por sí, hacían muchas obras*”.

En la región poblana destaca Juan de Alameda, a quién Margarita Martínez considera como primer autor de las bóvedas de nervadura. Cabe también pensar que desde las primeras expediciones de españoles empezaron a llegar algunos oficiales de construcción; Peter Boyd Bowman, no registra a ninguna persona con el oficio de arquitecto, sino a siete canteros y a un maestro cantero que llegó a Santo Domingo desde 1510, “*a haser y edificar las Iglesias de la dicha isla española*”⁶, y únicamente a 8 albañiles españoles de 1513 a 1517, lo cual era muy poco aún. Guillermo Tovar de Teresa en el artículo “*La Utopía del Virrey de Mendoza*” intenta hacer una nómina sobre los arquitectos existentes en el periodo de 1535 a 1550 en base a información del Archivo general de Notarías de México, y únicamente menciona a los siguientes: Juan Ponce, (quien fuera contratado para ejecutar “*la traza e asiento de la Ciudad de Mechuacán que agora se haze, como para las Yglesias e monasterios,..*”) Toribio de Alcaráz, (Arquitecto con título, hasta 1550, a quién le fue encomendada por Vasco de Quiroga la construcción de la pretendida gran Catedral de San Salvador en Pátzcuaro), Juan Viscaíno (a quién se mandó revisar la traza de la vieja Catedral de Puebla), y a Claudio de Arciniega, (a quién se le encomienda la Catedral de México), habiéndose pedido por el sucesor del virrey Mendoza, Alonso de Montúfar, al Consejo de Indias que para la catedral diciendo: “*mándenos enviar la traza que fuere servido y un buén maestro que aca no le hay*”.⁷

Igualmente los principales tratados de arquitectura, como completos instructivos normáticos en el buen arte de la misma, tuvieron muy poco tiempo para haberse integrado a Nueva España en el siglo XVI; algunos de los principales tratadistas y los años de edición de sus obras en España son: Diego de Sagredo en 1526; Sebastiano Serlio en 1552; Leone Battista Alberti

⁶Bowman, Peter Boyd, **Índice Geobiográfico de Más de 56 Mil Pobladores de la America Hispánica; 1493-1519**, México, Fondo de Cultura Económica, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1985, p. 156.

⁷Tovar de Teresa, Guillermo, **op. cit.**, p. 97.

en 1582; Marco Vitruvio Polión en 1582; Juan de Arfe y Villafañe en 1585; Giacomo Barozzi da Vignola en 1593; Andrea Palladio en 1623; Diego López de Arenas en 1632; Fray Lorenzo de San Nicolás en 1633.⁸ De esta manera, el fraile constructor novohispano no tuvo gran oportunidad, ni al parecer la preparación necesaria para comprender la información recomendada y normativa de los tratados de arquitectura que en ese entonces pudo tener a su alcance, ya que además de que no había una circulación intensa de estas obras escritas, el contenido de los tratados son normas particulares de las que es requerido dominar la geometría y tener oficio arquitectónico y constructivo para poder comprenderlas, situación que rebasaba los alcances de práctica que pudieron tener la mayoría de los frailes. En el caso del virrey de Mendoza, de quien se ha dicho haber leído el tratado de Alberti, y haberse influenciado en él para muchas decisiones tomadas; resulta muy difícil pensar en su intervención directa y específica para sustanciar los conocimientos técnicos de un tratado, aplicados a la particularidad de cada obra y de todo su proceso constructivo. Más bien resulta lógico pensar en cierto tipo de convenios entre el virrey y las órdenes sobre las generalidades de los proyectos, quedando la problemática constructiva a resolver por los frailes y constructores indígenas conjuntamente en cada caso. Tanto Kubler como Tovar de Teresa, citan de las *"Instrucciones que los virreyes de Nueva España dejaron a sus sucesores"* al virrey de Mendoza que escribe: *"En lo que toca a edificios de monasterios y obras públicas, ha habido grandes yerros, porque ni en las trazas ni en lo demás no se hacía lo que convenía, por no tener quién los entendiese, ni supiese dar orden en ello. Para remedio desto, con los religiosos de San Francisco y San Agustín concerté una manera de traza moderada, y conforme a ella se hacen todas las casas"*.⁹

4.4.- Antecedente medieval en el templo conventual novohispano.

⁸Ver: Chanfón Olmos Carlos, **Lexicología Histórica Arquitectónica**, México, UNAM, Facultad de Arquitectura, 1987.

⁹Tovar de Teresa, Guillermo, **op. cit.**, p. 29.

La descripción detallada de los espacios y funciones de los conventos quedará fuera de los propósitos principales de este trabajo, y simplemente citaré los esquemas de disposición funcional que se dieron en el proyecto arquitectónico del convento de Sankt Gallen, en el Cantón suizo, en donde existe un documento conocido como “El plano de Sankt Gallen”, que es considerado como un tesoro, ya que es testimonio de la existencia de un programa arquitectónico definido para monasterios del siglo IX, y el cual es representativo de los conventos del periodo carolingio.

Es una hoja de pergamino de 77 x 112cm que contiene los croquis de los edificios necesarios para un monasterio típico de la época. Es una gran planta de conjunto donde se indican los objetivos de cada estructura arquitectónica, las funciones de cada uno de los locales y su equipamiento básico.

Es de hacer notar que la distribución arquitectónica obedecía a recomendaciones de los capítulos de la regla, donde se establecía que se hiciera de esa manera “*de ser posible*”, y que en general, existía libertad para hacer modificaciones según conviniera. El espíritu de San Francisco recomienda las construcciones pobres y pequeñas. El mismo declaró a sus hermanos menores: “*Nuestro claustro es el mundo*” y no se necesitará más libros ni más ciencia que la meditación del crucificado, ni más normas de vida que la esencia de su Regla: vivir el evangelio; ni más morada que nuestro planeta. A pesar de estas recomendaciones de su fundador, la orden es dividida en espiritualistas y conventuales. Estos últimos pugnaron por tener pequeños y sencillos conventos adecuados para el mejor desarrollo de su ministerio y así surge el Sacro Convento de Asís, que deriva su programa arquitectónico de los conventos benedictinos y se le considera el convento “madre” de todos los sucesivos.

El programa monacal para los conventos de la Nueva España tuvo que ser adaptado a las necesidades propias de la nueva fundación. Un esquema heredado desde el medievo carolingio y transformado a las necesidades de una nueva labor misional de territorio extenso, donde habían desaparecido los requerimientos de encierro con autonomía económica así como los de defensa

ó fortaleza. Desaparece el núcleo especial para el abad, y en cuanto a las habitaciones para huéspedes distinguidos se siguieron ocupando pero para dar en algunos casos alojamiento al virrey y su séquito en caso de visita.

Otro aspecto importante es la conservación de la escuela, que en el caso americano fue para los niños indígenas, pero sin edificio en el nuevo programa arquitectónico, ya que en Nueva España se acostumbraba a dar las lecciones de educación al aire libre. También desaparecieron del programa carolingio la enfermería, los talleres artesanales, las áreas para animales domésticos y las habitaciones para artesanos y granjeros.

Los nuevos elementos del programa arquitectónico fueron: en primer lugar el templo, generalmente de una sola nave, el cual podría tener ábside poligonal si se pensaba para recibir bóveda ó bien cuadrangular si iba a recibir cubierta de madera. Casi no se pensó en torres para el campanario desde su origen, ya que era una costumbre franciscana desde el siglo XIII el no usarlas. Generalmente las torres en los templos que nos ocupan son agregados por el clero secular en siglos posteriores. Otro elemento característico fue el claustro del convento, heredado de la época medieval, generalmente cuadrangular, con corredores porticados y jardín al centro; al sur del corredor del claustro generalmente estaba un almacén ó bodega. En la planta baja se ubicaba sacristía, el refectorio, la cocina y el huerto, mientras que la alta era ocupada para las celdas ó dormitorios, al igual que la biblioteca y la “sala de profundis” o sala capitular, donde los monjes se reunían para oír pláticas y discutir los problemas ordinarios.¹⁰ Los sanitarios fueron letrinas ubicadas en las zonas de servicio. Los patios o atrios son otro elemento característico en donde se desarrollaban múltiples actividades para la doctrina, actividades procesionales y la celebración eucarística al aire libre a partir de la capilla abierta, generalmente integrada al convento y que constituye una característica aportativa de américa al nuevo proyecto conventual.

¹⁰Chanfón Olmos, Carlos, **Conventos Coloniales de...op. cit.** Los cronistas novohispanos llamaron “Sala de Profundis” a la sala capitular por la costumbre que tenían los monjes de iniciar las sesiones con la recitación del salmo CXXIX, cuyo primer versículo empieza diciendo: “*De Profundis clamavi ad te Domine;....*”

Así, este nuevo programa arquitectónico también se vio objeto de transformaciones en la Nueva España en las que la aportación indígena indudablemente se dio en forma importante.

El claustro, desde el esquema Carolingio era el lugar exclusivo para los monjes, sin que nadie los molestara, por lo tanto se prohibía el acceso a él. En gran parte de los conventos europeos, el claustro no tenía salida directa al exterior ó calle, sino se podía pasar a él únicamente por medio de un acceso llamado “locutorio de los monjes”, lugar en que se lavaban los pies; sin embargo, en el esquema americano vemos ya una salida directa del claustro al exterior, pero siempre restringida con un espacio de doble puerta, él cual es llamado comúnmente “portería”. Dentro del esquema característico se encuentran los siguientes espacios:

El siglo de la evangelización dejó en manos de los misioneros mendicantes el reto de enfrentar los criterios educativos del universo cultural indígena. El misionero pudo cumplir el papel de guía y supervisor, pero fue el propio mundo indígena el que suministró instructores, conocimientos y técnicas apropiadas. Las aportaciones europeas de los frailes misioneros enriquecieron la oferta pedagógica organizada a la sombra de los monasterios mendicantes. Después de la guerra y los abusos, vinieron las epidemias, y con ellas la muerte de un altísimo porcentaje de la población indígena. Casi el 96% de la población autóctona del altiplano, murió. Los grandes proyectos educativos se fueron olvidando y al fin se dejaron de lado.

A finales del siglo XV, la percepción del nuevo mundo ofreció el campo propicio para dar un cauce nuevo a todos los pensamientos sociales, en la búsqueda de una nueva motivación para “*renacer*”.

De aquí, muchos de los planteamientos tomados en Europa, vinieron al nuevo mundo como escenario modelo de idealización; aún existía el recuerdo de lo sucedido en las ideas “utópicas” generadas en el fracaso de las cruzadas en el siglo XII, y con los últimos estragos del feudalismo. La reforma monacal iniciada en España, y el rechazo a la acción protestante tuvo una acción

paralela con la cual las acciones de renovación tomaron un papel protagónico más definido y concedido a los mendicantes en la misión de lavar los desastres de la invasión militar y empeñados en llevar una evangelización acompañada de la creación de una nueva sociedad que armonizara con los ideales cristianos de ese momento.

Erasmus de Rotterdam congruente con Tomás Moro, famoso en España por sus obras, había sido invitado por el Cardenal primado de Toledo, don Francisco Jiménez de Cisneros, a dar cátedra en la Universidad Complutense. Posteriormente el cardenal Cisneros fue nombrado por Carlos V su consejero, de manera que la influencia de Erasmo y Cisneros era de gran magnitud para la década de los veinte en el siglo XVI.

La idea de la creación de una nueva vida cristiana que se desembarazara de los vicios de la ambición y crueldad europea, vio su oportunidad de llevarse a cabo una vez establecida la necesidad de evangelizar al indígena americano, quien ya para entonces se había considerado que sí era humano. Esta oportunidad de lograr una nueva sociedad la emprendieron los frailes mendicantes, sin excluir desde luego también al clero secular, incluso a algunos funcionarios virreinales. Personajes como Don Vasco de Quiroga, Juan de Zumárraga, Bartolomé de las Casas e incluso el propio virrey de Mendoza, fueron protagonistas de esta empresa entre muchísimos más que aún la historia no los ha sacado de su injusto anonimato. Vasco de Quiroga, llegó a expresar conceptos de Utopía en forma escrita, fijó también seis horas de trabajo comunitario en la jornada de los habitantes de los hospitales de Santa Fe de México y de Michoacán¹¹

El primer paso condicionado de la utopía practicada por el mendicante consistía en lograr la conversión al cristianismo, ya que sin este paso sería imposible intentar el segundo, que era organizar la sociedad con nuevos esquemas de productividad, economía y religiosidad practicante; paso que generó el conflicto entre los encomenderos y predicadores, que más tarde

¹¹ Alcalá, Manuel, "Prólogo" en Moro, Tomás, **Utopía**, México, Editorial Porrúa, 1994, p. xxv.

terminaría con los intentos utópicos. Así, la traducción general del objetivo de Utopía en pocas palabras fue el de la creación de una nueva sociedad sencilla y honesta, fundada en las virtudes cristianas practicadas por los primitivos cristianos. La importancia de este modelo ideológico fue vital para lograr la evangelización en Michoacán, lo cual marcó sin duda el carácter arquitectónico y constructivo de las primeras construcciones conventuales franciscanas donde se encuentra la simplicidad y sencillez.

4.5.-Las capillas provisionales.

Al parecer, una común imprecisión se ha dado en muchos historiadores al intentar fechar las fundaciones de los templos y conventos del siglo XVI, pues a menudo se confunde la fecha de fundación de la orden en el sitio con la actividad constructiva a la que corresponde la edificación que ha llegado hasta nuestros días. La importancia que tiene un correcto fechamiento estriba principalmente en el conocimiento de la evolución del trabajo constructivo y de ahí toda una serie de información derivada de este testimonio para entender mejor ese proyecto que constituyó un gran género en la arquitectura novohispana. En el caso de los franciscanos, es sabido que al llegar trataban de vivir en auténtica vida mendicante y no pensaban mucho en grandes conventos. Pasar la noche a la intemperie como lo podía hacer sin problemas el indígena era compatible con la nueva filosofía y técnica de evangelización.¹² De hecho era prioritaria la tarea de convertir que la de establecerse, y para tal, pasaron varias décadas de ese siglo. En los casos que aquí se tratan, los templos y conventos de San Buenaventura, San Agustín y El Carmen en Valladolid, comunmente han sido atribuidos a los principios del siglo XVI, por la confusión histórica de los documentos de la fundación franciscana y el comienzo de actividades constructivas, pero la profundización de estos análisis y la lectura constructiva-estructural de sus construcciones nos da otra realidad, y es la que los edificios que vemos, salvo San Agustín, ahora corresponden a principios del siglo XVII.

¹²Chanfón, Olmos Carlos. “Conventos Coloniales de ... op. cit., p. 61.

Así, el templo conventual en Nueva España pasó a formar parte de un nuevo programa arquitectónico que tuvo sus variantes importantes respecto al europeo, pero que en sí fué utilitario para los monjes principalmente, ya que a los indígenas acostumbrados al culto abierto y a la intemperie les resultó difícil la ejecución del culto en un recinto cerrado bajo cubierta, generando así el diseño de las capillas abiertas, y utilizaron los atrios para diversas funciones de servicios, sobre todo de educación. Es por eso que al templo grande unido al convento lo llamo en este trabajo templo conventual, diferenciado totalmente de lo que fueron las capillas provisionales, las capillas abiertas para los indígenas así como las capillas llamadas “de visita”.

Los templos de una sola nave fueron predominantes en las construcciones del siglo XVI; Kubler escribe que la creación de los templos de este tipo no es originaria de España, pues de haberse seguido la tradición española de ese momento se hubieran construido según el estilo “cripto-colateral”, que se dio en el gótico de Cataluña y en la España de los Reyes Católicos. Una posibilidad de influencia en este diseño sería el considerar que el centro de reclutamiento de los frailes franciscanos de 1530 a 1540 estuvo en el sur de Francia, de donde vinieron varios frailes a México,¹³ y otra el de considerar las posibilidades de cada sitio en función del número de habitantes, atendiendo a lo que se concebía anteriormente por algunos arquitectos europeos como Rodrigo Gil de Hontañón y Lázaro de Velasco como templo idóneo para pueblos medianos.

Un dato interesante lo encontraremos en lo escrito por el cronista agustino fray Gerónimo Roman, citado por Kubler en el sentido del significado espiritual del templo de una nave, que era el representar a la Iglesia apostólica en su sencillez primitiva, interpretación que tiene su fundamento en la literatura del cristianismo primitivo, y lo cual resulta congruente con el carácter de esa gran empresa de evangelización y formación de una nueva sociedad basada precisamente en el cristianismo primitivo.

¹³Kubler, George, **op. cit.**, p. 250.

En los templos conventuales en el siglo XVI, la ausencia de ventanas es muy notoria en proporción al volumen interior, y están situadas generalmente en la parte alta de los muros. templo conventual, claustro como núcleo de distribución: patio porticado, portería y recibidor, refectorio con sus apéndices: cocina y panadería, celdas y dormitorios, sala capitular, letrinas y baños para monjes y el huerto. En algunos conjuntos también figura la biblioteca y hacia el exterior, capilla abierta al claustro, con resguardo aportelado.

También se ve que en la edad media, al no existir mesones ú hoteles, los viajeros de cualquier clase social podían alojarse en los monasterios si anochecía, por lo tanto, también es común ver algunas habitaciones con acceso directo al exterior, esto en algunos conventos americanos. El espacio para enfermos utilizado desde el esquema carolingio también se manifestó en América, pero en nuestro caso de manera diferente. La creación de un hospital, no solamente para enfermos de salud física, sino enfermos del espíritu y de pobreza, constituye en Michoacán una variante dada en función de una conversión seguida del ensayo para la creación de una nueva sociedad diferente, influenciada por las corrientes “utópicas” en la ideología reformista de los mendicantes europeos, surgiendo así el conjunto hospitalario, el cual además contaba con toda una serie de elementos característicos y funcionales para enfermos, médicos, ancianos, oficios y su propio templo ó capilla.

Al parecer, en un principio la construcción del convento de los mendicantes en América, no fue su principal objetivo; sus necesidades básicas de habitación eran fácilmente resueltas, ya que cualquier refugio les era suficiente. Fray Diego de Valadés habla de la “habitación común de los monjes” en la narración de las primeras experiencias misionales.¹⁴

Poco a poco se fueron proyectando los conventos, en solución a una respuesta de mayor organización catequizante, y así surgieron los conventos como casas

¹⁴Valadés, Didacvs, *Rhetórica Cristiana ad Condicionnandi et Orandi Usus Accomodata Utriusque Facultatis Exemplis suo loco Insertis*, Pervsa, 1579, citado por Carlos Chanfón Olmos, *Historia de la Arquitectura....op. cit.*, p. 110.

sencillas, que posteriormente se fueron transformando, tomando ya un esquema formal de convento, pero con las modalidades funcionales americanas: los grandes atrios, las capillas abiertas y algunos motivos de decoración.

El espacio grande y abierto que forman el llamado atrio con la capilla abierta, es considerado como una indudable aportación de la cultura indígena en América al programa arquitectónico monástico mendicante, ya que constituyen una característica específica de los conventos mexicanos que no se tenía en el esquema carolingio desarrollado en Europa. Se dirá aquí que un partido arquitectónico es entendido como la concepción del espacio en su aspecto formal, o sea, la definición básica de forma y dimensiones de la planta, altura y espesores de muros. En el análisis físico-arquitectónico de los inmuebles que se hace definir que el diseño del partido arquitectónico del templo cristiano, fundado en el siglo XVI, sin duda tuvo su concepción de diseño en el recuerdo de modelos españoles;¹⁵ pero sin el seguimiento exacto de una copia de traza y más difícil aún resulta el pensar en la lectura normática de un tratado de arquitectura.

George Kubler menciona que la transmisión de diseños arquitectónicos en ese siglo por medios impresos fue rara en México, aunque sí había artesanos capaces de elaborar planos y alzados; considera que mucho más importante que cualquier transmisión gráfica ó escrita, fue el recuerdo de edificios admirados de España, aunque tales recuerdos eran vagos, y la mayoría de las veces necesitados de medidas exactas.

Para razonar sobre la elección de los sitios de fundación del templo cristiano ó de los conventos, entrando en materia constructiva, valuaríamos este aspecto con las tres motivantes, que fueron la superposición religiosa en un mismo lugar, como parte de una estrategia de conversión, la facilidad constructiva, en un terreno ya conocido por el indígena, con facilidad para el acopio de materiales, La jerarquización del templo en la traza para una nueva población, aprovechando en muchos casos la infraestructura prehispánica, formando

¹⁵Kubler, George, **op. cit.**, p. 113.

nuevamente el lugar sagrado como el núcleo concurrente de los demás espacios urbanos.

Robert Ricard, refiriéndose a los oratorios prehispánicos escribe que: “nada mas oportuno pareció al misionero que edificar sobre esa misma construcción su Iglesia” y cita a García Icazbalceta en la descripción de una carta que los obispos de México escribían a Carlos V, diciendo que los templos indígenas no habían sido destruidos, y pedían licencia para mandar demolerlos, a lo cual respondió el emperador: *“En cuanto a los cúes o adoratorios, encarga S.M. que se derriben sin escándalo y con la prudencia que convenga, y que la piedra de ellos se tome para edificar Iglesias y monasterios, que los ídolos los quemasen”*.¹⁶ La dificultad constructiva; muy probable es que el fraile evangelizador tuviera una gran preparación y cultura, sobre todo en los primeros grupos escogidos, pero muy difícil que su experiencia constructiva haya sido tal para poder haber edificado tanto. Aspectos como la elección de un partido arquitectónico, más imaginado o recordado de uno europeo a través de un dibujo, o bien, el trazado en papel de un prototipo por algún arquitecto o maestro mayor, no son determinantes a las soluciones constructivas y estructurales, ni a la organización del trabajo, tema de lo cual razonaremos más adelante, pero aquí bastará con deducir la facilidad que se tenía de escoger un sitio de fundación con el material al pie de la obra, producto de la demolición del templo prehispánico, y el tener a la gente constructora que conocía perfectamente las características del suelo de cimentación, entre muchas otras cosas.

En un mandamiento del virrey Don Antonio de Mendoza, fechado en 1543 en donde prohíbe que se hagan o edifiquen Iglesias y monasterios sin licencia suya, da facultad a un comisario general de la orden de San Francisco “ *para que los dichos pueblos e cada uno dellos los religiosos que llevaren licencia suya puedan en la parte que les pareciere ser más conveniente e necesario asentar e haxer una casa e monasterio a los quales encargo sea cómoda e del*

¹⁶Ricard, Robert, **La Conquista Espiritual de México**, México, Fondo de Cultura Económica, 1992, p. 107.

*tamaño e grandor que les pareciere ser conveniente y necesario según la calidad de dicho pueblo...”*¹⁷

El diseño del partido arquitectónico y concepción estructural de las construcciones religiosas edificadas en la Nueva España en prácticamente todo el siglo XVI, (que fueron casi trescientas monumentales unidades conventuales), no se pudo producir con la intervención directa de un experto en la arquitectura para cada caso, y difícilmente producida por el seguimiento cuidadoso de algún tratado de arquitectura.

La configuración del partido arquitectónico y estructural de la arquitectura religiosa, particularmente la de los templos, pudo ser parcialmente interpretación de prototipos recomendados por alguno de los pocos arquitectos que hubo en la época, tomando en cuenta las posibilidades de cada lugar así como el número de habitantes que en el había.

La constructividad propia de esta arquitectura requirió la conjunción de varios factores de análisis previo y organización del trabajo, tales como la percepción del dimensionamiento estructural de los elementos del templo en función del partido arquitectónico concebido, la disponibilidad de materiales, y las técnicas, experiencia y organización constructiva, en donde tuvieron que haber participado de manera importante los indígenas aprovechando su cultura constructiva.

El proceso de descubrimiento, exploración, conquista y colonización de la Nueva España, va implantando paulatinamente un sistema de socialización español, lo cuál fué un proceso de amplias dimensiones sin paralelo¹⁸, pero no exactamente igual a lo manejado en la España del entonces, sino ya entintado con las ideas reformistas de organizar una nueva sociedad.

¹⁷Tovar de Teresa, Guillermo, **op. cit.** apud Ricard, Robert, **op. cit.**, Notas en Bibliografía.

¹⁸Arvizu Carlos, **Urbanismo Novohispano en el siglo XVI**, Fondo Editorial de Querétaro, Querétaro, 1993.

En Michoacán se realizaron reasentamientos de diseño europeo, los cuales servían de prototipo en posteriores programas de planeación de comunidades indígenas.¹⁹ Muchos factores de planeación tributaria, así como la polémica y pugna entre el obispo Vasco de Quiroga y el Virrey Antonio de Mendoza por el establecimiento de la sede del obispado y de los poderes civiles en Michoacán ocasionó movimientos de población y reasentamiento de pueblos de indios. A la nueva capital fueron llevado indios de múltiples partes para reforzar con familias el proyecto Quiroguiano.

Por su parte el Virrey, con un proyecto político diferente al de Quiroga, llevó a cabo igualmente concentración de pobladores indios en varios lugares, generando un impacto local y regional a largo alcance.²⁰ Independientemente de los pueblos de indios, también las congregaciones fueron necesarias para ayudar en los trabajos de la fundación de nuevas ciudades. La nueva Ciudad de Michoacán *“surgió señalada por la diferenciación que tajantemente dividía a los pobladores de la novohispana: españoles por una parte, indios por la otra. La corona promovió una política de segregación entre población blanca y nativa, creando asentamientos para unos y otros”*.²¹ Los diferentes estadios culturales que se produjeron en estas congregaciones convirtieron el caso de la ciudad, en una conurbación en donde se distinguía el trazo nuevo para las casas principales y los barrios conurbados en donde vivían los indios trabajadores, pero también hubo múltiples casos de congregaciones de indios que se encontraban desolados por el rompimiento del asentamiento de su pueblo prehispánico en la lucha de la invasión ó por el despoblamiento causado por las epidemias; de tal manera que fué necesario formar nuevas concentraciones de indios de diversas partes para instalar nuevos grupos de trabajo tributario al sistema dominante español. Las Ciudades o pueblos eran reforzados para el trabajo, y en consecuencia el estrato social de trabajadores se quedaba a formar parte de la población de la Ciudad; en la Ciudad de

¹⁹Peter Gerhard, “Congregaciones de Indios en la Nueva España antes de 1570” en **Historia Mexicana**, No 103, 1977, p.366.

²⁰Paredes Martínez, Carlos, “Gobierno y Pueblo de Indios en Michoacán durante el Primer Siglo Colonial” en **Historia y Sociedad; Ensayos del Seminario de Historia Colonial de Michoacán**, México, CIESAS y UMSNH, 1998, p.3.

²¹Vargas Uribe Guillermo, “Crecimiento demográfico y proceso de urbanización en Guayangareo-Valladolid- Morelia 1541-1993” en **Notas Censales**, Revista cuatrimestral, No 12, 1995, INEGI, Morelia, p.34.

Michoacán ó Valladolid, “²²se planteó la necesidad de llavar a cabo una congregación de indígenas de ese lugar, con la finalidad de revitalizar la ciudad e inducir su despegue demográfico y urbano”

Así, estos indios congregados sirvieron mucho para organizar la empresa constructiva, la cuál comienza con la definición de un diseño su traza e interpretación , así como la organización del trabajo para la realización de la obra.

Kubler realiza una auscultación a varios templos medidos,²³ en las que prácticamente la relación del partido arquitectónico en cuanto a longitud, de aproximadamente 50m de largo, 20 m de altura y 11 m de ancho, y que son las siguientes: Tlaxcala, Zempoala, Tula, Cholula, Atotonilco, Tepeaca, Huaquechula, Huejotzingo, Actopan, Tochmilco, e Ixmiquilpan,

Las medidas de los templos conventuales, en muchos casos no están tomadas con estricto apego a lo que dictaban los tratados, sobre todo en lo que concierne a la altura, y resulta lógico que cada caso les fue requiriendo sus condiciones de decisión técnica en el sitio de la obra. Por ejemplo, si el suelo de cimentación era suave ó firme; si se disponía de piedra y cal para los muros; el tipo de techumbre a recibir, el espesor de los muros y la forma de los cimientos, es evidente que en toda esta labor preparativa de trazo de la construcción concibió una planeación local del conjunto de la obra desde el desplante hasta la techumbre, con los recursos que tuvieron disponibles y por lo tanto en la dimensión que más o menos les pareció segura. Resulta interesante y curioso ver que en las fórmulas anteriores aplicadas al claro transversal de las naves de los templos aquí ensayados que es de aproximadamente 11 metros y que dividido entre 13 como lo especifica la fórmula nos dá como unidad la vara castellana, por lo tanto el espesor del muro igual a dos varas, que es la altura promedio del hombre.

²²Lemoine citado por Vargas Uribe, Guillermo, **op. cit.**, p. 34.

²³Kubler, George, **op. cit.**, apud, Simón García, **Compendio de Arquitectura**, VII, p. 127. “La Iglesia para cualquier pueblo mediano, debe medir 50m de largo, 20 de altura y 11 m de ancho, ha de subir a la clave del arco pripiano setenta; largo de la torre sin aguja, 34m”. (Compendio de información recopilada en el siglo XVII).

4.6.- Cultura arquitectónica novohispana en el s.XVII

Posteriormente el escenario arquitectónico novohispano en el siglo XVII comenzó seguido del antecedente de una gran empresa que lo fue la construcción del complejo conventual del siglo anterior, en donde el volumen y tipo de arquitectura de la obra ejecutada supera todos los periodos de la época novohispana y se distingue en todo un género de arquitectura mexicana; sin embargo, la técnica constructiva implica combinaciones culturales que en cada elemento conviene distinguir, empezando por lo que se heredó de la cultura española, que básicamente fue el patrón formal del diseño.

En el siglo XVII los tratados de arquitectura que se utilizaron en la Nueva España durante el virreinato, fueron fundamentalmente los renacentistas italianos. En segundo lugar estuvieron los de origen español. La influencia de los tratadistas franceses, se hace notar en los tratados relacionados con la fortificación y aquellos relacionados con la teoría la perspectiva. Sería hasta el siglo XVIII cuando los tratados franceses, aún los del siglo anterior, ocuparían un lugar definido dentro del pensamiento novohispano, sobre todo en la transmisión de los trazos de geometría descriptiva.

El impacto de la nueva ciencia afectaría indirectamente a la arquitectura novohispana a través de la participación de intelectuales de las ciencias abstractas, en el oficio de la construcción. Debido a lo cual, en el siglo XVII, se pueden vislumbrar, en torno a la lectura novohispana del tratado de arquitectura, otras vías de su consolidación cultural, como el discurso científico en el desarrollo de las ciencias abstractas en la Nueva España.

Según Chanfón, los recursos económicos para obtener los libros importados, la preferencia por los conocimientos sobre un fenómeno como la arquitectura , son algunos de los factores que hacen suponer que los posibles lectores, se encontraban, esencialmente, en la clase criolla y peninsular, en el gremio de los arquitectos, o en la clase de intelectuales.²⁴ Si se toma en cuenta el

²⁴ Johanna Lozoya Meckes, op.cit., (...)

contexto educativo de la clase criolla, se razona que el lector criollo intelectual pertenecía a un grupo social singular en su contexto, donde la cultura novohispana era esencialmente oral, existía el predominio de las lenguas indígenas sobre el castellano, y hay cambios fundamentales en la política educacional de la población.

En el siglo XVII, la enseñanza de la arquitectura, debe contextualizarse en el tradicional sistema de maestro-aprendiz, propio del nivel artesanal. Sin embargo, es a su vez el siglo XVII el periodo de positivo y progresivo acoplamiento entre el mundo de la teoría y el mundo mecánico. Si bien el oficio se aprendía en el gremio a través de la aplicación práctica de la geometría, de la matemática o de la física, en la construcción misma, aunque, a menudo, estas ciencias en términos teóricos y filosóficos eran fundamento, para muchos, de su conocimiento de las artes liberales.

El arquitecto novohispano del siglo XVII podía poseer una educación con raíces en el mundo artesanal pero con conocimientos teóricos, científicos y filosóficos, adquiridos, en ocasiones indirectamente, en el sistema pedagógico de las artes liberales. La educación se repartió en diversas instituciones que ofrecieron niveles pedagógicos con metas específicas. Las órdenes religiosas y los obispos, establecieron seminarios para los futuros clérigos, tanto frailes como seglares. La Compañía de Jesús distribuyó sus colegios, abiertos a laicos, por casi todas las ciudades importantes del virreinato y regularizó la enseñanza media. La Real Universidad Pontificia, incorporó a los internados existentes como residencias universitarias y otorgó grados, al lado de algunos colegios de la Compañía y seminarios tridentinos, donde se impartieron cátedras de nivel superior.

La Iglesia católica española en la cultura novohispana, propició el predominio del pensamiento escolástico en la filosofía y en las humanidades. La Compañía de Jesús, en principio, nació en el siglo XVI como un alfil ideológico de los estados católicos ante la amenaza protestante. Su postura coincidió con los criterios del Concilio de Trento, por lo cual hizo suyas las aspiraciones contrarreformistas de España y Austria.. Pero esta vocación defensora de las

espectativas ortodoxas de la facción católica, no se tradujo en una postura ideológica única y estática. Si bien dentro del círculo universitario se conocía el pensamiento científico que se estaba gestando en Europa, fueron los jesuitas, encargados de la educación de la élite criolla, quienes introdujeron a la Nueva España obras de vanguardia, y de excepcional valor. En el ámbito jesuita es en donde se generan cuestionamientos católicos, críticos y vanguardistas sobre el conocimiento científico y humanista de la época. La intelectualidad protestante, en ese momento, con tendencias a adoptar una línea burguesa y laica del conocimiento, tiene, paradójicamente, un homólogo intelectual en las filas jesuitas. Hacia finales del siglo XVII las tendencias se diversificaron y los líderes protestantes no se mostraron muy progresistas al defender la cronología judeocristiana con excesivo énfasis.

El pensamiento novohispano fue predominantemente escolástico en el ámbito de las humanidades, la presencia del hermetismo científico fue esencial en la obra filosófica y poética de sor Juana Inés de la Cruz y de don Carlos de Sigüenza y Góngora, así como en la obra científico-tecnológica de fray Andrés de San Miguel, del jesuita Alejandro Fabián y del cronista agustino fray Diego de Basalenque.

El vínculo esencial del conocimiento con las matemáticas, durante el siglo XVII, tiene un carácter moderado. Si bien la ciencia persigue el conocimiento a través de un sistema lógico, racional, objetivo y medible, la verdad última sigue vinculada con la creación divina. Es decir, ciencia y teología conservan su vínculo tradicional.

En el discurso teórico de la arquitectura del XVII pueden distinguirse dos vertientes del pensamiento filosófico nominado tradicionalmente con el ambiguo término de “moderno”: El conocimiento fundamentado en una interpretación simbólica del número y la geometría, y el conocimiento a través del número y geometría *reales*. La primera nos refiere a la ciencia hermética o hermetismo, fundamento de la visión emblemática de la arquitectura de Kircher, así como de las interpretaciones de Villalpando y Caramuel, entre otros. La segunda, que es una referencia al discurso científico cartesiano,

sustenta el origen del funcionalismo en la arquitectura y es visible en los tratados de carácter técnico, en los tratados de Arquitectura militar, en los conocimientos de matemáticas para la arquitectura o en una visión global científica de la arquitectura como la desarrollada por el académico francés Perrault. La visión simbolista, emblemática, perderá paulatinamente fuerza a fines del XVII, imponiéndose en el pensamiento y en la mentalidad europeas del último tercio del siglo la cosmovisión *racionalista* fundamento del pensamiento científico moderno, y que sería fundamento para la arquitectura barroca del siglo XVIII.

La Nueva España importa tratados de arquitectura a través de la elección y de la preferencia de autoridades de renombre en España. Predomina el gusto por los tratados renacentista italianos y es notoria la falta de ejemplares de teóricos modernos, sobre todo franceses, en el ámbito de la teoría de la arquitectura. Se encuentran, sin embargo, obras de marcado espíritu racionalista que se relacionan indirectamente con fundamentos teóricos y prácticos de la arquitectura, como es la construcción de máquinas y la arquitectura militar, la ingeniería hidráulica y la arquitectura civil, el cálculo y la geometría arquitectónica, etcétera.

Por otro lado, la enseñanza de la arquitectura en la Nueva España, a semejanza de España, era aún la enseñanza de un oficio, es decir de una arte mecánica. A diferencia de la experiencia francesa, la incorporación de la arquitectura a las academias se produjo durante el siglo XVIII. En el siglo XVII, en España, sólo se creó la Academia de Ingenieros y tuvo, esencialmente, un carácter local. Con ello, se acentúa el carácter tradicionalista de la enseñanza y de la teorización de la arquitectura. Sin embargo, el papel del arquitecto es diferenciado de aquel del albañil, y se espera de él una mejor y más universal educación.

En la Nueva España a diferencia del arquitecto quien era usualmente un criollo con diversos conocimientos de ingeniería, ingeniería militar, náutica, agrimensura, astronomía, máquinas de guerra, cosmografía, geometría y otros, que según el caso específico tenía que familiarizarse de una manera

autodidacta, los *albañiles* poseían un conocimiento artesanal incrementado con la práctica manual.

La participación de europeos no españoles en el ámbito de la construcción se encuentra aún en las esferas más altas de la sociedad . Se incorporaban en los diversos gremios que participaban en la construcción, gentes de los más diversos orígenes; aún los flamencos y alemanes, siempre en la mira de la Inquisición, integrarían grupos específicos como el de los carpinteros, salitreros, o inclusive cargos en la élite virreinal: Don Juan Boott natural de Delft, Holanda, por ejemplo, fue ingeniero real.

Los tratados que llegaron a la Nueva España son en su mayoría los tratados renacentistas del siglo XVI; sin embargo, algunos tratadistas del XVII, especialmente españoles, fueron conocidos por la élite de arquitectos criollos.

En España, la bibliografía española precedente tiene en Sagredo, Arfe y Caramuel, exponentes de relevancia que tendrían una gran influencia entre los teóricos. Diego de Sagredo, se formó en Italia y al regresar escribió las *Medidas del Romano necesarias a los oficiales que quisieran seguir las formaciones de las basas, columnas, capiteles y otras piezas de los edificios antiguos* (Toledo, 1526), un trabajo sobre la obra vitruviana dedicada más al arquitecto que al maestro de obra.

Juan de Arfe y Villafañe escribió una obra multitemática, *De varia Commensuracion para la sculptura y Architectura* (Sevilla, 1585) en la que trata de las figuras geométricas, los cuerpos regulares e irregulares, la proporción y medida de particular de los miembros del cuerpo humano, la altura y forma de animales y aves y la arquitectura y piezas de Iglesia.

La obra de Juan de Caramuel de Lobkowitz, es un caso excepcional, aún entre los tratados barrocos de la época. Su obra es única en cantidad y en variedad de temas; su visión enciclopedista del conocimiento le llevó a interesarse por múltiples disciplinas de las cuales escribió un amplio número de tratados. En 1667, publicó *Mathesis biceps. Nova eta vetus*, en la que en la primera parte

trataba sobre aritmética, cálculo y cálculos astronómicos, en la segunda sobre Algebra y en la tercera sobre Geometría. Posteriormente, esta obra se transformó en el primer tomo del *Cursus Mathematicus cujus tomus sunt quatuor*, que aparece en 1670 y que posee diversos tratados: el primero *Mathesis vetus*, el segundo *Mathesis nova*, el tercero *Mathesis Architectonica* y el cuarto *Mathesis Astronomica*. En 1678 desarrolló la parte de Arquitectura de su *Cursus Mathematicus* y publicó un obra exclusivamente dedicada a esta arte: *Arquitectura Civil recta y oblicua*. En ella concilia una metodología racionalista con una visión simbólica y fantástica en la reconstrucción del templo de Jerusalén. En ella también incursiona en la evolución de la teoría de los órdenes, aumenta su número, desarrolla la arquitectura recta y oblicua y considera como un paradigma de la arquitectura al Monasterio del Escorial. Caramuel ayuda en España a difundir las teorías de Pedro Antonio Barca, Andrea Pozzo y Guarino Guarini, entre otros.

En España, el tratadista que ejerció mayor influencia fue Jacobo Barozzi da Vignola, autor de la Regla de los Cinco Ordenes. De esta obra, la versión de Caxesi publicada en Madrid en 1593 fue la más utilizada en España. Si bien, Vignola provee de una bibliografía amplísima sobre los tratados de su época, Scamozzi, en su extensa obra *Dell'idea della architettura universale* (Venecia, 1615), da una profusa documentación sobre la interpretación de los órdenes que se hizo muy popular y se siguió usando por tratadistas posteriores.

Esta erudición y academismo también se encuentra en el *Arte y Uso de Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás quien recoge opiniones de Vitruvio, Serlio, Palladio, Vignola, Scamozzi, Cataneo, Labacco, Rusconi y otros.

En España, la obra francesa más reconocida fue *Le premier tome de l'Architecture* de Filiberto de l'Orme (Paris, 1567), en donde hace una revisión crítica de Vitruvio. La obra teórica de Claude Perrault, sin embargo, no fue muy aceptada en los círculos intelectuales.

La creencia en el posible desarrollo y evolución de la arquitectura, fue fundamental para la creación en Francia de la Academia Real de Arquitectura en 1671. En la *Querelle des Anciens et Modernes*, la famosa discusión sobre el valor de la autoridad de la Antigüedad en las diversas disciplinas que dividió a los intelectuales franceses durante este siglo, Claude Perrault al igual que su hermano, tomó parte en defensa de los “modernos”.

Claude Perrault, miembro fundador de la Academia Real de Ciencias constituida en 1666, creía como los “modernos”, en el espíritu de Bacon, en la necesidad de empezar a acumular conocimiento, prácticamente desde cero, utilizando la experiencia positiva del pasado y de su propia evidencia experimental. Sus escritos sobre teoría de la arquitectura: el Prefacio y notas en su edición del tratado de Vitrubio y su *Ordenanza de las cinco especies de columnas* publicado en 1683 manifiestan esta visión epistemológica.

Perrault concibió la teoría de la arquitectura como una etapa en línea continua de su desarrollo, en un proceso entendido como un incremento constante de su carácter racional, es decir, adoptó por vez primera, el ideal de una arquitectura en vías de progreso²⁵. Su contrincante intelectual, François Blondel, miembro también de las academias de Ciencia y de Arquitectura, y hombre de vastísima cultura deriva su intencionalidad arquitectónica de una visión radicalmente tradicional presentando su *Curso de arquitectura* en un contexto epistemológico más común a la mayoría de los arquitectos del XVII. Sin embargo, dos fenómenos intelectuales son innegable influencia en la visualización epistemológica de estos arquitectos: la formación de una academia para el arte de la arquitectura y la crisis de las autoridades tradicionales en la teoría de la arquitectura.

Dentro de este espíritu controversial entre antiguas y modernas autoridades, en España tuvo cierta divulgación el *Juizio de Artes y Sciencias* (Madrid, 1655)

²⁵ Alberto Pérez-Gómez, *La génesis y superación del funcionalismo en arquitectura*, México, Limusa, 1980, p.79.

de Don Claudio Antonio de Cabrera, en donde el concepto racional de la arquitectura predomina como un valor supremo ante las demás artes liberales. A finales del siglo XVII, se produce un florecimiento de la ciencia moderna en la cultura valenciana. La coincidencia de filósofos de talento vinculados a la tradición y abiertos a las nuevas corrientes cartesianas permitió el desarrollo de una intensa vida académica, en la cual, la figura principal fue el Padre Tomás Vicente Tosca.

Tosca, nacido en 1651, vivirá sus años de juventud dentro de la élite intelectual universitaria y eclesiástica en donde tendría contacto con diversos matemáticos y personajes de las ciencias. En los últimos años del siglo escribió una extensa cantidad de documentos sobre temas diversos, debido a su intensa dedicación científica y pastoral. Aún cuando su obra fue de ejemplar importancia en el siglo XVIII corresponde al siglo XVII el mayor número de obras, entre las cuales está el *Tratado de la Arquitectura militar y fortificación moderna* (1699). Escribe tres compendios (filosófico, matemático y teológico) en las dos primeras décadas del XVIII; en el tomo V de su *Compendio Matemático*, se halla expuesta en su madurez su teoría arquitectónica.

Los tratadistas de visión enciclopédica, con alarde de erudición y tratamiento amplio y retórico de los temas, si bien son figuras de excepcional importancia en el ámbito de los arquitectos, no son la influencia predominante del constructor común y corriente, más cercano al mundo del artesano que del académico o que del arquitecto.

Los tratados como el escrito en 1681 por Simón García²⁶ corroboran que en la arquitectura del siglo XVII, aquella que se hacía cotidianamente sin mayores intereses o controversias con las nuevas ideas era esencialmente tradicionalista.

²⁶ Simón García, *Compendio de arquitectura y simetría de los templos* ..., edición facsimilar, Valladolid, Colegio oficial de arquitectos en Valladolid, *Tratadistas castellano-leoneses*, IV, Estudios introductorios de Antonio Bonet Correa y Carlos Chanfón Olmos, 1991.

El Templo de Salomón como una figura representativa del ideal geométrico y emblemático se encuentra en diversos autores españoles como los padres jesuitas Prado y Villalpando (1596-1605), Martín Esteban (1615), el judío Jehuda Ben R. Izchaq Arar Banel (1654) y el obispo cisterciense Juan de Caramuel (1678).

Para el período 1681-1683 cuando el obrero español Simón García escribe su obra, el libro de Juan de Arfe *De Varía Commensuracion para la Esculptura y Architectura*, libro rico y de vanguardia en antropometría, va en su tercera edición, eniendo la primera casi cien años de haber sido impresa. El libro de Fray Lorenzo de San Nicolás, *Arte y Uso de Architectura*, aparecido en 1633, “que representa la modernidad y goza en ese momento de la fama de ser el mejor tratado que se ha escrito, va en su cuarta edición y en su contenido ha desechado totalmente la antropometría renacentista” ²⁷.

En el siglo XVII no eran muchos los libros que se publicaban en la Nueva España, ya que un rasgo distintivo del período era la cultura verbal a través del púlpito, la cátedra y la tertulia. Aún cuando las familias criollas cuidaban de la instrucción de sus hijos, no era común que los conocimientos adquiridos fuesen otros que solamente los correspondientes a una elemental lectura y escritura, sobre todo en el ámbito femenino en que era frecuente el analfabetismo ²⁸. Por otro lado, el grueso de la población novohispana, se integraba de indígenas y mestizos que conservaban las lenguas autóctonas y que frecuentemente eran analfabetas en lengua castellana.

En el siglo XVII los hombres de ciencia se sentían atraídos por dedicar parte de sus esfuerzos a la medición de tierras, a cálculos de ingeniería subterránea de minas, a trazar planos de pueblos y ciudades, o a la confección de todo tipo de cartas generales y particulares. Obras como las de Andrés García de Céspedes, que lograron buena aceptación entre agrimensores, arquitectos e ingenieros, explicaban las técnicas de medición con instrumentos especiales. La obra de José Sáenz de Escobar titulada *Geometría práctica y mecánica*, es

²⁷ Simón García, *op. cit.*, estudio introductorio, p. 20.

²⁸ Pilar Gonzalbo Aizpuru, *Historia de la educación en la época colonial; la educación de los criollos y la vida urbana*, México, Colegio de México, 1990.

un intento de proporcionar a los agrimensores e ingenieros “de minas y aguas” los fundamentos necesarios para su labor.

A pesar de la necesaria construcción de obras civiles y religiosas que se da en el siglo XVII, es la arquitectura militar la que produce mayor cantidad de tratados durante el siglo. Esto se debió a los conflictos bélicos en los que continuamente transcurrió el siglo; entre ellos, la Guerra de los Treinta Años podría considerarse el de mayor impacto en la cultura europea. Debido a ella, se escribieron importantes tratados militares en los cuales se pretendía resolver la edificación militar en términos matemáticos, geométricos, concibiendo la fortaleza como figura geométrica. Para la segunda mitad del siglo se distinguía entre ingeniería antigua y moderna de modo paralelo a la controversia entre antiguos y modernos.

La supremacía de los tratados franceses sobre fortalezas, maquinaria de guerra y armas, se constata en la propia Nueva España, en donde llegaron diversas obras que inspiraron el diseño de los fuertes portuarios en las costas novohispanas.

La preferencia por los tratados renacentistas italianos, la conservación del vínculo entre el conocimiento matemático simbólico y el hermetismo científico en las humanidades, la introducción de la nueva ciencia en la arquitectura a través de las aportaciones de intelectuales dedicados a la astronomía y a las matemáticas, la precocidad de la intelectualidad criolla en el ámbito de las ciencias exactas, son elementos que permiten configurar la interacción entre el mundo de la arquitectura y la intelectualidad criolla.

Detrás de la práctica edificatoria de la población novohispana del XVII, de la resolución inmediata y de espacios cotidianos, de la dinámica singular del oficio en gremio, del fortalecimiento social de la figura del arquitecto, es permanente la presencia de la teoría de la arquitectura como legitimizadora del discurso epistemológico del quehacer arquitectónico. La incorporación del tratado europeo en el quehacer arquitectónico novohispano, fue un proceso de interpretación, apropiación, desmistificación y reflexión sobre los principios

clásicos de este arte. El producto de la lectura singular de estas obras fortaleció la génesis de una perspectiva original, novohispana.

4.7.-Teoría mecánica en Nueva España y evolución de la academia.

En Nueva España, en el primer programa de estudios de la Academia de San Carlos de 1783, vemos materias como el *Cálculo de la gravedad absoluta y de todo genero* de esfuerzos en los elementos mas comúnmente usados y en el de 1824 las materias de geometría descriptiva, Matemáticas y Mecánica. Porque es claro que la teoría Mecánica solamente podría enseñarse si previamente había una preparación Matemática en el alumno, en aritmética, algebra y trigonometría.

En México virreinal nunca contó con academia militar, que, como ya explicamos, fue el antecedente de la ingeniería civil en los europeos. Así pues, todos los ingenieros militares que trabajaron en nuestro país, eran de importación. Sin embargo, el colegio de Minas fue el núcleo científico que cultivo criterios científicos y técnicos que le permitieron engendrar la ingeniería civil autóctona.

Desde 1774, cuando Juan Lucas de Lessage se dirigió al Virrey para solicitar la creación del Tribunal y el Colegio de Minas, revelaba al convicción sobre la necesaria preparación científica de los mineros, pero no ocultó la estructura ingenieril y militar que tal mentalidad conservaba:

Pensar (como algunos piensan) que por medio de una practica ciega, y desnuda de todo principio científico, se puede llegar a la perfección de que es capaz la Minería, es lo mismo que persuadirse, a que no se puede navegar en alta ,mar con un Práctico, y sin la dirección de un sabio Piloto; que se puede fortificar una plaza y conseguirse diestramente su ataque, o su defensa, sin necesitar de hábiles ingenieros y Artilleros; y en fin, que se puede construir un

Templo o un palacio magnífico, con solo el sobrestante y los Obreros Albañiles.²⁹

Mas adelante, en el mismo documento se asientan el número mínimo de profesores que se necesitan y las materias que deben impartir, a saber: Aritmética, Geometría, Trigonometría, Algebra, Mecánica maquinaria, Hidrostática e Hidráulica, Aerometría, Pirotecnica, Química Teórica y practica, Mineralogía y Metalurgia, además de dibujo.³⁰

Trigonometría, algebra, mecánica, maquinaria, hidrostática, hidráulica, aerometría, pirotecnica, química teórica y practica, mineralogía y metalurgia, además de dibujo.

A Partir de septiembre de 1821, tal estado de cosas debería haber cambiado radicalmente, al orientarse todo el esfuerzo de los mexicanos al provecho de la Nación. Muchos lo hicieron. Sin embargo, entre quienes estaban acostumbrados a buscar exclusivamente el provecho propio, por encima de las obligaciones hacia el país, algunos quisieron continuar haciéndolo. Esta fue sin duda una de las causas que alimentaron las luchas internas que asolaron al nuevo país durante los cincuenta y los sesenta años siguientes.

La lucha en contra de los abusos inveterados, alimentó con vigor el deseo de cambios radicales, en busca de una modernidad que no llegaba. El enfrentamiento se dio en todos los espacios de la actividad humana, desde el campo de las conciencias hasta los campos de batalla. Y los cambios se dieron, aunque quizá no con la velocidad que los ciudadanos más progresistas deseaban.

En el campo de la arquitectura y el urbanismo, insertos, como estamos en el universo cultural euro-americano, los cambios en los modos de vida hicieron evolucionar el diseño de los espacios habitacionales, subrayando el

²⁹ Santiago Ramírez, Datos para la Historia del Colegio de Minería, México, Sociedad Alzate, 1890, p.22-23

³⁰ Ibidem, p.25

crecimiento inusitado del sentido de la privacidad, ante el aumento necesario de la ingerencia del estado, en todas las facetas de la vida diaria.

Los nuevos materiales utilizados en la construcción, presentados al mundo en las exposiciones universales, pronto llegaron a nuestra patria. México conserva aun algunos de los primeros ejemplos de las nuevas estructuras con las ventajas que ofrecieron, en comparación con las edificaciones previas.

La tecnología avanzada, apoyada en una ciencia en ascenso, abrió sus puertas a nuevos caminos de formación para nuevos edificadores con perfil profesional, que debían sustituir a los antiguos maestros en arquitectura, cantería, albañilería. La nueva conciencia sobre las responsabilidades del estado, busco, siguiendo el camino iniciado por Francia, la creación, junto al arquitecto académico, de un constructor especialmente dedicado a las Obras Públicas, el Ingeniero Civil.

El inicio de La Guerra de Independencia significó el fin de una primera época de la Academia de San Carlos, un periodo de acentuado prestigio para la Arquitectura novohispana cuya magna figura fue el español Manuel Tolsá, como quedó explicado en el tomo precedente.³¹ Estos inicios importantes se vieron interrumpidos al momento de lograr la Independencia, a tal punto, que en 1821 la academia cerró sus cursos, y no fue si no hasta 1824 que dieron inicio nuevamente. No obstante el esfuerzo, las condiciones desfavorables no habían cambiado todavía en 1839 parecía inevitable una nueva suspensión de actividades, pues no podían comprarse siquiera carbones o papel.³² La Academia, que desde sus inicios había sido una institución gratuita que proveía a los alumnos del material necesario, se encontraba en precarias condiciones. Al respecto, Thomas Brown hace referencia al comentario de un viajero que visitó la academia en 1921. Hasta entonces, en el ramo concerniente a los estudios de Arquitectura, el acervo bibliográfico había consistido en la cuarta

³¹ Tolsá y su generación se consideran herederos de la gran tradición italiana. Que para ellos estaba todavía viva, por lo que de alguna manera podría decirse que la Academia de San Carlos está en deuda más con el Renacimiento italiano (entendiendo el término en su aceptación más amplia, la que le da Leonardo Benevolo) que con el llamado neoclasicismo. De esta manera México adopta, en las postrimerías del régimen colonial, algunos de los rasgos de la cultura arquitectónica moderna que se había originado en Italia con Brunelleschi y terminaría con Piranesi. Jiménez, Víctor. La Academia de San Carlos en El Museo Nacional de Arquitectura. Documentos para la historia de la Arquitectura en México No. 4, México, INBA 1990. pp. 309,310.

³² Báez Macías. P.7. Ibidem

parte de los títulos de la biblioteca, y se contaba con los acervos de las galerías formadas por una importante y valiosa colección fue que habían permitido a la Academia erigirse de facto en poseedora de uno de los primeros museos del Continente Americano.

Bajo las circunstancias tan precarias, que siguieron a la Independencia, la Academia no estuvo ya en condiciones para ofrecer estudios de calidad. No pudo adquirir nuevos textos para la biblioteca, y tampoco se contó con los recursos necesarios para contratar maestros de sólida preparación.³³ Finalmente, todos estos problemas obstaculizaban la formación de un bien estructurado plan de estudios.

La producción minera estaba suspendida por completo, la producción agrícola también y por lo tanto, la situación económica del país no propiciaba las condiciones adecuadas para que se presentara la producción de edificaciones de tipo alguno.

En Nueva España nunca hubo academias militares, pero a través del *Real tribunal y Colegio de Minas de la Nueva España*, se formaron alumnos instruidos en materias como matemáticas, física – experimental, geometría y trigonometría. Fue hasta 1783, al iniciarse la escolarización académica de arquitectos novohispanos, con la fundación de la Real Academia de las Nobles Artes de Pintura, Escultura y Arquitectura de San Carlos, que se introdujeron, para la formación de Arquitectos, las nuevas materias relativas a la ciencia mecánica de las construcciones mexicanas, en las décadas que siguieron a la consumación de nuestra independencia.

³³ Cuando alguien renunciaba o moría los funcionarios hacían muy poco por reemplazarlo; y cuando lo hacían, un director asistente era a menudo promovido al puesto de director, dejando vacante su sitio. Estos reemplazos se hacían dentro de la misma academia; antiguos estudiantes venían a ocupar la mayoría de los puestos. La muerte de Manuel Tolsa, en 1816 fue sintomática la decadencia gradual en la calidad de personal.
Brown Thomas A. Tomo II, p. 130

Los planes y programas de estudio de las dos instituciones involucradas – la Academia de San Carlos y el Colegio de Minería – atravesaron por distintas fases, en que abundaron los intentos de transformación, intercambio fusión o separación entre Arquitectos e Ingenieros durante una buena parte del siglo XIX.

Podemos observar hoy los contenidos de las distintas materias intercambiadas y los perfiles de formación, en los cuales se trataba de dar a unos las cualidades detectadas en los otros.

Mientras los arquitectos aceptaban las materias técnicas y científicas como Matemáticas, Física o Química, los ingenieros eran introducidos en el estudio de los Órdenes clásicos, la historia o la práctica de la acuarela. El fenómeno era ya detectable en las academias militares francesas del siglo XVIII. Tal como vimos en el tomo anterior, el texto de Bernard Fóres de Bélidor, titulado *La Science des Ingenieurs, dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture Civile* empieza con el cálculo del centroide en la sección de un muro con talud y de las cargas horizontales en muros de contención para terminar con las bases del diseño de los ordenes clásicos.³⁴ Pero en el panorama de estos intentos, algunos fallidos , otros exitosos, la teoría mecánica empezó su consolidación efectiva, en las dos carreras, hasta finales del siglo XVIII, primero en Europa y después en México.

Los programas de la Academia se fueron transformando de 1844 a 1910. Se estudia ya hasta el siglo XIX la composición de fuerzas y las leyes de equilibrio por los métodos de la estática gráfica; la representación vectorial de la magnitud y sentido de las fuerzas concurrentes basada en las leyes del triángulo y del paralelogramo, que permiten encontrar la magnitud, dirección y sentido de la fuerza resultante, lo que permitió desarrollar métodos gráficos auxiliares para calcular el dimensionamiento de bóvedas, muros, estribos, y armaduras de hierro o madera.

³⁴ Ver el capítulo I Antecedentes Importantes del Volumen II, Tomo III

La geometría analítica se liga directamente al cálculo diferencial e integral, en donde la comprensión de los valores absolutos, las ecuaciones de la recta, el círculo, parábola etc., conducen al cálculo de los límites de las funciones y teoremas de continuidad, implicando conocimientos de trigonometría.

La base científica de la teoría mecánica en la formación del arquitecto del siglo XIX, dió un avance acelerado al conocimiento estructural, como consecuencia del ambiente industrial en Europa. La mecánica aplicada a la resistencia de los materiales ya implicaba conocimientos de clasificación de las deformaciones y de las fuerzas; la relación entre las fuerzas exteriores y las fuerzas o deformaciones interiores; los fenómenos de ruptura que consideran los esfuerzos de flexión, tensión, compresión y límites de elasticidad de materiales como el hierro de fundición y la madera, pruebas experimentales de metales, piedras, cal, cemento y morteros, los momentos de inercia de las secciones, piezas isostáticas o posadas sobre apoyos, vigas maestras continuas, diseño de columnas y pilares de madera, así como las armaduras de hierro y madera para techumbres, todo lo cual sirvió en mucho para el desarrollo de una revolución en la arquitectura mexicana, ya a finales de esta centuria, que como es sabido, fue un siglo de lucha política, guerras, desgaste económico y en la vida productiva de un México independiente que tardó en consolidarse y que por ende, en la arquitectura religiosa, tuvo reducida aplicación.

Ya para el siglo XIX, los contrafuertes se pudieron calcular numéricamente obteniendo la magnitud y resultante de la carga inclinada transmitida por las bóvedas. Mediante procedimientos gráficos, era subdividida en dovelas virtuales investigando las cargas y pesos que obran sobre cada dovela; posteriormente, la resultante vertical de todas ellas era representada por un vector con magnitud igual al peso y cargas de la mitad del arco. Esta resultante se descompone en dos fuerzas que pasan por el centro del apoyo y de la clave respectivamente, siendo la del apoyo la que representa el empuje del arco ó bóveda. Para considerar el equilibrio son supuestas dos fuerzas iguales y de sentido opuesto que se oponen a las anteriores. De aquí se puede construir la línea de presiones interiores de la bóveda que será más exacta mientras mayor sea la subdivisión de dovelas virtuales. Si esta línea pasa por dentro del

tercio medio de la bóveda ó arco, el elemento no fallará y bastará con revisar que el material componente sea capaz de resistir los esfuerzos de compresión y que el apoyo no ceda bajo la fuerza del empuje.

Este empuje se sobrepone con la carga vertical que representa el peso propio del muro y contrafuerte obteniéndose nuevamente otra resultante por fuera de la base del muro que al salir de su espesor es medida la dimensión saliente y otro tanto se dará para obtener la profundidad del contrafuerte, de manera que el punto en la base donde concurre la resultante quedará en el centro del tercio medio del mismo contrafuerte.

CAPITULO 5.

EL DIMENSIONAMIENTO EN LOS TEMPLOS NOVOHISPANOS DE VALLADOLID/MORELIA.

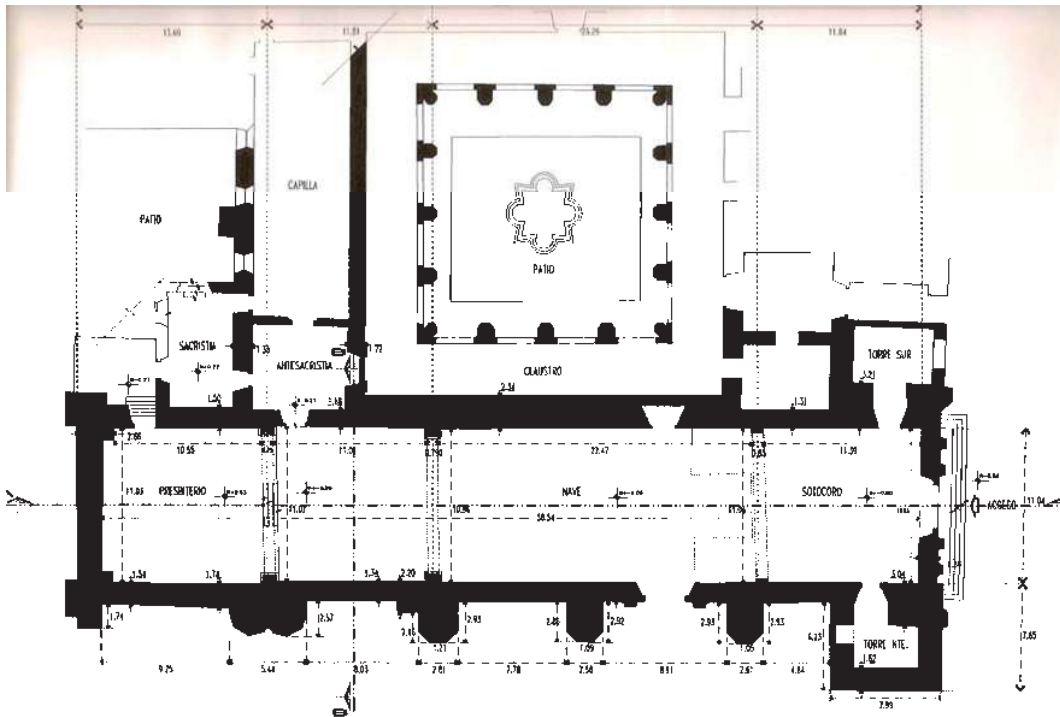
5.1.- Templo de San Agustín (1550).

El templo de San Agustín es la construcción más antigua que se tiene de la ciudad, ya que la de San Francisco se mantuvo en una construcción provisional hasta las últimas décadas del S. XVI. Casi de la misma edad que la ciudad se edificó este magnífico templo conventual con la labor de los misioneros agustinos que para 1537 ya habían decidido llevar a cabo sus actividades apostólicas en la tierra caliente. Solicitados por el Virrey Mendoza se instalaron previamente desde 1548 en esta ciudad, realizando una construcción provisional de adobe que en poco tiempo quedó destruida.



Dentro de los frailes fundadores se cuentan a Diego de Salamanca y a Fray Juan Bautista de Moya, a quien además de su santa memoria se le atribuye que trabajó como peón de albañil en las obras de la construcción. Si bien la Iglesia se inició desde 1550 al parecer la bóveda le fue incorporada hasta 1602 teniendo previamente una techumbre de madera, que en la visual detallada del muro norte de este templo el aparejo diferencial es notable deduciendo por el nivel que guarda esa diferencia y por sus ventanas tapiadas a distinto nivel que las actuales una distinta etapa constructiva que pudo corresponder al cambio

de cubierta por la bóveda de cañón corrido, de quien Matías de Escobar anota que inicia la dicha bóveda el ilustrísimo señor Don Fray Diego de Salamanca, primer Prior de este convento, y lo perfecciono el venerable y proficuo padre Fray Rodrigo de Mendoza.¹



La nave es una de las mayores y más desahogadas de la ciudad cuyas medidas de relación largo/ancho se extienden a 5.5. El ancho o luz interior de la nave mide 11 metros como lo miden así muchos de los templos del tipo conventual del S. XVI. La relación altura de muros sobre el ancho de la nave mantiene el cuadrado, mientras que la relación del ancho de los muros sobre el ancho de la nave va a un noveno. Cuenta con una cúpula de media naranja con lunetos en el casquete y sin tambor que según Escobar fue obra de Fray Diego de Basalenque, “*siendo él mismo el Maestro Mayor de Arquitectura*”.²

También la sacristía fue obra de este maestro, los claustros bajos del convento, la portería, y otras piezas y cimientos que dejó levantados, que luego fueron

¹ Escobar de Matías, “*AMERICANA THEBAIDA*”, Balsal editores, S.A. Morelia Michoacán, México 1970, p. 243.

² Ibid, p. 244

perfeccionados por el Maestro Fray Juan de Liébana. Los claustros altos fueron obras de Fray Marcos de la Fuente para ser terminados los últimos trabajos por los padres Vergaras. La torre la cimentó Fray Antonio Flores.

Es de hacerse notar que la orden Agustina de esta provincia contaba con una basta y erudita cultura constructiva seguramente arrastrada del acervo conventual mendicante que data en sus preparaciones filosóficas técnicas y agrícolas desde la edad media.



En los ensayos practicados en este trabajo observamos que el ancho real de la estribación total que incluye el espesor de los muros y los estribos llega a 4.20 metros lo cual sobrepasa y cumple el criterio medieval del tercio con respecto al claro interior de la nave que seria de 3.60 metros, sin embargo, la formalidad y disposición del aparejo de piedra de los estribos sugiere que estos fueron sobre puestos insertados en una época posterior a su etapa constructiva. Lo cual tambien se denota en la parte superior de los

mismos donde se perciben encamisados los estribos anteriores. Lo anterior pudo ser a causa del poco espesor que tienen los muros en la prevención de incorporarse las bóvedas, o bien por un efecto de empuje notado con posterioridad.

Dado que la formalidad de la bóveda es de cañón corrido, sería razón a simplemente haberse apoyado sobre los muros corridos sin necesidad de estribaciones, pero a causa del poco espesor que se tenía requirió la inserción y refuerzo de los estribos que hoy vemos.

El largo del templo que sobre pasa cinco veces y media la anchura de la nave al parecer fue agrandado en otra intervención razón por la cual sobre pasa a la relación recomendada desde en criterio medieval de 4.5.



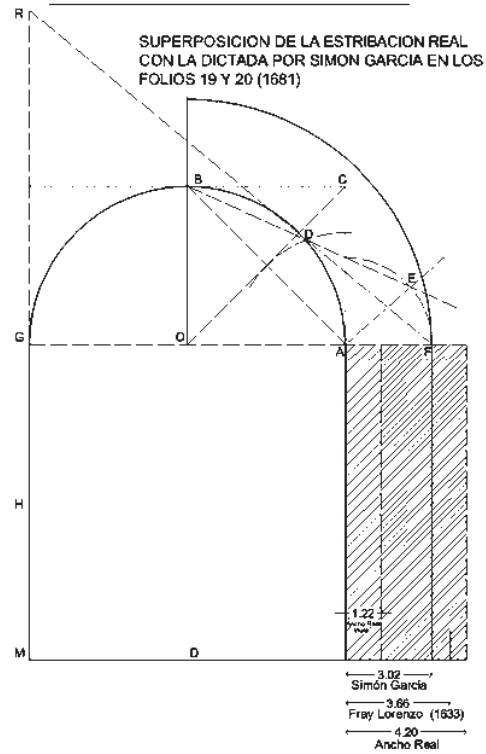
La cúpula que se apoya en cuatro arcos torales a través de un anillo poligonal abre en sí lunetos en su casquete suprimiendo la necesidad de cimborrio o



tambor a la usanza de su época, y en prevención de minimizar la carga con empuje a los muros de planta típica sin crucero.

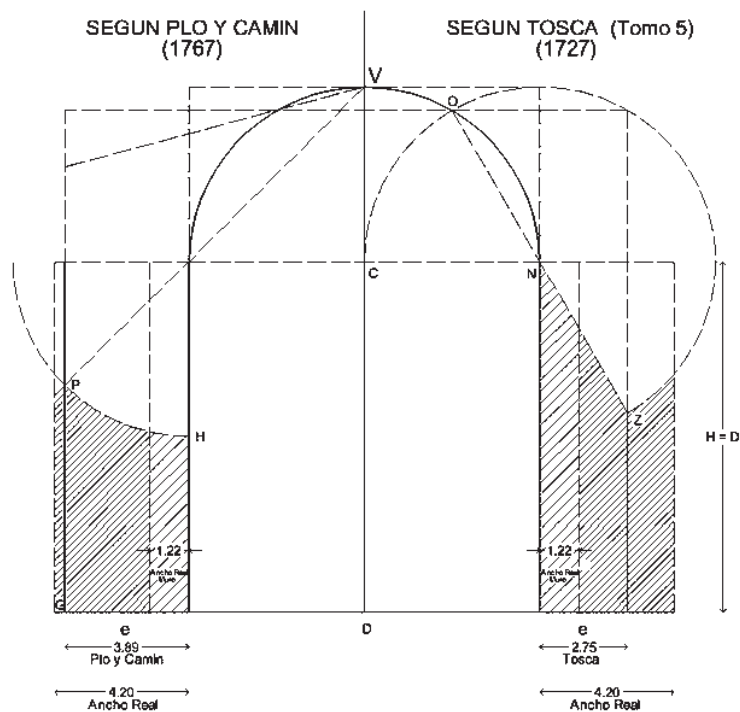
s, estos narran pasajes de la vida de la virgen María.

TEMPLO DE SAN AGUSTIN



TEMPLO DE SAN AGUSTIN

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :



5.2.- Templo franciscano de San Buenaventura. (1585)

La planta del Templo obedece a la formalidad característica de los templos conventuales del siglo XVI que presentan, una sola nave sin cruceros. Al parecer, la cúpula de este templo que se presenta en casquete y linternilla simples corresponde a la primera mitad del siglo XVII.

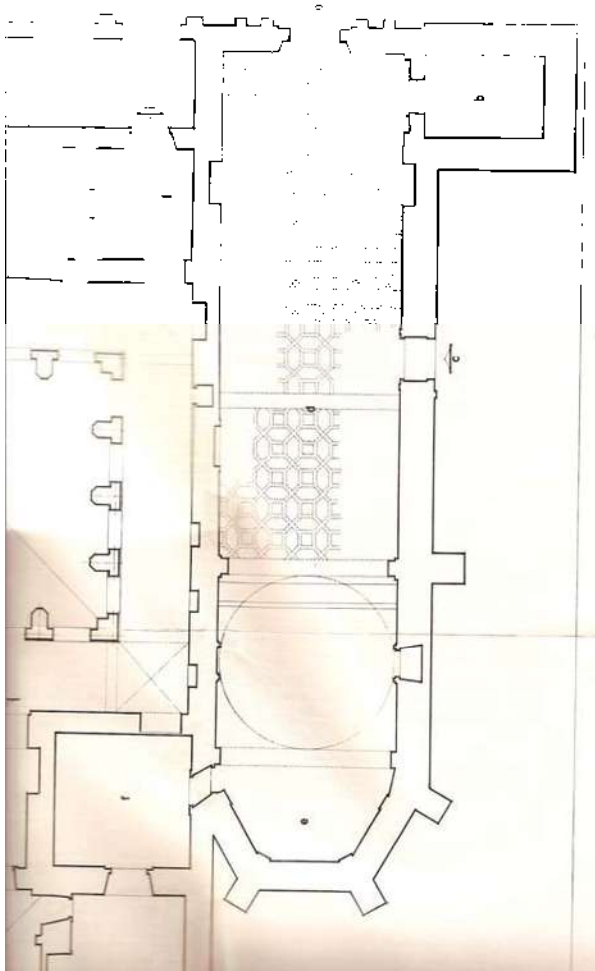


También es probable que su desplante haya iniciado a partir de muros que recibirían cubierta de madera sin empujes a los mismos, ya que no presenta estribos en los ejes de las impostas que reciben los arcos fajones del interior del templo.

La relación largo/ ancho de la planta interior es de cuatro punto cinco, como lo serían la mayor parte de los templos que a partir de San Francisco se construyen en Valladolid. La relación altura de muros/sobre el ancho de la nave es de 1.0 uno punto cero, osea la proporción de altura al arranque de los arcos encierra el cuadrado. El ancho o luz interior de la nave es de casi once metros; el espesor de los muros longitudinales va a 2.25 metros y el espesor de sus estribos que solo se presentan como contra restos al parecer incorporados para la cúpula son de 1.89 metros.

La nave esta cubierta por tres amplias bóvedas de trazo semicircular en pañuelo cuatripartita que reparten así su carga y empujes de manera más

repartida que las de arista. Al parecer son cimbradas y vertidas de arga masa en moldes casetonados que según Diego Angulo y González Galván han dicho que su diseño esta tomado del libro cuarto de Sebastián Serlio en sus láminas XXVIII y XXV, de quién se consta su estilística influenció en varias épocas a la arquitectura novohispana y cuyo tratado circula en Tierra Americana desde 1552.³



El templo ha tenido diversas intervenciones, y ampliaciones a lo largo del tiempo, de las cuales se puede citar la de la primera década del S. XVII cuando al parecer se cierra la bóveda y construye el segundo cuerpo de la torre; la que corresponde a 1714 la sillería de coro conventual y la de 1948 cuando fue intervenida la policromía que tenían los casetones moldurados de las bóvedas.

El espesor de las dichas bóvedas llega a los 61cm. Y en la actualidad se encuentran fisuradas longitudinalmente al nivel de las claves de los arcos fajones.

Como ya se dijo, es de hacerse notar que las bóvedas empujan a los muros de manera mas aliviada por la formalidad de pañuelo en la cual participan con la misma carga tanto los arcos fajones como los arcos formeros, sin embargo, en

³ Villegas Víctor Manuel, “*TERCER Y CUARTO LIBRO DE ARQUITECTURA DE SEBASTIAN SERLIO BOLOÑES*”, Universidad Autónoma del Estado de México, Introducción, México 1978; citado además por Gonzáles Galván Manuel en “*MORELIA PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD*”, Silvia Figueroa Zamudio editora, Universidad Michoacana, Gobierno del estado de Michoacán, Ayuntamiento de Morelia, Morelia Michoacán, México, 1995, p. 79.

los ensayos practicados en este trabajo, el mínimo espesor de la estribación total que demandaría el criterio medieval citado en el tratado de Simón García foja 19v excede en un 30 % a la demanda mínima de estribación total, ya que el ancho del muro si bien corresponde a la escasa cuarta parte del claro interior de la nave lo cual sería aceptable para el espesor del muro solamente, por lo cual deduzco en causa las tres siguientes razones:



1.- Existe relación formal de la bóveda con respecto a la manera de repartir la carga en los muros y así justificar la supresión de estribos, quizá por tenerlos contruados previamente antes de decidir la formalidad de la misma.

2.- El diseñador pudo estar completamente seguro de que la reducida carga concentrada que transmiten a los muros los arcos fajones descansados en impostas sin medias muestras inferiores no demandaban mas

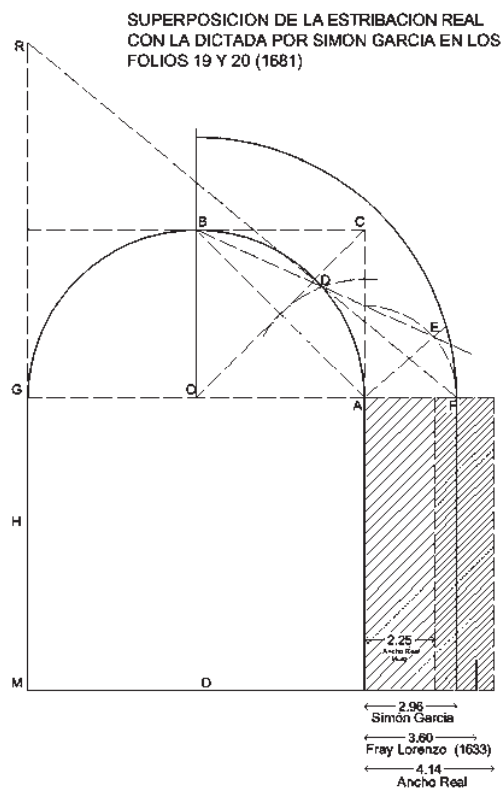
que la regla de sobre pasar el espesor del muro de un sexto hasta un cuarto del claro interior sin necesidad de contrarrestar con estribos.

En el caso de los arcos torales y el ábside si fueron incorporados estribos, correspondientes al contrarresto del empuje producido por la carga de la cúpula, que en muestra de prevención fue aligerada sin tambor, cuya carga en si sería equivalente a que si fuera cubierta con bóveda en la sección del crucero, sin embargo ahí si fueron insertados estribos que con ancho real de 4.14 incluyendo al espesor de los muros sobrepasan las normas de trazo ensayadas por los cuatro distintos autores incluso la regla medieval del tercio.

Para la construcción del Convento de San Buenaventura, entendemos que para 1537 se hablaba de una construcción original de adobe, siendo este el convento y templo definitivos iniciados en 1585 y terminados en la primer década del siglo XVII.

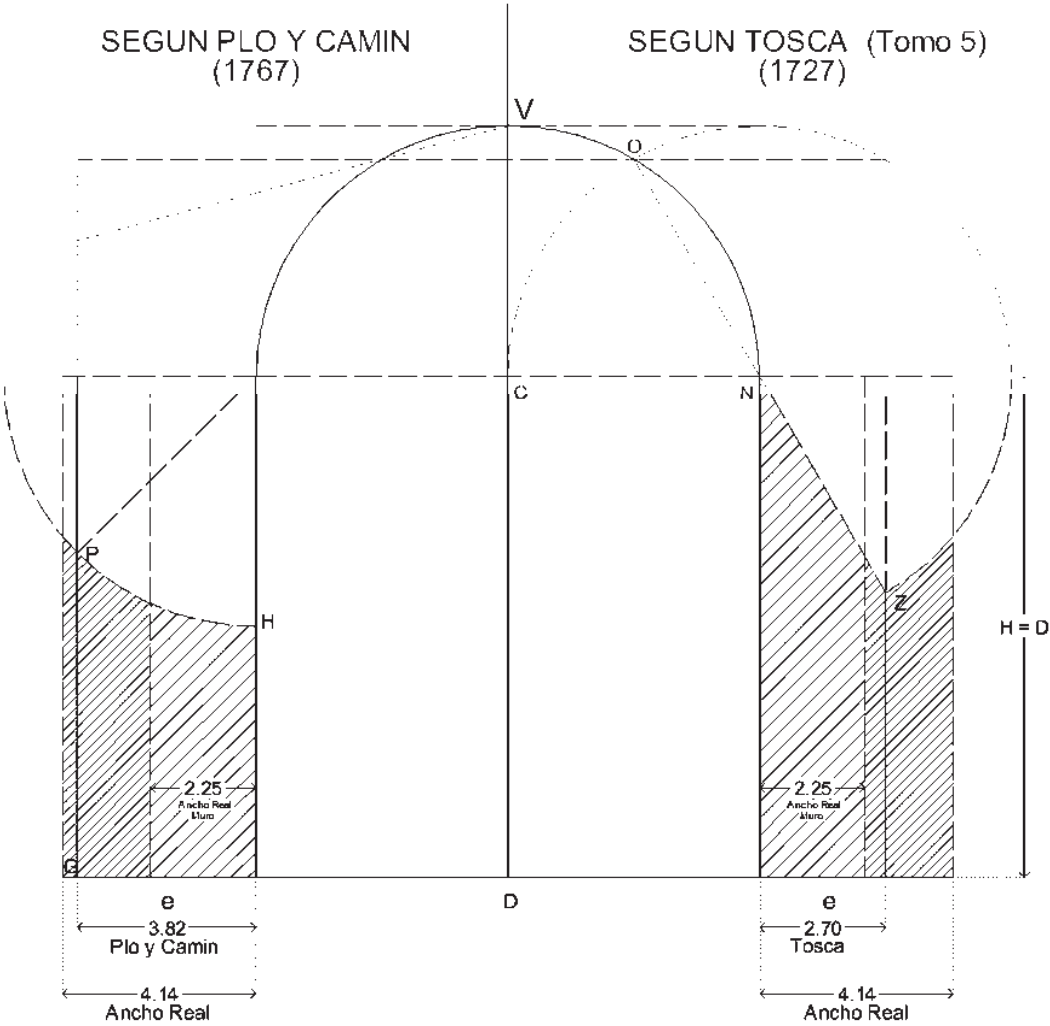


TEMPLO DE SAN FRANCISCO



TEMPLO DE SAN FRANCISCO

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :



5.3.- Templo del Carmen. (1596)

Los carmelitas descalzos de la provincia de San Alberto, en el año de 1597 celebraron su primera misa en un 21 de octubre en este edificio que aun se encontraba en construcción con la fama que acabado el convento sería uno de los mejores de la provincia hacia el año de 1735⁴.

Al parecer la obra en construcción se llevo acabo de 1596 a 1619, fecha labrada en la portada sur del templo a la cual consideran como tal algunos historiadores.⁵ En 1610 el maestro de arquitectura Alonso del Arco colabora en el dictamen acerca de la



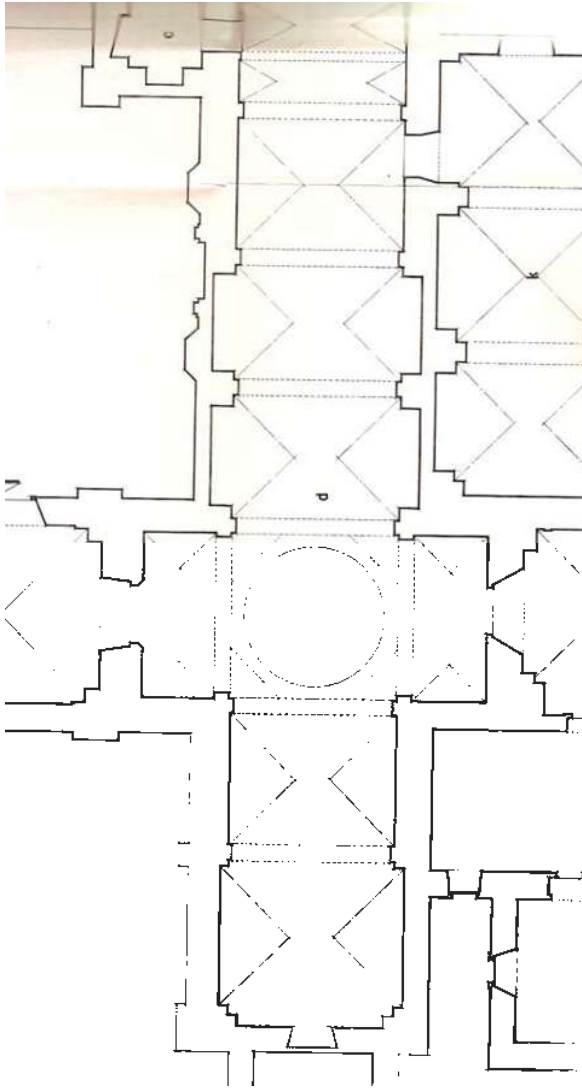
construcción de la Iglesia, donde se buscaba el inicio de la construcción del convento el cual al parecer se inicio entre 1627 y 1630. Carmen Alicia Dávila cita el testimonio que el 21 de octubre de 1621 los religiosos realizaron contrato de construcción con el arquitecto Francisco Chavida y sus hijos Francisco y Andrés donde se comprometían a terminar la Iglesia la torre y el claustro y otras obras lo cual se cumplió en 1626 en un costo de nueve mil pesos en donde al parecer los trabajos continuaban. También relata la determinación del provincial en 1629 que Fray Andrés de San Migue *“enmiende lo que esta errado y traze lo que falta en el edificio... y esa traza tengan obligación de guardar los priores de aquella casa”* ⁶ de lo anterior podíamos pensar que si Fray Andrés de San Migue vino a trazar lo que falta en el edificio para que los frailes obedecieran dicha indicación solamente vino a enmendar la traza mas no a trabajar la construcción dado que los padres tenían que obedecer la instrucción que dejara.

⁴ Ibid, pag. 226

⁵ Dávila Martínez Camen Alicia, en *“MORELIA PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD”* Op. Sit. P. 135.

⁶ Ibid, p. 138

Fray Andrés de San Miguel fue un erudito carmelita descalzo en la nueva España quien además escribió un tratado sobre arquitectura considerado como el primer tratado de esta arte escrito en la Nueva España.



En 1642 el convento de los frailes carmelitas se encontraba en muy buen estado luciendo ya sus bóvedas retablos y altares, y a mediados de ese siglo se consideraba el convento del carmen como una de las mejores construcciones de la ciudad, y sin embargo, continuaba sus obras.

En 1659 se inició una ampliación al lado sur de la Iglesia, consistente en una capilla que mando edificar el capitán y hacendado Jerónimo Salcedo para el y su familia, proyectada "*de seis varas en cuadro y bóveda de sillería*", obra que fue encomendada al maestro mayor de arquitectura Bicenzo Baroccio de la Escayola quien en esa fecha

ya tenía encomendado el proyecto de la fábrica material de la catedral Vallisoletana. Diversas políticas en su contra conocidas en la historia constructiva de que fue objeto el citado arquitecto romano, propicio que los suspendieran de este encargo en la capilla de los Salcedo a pretexto de exceso de gastos.

Es el primer Templo que se construye en la ciudad con la formalidad planta con crucero que no precisamente corresponde a la cruz latina ya que la cúpula



preparada para coronar dicho crucero se encuentra en posición casi centralizada con el repartimiento de la división de bóvedas, de tal manera que se dispone de una nave testera equivalente a dos cuadrados de bóveda. De cualquier manera es el primer ejemplo de contrarresto cupular con muros de crucero. La relación largo sobre ancho de la nave llega a 6, mientras que la relación de altura de los muros con respecto al ancho de la nave es de una un cuarto, notando aquí un primer cambio con

respecto a los dos templos conventuales construidos con anterioridad en la ciudad, que si bien aumentaron la altura se reduce el ancho o luz interior de la nave a solo 7.55 metros.

La relación ancho de muros sobre el ancho de la nave es de un cuarto mientras la estribación total que incluye el espesor del muro llega a cumplir exactamente el tercio del ancho de la nave coincidiendo aquí con la regla medieval arrastrada por los

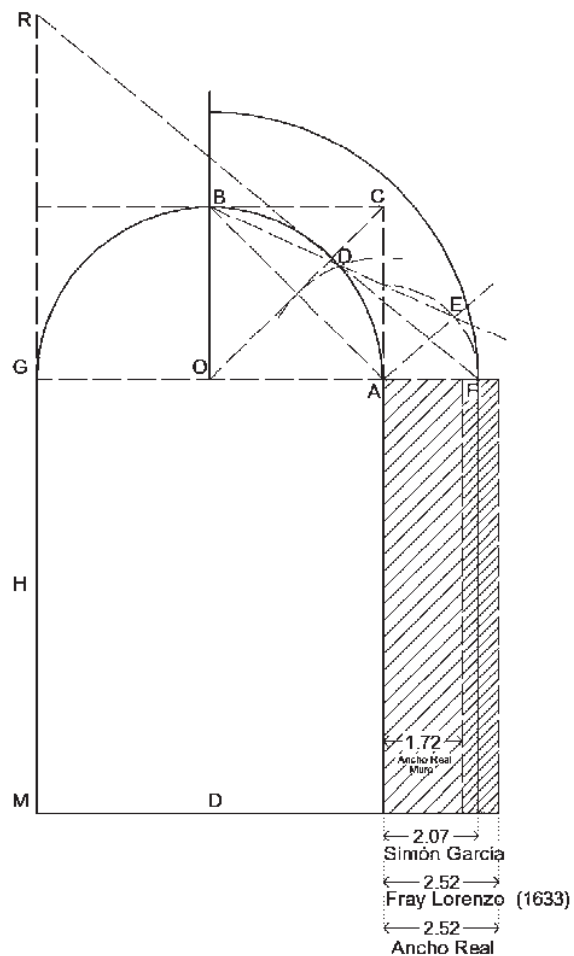


tratadistas Fray Lorenzo de San Nicolás y Fray Andrés de San Miguel quien al parecer participo en algunas supervisiones finales a la ampliación de este templo.

En los ensayos realizados en este trabajo se comprueba la coincidencia del trazo medieval respecto del dimensionamiento de la estribación total haciendo ver que el espesor de los muros corresponde a escasamente la cuarta parte del claro interior de la nave.

TEMPLO DEL CARMEN

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMON GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)

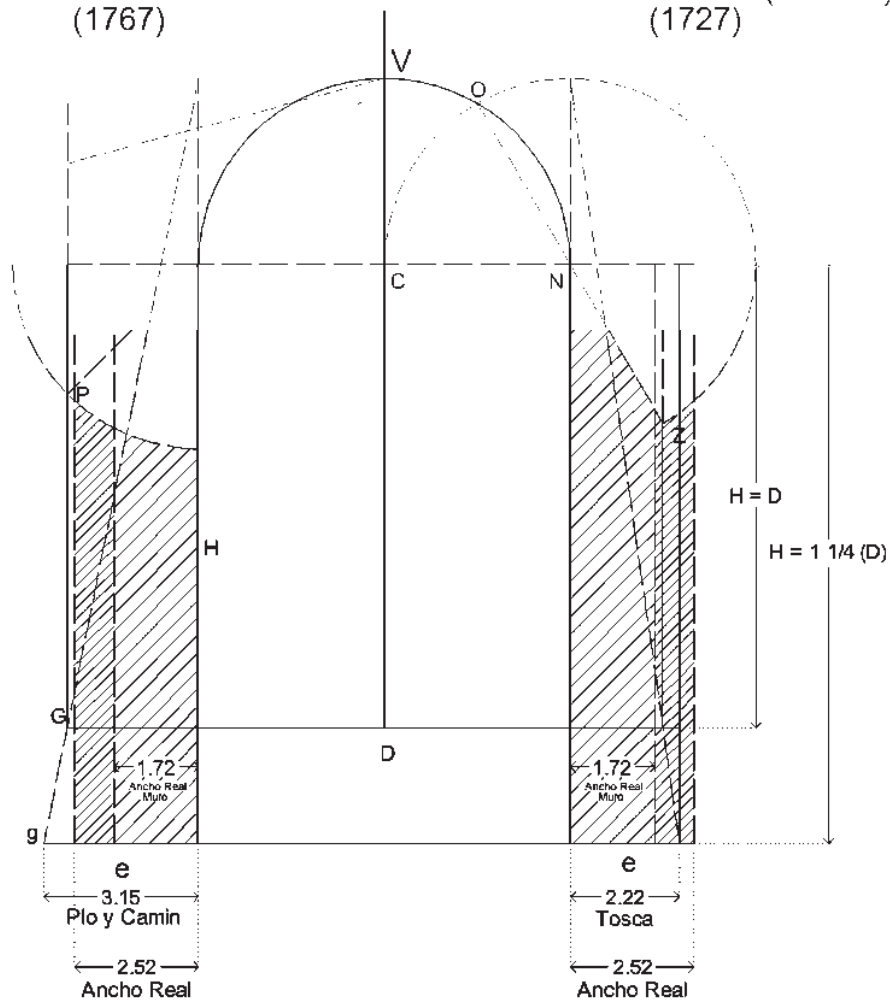


TEMPLO DEL CARMEN

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :

SEGUN PLO Y CAMIN
(1767)

SEGUN TOSCA (Tomo 5)
(1727)



5.4.- Templo de San Francisco Xavier, (1660).

Desde el año de 1578, la Compañía de Jesús se instaló en Valladolid para hacerse cargo trabajos de enseñanza en el colegio de San Nicolás, y posteriormente se propusieron en la fundación de su propio colegio.

A mediados del siglo XVII, crearon las cátedras de poesía y retórica, para paulatinamente ir completando su programa educativo en donde después de varias dificultades relacionadas con su papel en el colegio de San Nicolás, finalmente se permitió

que los estudiantes de San Nicolás fueran al colegio jesuita a cursar latín.⁷



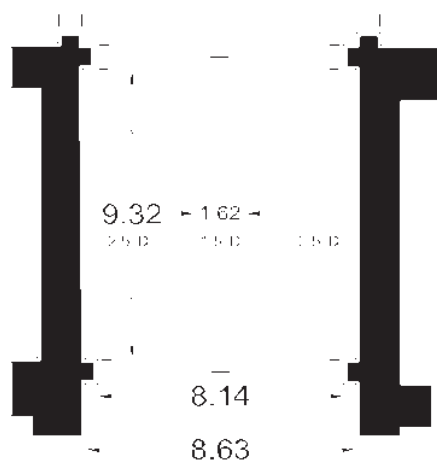
El padre jesuita Sánchez Baquero y el hermano Gutiérrez, el primero al parecer matemático y arquitecto, hicieron arreglos a ruinas de la casa en que se alojaban y comenzaron a construir una iglesia pequeña.

El historiador Gabriel Silva enfatiza cómo ya avanzado el siglo XVII, se empieza a abrir una efervescencia constructiva en la ciudad a raíz de la ayuda virreinal sobretodo en la designación de obreros indígenas que eran obligados a congregarse en la ciudad a fin de formar gremios de albañiles y obreros que trabajaran en la construcción de varios templos y conventos. Desde finales del siglo XVI, se les señalaron a los jesuitas 34 indígenas cada semana, aunque en ocasiones les rebajaban el número de indígenas operarios, ya que era mucha la demanda de éstos en varias partes de la región. En 1599, el rector del

⁷ Silva Mandujano, Gabriel, en *"MORELIA PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD"*, Op. Cit. p.

colegio Cristóbal Bravo, tuvo que gestionar la colaboración de 11 indígenas que tenían asignados desde principios de año. Ya entrado el siglo XVII, los jesuitas hacían fila en los trámites junto a los franciscanos, agustinos y carmelitas, pues las cuatro órdenes religiosas acaparaban a los trabajadores, según quejas de los vecinos de la ciudad, quienes también precisaban de este servicio para sus casas y labores agrícolas

Sección de Bóveda



Los jesuitas primero avocaron sus obras a la construcción de su colegio mientras que la iglesia, al parecer no la que aquí se trata, quedaría inconclusa hasta bien entrado el siglo XVII. En 1629, celebraron contrato ante notario público, el padre Juan de Vallecidos, rector del colegio, y Francisco de Chavida el Mozo, maestro de arquitectura, mediante el cual Chavida se obligó a terminar

la iglesia y hacerle algunas modificaciones al colegio.⁸

Fue hasta 1660 cuando el licenciado Roque Rodríguez Torrero, cura beneficiado de Puruándiro y secretario de gobierno del obispo Fray Marcos Ramírez de Prado, ofreció donar 25,000 pesos para la construcción de una iglesia suntuosa, con su sacristía, retablo y altar mayor, en un tiempo de ocho años a cambio de que la Compañía le reconociera como fundador y patrón de la iglesia, celebrarle varias misas a favor de su alma y establecer como fiesta titular la de San Francisco Javier. El acuerdo quedó asentado mediante escritura y contrato el 17 de abril de 1660. El licenciado Rodríguez hizo dibujar una planta con crucero, juntó materiales, previno herramientas y contrató maestros y oficiales para la dirección de la obra. La obra se inició, pero

⁸ Ibid., p.

posteriormente enfermó y murió el licenciado benefactor y hubo que suspender los trabajos, los cuales llevaban de avance la traza del templo, excavaciones y una parcialidad de los cimientos, con un gasto que rebasaba ya los 5000 pesos, cantidad que al parecer midieron desproporcionada los jesuitas en relación al avance y consideraron inútil la consecución de la obra con los medios que restaban, ya que el templo con las características proyectadas, incluso se pensó en ajustarse a otra planta *“mas moderada”*.



Existe la duda si se siguió posteriormente con la planta iniciada o efectivamente se “ajustó” a otra. Lo anterior es históricamente muy importante ya que Gabriel Ibarrola menciona al maestro mayor de la Catedral, Vicencio Barrosio de la Escayola, al frente del proyecto de 1660; quién al menos sería el iniciador de la planta y cimentación; Baroccio en 1660 también inicia la obra catedralicia. El supuesto gasto excesivo en la cimentación fue un común ataque crítico que tuvo Baroccio tanto en catedral, el Carmen, San Agustín y aquí no fue excepción.

Gabriel Silva opina que es difícil que la planta del templo que hoy vemos, sea la del proyecto de Baroccio, a razón de que el arquitecto no aceptaría otro trabajo aparte del de catedral, pero parece que sí aceptó no solo uno, sino varias obras de la ciudad, toda vez que por su ubicación las tenía prácticamente a la mano, y a excepción de los Chabida, no había arquitectos calificados. Quizá por el problema económico que se tuvo y la suspensión demorada de la obra, y la

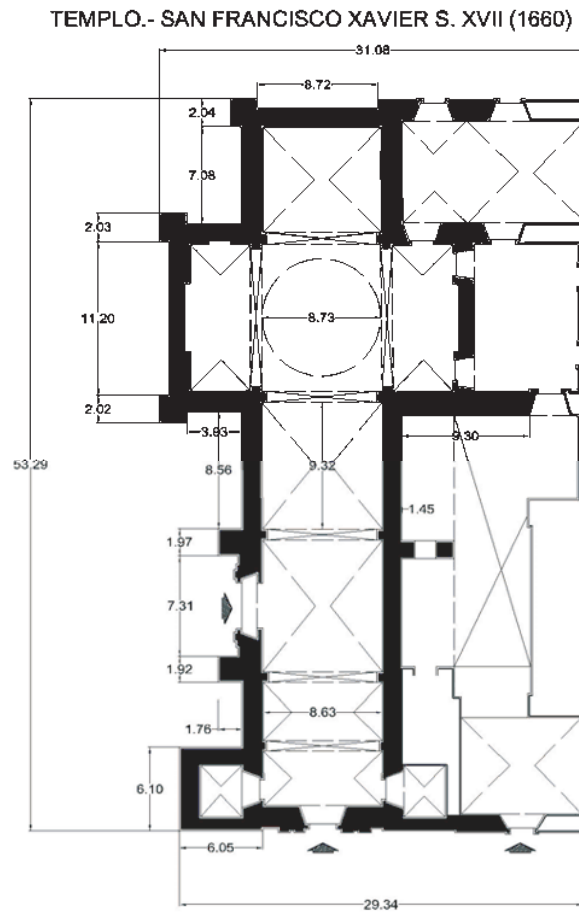
política de ataque de que fue objeto Baroccio, no la prosiguió él, pero existe la posibilidad de que el templo que hoy vemos corresponda a su proyecto.

Por otra parte, constructivamente una vez trazada una planta y edificados parte de los cimientos, que para el caso son reñichados corridos de mampostería de piedra, es sumamente improductivo modificarla o incluso ajustarla, ya que la traza define espacios, ángulos y habría que destruirlos en buena parte, y esto agravaría aún más el sentir del gasto ya efectuado, además de provenir de un donador que había acordado ese proyecto y aún quedaban 20,000 pesos en compromiso de seguir donando para la obra. Así pues, la planta que aquí nos ocupa pudo ser la proyectada por el arquitecto italiano Baroccio.



Posteriormente tuvieron muchas dificultades económicas, y el colegio a su vez comenzó a presentar serias dificultades. En 1692, parte de él se había caído y el resto amenazaba con venirse abajo, por lo que se juzgó necesario emprender también las obras de reconstrucción del mismo. Para 1693, se estaba trabajando conjuntamente en ambos edificios, aunque al parecer en ese año el templo ya se estaba acabando y en 1695 fue dedicada.

La nave corresponde a la formalidad de cruz latina, dispuesta se encuentra de oriente a poniente a partir de la calle Nigromante.

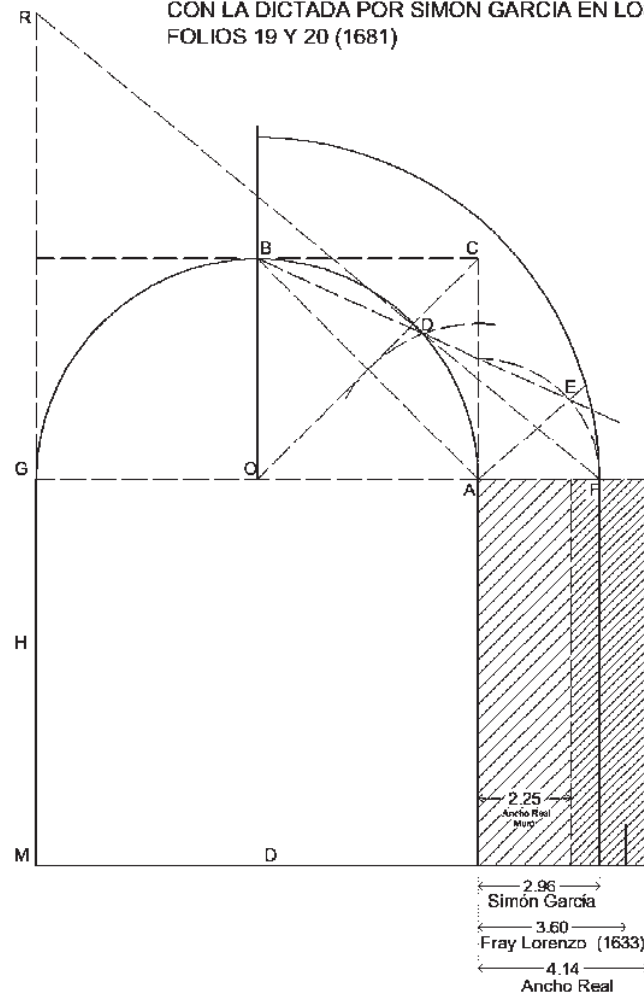


La relación largo/ancho de la nave es de 4.5, y el claro transversal interior va a 8.6m equivalente a poco más de 10 varas. Es aquí donde comienza una racionalización dimensional de las plantas de los templos de la ciudad, donde a diferencia del criterio del templo conventual del siglo anterior, se reduce el claro de la nave a una medida que da perfectamente cabida al dimensionamiento de arcos fajones y bóvedas de arista de cañón corrido con lucernarios cuatripartitos que para el peso volumétrico de la cantería disponible en la ciudad, concurren en un empuje repartido a los puntos de los muros en el eje de los arcos, donde se contrarresta el dicho empuje con estribos, que forman parte integral de la formalidad dimensional de los mismos muros, y participan con ellos en el contrarresto del empuje que generan las bóvedas.

La relación guardada en este caso para la altura de los muros hasta el nivel de arranque de los arcos y bóvedas en relación con el ancho de la nave es de 1.0, o sea se forma una proporción del cuadrado. La relación del ancho o grosor de los muros sobre su altura es de una sexta parte; La relación del ancho de los muros sobre el ancho de la nave es también de una sexta parte, coincidiendo en temporalidad con lo que se escribía entonces por los tratadistas del XVII que en este trabajo se ensayan, cuya cultura dimensional viene desde la edad media. Así, la dimensión de la estribación total en relación al ancho de la nave es poco más del tercio.

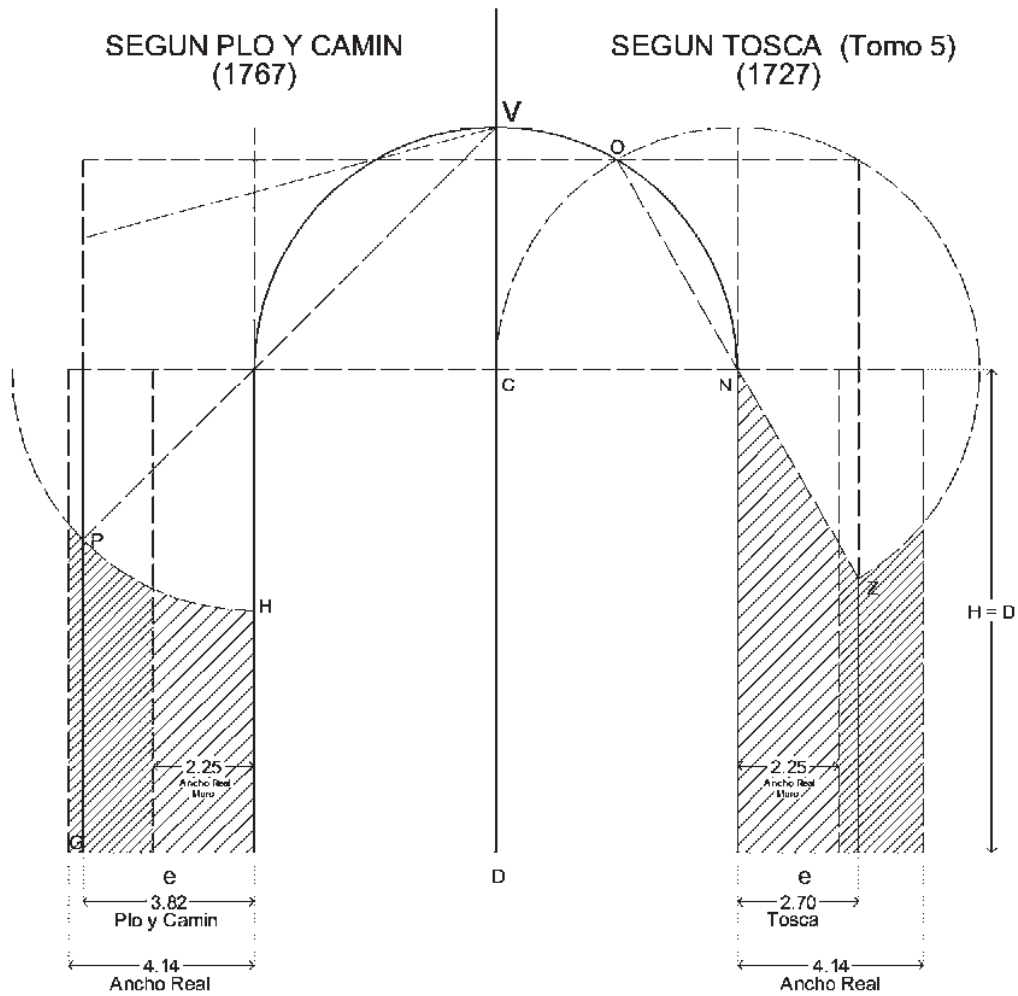
TEMPLO DE SAN FRANCISCO

SUPERPOSICIÓN DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMÓN GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)



TEMPLO DE SAN FRANCISCO

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :



5.5.- Iglesia Catedral de la Transfiguración.



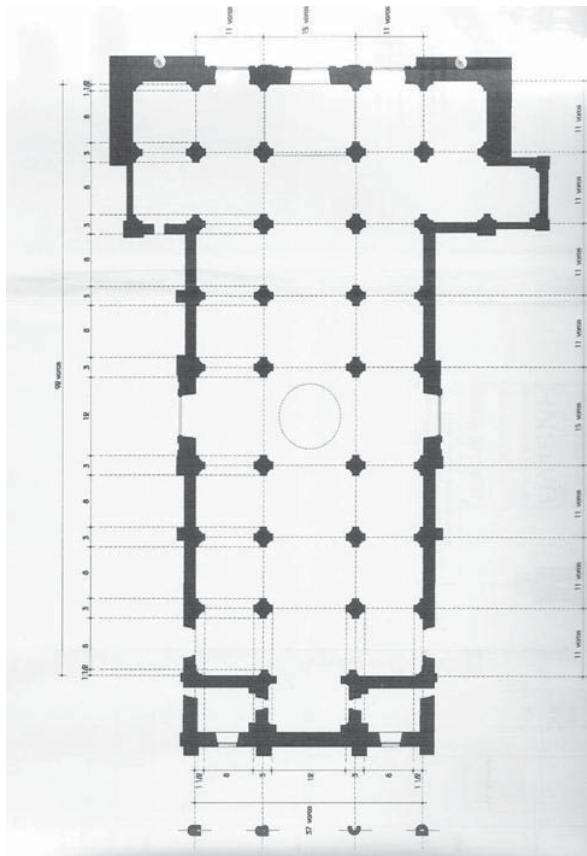
La construcción de la nueva Catedral de Michoacán marca un parteaguas en la historia constructiva de la ciudad. Aproximadamente medio siglo sin nueva empresa constructiva, ya que apenas si se había concluido la mayor parte del templo franciscano de San Buena Ventura hacia 1610 y el templo y convento del Carrmen también en las primeras décadas de esa centuria. La tipología formal del templo conventual había quedado atrás. El siglo XVII empezaba a difundir en Europa el ambiente de la racionalización científica, y rápidamente se difundía en Nueva España.

La primitiva Catedral de Valladolid tenía problemas y desde 1618 se habían empezado con proyectos para construir la nueva. No se sabe con precisión del sitio donde estaba, pero se calcula que hacia la parte sur de la actual en las inmediaciones con el templo de San Agustín.

La cultura constructiva del siglo XVII comienza a cambiar en el aspecto formal; el criterio humanista heredado del renacimiento europeo y la consolidación de

la evangelización americana crean un ambiente nuevo, la planta de cruz latina toma preferencia en la forma del templo aviniéndose bien tanto en el seguimiento de que en el cuerpo humano se halla la perfección y la ventaja de poder levantar cúpulas sobre cimborrios o tambores cuyo peso encuentra un contrarresto adecuado en el crucero de la planta.

La relevancia de una catedral para esta provincia demandaba un proyecto con jerarquía a la altura de la de Puebla, Mérida, o México, y el antecedente de la iniciada e inconclusa por Don Vasco en Pátzcuaro, la antigua sede, con un proyecto extraordinariamente singular, definitivamente generó la condición de jerarquía de este nuevo proyecto. Se tenía que contar con la autorización virreinal, tanto para calificar el proyecto como para designar al maestro mayor de la obra, igualmente así al superintendente y tesorero.



Ubicada en el centro de un gran espacio abierto, al parecer dejado ex profeso con varias décadas de anterioridad entre dos plazas; la mayor, conocida con el nombre de Plaza de Armas, y la Menor, hoy conocida con el nombre de Melchor Ocampo.

El seis de Marzo de 1655, Don Francisco Fernández de la Cueva, virrey, duque de Alburquerque, marqués de Cuéllar y Cadereyta, conde de Ledesma, de Guelma, señor de villas de Monbeltrán y de la

Codosera, gentilhombre de la

cámara de su majestad, su capitán general de esta Nueva España y presidente de la audiencia real de ella, manda se fabrique y haga la iglesia catedral nueva de la ciudad de Valladolid, provincia de Michoacán, y que *“ínterin se aderece la*

vieja”.⁹ En este documento se encuentra que para su ejecución, el virrey nombra al doctor Juan Magaña Pacheco canónigo de ésta iglesia como superintendente, tesorero, obrero, mayordomo y pagador de la obra, y el mismo virrey nombra maestro mayor y aparejador *Vicencio Varocio Escayola* . persona en la que asienta en el nombramiento que “ *concurrén práctica e inteligencia* “, lo que lo hizo en nombre del rey, y por el tiempo que fuere su “ *real voluntad*”, y como tal se le proveía que hiciera la obra “*en la forma y según como se ordenare, conforme a la planta y modelo que se diere y está mandado, con la atención, estudio y diligencia conveniente, de manera que las piedras vayan bien asentadas para que el edificio se acierte*”, . En ese mismo nombramiento se le designa a Vicencio Varocio una paga anual de mil pesos de oro común, de los cuales quinientos correspondían a su paga por aparejador y los otros quinientos restantes por maestro mayor y ciento veinte pesos oro más por año para ayuda a pagar la casa en que viviere, cuyos salarios le empezarían a correr desde Noviembre de 1557.

El maestro Varocio, a quién se le denominó indistintamente Vicente Barroso, o Vincenzo Baroccio, empezó a realizar el proyecto de la obra en 1557 percibiendo ya el sueldo, en el entendido de que él iba a radicar en Valladolid y se encargaría no solamente de dirigir la magna obra, sino que él con sus propias manos trabajaría como aparejador, de lo cuál debió estar calificado así, y tener experiencia para percibir sueldo por ambas categorías de oficio.

El 2 de Marzo de 1560 el virrey aprueba la planta y monte de la catedral, hecha por Vincenzo Baroccio, en la Ciudad de México, fecha en la que expide un mandamiento en donde asienta que se le ha presentado la planta, a fin de confirmarla, y añade que proveyó le informase Don Fernando Altamirano, mayordomo de la fábrica de la santa iglesia de México, con el maestro mayor Luis Gómez de Trasmonte y Rodrigo de Aguilera y otros maestros, los que le pareciere reconocieran la planta, para que declararan y digan lo que se les ofreciera en esa vista, después de lo cual proveyó lo siguiente:

⁹ Ramírez Montes Mina, “*La escuadra y el cincel*” documentos sobre la construcción de la catedral de Morelia, UNAM 1987, México,p.62

*“ En la ciudad de México, a veinte y seis días del mes de Febrero de mil seiscientos y sesenta años, en cumplimiento del decreto del excelentísimo Señor Duque de Alburquerque, Virrey de esta Nueva España, de veinte y uno del corriente, para que se reconozca y vea la planta y los maestros de obras den su parecer sobre ella, para la fábrica de la Santa Iglesia Catedral de Michoacán, de esta Nueva España, el Señor Licenciado Don Francisco Calderón y Romero, del consejo de su majestad, suidor de esta Real Audiencia y el Señor Capitán Francisco de Cordova Villa Franca, contador del Tribunal de cuentas de esta Nueva España y Don Fernando Altamirano, y el canónigo Don Juan de Magaña, Procurador de dicha Santa Iglesia y super intendente de la dicha fábrica, en cuya presencia, habiendo visto y reconocido los maestros nombrados, de quien irá firmado este parecer, el diseño y la planta hecha por el maestro Vicencio Barroso, a cuyo cargo esta dicha obra, le dieron el la forma siguiente: Dijeron de toda conformidad que la planta hecha por el dicho maestro Vicencio Barroso, en cuanto a su repartimiento de ancho y largo en la nave mayor de en medio y las dos procesionales y colaterales, Altar de los Reyes, Sagrario, Coro, con todos los demás repartimientos de dicha planta, gruesos **de pilares estribos y muros que demuestra, esta ajustada y conforme a medidas de buena arquitectura y añaden que para su ejecución y la mayor seguridad, firmeza y permanencia de la obra, es esencialmente necesario en que las medias muestras que salen de los muros de las paredes, como va demostrado en la dicha planta en las líneas de puntos y figura señalada con la letra A, el dicho maestro Vicencio Barroso dijo, que es del mismo parecer y que no las puso en la planta por que no se usa, ni ningún autor la demuestra, sino es que queda a la disposición del maestro de la fábrica** Y en cuanto a la demostración que se hace del encerramiento del cimborio, es que la obra que demuestra la planta sobre los cuatro arcos que han de recibir la media naranja, es viciosa y reprobada de los autores, y*

particularmente de **Sebastián Serlio** en su tercer libro de antigüedades en la foja veinte y tres y la razón es, por que levanta con el banco señalado, con la cruz repartida en su circunferencia, arcos y columnas, once varas de alto según muestra el pitipié de la planta y sobre este Banco carga la media naranja, con su linterna, en altura de diecisiete varas y media, con que queda desamparada la obra y con poca seguridad, principalmente en este reino por los accidentes de temblores y terremotos como se ha experimentado y se ve con la fábrica de la Santa Iglesia Catedral de la Puebla de los Angeles, que la altura y distancia de dicho arcos de columnas y ventanas, se haya la obra toda cuarteada y abierta por sus herramientas y a peligro de caerse, con que se necesita para esta fábrica y su seguridad y permanencia aunque se quite de la hermosura y de la medida que pide la arquitectura, todos los arcos y columnas en once varas de alto, asentado en cimborio y linterna con la medida que tiene en altura de diecisiete varas y media, sobre las tres varas que demuestra la letra B. y de este parecer son el maestro Luis Gómez de Trasmonte, Rodrigo Díaz de Aguilera, Diego de los Santos y Avila y Miguel de Aguilera y Martín López, Pedro Ramires y el Maestro Vicencio Barroso fueron de parecer que se debía probar y ejecutar la planta como se demuestra, por que en ella están prevenidos y asegurados los inconvenientes y riesgos que se proponen, lo primero por que en la Ciudad de Valladolid, no hay temblores y terremotos, y cuando los hubiera, las medidas de dicha planta y monte en los gruesos de los pilares y todos los demás asientos que le corresponden están ajustados a buena arquitectura y seguro y permanente fábrica, y para ello los arcos y las columnas de ventanas de once varas de alto, que se ponen en el parecer de arriba que son ventanas abiertas en arcos, no lo son ni columnas ni arcos, sino ventanas redondas y macizas que cierran en arco para su mayor fortificación. Y para asegurarla tiene la pared más grueso de lo que demanda el arte, y el cimborrio en su medida se ha bajado tres varas con que se aseguran todos los riesgos que se proponen, que queda la obra segura, permanente y hermosa



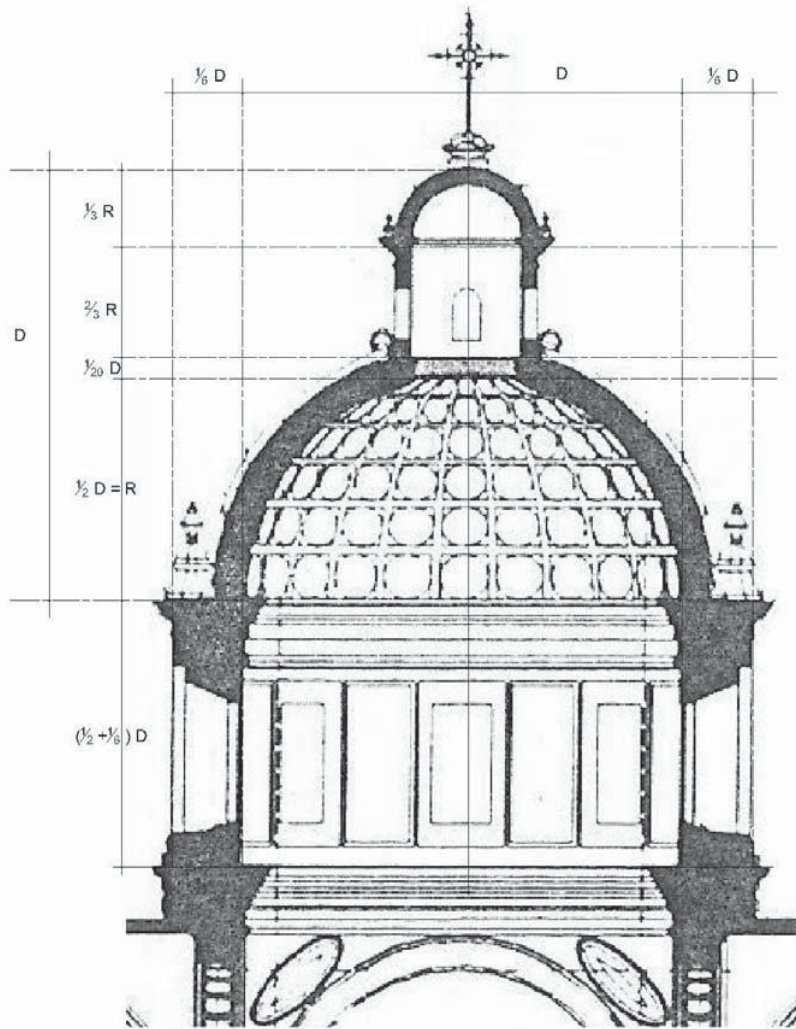
Y en cuanto a la demostración de la Torre, parecen estar los cuerpos iguales y son de parecer los dichos cuatro maestros de arriba, que el segundo cuerpo se debe disminuir bajando la octava parte del cuerpo de abajo, por pedirlo así la proporción de la obra. Y los otros tres pareceres dijeron que estaba la torre en su perfecta medida y proporción y que no solamente tiene disminuida la octava parte que se pide, sino la sexta parte y habiéndose hecho la medida en presencia y por todos los dichos maestros, se vio y reconoció estar disminuida la dicha sexta parte con que quedaron conformes estaba bien, según se demuestra en dicha planta y este fue su parecer y lo juraron a Dios y a la Cruz haberlo dado a su leal saber y entender y lo firmaron dicho señor oidor con dicho señor asistente contador y firman Licenciado Don Francisco Calderón y Romero, Don Fernando

*Altamarino, Luis Gómez de Trasmonte, Rodrigo Díaz de Aguilera, Pedro Ramírez, Visencio Barroso Escayola, Francisco Córdova, Doctor Don Juan de Magaña Pacheco, Martín López, Miguel de Aguilera, Diego de los Santos y Avila. ”*¹⁰

Posteriormente, el licenciado Francisco Calderón y Romero asienta que una vez habiendo oído a los opinantes, quedaron todos conformes en aprobar dicha planta y “*satisfacen a las razones del parecer contrario*”, teniendo este licenciado por parecer más acertado el del maestro Vincenzo Baroccio y dos que se conformaron con él, afirmando que

“siendo lo último de la obra y quedando advertido el reparo como va, se podrá volver a ver y considerar y pedir parecer de los maestros que entonces se hallaren, para ejecutar lo más seguro y acertado sin fealdad de la fábrica, a cuya hermosura se debe atender en cuanto permitiere la disposición y seguridad del terreno, y así se podrá hacer la fábrica por dicha planta, como está resuelta por el maestro de ella,en llegando a la fábrica del cimborrio vuestra excelencia con su prudencia y buen celo, mandará lo que más convenga al servicio de Dios y del rey mi señor.”

¹⁰ Ibid. p., 65,66,67.



**DIMENSIONAMIENTO PROPORCIONAL DE LA
CÚPULA CATEDRALICIA DE
VALLADOLID/MORELIA**

La construcción de la catedral iniciada en 1660, bajo el proyecto de Baroccio, tuvo hacia 1664 fuertes críticas y reclamos, no solo a causa de un supuesto corto avance y excesivo gasto, sino al parecer también por lo que parecía errores de dimensionamiento y procedimientos constructivos. El 9 de Diciembre de 1664 se emite una declaración sobre el estado de la obra, presentada por Antonio Cardoso, “maestro de ensamblador”, en donde declara que conoce la obra desde que se echaron los cordeles para abrir cimientos y declara el estado que de la obra guardaba de avance hasta esa fecha y que conocía a Baroccio, y que :



sabe y vio que después de labradas las dichas piedras de cantería de escuadra y regla, que este testigo lleva referido, para asentarlas donde habían de estar, las hacía cortar y labrar de nuevo a los canteros, por no dar las mediadas para que de una vez quedasen labradas como fuera necesario, en que

se seguía mucha costa a esta fábrica y detención de los canteros y peones de que este testigo infiere de que su anónimo era detenerla y perpetuarla, para su mayor provecho, pues vió este testigo, que reprendiéndole esta milicia algunos de los señores de este cabildo, como celosos de esta obra, le respondía el dicho maestro mayor que el se entendía. Sin haber querido dar la medida igual al asentista, quedaba la piedra en bruto para ella y según que era necesaria, sino que la hacía traer de vara y cuarta de largo y puestas en el taller las hacía partir a los canteros y oficiales, por la parte que el dicho maestro mayor les mandaba, quedando perdido un gran pedazo de las dichas piedras grandes y el trabajo de los canteros, en que ocuparon mucho tiempo ganando su salario con conocida perdida de esta fábrica, así por el valor de las piedras grandes que cortaban, como por el salario, que en esto superfluo ganaban los dichos oficiales, sin poderlo remediar los señores de este dicho cabildo por lo protervo de la condición del dicho maestro mayor,

para llevar adelante su mala intención de que este testigo y los oficiales canteros y otras muchas personas se admiraban y lo murmuraban. Y vio este testigo, que a los dichos canteros, oficiales, y peones, que trabajaban en dicha obra, los tenía atemorizados con su mala condición. Vámonos poco a poco que nadie nos corre, se lo ha oído este testigo a todos los oficiales de dicha obra, y como Juan Sánchez, Manuel Porra, Indio y mestizo. Cristóbal Merino Español, Agustín y Francisco, indios de los barrios de esta Ciudad. Estando ya formados los cimientos de esta obra y habiendo empezado a terraplenar todo el cuerpo de la Iglesia, empezó a abrir los cimientos de la Torre y la Tierra que sacaba de ellos, pudiendo hecharla en terraplén que estaba haciendo a la sazón, no lo quiso hacer, sino que para hacer mayor costa a la Iglesia y dilación a la obra, hacía llevar la dicha tierra a parte muy distante, a unas casa viejas que llaman palacio, calle en medio de la dicha obra y después hacia traer la misma tierra para el terraplén que estaba haciendo de la Iglesia.

*Falto a todo el arte, pues vio este testigo y vieron todos los vecinos de esta ciudad, que habiendo abierto los cimientos de la testera de la echar con la cal la mejor arena, conforme al arte, no lo quiso hacer sino que **echaba una fanega de cal y otra de arena y otra de la misma tierra que sacaba de los cimientos.***

*Siguió declarando el testigo que en la obra del convento del Carmen, para una capilla que formó debajo de tierra, **de seis varas en cuadra,** hizo de gasto, ha oído decir este testigo, más de once mil pesos, pues vio que **la cimbra para cerrar la bóveda de sillería la hizo, pudiendo ser de madera, de cal y canto.** Que del dicho convento del Carmen , le quitaron la obra , por el excesivo gasto que llevaba, más pues se ha de entender, **a que en donde formó los cimientos de cuatro varas, no necesitaba de hacer cimiento ninguno, pues abrió las dichas cuatro varas de él y el demás grueso de la capilla, a punta de barreta, pico y cuña, del acero, por que todo fue sobre peña viva..... le quitaron la obra de la Torre, del Señor***

*San Agustín, por conocer el gasto tan superfluo que hace en todas partes, en donde lo dictaminaron **Francisco y Antonio de Chavida**, hermanos, maestros de arquitectura, con quienes este testigo ha hablado en razón de la nueva fábrica y su estado de diferentes ocasiones, y cree y tiene por cierto, que quien como el dicho maestro mayor, en cinco años no tiene hechos mas que los cimientos de ella, no podrá ni en otros quince acabarla, por que procede con la intensión que llevo referida, ni habrá dineros para que el gaste si corre por su mano.*



También el maestro de arquitectura Francisco de Chavida fue solicitado a dictaminar el estado de la obra, que no trabajaba en la obra catedralicia y declaró que conocía de la obra que hacía cinco años que se habían iniciado los trabajos, y que se tienen **hechos los cimientos** y dos varas y cesma de alto de pared en la testera del altar de los reyes, donde es la tierra más baja **y están nivelados por la parte de arriba todo en igual**, y en cuanto a lo que se pregunta de los cimientos que faltan por hacer de las piezas que refiere la petición, se remite a la planta por donde fue el principio de su gobierno, y en cuanto a la piedra labrada de sillería que se le pregunta y dice el pedimento hecho debajo de tierra, solo dice que desde encima del cimientos donde dejo las

sepas por la parte de afuera es toda la piedra, cerca toda esta obra de sillería labrada.

Y que por la parte de adentro, donde hoy esta terraplenado todo el cuerpo de la Iglesia, no sabe este Testigo, si hechó la piedra en la misma forma, aunque por mayor lo ha oído decir a algunas personas, y si el dicho maestro mayor, hecho la dicha piedra labrada de sillería como la de afuera excedió en hacer este gasto , por que no era necesario y sería muy costoso por que bastaba hacerse de piedra de mampostería, y en cuanto a si hechó, tierra en la mezcla para los cimientos del altar mayor y de los reyes, donde ha de tener tanto peso esta obra, lo ha oído decir y en esta razón tiene este testigo, hecha vista de ojos con la gran justicia, de pedimento del Doctor Canónigo Don Juan de Magaña, y cateado el cimiento, donde halla el cal y canto fuerte, por la mucha humedad que tiene en aquella parte, y no cumplió el dicho maestro mayor con su obligación y conforme al arte, pues debió de buscar los mejores materiales de cal y de arena para los dichos cimientos, pues aunque hoy están tan fuertes por la dicha humedad, no sabe este testigo lo que sucederá si llegan a secarse los dichos cimientos, en algún tiempo que será irreparable el daño. Dice que desde la capilla mayor hasta el coro, queda imperfecta por no haber capacidad para los estrados que requiere esta obra, haciendo de la justicia y regimiento, y el servicio de las gradas de altar mayor.

Antonio de Chavida, hermano de Francisco, y también maestro de arquitectura fue solicitado a dictaminar en estas actuaciones y entre varios reconocimientos, dijo el 10 de Diciembre de 1664, que vio

que el dicho maestro mayor, en toda la nave mayor que esta por la parte de adentro, sobre el que cae el terraplén y los asientos de los pilares, hecho toda la piedra grande labrada de escuadra y regla, donde no era necesario, por que cae y esta debajo de tierra y solo bastaba haberla desbaratado toscamente, ahorrando

*aquella costa. Que reprendiéndole algunos de los señores de este cabildo, que cuidaban con la supertendencia, y otros celosos de esta obra, por ver lo poco que crecía y su mucho gusto, les respondía que lo dejaran por que el se entendía como maestro a cuyo cargo estaba, siendo así, que este testigo como maestro que es de este arte, sabe que lo que son maestros deben dar la asentista que trae la piedra, las mediadas de la necesaria para estas obras reales por que unas son grandes y otras pequeñas y tienen unas diferentes costas que otras y no lo ha hecho así el dicho maestro mayor, puedo dando siempre las medidas de piedras grandes en el taller, las hacía partir del tamaño que era menester, en que faltó al arte e hizo mas costa, su animo e intención era perpetuar esta obra, pues aun los mismos canteros y oficiales se lo notaban y hablaban públicamente. Los cimientos de la Torre, que con facilidad pudo hechar la tierra que sacaba de ellos, en el terraplén, que ya lo tenía principiado, no lo hizo sino que duplico el gasto a la obra, pues la tierra le hacía cargar en hombros de muchos peones y llevarla a unas casa viejas que llaman palacio, y muy distante de la dicha obra de donde la hizo volver a cargar en hombros de dichos peones, para echarla en todo el terraplén de todo el cuerpo de la Iglesia. **Hecho por tercias partes para mezclas, una parte de cal y otra de arena, y otra de la misma tierra que sacaba de los cimientos, no sabe este testigo con que intención, que según los autores del arte no lo debió hacer.** Que en el entierro de los Salcedos, para que fue llamado, que se principio en el convento de Nuestra Señora del Carmen, de esta Ciudad, le quitaron esta obra por el excesivo gasto que dicen que hizo en solo una capilla de seis varas de cuadra debajo de Tierra.*

En el convento del Señor San Agustín de esta Ciudad, principio ha hacer la Torre, que hoy se esta haciendo y se la quitaron por que en todas partes es muy costos, de que infiere que corriendo por mano del dicho maestro mayor, esta nueva fábrica de la Santa Iglesia.”¹¹

¹¹ Ramírez Montes Mina, op. Cit., tomado del A.G.I. , Audiencia de México, Leg. 1052, s/f.

Dentro de esas mismas diligencias, se solicitó también a declarar al dominico Fray Gregorio Cavello, maestro de arquitectura, quién estaba prosiguiendo la obra de la torre de San Agustín, quién dijo conocer a Baroccio, hacía más de nueve años, y fue ahí donde dijo que le llamaban “**el Romano**”, y al reconocer lo avanzado en los cimientos de la obra catedralicia, anota que *“solo vió “desde donde empezó la cuenta de los pilastrones, que son los zoclos, donde se han de asentar las basas, están desbastadas las piedras a escuadra y regla, y en aquella parte no lo pudo escusar, y si la hechó en el demás cuerpo de la Iglesia, , según que en aquella parte que ha referido, no lo hizo bien, porque no era necesario.”*

Las diligencias anteriores denotan que a cinco años de haber iniciada la cimentación de catedral, el cabildo, principalmente Don Juan de Magaña Pacheco, canónigo, nombrado por el virrey superintendente y tesorero de la obra, estaban fuertemente contrariados con el maestro Vincenzo Baroccio por lo tardío y costoso que llevaba el gasto , y no vaciló en armar estas diligencias, citando a dictaminar y declarar a todo maestro o arquitecto que tuvo a la mano, en donde hasta aquí las acusaciones estribaban impericia de Baroccio por :

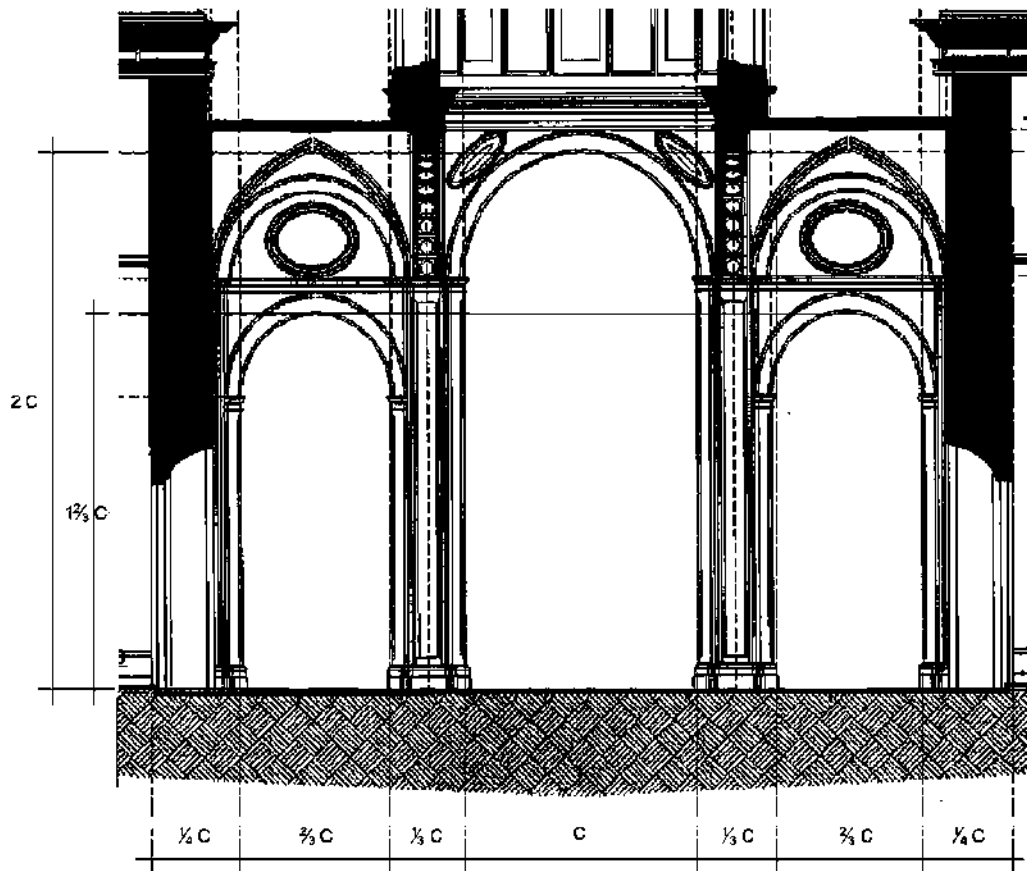
- 1.- No indicar bien a los canteros el corte eficiente de la piedra para su colocación sin desperdicio.
- 2.- Haber corrido las cadenas de cimentación que unen a las pilastras con los muros a base de sillares de piedra labrados a escuadra y regla, pudiendo haber sido en aparejo rústico ó sillarejo.
- 3.- Haber desperdiciado movimientos de tierra en los rellenos para el terraplén.
- 4.- Haber terciado la cal y arena con la tierra que sacaba de la excavación.

En el tema del mal dimensionamiento, ninguno de los peritos anteriores criticaron a Baroccio.

Otra declaración que formó parte de estas diligencias, fueron las de los alcaldes mayor y ordinario de Valladolid, Juan de Rivera Gasca y Nicolás Cortés de Villaseñor y Chávez el mismo 11 de Diciembre de 1664, en cuyo reconocimiento anotan: **“que habiéndose abierto el terraplén**, que está por adentro del cuerpo de la iglesia y acabado en una de las pilastras y en uno de los pilares, vimos por vista de ojos, que **debajo de tierra están asentadas en cada pilar, veinte y cuatro piedras labradas de regla y escuadra** en cada uno de los dos pilares, que todos son catorce , a siete por banda. Y así mismo **en cada pilastra están en la misma forma, debajo de tierra, a ocho piedras, en cada una de las pilastras, labradas a regla y escuadra, que habiéndolo medido, es una vara la que está, de las dichas piedras labradas, debajo de la tierra donde no se ve**, por estar cubiertas con el terraplén referido.

Siete años más tarde, el 12 de Julio de 1671 en la declaración dictaminada que en esas mismas diligencias hizo el maestro de arquitectura Juan de Santiago, al parecer se cuestionaba el dimensionamiento de la catedral que se iba haciendo, en la medición efectuada por éste arquitecto, en compañía de José de Bayas a las siguientes observaciones:

- 1.- Que la nave de en medio tiene 12 varas menos $\frac{1}{12}$ de ancho.
- 2.-Las naves procesionales 8 varas y $\frac{1}{3}$.
- 3.-88 y $\frac{1}{2}$ varas de largo toda la Iglesia por dentro.
- 4.-Los pilastrones $3\text{ y } \frac{1}{2} + \frac{1}{32}$ varas de diámetro, medido por el primer asiento, con vuelo de basa y zoclo.
- 5.- La caña de los pilastrones tienen $3 + \frac{1}{32}$ varas de “vivo a vivo”.
- 6.- El cuadrado de las bóvedas de la nave procesional tiene muy igual correspondencia.



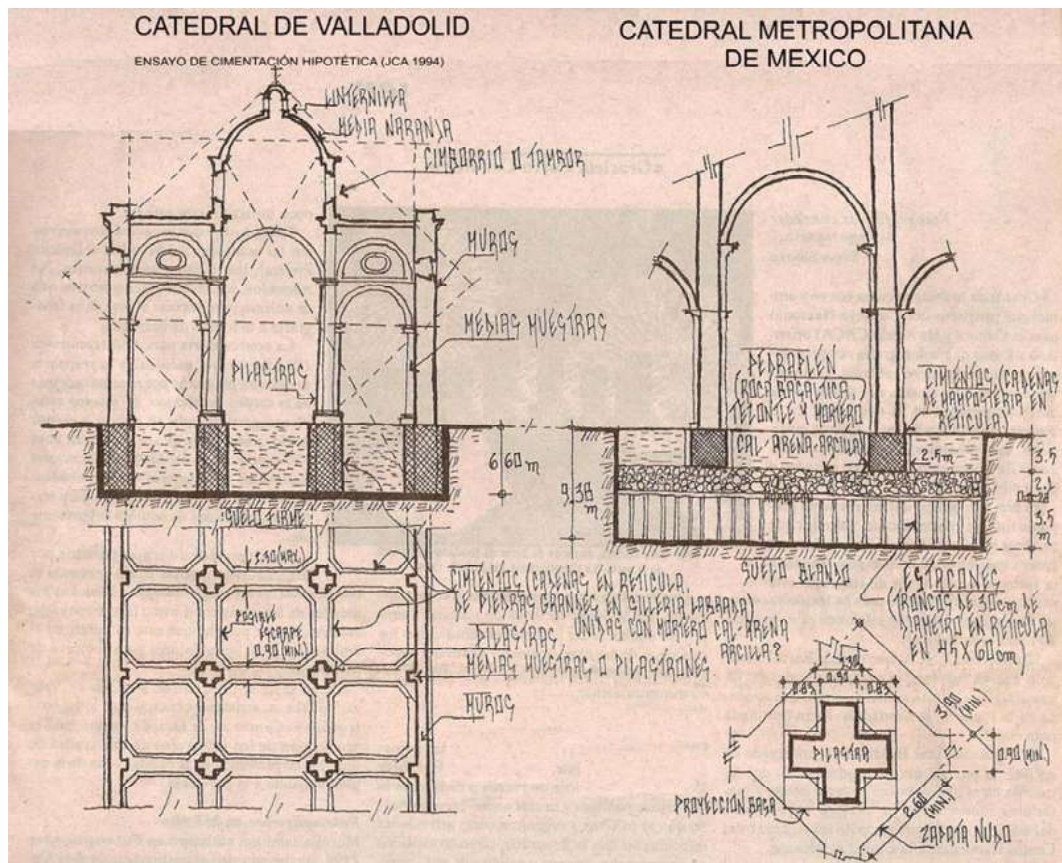
**RELACION ESPESORES DE PILASTRAS Y
ANCHO DE NAVE PRINCIPAL EN LA
CATEDRAL DE VALLADOLID**

Para el día siguiente, los mismos arquitectos dictaminan:

1.-Que Vincenzo Baroccio excedió en $2\frac{1}{4}$ varas de lo largo de la planta aprobada, pero que este exceso fue necesario y útil para la obra.

2.- En el ancho de toda la Iglesia se ajustó el dicho maestro a la planta aprobada, con la declaración que la nave de en medio, que tiene doce varas menos una sesma, habían de ser 12 varas completas.

5.-Que falta por hacer de ésta obra, tres partes más de lo que se tenía obrado en esa fecha, regulando desde la superficie de la tierra, con **más lo que se tiene de cimientos, que hallan que es otro tanto como lo que se tiene de altura hasta ese día.**





Posteriormente, el 10 de Enero de 1692, falleció Vincenzo Baroccio, y suspenden las obras que se llevaban y el virrey avisa al cabildo eclesiástico que por el momento no era necesario nombrar maestro mayor en la obra catedralicia, y se levantan otras diligencias para constatar el estado que llevaba la obra, que al parecer era de 16 bóvedas cerradas.¹²

Para 1699, nombrado Juan de Silva Carrillo, maestro mayor de la obra, se inician los peritajes para dictaminar la construcción del cimborrio, para la cúpula, recordando que desde que se

presentó el proyecto de Baroccio, hacía ya treinta años, se había cuestionado su diseño, y aunque se había determinado procedente, se dejó en “veremos” cuando llegase la ora de hacerlo. Para tal efecto, acuden a la Ciudad de México a presentar el proyecto Juan de Silva y Matías de Santiago, donde en acta del 5 de Abril de 1701, se asienta que Matías de Santiago, oficial de cantero,

*“tan diestro en la ejecución de la arquitectura..en la explicación de sus términos y sumamente instruido en la planta y proporciones de aquella fábrica como **fue discípulo y asistió en aquella ciudad a Vincenzo Baroccio su maestro, quién saco aquel edificio desde sus cimientos y dio su planta comunicando a dicho Mathías de Santiago muchos secretos de sus trazos, en que fue sumamente avaro e igualmente eminente, como lo calificaban las***

¹² Ibid. p.105

*muchas obras que con acierto había ejecutado en este reino, y le habían dado nombre, que conservaba estimable entre los mismos de su arte, el cual se decía disimulaba y afectaba el dicho Juan de Silva, **habiéndole Mathías de Santiago en secreto las plantillas para el corte de las piedras y los trazos de las monteas para el cerramiento de bóvedas, arcos y otras proporciones con que no se conocía su ignorancia**, de que resultó construir a su ilustrísima y cabildo en mayor congoja,...para que me sirviese mandar viniese a esta Corte, el dicho maestro Juan de Silva Carrillo y Matías de Santiago, para que cada uno fundase y demostrase su parecer, en presencia de maestros del arte de arquitectura, reconocida la planta aprobada por el excelentísimo señor duque de Alburquerque, virrey que fue de este reino, y los autos que sobre ella se hicieron remitiéndose una montea pequeña de madera ajustada rigurosamente a su pitipié y proporción reconocida y aprobada por los dichos Juan de Silva y Mathías de Santiago, para que conviniendo en los que se está ejecutando de dicha fábrica, pueda calificar la censura de los maestros...*¹³

En 1703 Felipe de Roa, maestro mayor de la Iglesia metropolitana de la ciudad de México y Antonio Jirón, Diego de los Santos y Avila y Pedro de Arrieta, maestros de arquitectura, dictaminan que tienen conocido a Juan Antonio de la Cruz, cuestionando sobre si hace fuerza o no, el que se ha perfeccionado el cimborrio, con la piedra de cantería con que se ha construido toda la obra, y no con la piedra de tezontle que habían recomendado dichos maestros a razón de aligerar por una parte, y por costumbre que así se hacía en la ciudad de México por contar co ese material. Se anota en auto de esta fecha, “caso que tal no hubiese y que la piedra de tezontle se hallase con la abundancia que en la ciudad de México se halla, **en ese caso en buena razón de arte y hallándonos sobre los buenos fundamentos en que se halla la fábrica de dicha santa iglesia, en un suelo tan firme como el que goza y lo dispuesto tan científicamente por el maestro Vincenzo Baroccio, alias el romano, quién**

¹³ A.G.N.M., Reales cédulas duplicados, v.45, exp. 33, fs. 127v-131v. transcrito por Ramírez Montes Mina op. Cit. p. 128

fue autor de ella y la monteó y sacó hasta dejar cubiertas algunas bóvedas y todo con la referida piedra.... No dejar en proseguir con la referida piedra hasta finalizar en toda perfección dicho cimborrio”.¹⁴



¹⁴ A.G.N.M., Reales cédulas duplicados, v. 45, exp. 42, fs. 161-163v, citado por Ramírez Montes Mina, op., Cit., p.132.

CRONOLOGÍA DE LOS CONSTRUCTORES DE LA CATEDRAL DE MORELIA

1618	Alonso del Arco Alonso Martínez López (Maestro de arquitectura) Primer proyecto para la nueva catedral (comisionados por el virrey), 36 x 100 varas. Presupuesto de \$80,000 pesos, oro común, sin cambio de maestro y obreros mayores, sin torres ni oficinas; tiempo 18 años.
1621	En compañía de Alonso Hernández hicieron otro proyecto que tenía 150 pies de largo.
1658	Inicia el proyecto <u>Vicenzo Baroccio y Escayola</u>, maestro mayor de arquitectura.
1660	Se dictaminó el proyecto de Baroccio, por los arquitectos: Luis Gómez de Trasmonte (Maestro mayor, colaboro en la torre norte de la catedral de Puebla). Rodrigo Díaz de Aguilera (Maestro y aparejador de la catedral de México). Diego de los Santos (Alarife y maestro de la capital del virreinato) Miguel de Aguilera (Maestro y veedor del arte de arquitectura) Martín López (Ensayador y balanzario de la caja real) Pedro Ramírez (Perito en el arte de Arquitectura)
1664	Dictaminaron sobre el poco avance, gasto excesivo y errores constructivos: Antonio Cardoso (Maestro ensamblador) Francisco de Chavida (Maestro de arquitectura) Antonio de Chavida (Maestro de arquitectura) Cristóbal de Merino (oficial de cantero) Fray Gregorio Cavello (Maestro de arquitectura, siguió con las torres de San Agustín) Dominico.
1671	Reconocimiento y medición de la planta de Catedral, realiza: Juan de Santiago, maestro de arquitectura: Nave de en medio: 12 varas – 1/12 de ancho Naves procesionales: 8 1/3 varas d ancho Largo de la iglesia: 88 ½ varas por el interior Pilastrones: 3 ½ varas + 1/32 de grueso en la caña, de diámetro medido por el primer Asiento con vuelo de basa y zoclo 3 varas + 1/32 de grueso en la caña, de vivo a vivo. El cuadrado de las bóvedas de la nave procesional tiene muy igual correspondencia. La puerta principal, claro en limpio 3 + ¾ de ancho. La puerta de procesional 2 + 2/3 de claro

	Firma también Vicente Baroccio y Joseph de Bayas Delgado. (Aún falyaban 3 partes más de lo que tenía obrado)
1672	Vicenzo Baroccio declara el estado de la obra, que faltaban \$250,000 mas o menos y 12 años Declara también Antonio de Cabido (maestro de arquitectura) Antonio Cardoso
1679	Declara Antonio de Chavida sobre el estado de la obra también declaró Pedro Nolisco de Guedea.
1683	Dictaminó sobre el estado de la Catedral primitiva Vicenzo Baroccio
1690	Declara Baroccio sobre el estado de la obra. También declara Pedro Nolisco de Guedea (Maestro en arquitectura)
1692	Fallece Baroccio de la Escayola
1695	Hacen presupuesto para la terminación de la obra: Miguel Jerónimo García (inteligente en el arte de arquitectura) Se habían gastado aproximadamente \$224,000 y que faltaban aproximadamente \$145,180. También lo hicieron: Pedro de Santa Guedea (inteligente en el arte de arquitectura, había trabajado en la obra por mas de 25 años). Matías de Santiago (inteligente en el arte de arquitectura, había trabajado en la obra por más de 30 años)
1696	Convoco a buscar maestro mayor y aparejador en varias ciudades del virreinato. Se nombró maestro mayor a Juan de Silva Carrillo, español, oriundo de Cádiz, examinado en Gibraltar. (maestro de arquitectura y albañilería)
1699	Manda el virrey que se ejecute el Cimborrio de la catedral conforme la planta que para ello hizo el maestro mayor Vicenzo Baroccio.
1701	Licencia de traslado a la nueva catedral sin estorbar, la prosecución de la obra del cimborrio.
1702	Mandan a Juan Antonio de La cruz

5.6.- Templo de la Cruz. (1680)

La construcción de este Templo se debió a la actividad del sacerdote Nicolás de la Serna hacia 1680.¹⁵ el Templo consta de una sola nave con cinco capillas laterales sobre cada muro longitudinal de tal manera que los estribos se invirtieron hacia el interior formando las dichas capillas con sus arcos formeros de tal manera que se evitan los estribos hacia la calle norte forjándose una nave centrar de 6.10 m. de claro, que recibe bóveda de sillería en cañón corrido con lunetos hacia los arcos formeros.



La relación de altura de muros/ancho de la nave es de $1 \frac{1}{4}$; la relación ancho de muros sobre su altura al arranque de los arcos es de $1 \frac{1}{8}$; la relación ancho de muros sobre el ancho de la nave es de $\frac{1}{6}$; la relación del espesor de los estribos sobre el ancho de la nave es de 2.5 veces $\frac{1}{6}$ debido a la forja de las capillas laterales mas que a la necesidad de contrarresto del empuje , y por

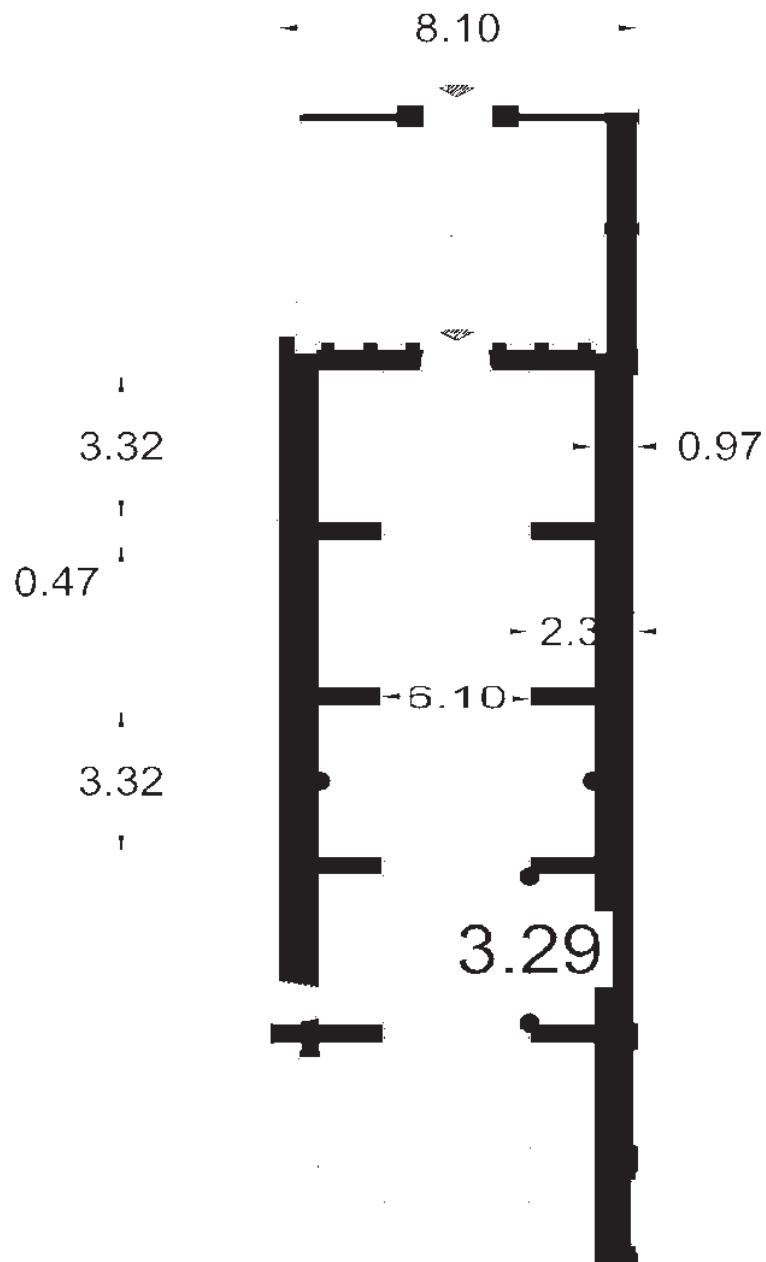


esta misma razón la estribación total respecto al ancho de la nave respecto de este templo llega a ser de $\frac{1}{2}$, lo cual hace al templo el mas estribado de la ciudad. La relación largo sobre ancho de la nave es de 5 sobrepasando el común de los templos que solo llega a ser de 4.5. Los ensayos Geométricos realizados en sus resultados mas conservadores (Antonio Plo y Camín) requieren de una estribación máxima de 2.54 m. siendo la estribación real del estribo de 3.28 m. lo cual refleja la rigidez existente

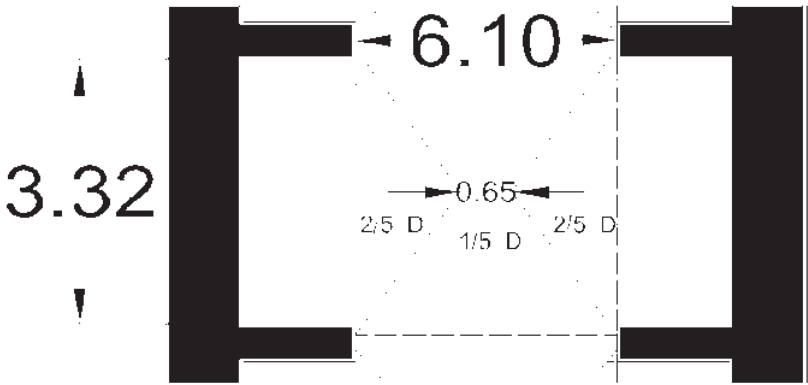
¹⁵ Torres, Mariano de Jesús, Diccionario T.3 p.265

debido a la disposición invertida de los estribos alargados estos últimos por motivo de forjar las capillas laterales.

TEMPLO.- LA SANTA CRUZ S. XVII (1680)



Sección de Bóveda

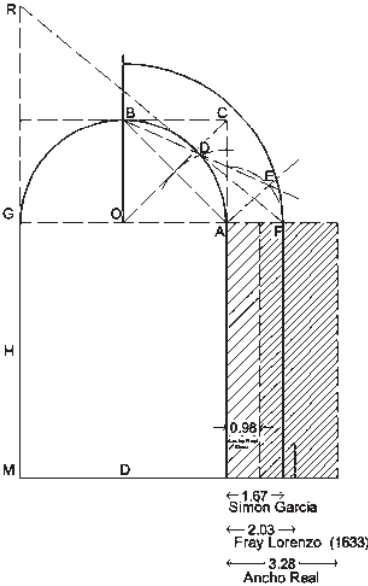


TEMPLO DE LA CRUZ

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMON GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)

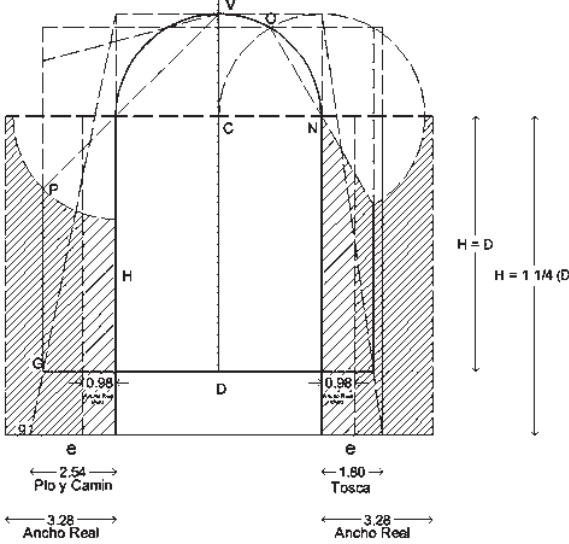
TEMPLO DE LA CRUZ

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :



SEGUN PLO Y CAMIN
(1767)

SEGUN TOSCA (Tomo 5)
(1727)



5.7.- Templo de San Juan Bautista.

Este templo fue construido en el barrio indígena de San Juan de los mexicanos hacia el año de 1696. Se dice que una congregación de obreros mexicanos de la construcción traídos de zona cercana a la ciudad de México trabajaron por varias décadas de la segunda mitad del siglo XVII, en donde se asentaron y construyeron este templo.

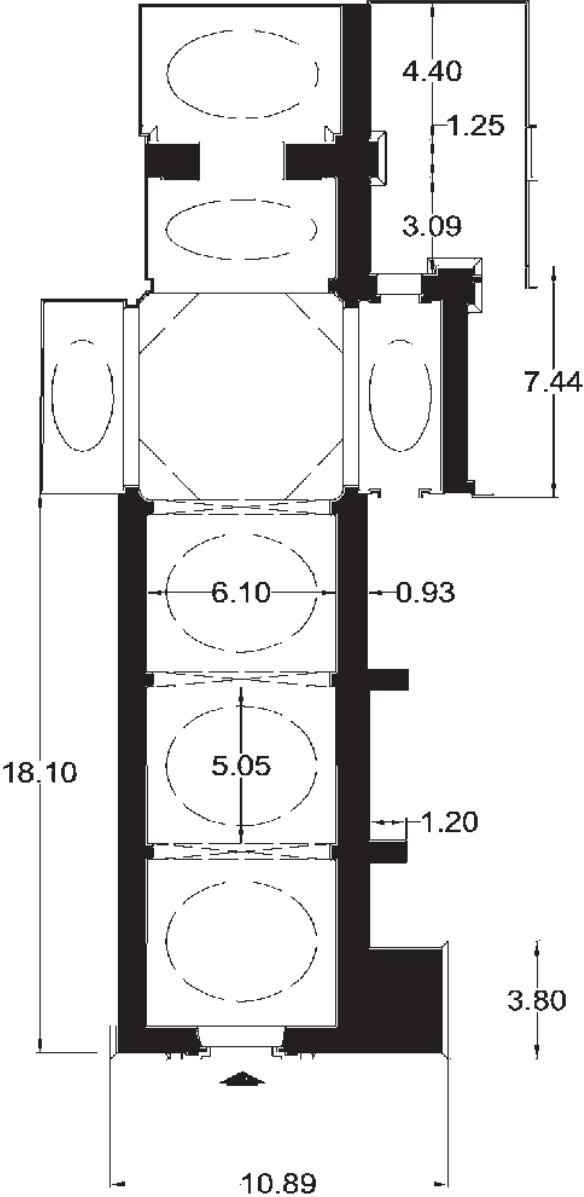
Lo construyeron de una manera muy sencilla guardando proporción de altura de muros al arranque de los arcos de uno con respecto al ancho de la nave y,

un claro transversal interior de 6.10 metros, lo que daría a pensar que en su origen bien pudo estar cubierto por vigeria. Sin embargo, a finales del siglo XVII, le fueron incorporadas elegantes bóvedas de platillo en trazo elíptico, que constituyen una singularidad tipológica de bóvedas entre los templos de la ciudad.

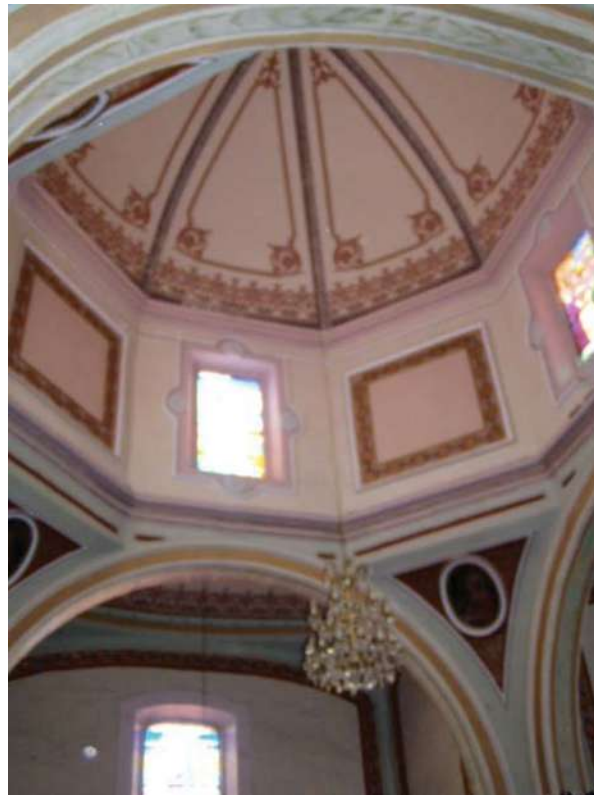
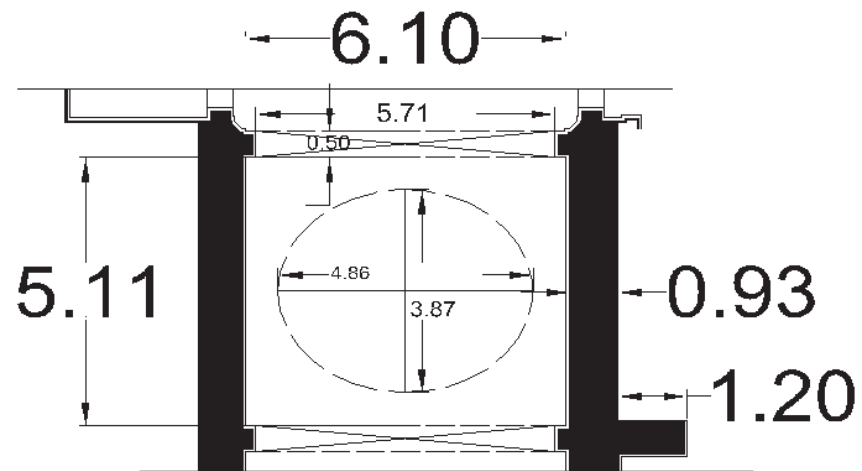
La altura interior de los muros es de 6.10; el espesor de los muros es de 0.9 mts y el de los estribos es de 1.2 metros , llegando a una estribación total de 2.10 metros teniendo guardado el esquema medieval del tercio.



TEMPLO.- SAN JUAN BAUTISTA S. XVII (1696)

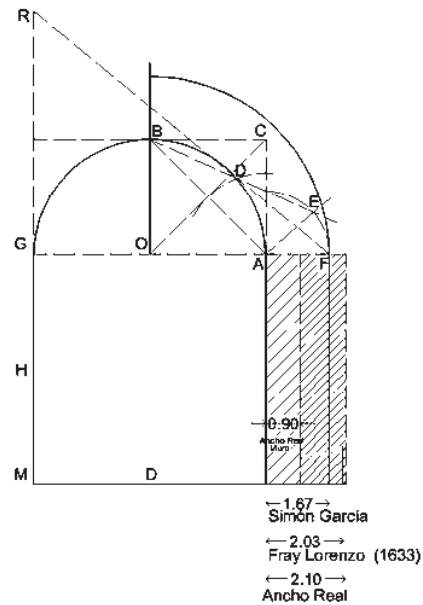


Sección de Bóveda



TEMPLO DE SAN JUAN

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMON GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)

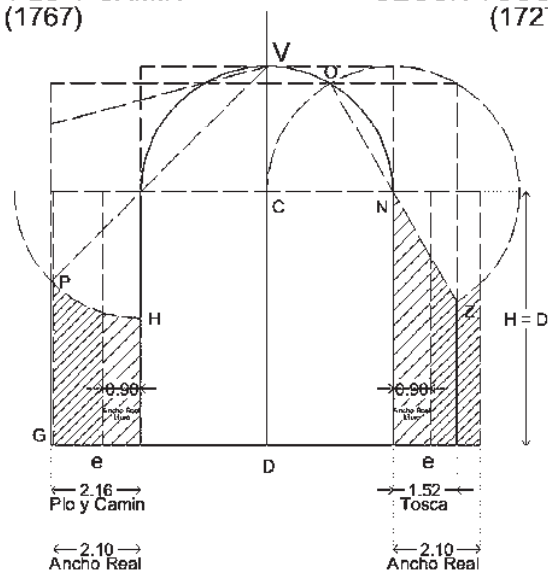


TEMPLO DE SAN JUAN

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :

SEGUN PLO Y CAMIN
(1767)

SEGUN TOSCA (Tomo 5)
(1727)



5.8.- Templo de Guadalupe (1708).

Edificio construido en 1708 por la orden franciscana de los dieguinos que contribuyo en gran medida a la devoción del culto guadalupano en la ciudad. Se desconoce quien fue el arquitecto que dirigió la construcción, y solo se tienen noticias de bienhechores como el Obispo

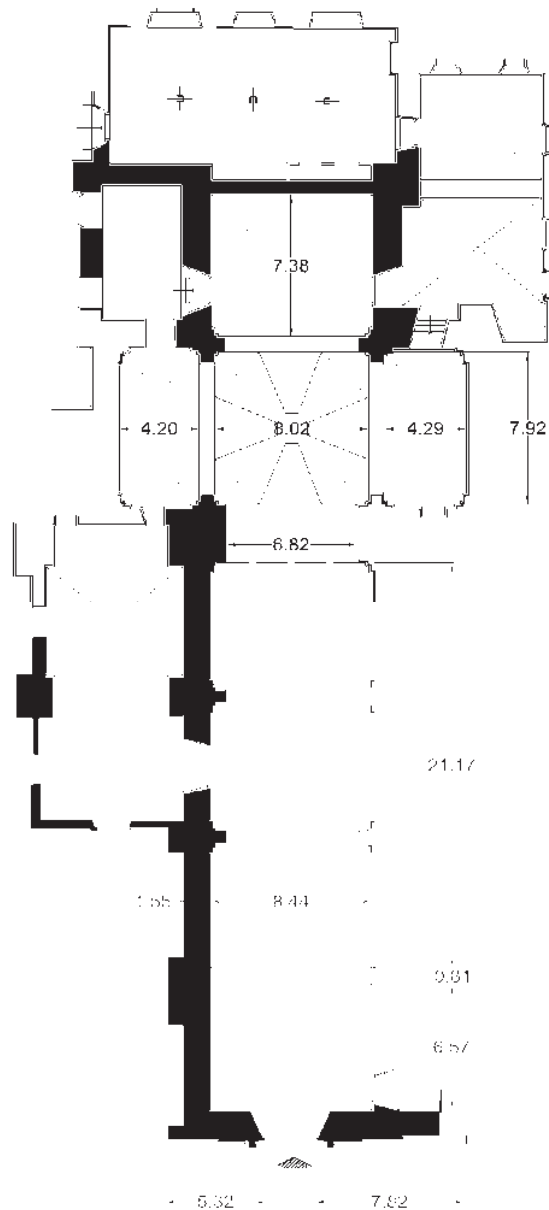


Legaspi que dejo en su testamento dinero para que se concluyera la fábrica y ornamentación del santuario.

La provincia de San Diego de Franciscano descalzos de México fundó el convento con trámites en el consejo de indias, y el obispo Martín de Elizacoechea en 1747 gestaron la creación de esta obra conventual para que el 29 de diciembre de 1748 el cabildo catedralicio acepto hacer la donacion de la Iglesia que era anteriormente del clero secular, y la autorización del rey fue expedida el 27 de noviembre de 1756 para que años más tarde en 1760 obtuvieran del rey una nueva cédula que ya traía el permiso para la fundación del convento en toda forma.

El convento inicio su construcción hasta finales de 1761 y fue terminado en 1772.

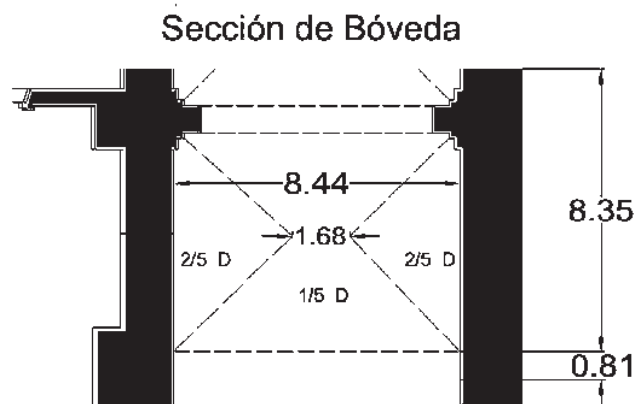
TEMPLO.- SANTUARIO DE GUADALUPE S. XVIII (1708)



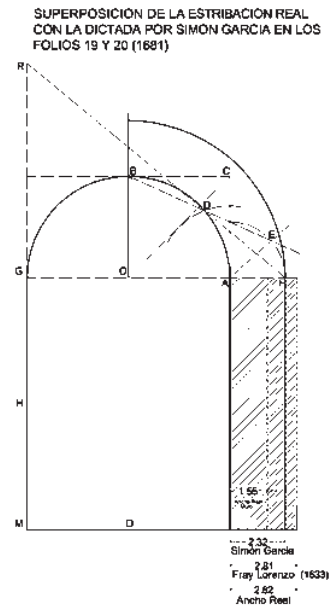
La planta es de cruz latina cuya relación largo sobre ancho de la nave es de 5.5; la relación altura de muros sobre ancho de la nave es de $1 \frac{1}{4}$; el ancho o luz interior de la nave es de 8.44 mts equivalente aproximadamente a 10 varas castellanas; la relación ancho de muros sobre su altura es de $\frac{1}{6}$ siendo la relación del ancho o espesor de los muros sobre el ancho de la nave de solo $\frac{1}{5}$ con relación igual de estribos a $\frac{1}{6}$ cuya estribación total escasamente llega

al tercio, recomendación que como ya se ha dicho proviene del ámbito medieval.

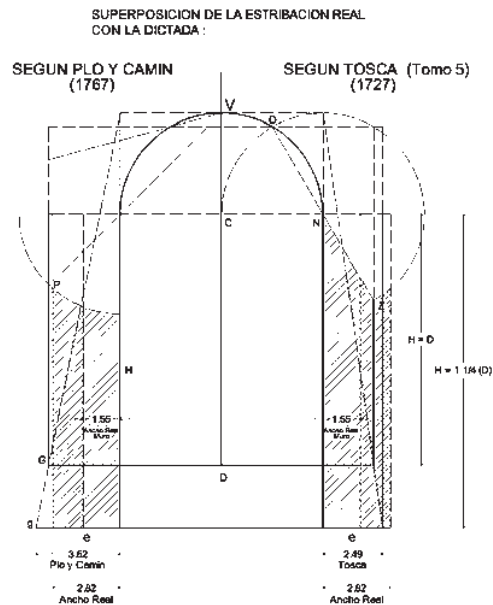
En los ensayos de trazo geométrico realizado de los autores representativos de los siglos XVII y XVIII se encontró que la estribación real del Templo que contrarresta el empuje de las bóvedas se acerca a lo estipulado por Fray Lorenzo de San Nicolás, autor que recoge del ámbito medieval la dicha recomendación.



TEMPLO DE GUADALUPE



TEMPLO DE GUADALUPE



5.9.- Templo de las Monjas (1732).

Las monjas catalinas que antes habitaban el conjunto que actualmente se denomina como Las Rosas, construyeron un nuevo convento e Iglesia al cual se trasladaron a principios del año de 1738. La construcción anterior obedeció al mal estado en que se encontraba el viejo edificio, particularmente lo que correspondía al coro alto y a otros problemas de cimentación en la Iglesia.



El nuevo lugar situado en la calle real casi en frente del Templo de la Cruz fue definido después de la compra de casas que se ubicaban en el sitio y fueron derribadas para la nueva construcción de ese convento. Lucas Durán maestro de arquitectura intervino en los trabajos de esta construcción desde 1722 para

al parecer conducir la obra del nuevo convento posteriormente quien después de su muerte dejó su lugar al alarife José Gonzáles, quien viniera de la ciudad de Querétaro contratado para hacer la construcción, sin embargo al poco tiempo fue separado de la obra.

Más tarde Juan Durán hijo de Lucas, y el arquitecto Jacinto Nava prosiguieron los trabajos donde en 1727 los continuara el maestro de arquitectura Diego de Vargas. Construyeron las bóvedas con sus medias lunetas, traídas de la cantera de Juan Antonio de la Peña.¹⁶

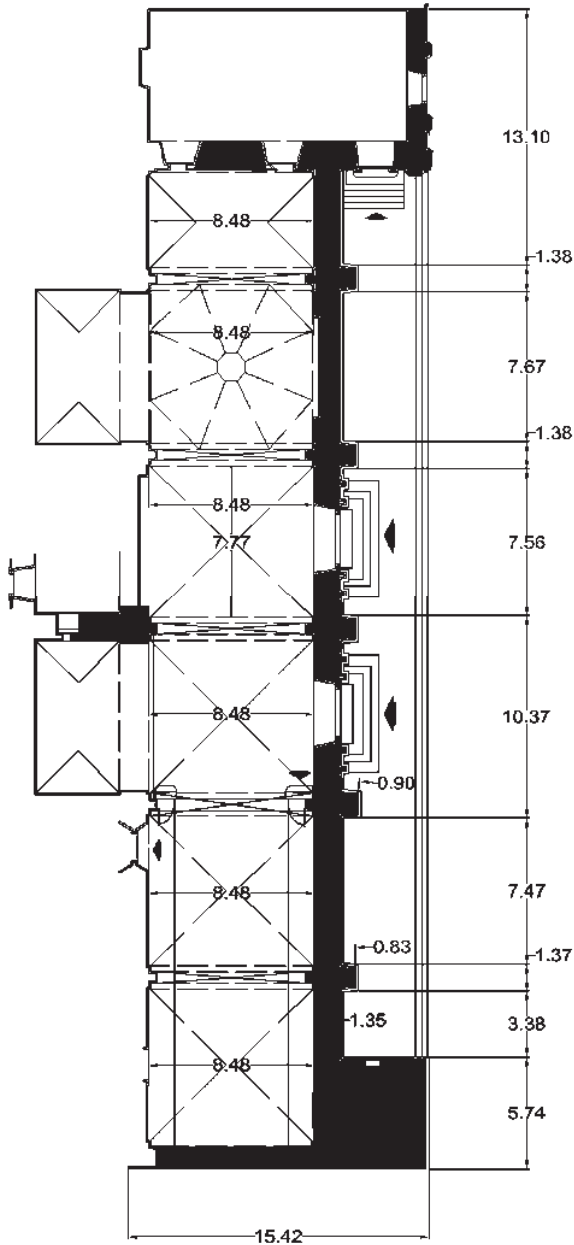
La planta es de una nave que contiene un pseudo crucero cuya relación largo sobre ancho de la nave es de 4.5. la relación de altura de los muros sobre el ancho de la nave es de $1 \frac{1}{4}$. El ancho o luz interior de la nave es de 8.48 mts. La relación del ancho de muros sobre su altura al nivel del arranque de los arcos es de $\frac{1}{8}$ la relación del espesor de muros sobre el ancho de la nave es de $\frac{1}{6}$; la relación del espesor de los estribos sobre el ancho de la nave es de $\frac{1}{9}$, por lo que la estribación total en relación al ancho de la nave solo llega a ser de $\frac{1}{4}$.



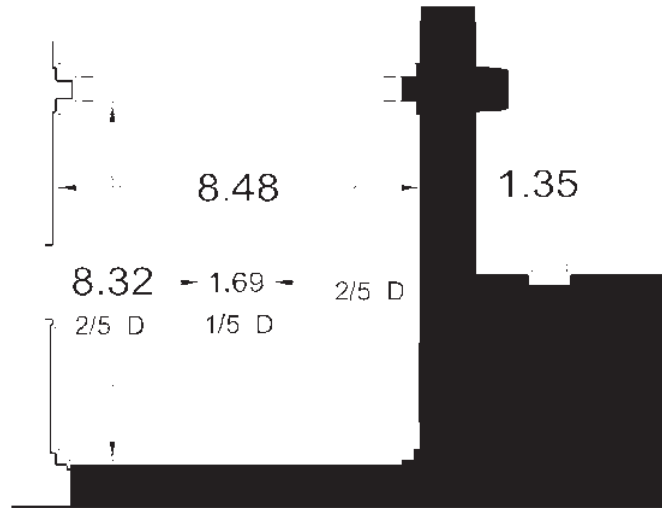
En los ensayos de trazos geométricos realizados por los distintos autores se observa coincidencia escasa con lo planteado en el tratado de Simón García.

¹⁶ Pérez Guzmán Moisés, “*el Templo de las Monjas y el Palacio Federal*”, en Morelia Patrimonio Cultural de la Humanidad, ob. Cit. P. 221.

TEMPLO.- LAS MONJAS S. XVIII (1732)

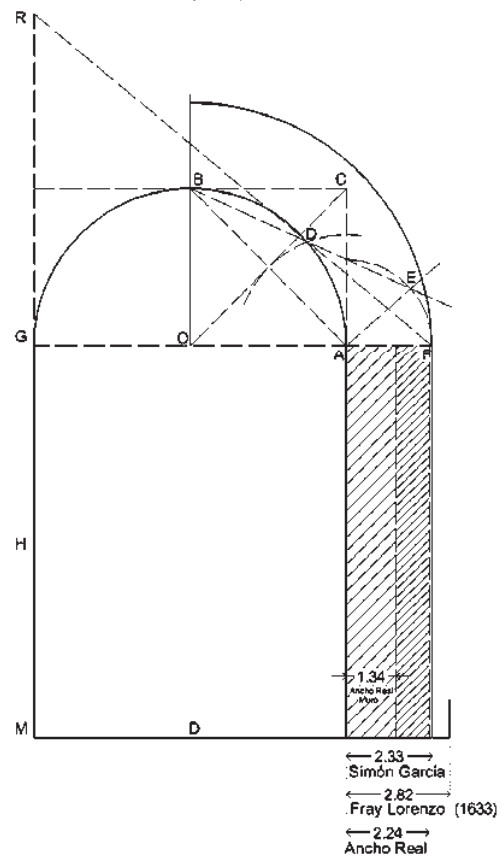


Sección de Bóveda



TEMPLO DE LAS MONJAS

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMON GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)

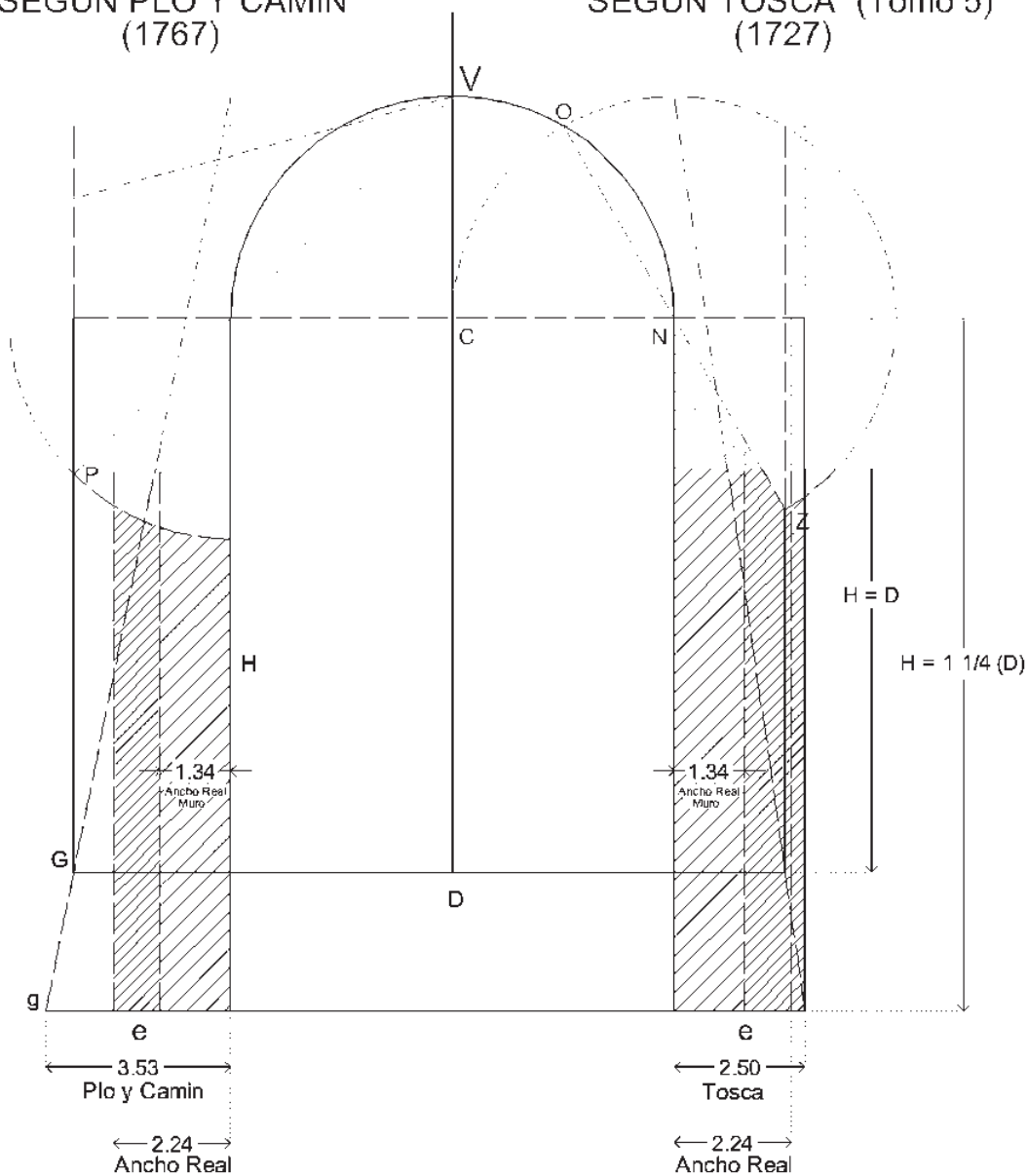


TEMPLO DE LAS MONJAS

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :

SEGUN PLO Y CAMIN
(1767)

SEGUN TOSCA (Tomo 5)
(1727)



5.10.-Templo de Capuchinas.

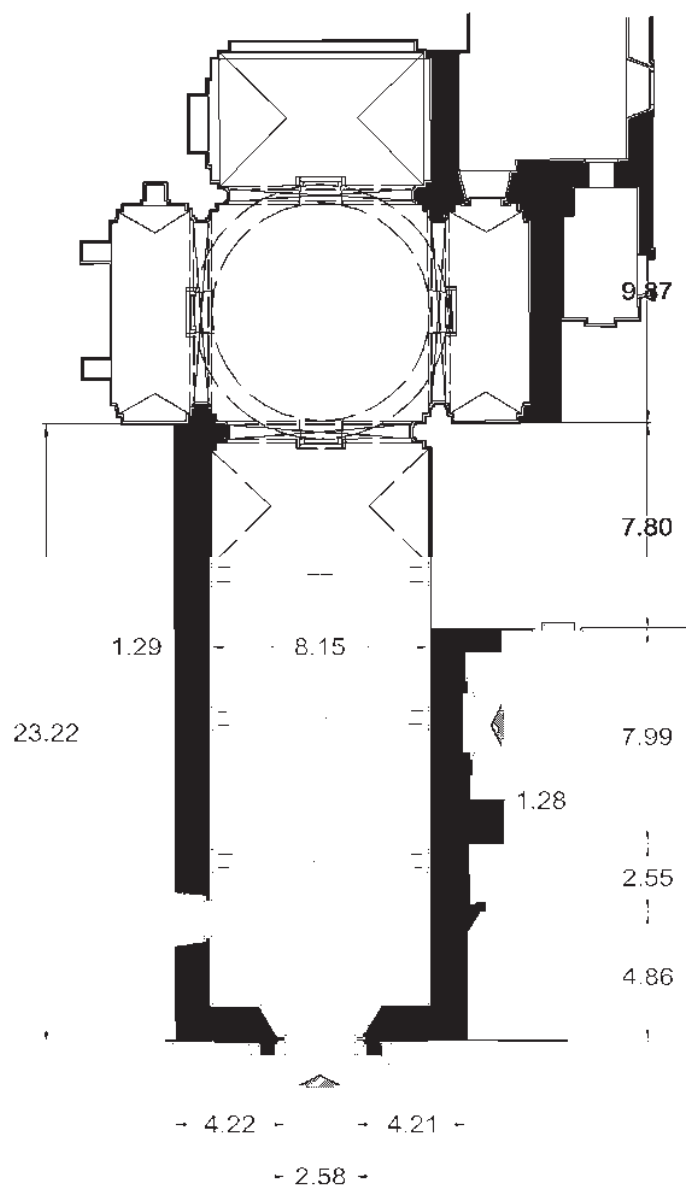
Desde 1726 se había hecho donación a Don Marcos Muñoz de San Abría, Canonigo de Catedral el derecho de propiedad que se tenía a esta hermita, quién construyo la Iglesia que se concluyó en 1734, dedica a la milagrosa imagen de la Virgen de Cozamalopan.



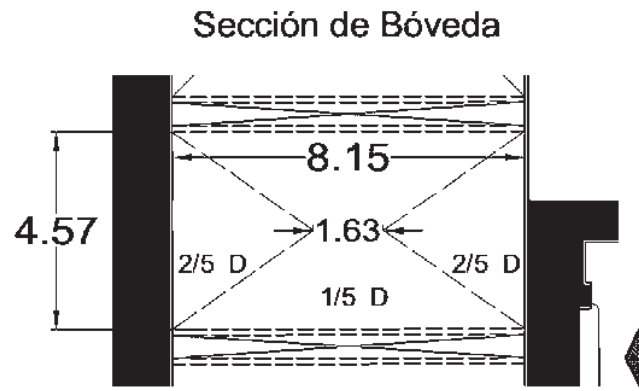
La planta se dispone en cruz latina con muros y bóvedas de sillar en cañón corrido y estribadas por lunetos, alojando una cúpula sin tambor con cuatro lucarnas y linternilla en la zona del crucero, también a base de sillar de piedra. La relación largo sobre ancho de la nave es de 4.5; la relación de altura de los muros sobre el ancho de la nave es de $1 \frac{1}{4}$; el claro interior de la nave es de 8.15 mts; la relación del grueso de muros sobre su altura es de $\frac{1}{8}$, mientras la relación del ancho de los muros sobre el ancho de la nave es de $\frac{1}{6}$, y la relación del espesor de los estribos sobre el ancho de la nave también es de $\frac{1}{6}$, de tal manera que la estribación total llega al tercio.

En los ensayos del dimensionamiento de estribación total en base a los trazos geométricos de los autores, vemos que la dicha estribación real del templo de capuchinas se asemeja a lo dictado del dicho tercio por Fray Lorenzo de San Nicolás.

TEMPLO.- CAPUCHINAS S. XVIII (1734)

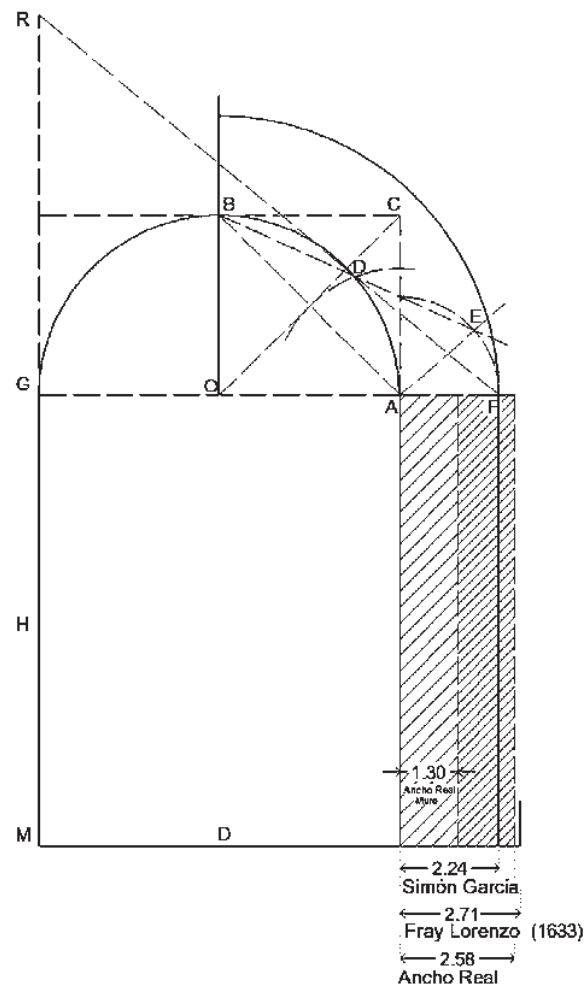






TEMPLO DE CAPUCHINAS

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMON GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)

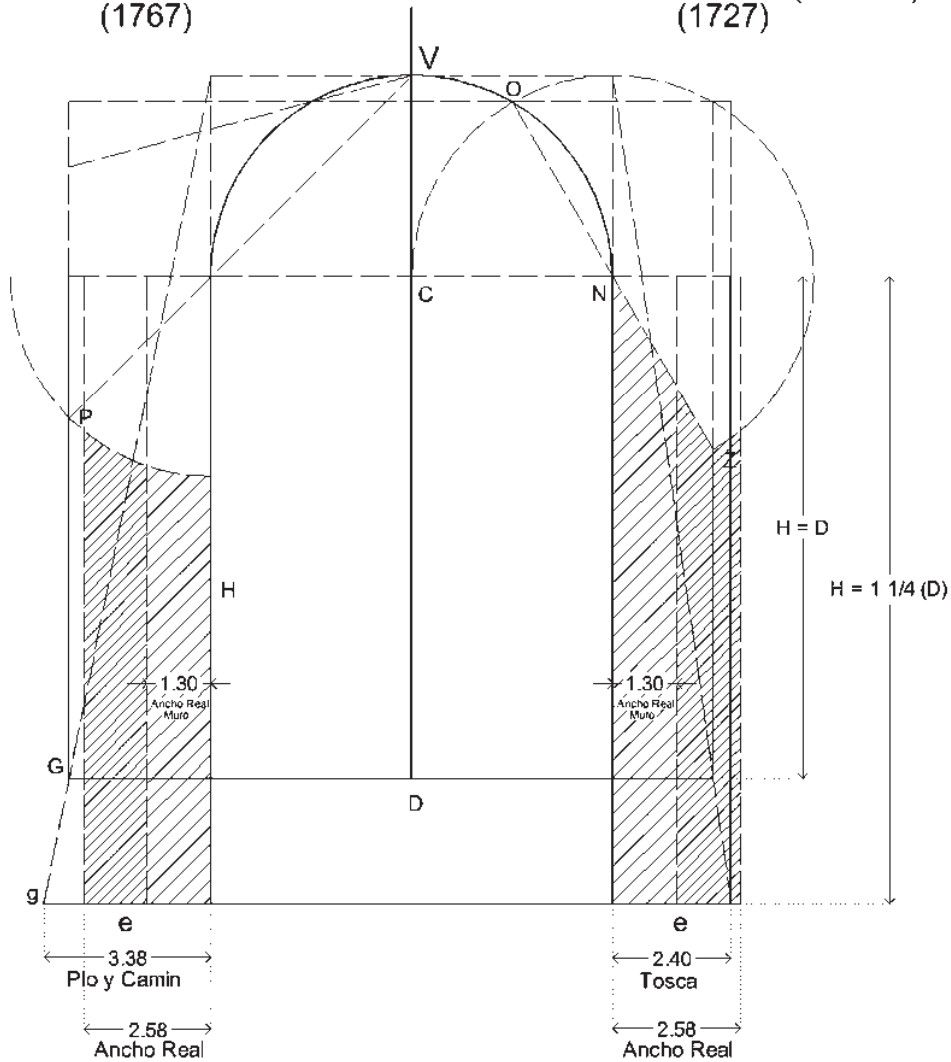


TEMPLO DE CAPUCHINAS

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :

SEGUN PLO Y CAMIN
(1767)

SEGUN TOSCA (Tomo 5)
(1727)



5.11.-Templo de La Merced.

Los religiosos mercedarios llegaron a Valladolid desde 1604 y obtuvieron la Licencia del Obispo Juan Fernández Rosillo, para establecer un convento en esta ciudad, que luego de conseguir la licencia empezaron a buscar un sitio para su fundación, y en 1608 empezaron a construir modestamente parte del convento.



A mediados del siglo XVII, la Iglesia primitiva de los mercedarios estaba inconclusa y no fue si no hasta 1733 que se prosigue la obra de la Iglesia de su convento.

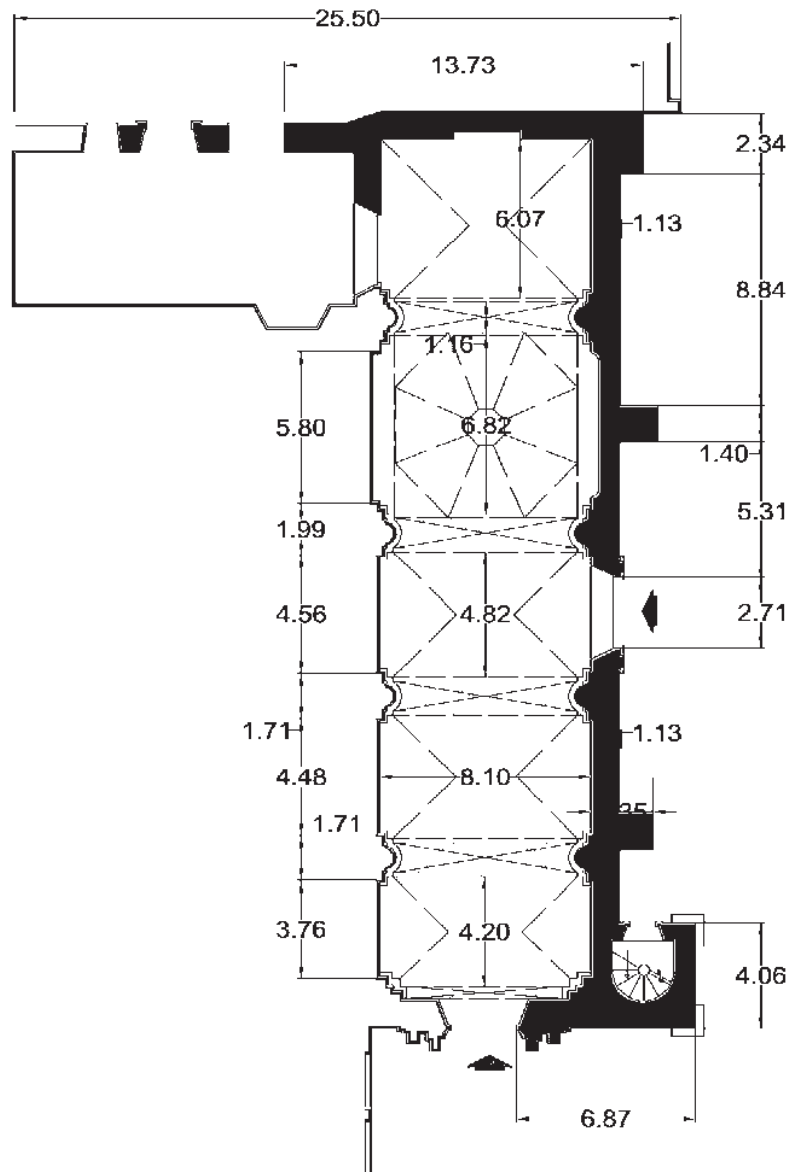


La planta se dispone en una sola nave sin crucero, que lleva una relación de largo sobre ancho igual a 4.5. Recibe una cúpula octagonal sin cimborio y con ocho lucarnas. La relación de la altura de los muros sobre ancho de la nave es de $1 \frac{1}{4}$, el ancho luz interior de la nave

es de 8.10 mts, notándose gran protuberancia en el interior de las medias muestras que reciben los arcos fajones en dos de los ejes centrales de la nave, de manera que dichos arcos no se contrarrestan con estribos, sino con el espesor de los muros y la dicha protuberancia al interior. La relación ancho de muros sobre su altura es de $\frac{1}{8}$ mientras que la relación del espesor de los

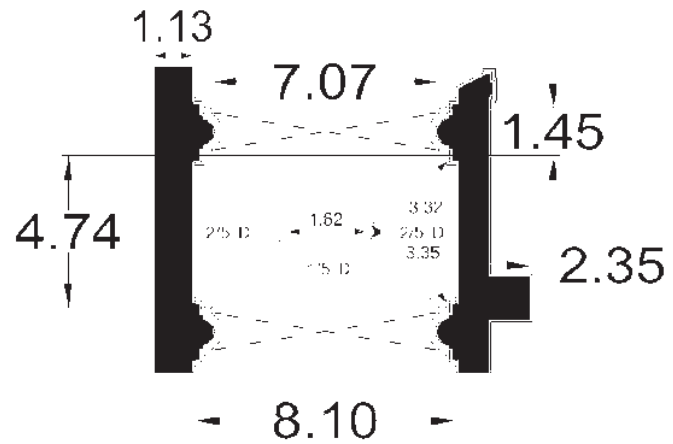
muros sobre el ancho de la nave es de $\frac{1}{6}$ y la relación del espesor de los estribos de $\frac{1}{9}$, de manera que la estribación total con respecto al ancho de la nave es de $\frac{1}{4}$ por lo cuál a penas corresponde escasamente a lo dictado por el tratadista Simón García.

TEMPLO.- LA MERCED S. XVIII (1736)



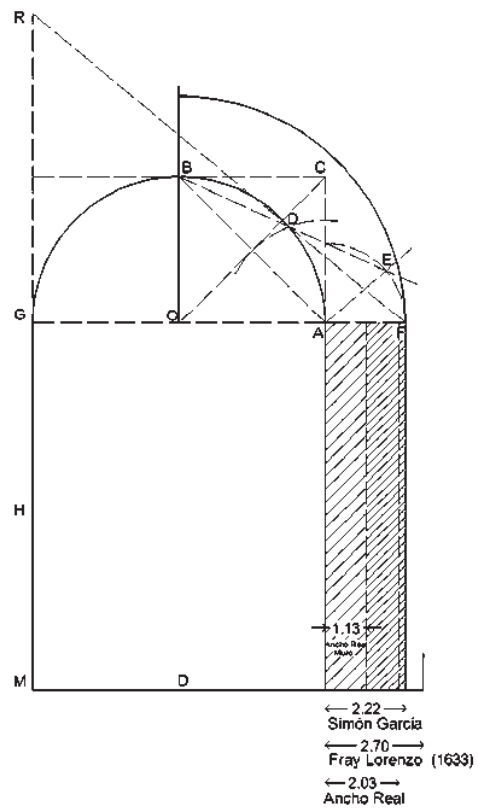


Sección de Bóveda



TEMPLO DE LA MERCED

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMON GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)

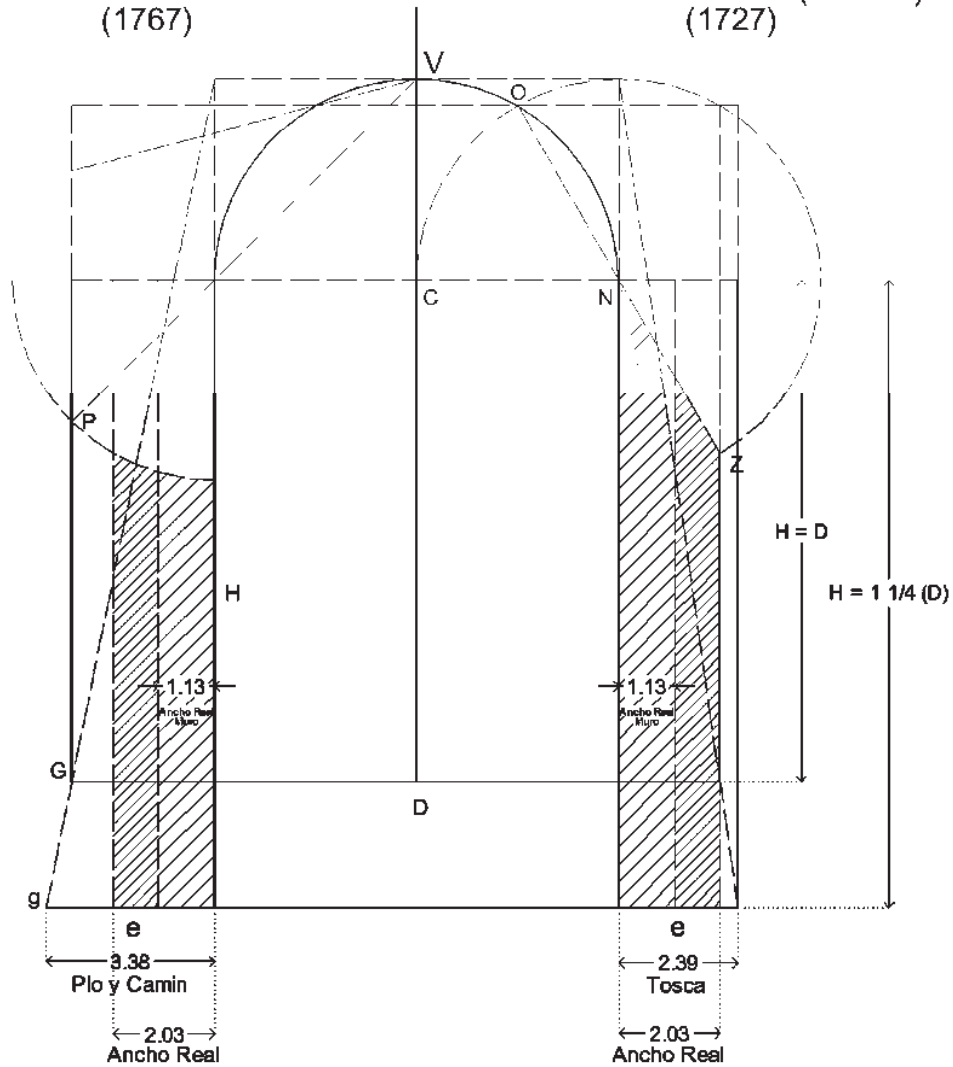


TEMPLO DE LA MERCED

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :

SEGUN PLO Y CAMIN
(1767)

SEGUN TOSCA (Tomo 5)
(1727)



5.12.-Templo de Las Rosas. (1757)

Este templo data en su fundación de la última década del siglo XVI, cuando en 1590 las monjas dominicas de Santa Catalina de Sena, arribaron a la ciudad de Valladolid fundando y construyendo su monasterio.



Las monjas dominicas vivían en clausura permanente bajo el régimen de vida particular y a mediados del siglo XVII se constituía como una de las instituciones eclesiásticas más ricas de la ciudad, ya que recibía numerosos legados testamentarios a favor del convento. Fraile Francisco de Rivera y Fraile Marcos Ramírez de Prado, promovieron entre 1635 y 1637 varias obras de restauración en el Convento y a finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII se hicieron indispensables nuevas obras de remodelación.

Para 1741, el obispo francisco Pablo Matos Coronado solicito a las religiosas dominicas la venta del edificio del antiguo convento, ya que se hallaba prácticamente abandonado y al parecer en estado semi - ruinoso.

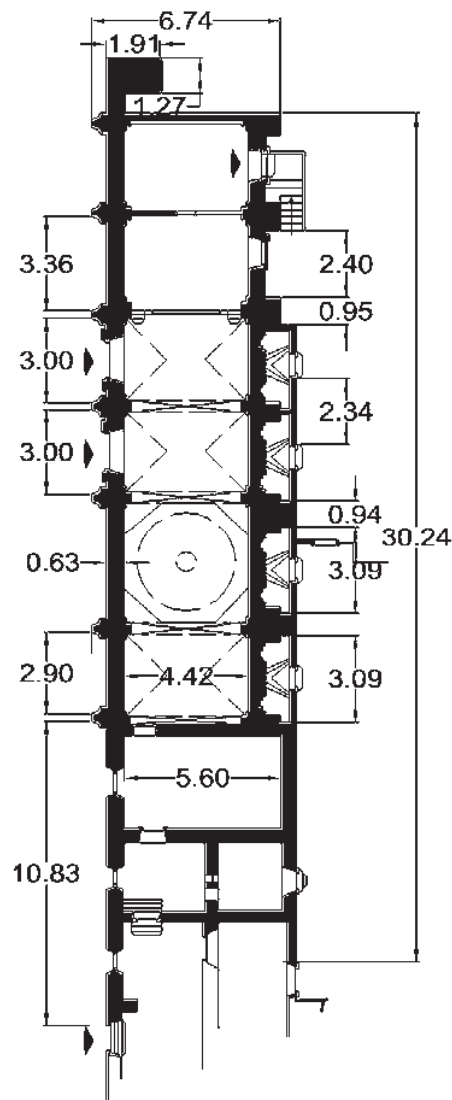
El obispo pretendía establecer ahí un colegio destinado a educar y amparar a niñas y mujeres huérfanas, legítimas españolas, que por su orfandad o pobreza estuviesen desamparadas, quienes no tenían la obligación de pagar dote alguna.

Nicolás López Quijano y José de Medina valoraron la dicha casa en la cantidad de \$6,000.00 seis mil pesos.

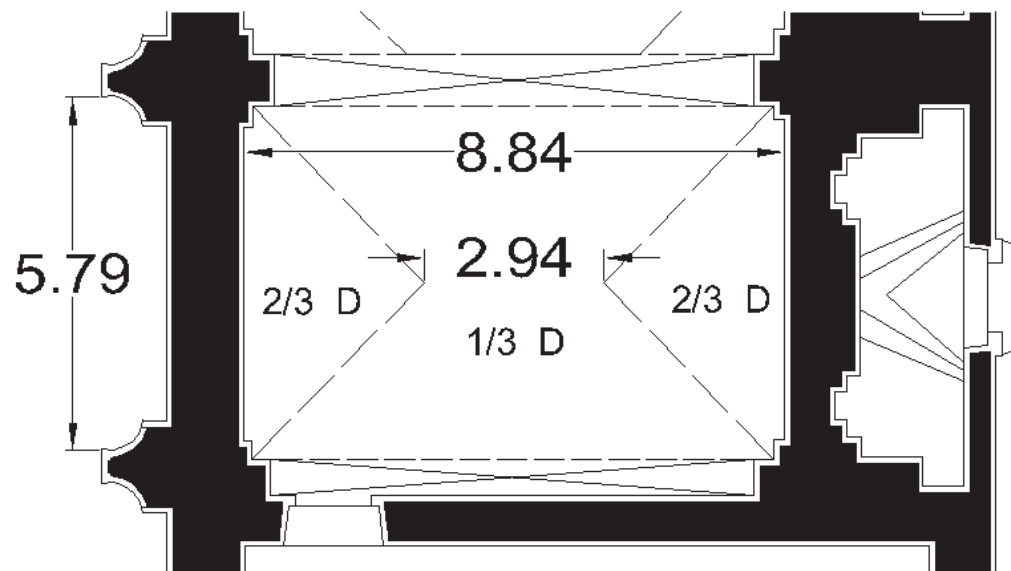
Se construye una nueva iglesia a un costado del colegio hacia 1757, año en que se concluye y se dedica solemnemente a la advocación de Santa Rosa de Lima. Todavía en el extremo poniente se conserva la pequeña torre de con campanario de la primitiva Iglesia dominica del Siglo XVII.

La planta es de 1 sola nave, sin crucero y la relación largo sobre ancho es de 5 incluyendo el sotocoro el cuál se divide en dos crujías de bóvedas. La relación altura de muros sobre ancho de la nave es de 1, mientras que el ancho interior de la nave es de 8.84 ligeramente mayor a las diez varas que la mayor parte de los templos barrocos de la ciudad guardan. La relación ancho de muros sobre su altura es de $1/6$, mientras que la relación del ancho de muros sobre el ancho de la nave también lo es de $1/6$. La relación del espesor de los estribos sobre el ancho de la nave solo es de $1/5$, cuya geometría se torna al exterior con sección geométrica mixtilínea, pero en los dados o zoclos de su basamento se tornan cuadrangulares como se muestra en la foto que se anexa. Sin embargo la estribación total en relación al ancho de la nave, tomando en cuenta el interior de las medias muestras llega a cumplir el tercio.

TEMPLO.- SANTA ROSA DE LIMA S. XVIII (1757)

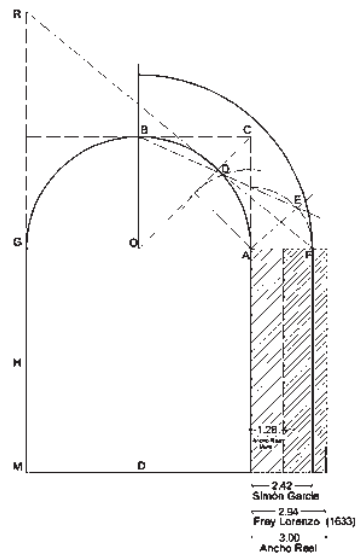


Sección de Bóveda



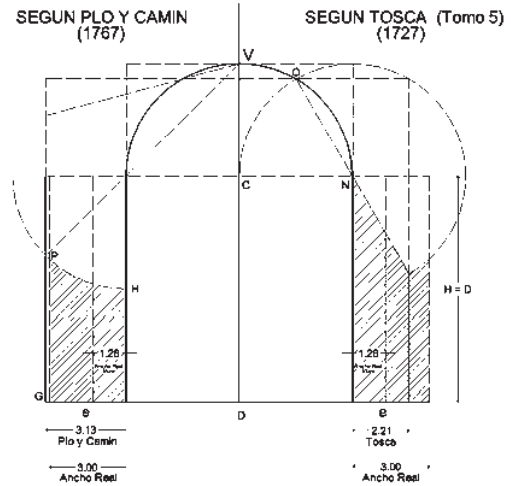
TEMPLO DE LAS ROSAS

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA POR SIMON GARCIA EN LOS
FOLIOS 19 Y 20 (1681)



TEMPLO DE LAS ROSAS

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :



5.13.-Templo de San José.

En el barrio de San José comenzó a edificarse una capilla hacía el año de 1651 bajo la administración episcopal de fray Marcos Ramírez de Prado, terminándose en el mes de mayo de 1658. Para 1776 se empieza a construir el suntuoso templo que hoy existe, construcción dirigida por el maestro Thomas de Huerta quien lo concluye hacía 1776.



El templo se dispone de poniente a oriente sentado en la parte más alta de la ciudad. Con una voluntad de traza en planta de cruz latina cuya relación de



largo sobre ancho de la nave es de 4.5, por primera vez desde el siglo XVI se vuelve a construir otro templo con el ancho o luz interior de la nave abierto a los casi once metros, como aquel prototipo conventual al que siguieron los templos de San Agustín y de San Francisco.

La relación de altura de los muros sobre el ancho de la nave baja a uno, mientras que la relación del ancho de los muros con respecto al ancho de la nave es de solo $1/5$, sin embargo, en la

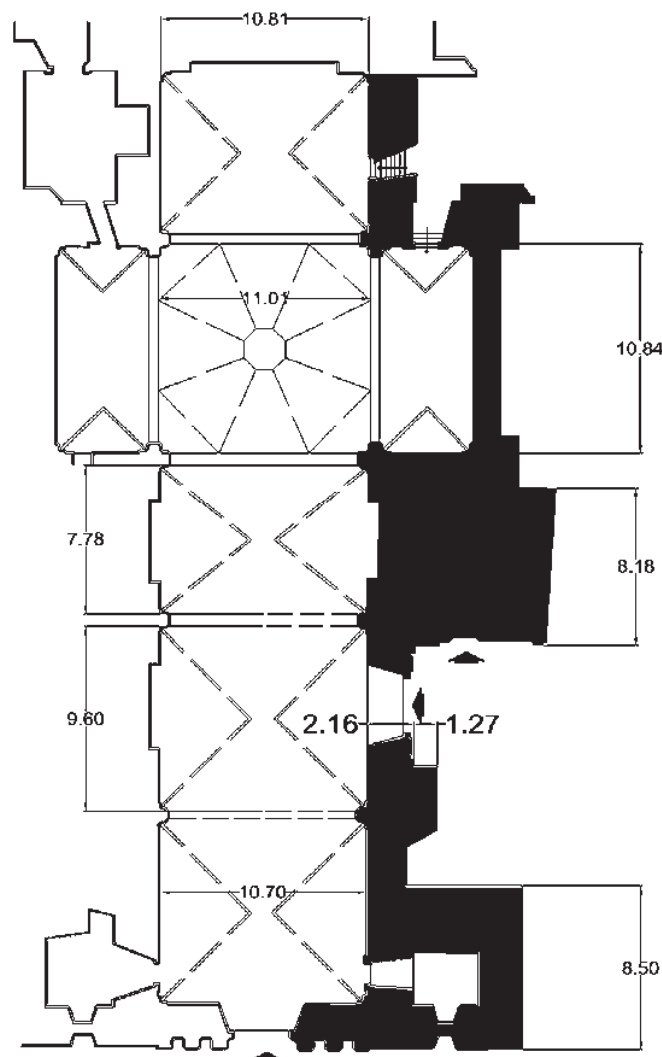
suma con los espesores de los estribos guardan una estribación total que llega al tercio.

En el crucero, al igual que sus antecesores del Templo de las Rosas en 1757, de las Monjas en 1732, Templo de Guadalupe 1708 y Catedral en 1660, manejan cúpula con tambor o cimborio sobre arcos torales del crucero a través de pechinas concurrentes a un trazo interior circular.

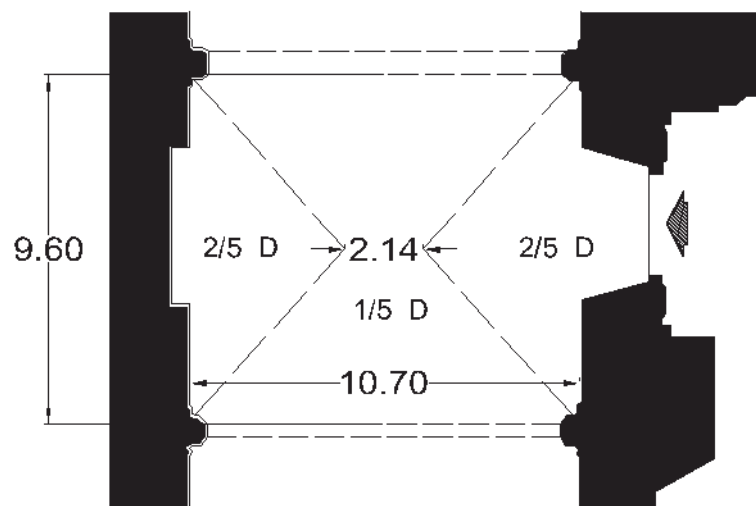
Las bóvedas de la nave al igual que las demás de la ciudad se resuelven en la formalidad de cañón corrido con lunetos transversales.

El Templo fue nuevamente intervenido tan solo en su decoración interior, hacia finales del siglo XIX, quedando inconclusas las torres ya que solo se contaba con un cuerpo del campanario sur, las que fueron completadas hacía el año de 1945.

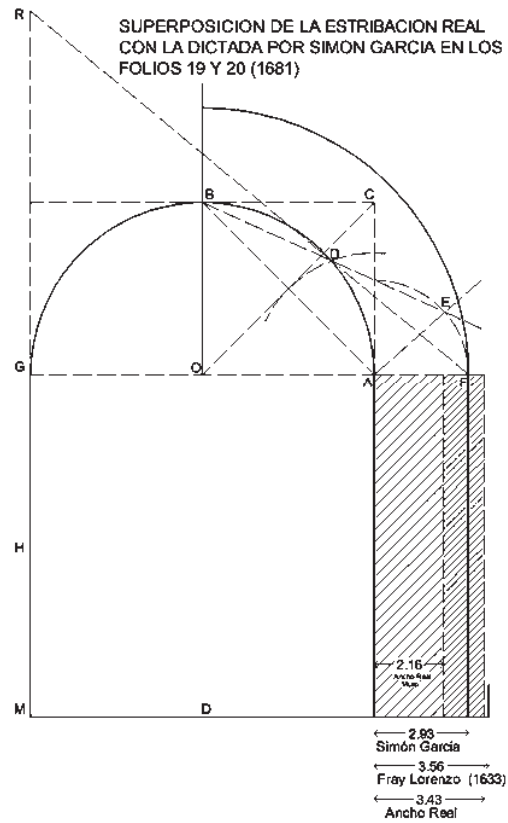
TEMPLO.- SAN JOSE S. XVIII (1760)



Sección de Bóveda

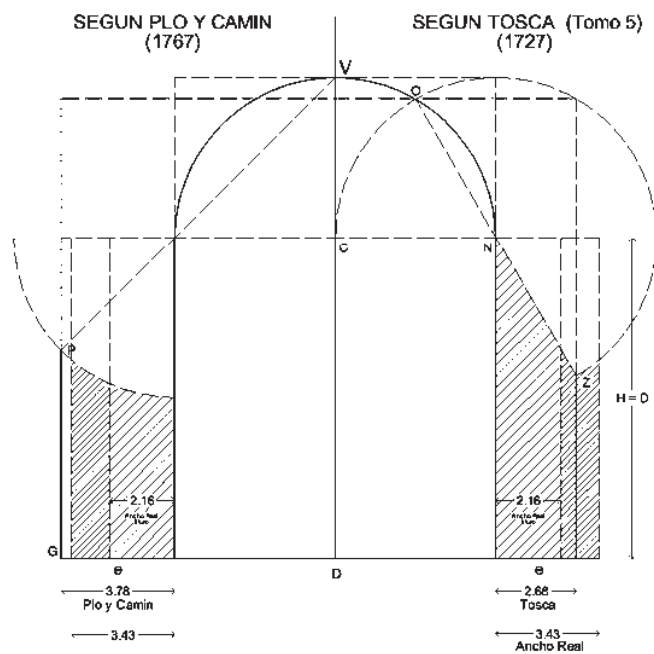


TEMPLO DE SAN JOSE



TEMPLO DE SAN JOSE

SUPERPOSICION DE LA ESTRIBACION REAL
CON LA DICTADA :



5.14.-Capilla de La Columna.

Esta capilla data de finales del siglo XVIII; el año de 1769 aparece en una inscripción del interior. La fundación de estas capillas la promovían los vecinos que conformaban un barrio de la ciudad. La situación urbana que tenía – al



noreste del barrio indígena de San Pedro--, nos da indicios de que esta iglesia dio servicio al barrio dónde se encontró la población negra de Valladolid, utilizada en los obrajes, aun cuando n forma limitada.

De 1775 a 1780 se hicieron algunos gastos de remodelación consistentes en ornamentar el interior y subastar algunas grietas.



A principios de este siglo, cuando murió don Joaquín Hernández, quien estuvo al cuidado de la capilla por largos años, don Antonio Silva se hizo cargo de ella y comprendió obras de reconstrucción. Con la ayuda de donativos particulares, compuso el envigado y reconstruyó la torre que fue maltratada por un rayo.

5.15.-Capilla del Prendimiento.

El templo se encuentra en una esquina, remitiéndose algunos metros del nivel de la calle, formándose un pequeño atrio, rodeado, de una sencilla reja. La fachada principal, mira al este y se compone de una nártex que sirve al mismo tiempo de cubo de la torre. En la parte inferior tiene una portada, construida por un arco de medio punto enmarcado por un antéportico, sostenido por un par de columnas corintias y un techo a doble agua, el cuál se presenta como frontón, sobre el una ventana circular y un friso compuesto de un solo cuerpo, en cuyo centro se desarrolla un ajimez; bajo la cornisa denticulada se dibuja un friso, compuesto por una serie de arquitos de medio punto, el conjunto remata con una especie de merlones y almenas que tiene carácter decorativo.



El parámetro rehundido que constituye propiamente la fachada de la nave, ha quedado en un plano secundario ya que la torre misma se ha constituido en la parte más importante del parámetro. En la parte inferior, flanqueando la portada principal, se dibujan sobre el muro sillares, un par de puertas arqueadas, de sabor románico y en la parte superior ala altura del rosetón central, un par de ajimeces se presentan bajo el friso de arquillos de medio punto, rematando el parámetro con merlones y almenas.



El estilo de la primitiva capilla del siglo XVII, sólo restos se ven en la fachada lateral, que mira al sur, mientras que la principal fue alterada totalmente conforme al gusto del siglo XIX, creándose un estilo eléctrico neo-románico. Los materiales de construcción de esta capilla, en su fachada principal presenta una técnica de sillería bien trabajada, mientras que el muro sur es de mampostería, sin ninguna pretensión estética. Los muros al interior tienen aplanado con decoración de fines del siglo XIX, aunque con rastros de haberse restaurado últimamente. La viguería fue sustituida por losa de concreto. Lo único original que se conserva del siglo XVIII es la puerta que da a la sacristía, es del estilo barroco. El piso es de mosaico.

5.16.-Capilla de Lourdes.

La capilla de la virgen Lourdes está integrada al conjunto urbano formado por el jardín Villalongín, la fuente y el acueducto, situándose en el ángulo que forma la calzada madero y la calzada Fray Antonio de San Migue, junto al Acueducto, el cuál obstruye la vista de la fachada, razón por la que ésta solo se puede apreciar de cerca.

Su estilo, en su fachada se advierten dos estilos que responden a las diferentes épocas de construcción y de remodelación de la capilla, la portada es barroca del siglo XVIII, la ventana elíptica, al igual que las torres, pertenecen a la remodelación de fines del siglo XIX. En el interior también se perciben los cambios; el neobarroco del altar mayor y el ecléctico neoclásico como las pilastras, se conjugan armónicamente dentro de un ambiente moderno que le dio la última remodelación.

Los materiales de construcción que se utilizaron en su fachada, luce un



aplanado que hace destacar los elementos de la portada. Igualmente al interior. El piso es de mármol colocado recientemente. De la antigua capilla del siglo XIX data la mayor parte de la estructura de la nave y de 1970 la decoración interna. Tres épocas que se enlazan para formar un conjunto equilibrado.

**ENSAYO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO, ARCO Y
CAPACIDAD DE CARGA SEGUN S. GARCIA f. 19V
PARA EL CASO ENCONTRADO EN LOS TEMPLOS DE
VALLADOLID/MORELIA.**

* y si quisieres saber, que tanta carga se le podrá encomendar a el tal arco con el dicho estribo, saca una línea perpendicular por la elección del pie derecho, paralela con el hueco del dicho arco, como muestra la línea GM, pues asienta la regla en FD y mira donde corta la línea GM, y aquello puede bien fiar, que ni será mucho trabajar, ni tampoco olgar ni estará de más el estribo*

Del Dr. F. López Camona

Si $R = 1$ $\overline{AD} = 0.707106781 = \sqrt{\frac{1}{2}}$

$\overline{AJ} = 0.353553391 = \text{SEN } \frac{\widehat{DOA}}{2}$

$\widehat{DOA} = 41.4096 = 4859037''$

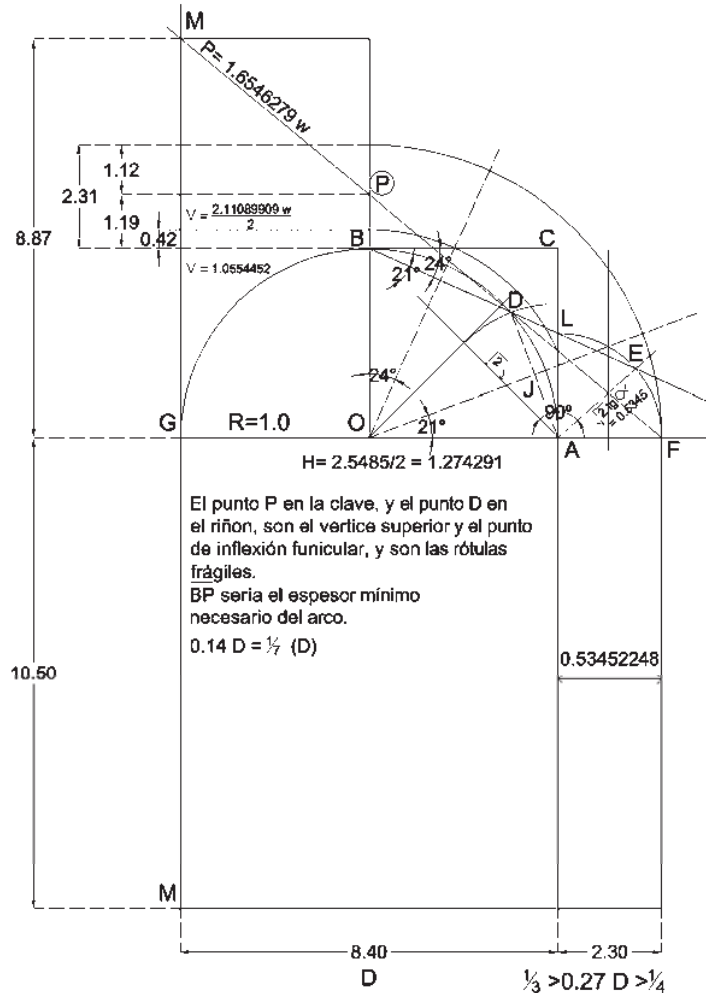
$\widehat{BOD} = 90 - 41.4096 = 48.59037$

$\widehat{BOR} = \frac{\widehat{BOD}}{2} = 24.29518'' = \widehat{CBO}$

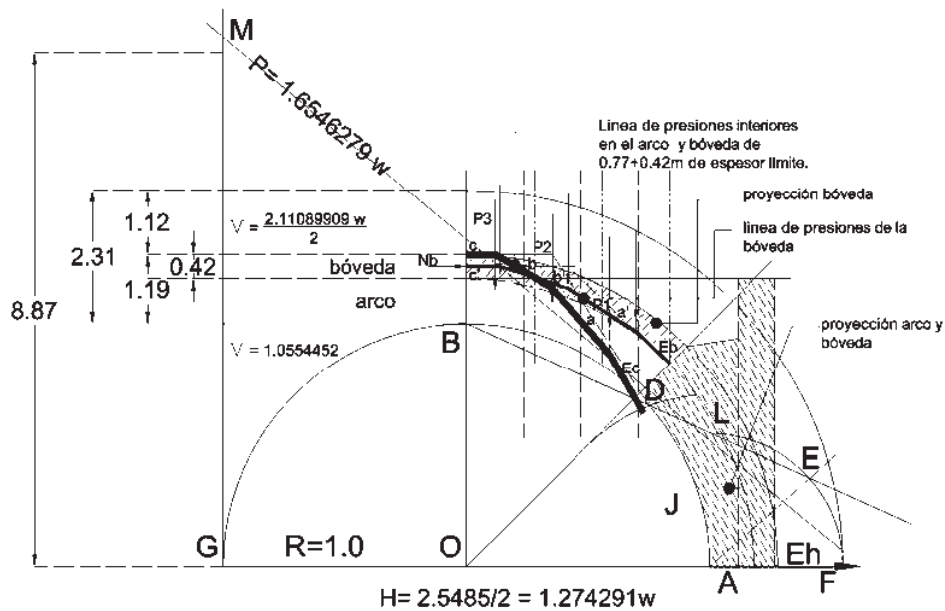
$m \overline{BE} = \text{Tg } \widehat{BOR} = 0.451416 = \overline{CL}$

$\overline{AP} = R - \overline{CL} = 0.548583$

$\widehat{ABE} = 20.7048$



**ENSAYO GRAFICO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO,
ARCO Y CAPACIDAD DE CARGA SEGUN S. GARCIA f. 19V
PARA EL CASO ENCONTRADO EN LOS TEMPLOS DE
VALLADOLID/MORELIA.**



Peso sección de bóveda - 0.85 tn/m²

AREA DE BOVEDA TRIBUTARIA AL ARCO

Curvatura .- Media circunferencia - $3.14 (8.5) \frac{1}{2} = 13.55 \text{ m}$

Area tributaria al arco .- $8.5 \times 8.5 = 72.25 \text{ m}^2$

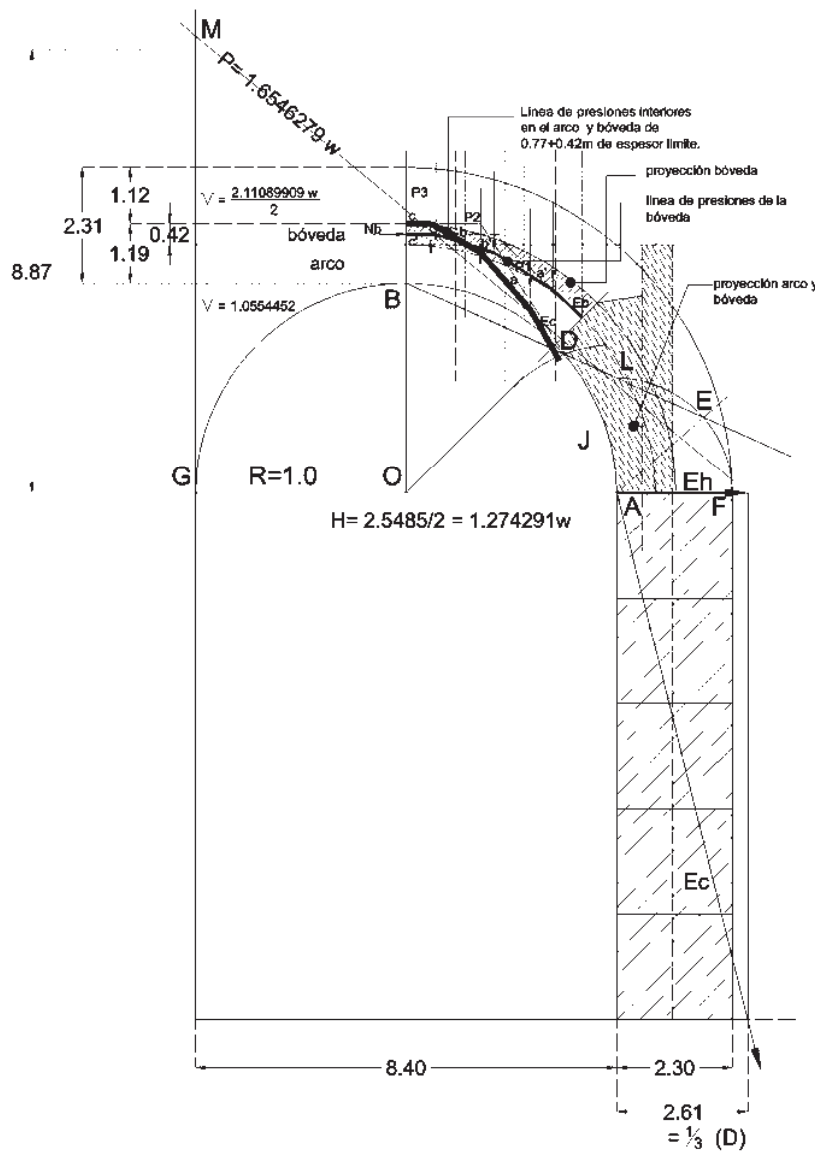
Espesor de la bóveda .- 0.42 m

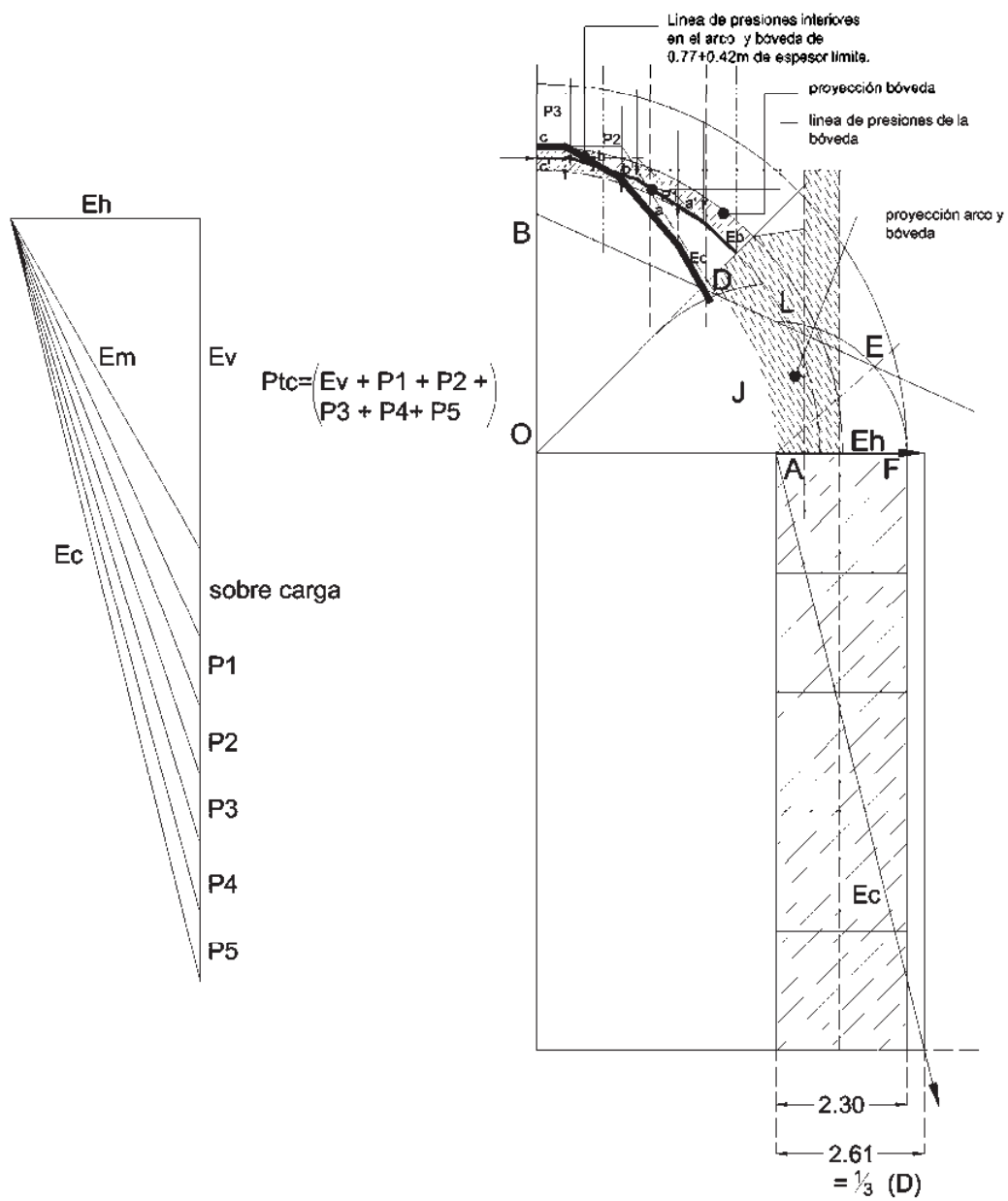
Area tributaria real .- $13.35 \times 8.5 = 113.47 \text{ m}^2$

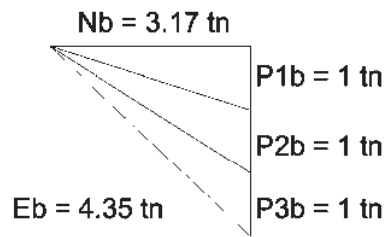
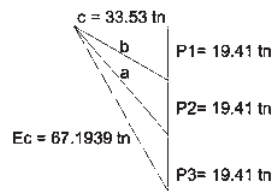
Area tributaria / ml en un solo estribo.- $(113.47) \frac{1}{2} = 56.74 \text{ m}^2$

Peso sección de bóveda - 0.85 tn/m²

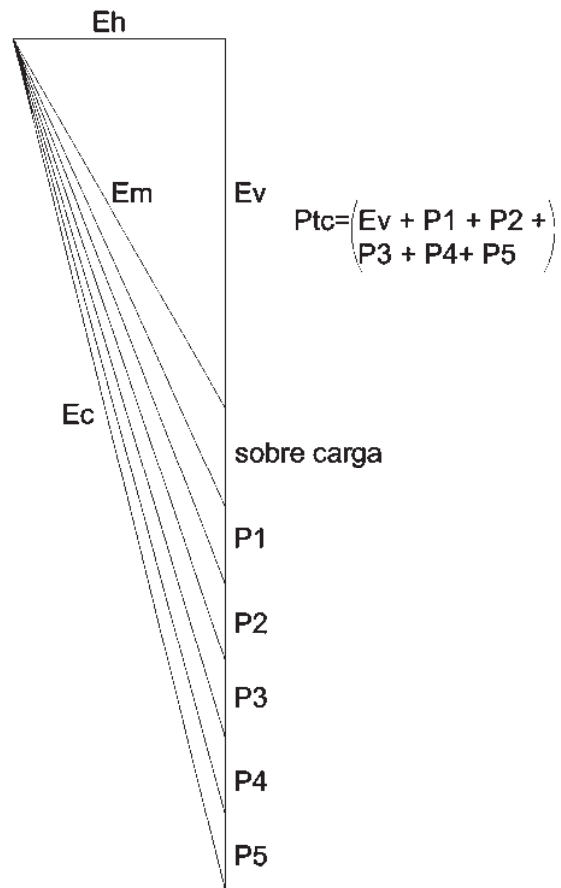
ENSAYO GRAFICO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO,
ARCO Y CAPACIDAD DE CARGA SEGUN S. GARCIA f. 19V
PARA EL CASO ENCONTRADO EN LOS TEMPLOS DE
VALLADOLID/MORELIA.

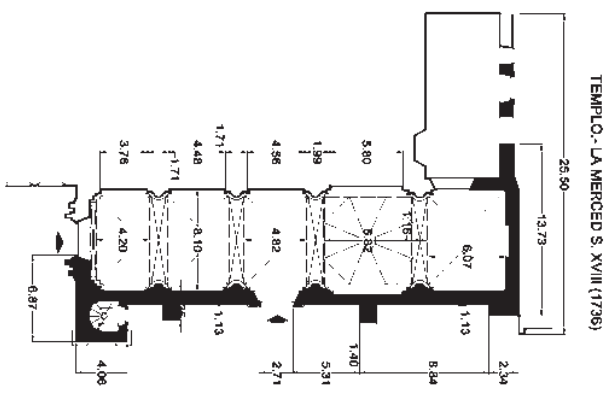
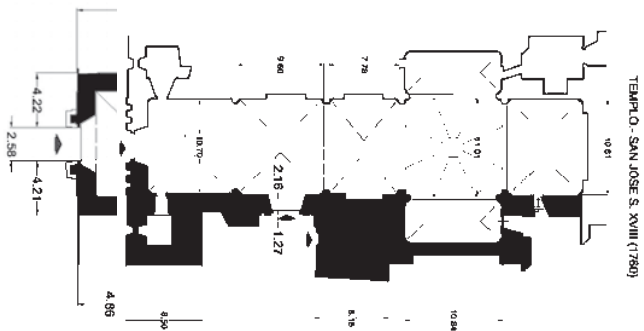
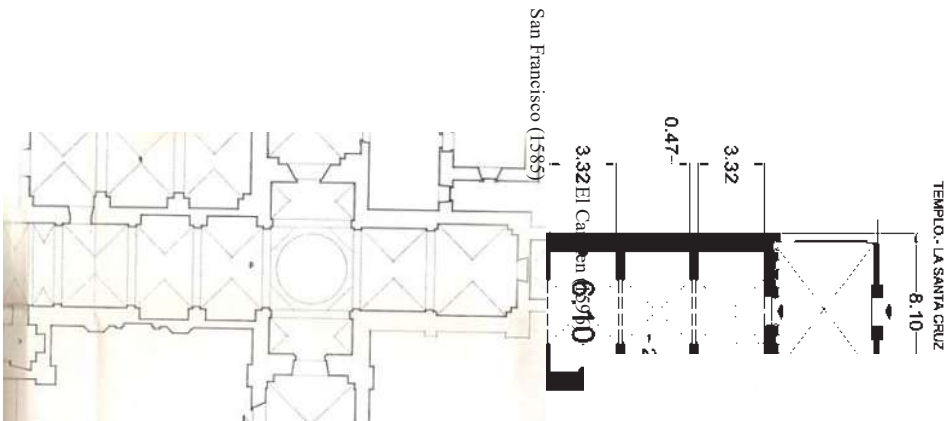
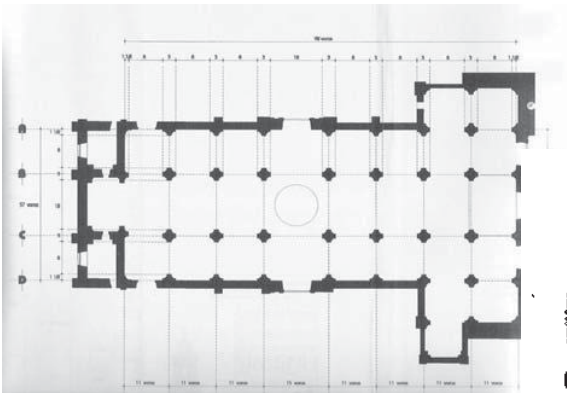
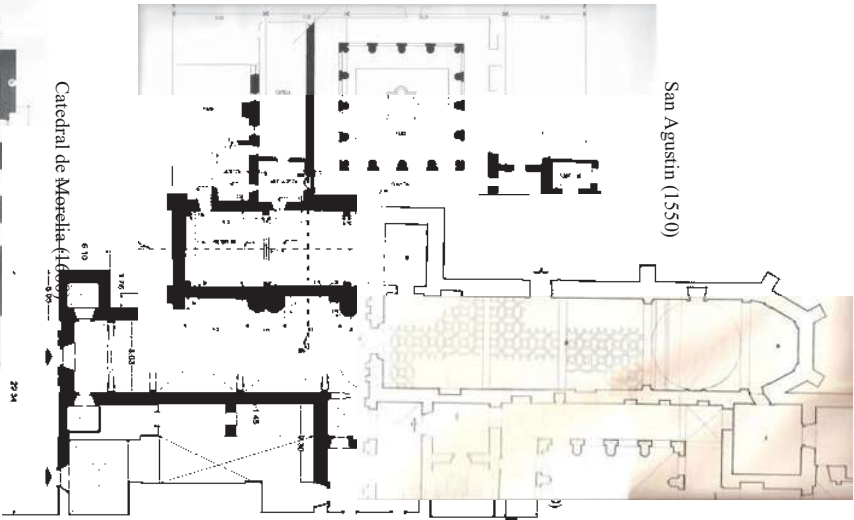




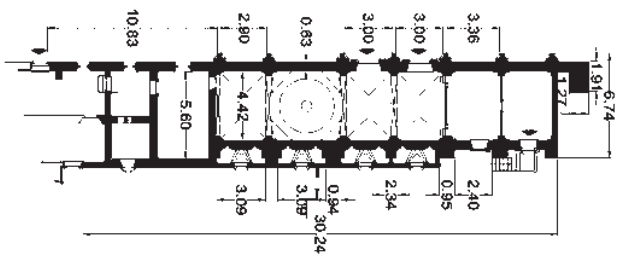


$0.85 \text{ tn/m}^3 \times 1.15 = 0.978 \text{ tn} = 1.0 \text{ tn/dovela virtual de bóveda}$





TEMPLO - SANTA ROSA DE LIMA S. XVIII (1767)



CAPITULO 6.- CONCLUSIONES

RELACIONES ENCONTRADAS, TESIS Y TEORIA CONCLUYENTE.

El conocimiento del dimensionamiento formal en la estructura arquitectónica de los templos novohispanos de la ciudad de Valladolid/Morelia, precisa conocer el antecedente histórico de la traducción de esta característica física en el universo de su tipología generadora.

La causa inherente a la necesidad de dimensionar la obra arquitectónica en respuesta a la cultura de lograr un edificio estable, esta necesariamente ligada a un móvil histórico, que pesa en las características condicionantes de cada caso , como lo son los materiales, el sitio, el grupo humano que emprende la empresa, cultura constructiva, y en todas las condiciones el lugar y el tiempo son constantes determinantes.

El dimensionamiento del templo tiene su antecedente en el campo dogmático antes de la misma vida de Jesucristo. En el libro del profeta Ezequiel, no solo se denota que las medidas antropomórficas son usadas desde aquella antigüedad, sino que además, lo que aquí señalo, que es el reflejo importante de la medida dimensionada a la estructura, al encontrar en esa descripción las proporciones enfatizadas el grosor de los muros en relación a las dimensiones del recinto, tanto horizontales como verticales.

El antecedente histórico tiene que analizarse en la visual del esquema europeo , para luego traducirlo al esquema americano, que es el lugar donde se produjo el grupo de modelos de estudio. No es posible verlo desde una sola visual porque ambas interfirieron y se caería quizá en una ruta prejuiciada. Sin embargo, hace falta encontrar las aportaciones

producidas en el sitio de producción, que para este trabajo no se pudo realizar, por no haber encontrado datos fidedignos ni siquiera de la formación de algunos de los arquitectos que intervinieron en una u otra obra, mucho menos de los obreros criollos o indígenas que pudieron participar con su organización constructiva. Pero, en términos de la forma del templo novohispano no se puede negar de su origen, cultura y tradición de resolverla durante miles de años.

Durante la forma de abordar el análisis en la correspondencia de ser comparables en tiempo, probabilidad de difusión, y racionalidad del sistema, concretamente en la comparativa del dimensionamiento del folio 19v de Simón García, recogido muy probablemente de los Gil de Hontañón, causó interés la tendencia de acercamiento a las dimensiones resultantes en los templos modelados, y la racionalidad del método en profundizar más lo que representaba desde su época, (probablemente medieval), el valorar la capacidad de carga a través de la direccional resultante de la concurrencia de dos posibles fuerzas en un triángulo rectángulo, que no solo denota el sentido de la fuerza de empuje, sino además el espesor necesario de la bóveda para dicha carga. La postura "*del tercio*", aunque sin demostraciones de trazo geométrico plasmadas por Fray Lorenzo de San Nicolás, resultan ser las más racionales en términos de seguridad de fortaleza y no pocos ejemplos se aproximan a esta precisión.

Tampoco el método de la cadena invertida, al parecer inmerso en el secreto profesional renacentista y desarrollado científicamente dos siglos después por los ingleses, parece estar en conocimiento específico, en la forma de las cúpulas de la ciudad, que se quedaron fuera del alcance de este trabajo.

Los otros dos procedimientos históricos de dimensionamiento más conocidos en el siglo XVIII, el de Tomás Vicente Tosa

El templo novohispano de Valladolid, nació tempranamente con tres modelos del esquema conventual en donde se encuentran

definitivamente dimensiones que obedecen a una cultura generalizada del siglo XVI, como se indica en este trabajo.

La primera mitad del siglo XVII, prácticamente no hubo empresa constructiva en la ciudad. Es hasta 1660 , con el gran detonador que lo fue la construcción de la Catedral de la Transfiguración, cuyo proyecto y construcción se considera el más ambicioso del siglo XVII en toda Nueva España, cuando se desarrolla la efervescencia constructiva en la ciudad, ya que se construyen más de 10 grande templos durante su periodo constructivo que duró poco más de 80 años, y donde el dimensionamiento de los templos no solo experimenta una racionalización en sus proporciones y grosores de muros y estribos, sino una generalización de proporciones, que disminuyen con respecto a los tres del tipo conventual construidos en la centuria anterior.

En la relación de ancho y altura de los muros, espesor de estribos y ancho de la nave, ancho de muros y ancho de la nave, relación largo y ancho de la nave, se observan constantes que denotan moda y tendencia .

La tendencia definitivamente tiene excepciones que no modifican la regla, ya que son casos con características particulares bien identificadas y que además aportan a la cultura del dimensionamiento formal.

La visual de relaciones encontradas en términos de su etapa constructiva en cada centuria son:

En el siglo XVI, el dimensionamiento de la planta del templo En la mayoría de los casos resulta un prototipo. No solo la proporción largo/ancho de 4.5, sino la constante de medidas de 11x 50m, que corresponden aproximadamente a 40 x 180 pies castellanos. El establecimiento franciscano de Morelia, si bien fue el primero en

fundarse, no es el que ahora vemos, sino que este se empieza hasta 1585 y se termina en 1610, según fecha inscrita en el mismo edificio. Lo anterior se aclara ya que ha habido mucha confusión en historiadores al interpretar lo que significaba fundar el establecimiento de una orden religiosa en cierto lugar y el fundar el templo o edificio, lo cual refiere a comenzar su obra o cimentar sus piedras; asimismo, las fundaciones tempranas de los establecimientos religiosos, casi en su mayoría empezaron con edificaciones modestas y templos o capillas provisionales en un predio que estaría planeado con un sitio para un establecimiento definitivo, lo cual se dio cuando cambió la función mendicante de los frailes.

El templo del Carmen es el primero que rompe el prototipo, ya en las postrimerías del siglo XVI ,(1596), reduciendo la luz o claro interior del templo y elevando la relación de altura de los muros hasta el cuadrado y aumentando la relación largo/ancho del templo a 6.

La relación entre la altura de los muros y el ancho del templo es robusta, y apenas tiende a formar el cuadrado. A excepción del templo de San Agustín en Morelia. Lo anterior sugiere, solo en los casos citados, la posibilidad de haber tenido cubierto el techo con viguería y posteriormente haber cubierto la bóveda sin más elevación de muros que la que ya se tenía.

La dimensión de la estribación total de contrarresto al empuje de las bóvedas, (suma de espesores de muros y estribos), coincide en el caso de San Agustín, (1550), y San rancisco, (1585), teniendo $0.38 D$, o sea , un poco más del tercio.

La dimensión del espesor de los muros o bien de los estribos, nunca es inferior a a la novena parte del claro o luz transversal del templo, y coincide mucho el manejo de este valor dado indistintamente al muro o al estribo, pero cuidando que las suma de espesores o estribación total sean iguales o mayores al tercio.

En algunos casos en la estribación total he tomado en cuenta la dimensión de las pilastras interiores cuando sus dimensiones claramente indican su intención de participar en el contrarresto del empuje.

Los muros del templo de San Agustín en Morelia, para un interior de 11 metros, parecen sugerir que los contrafuertes situados el exterior del muro norte no son de origen y quizá fueron agregados posteriormente en refuerzo, ya que es notable en los aparejos del muro citado una etapa constructiva de menor altura, a la cual pudo existir una techumbre de madera, razón por la cual, darían a los muros solamente la novena parte del claro, y al cubrir con bóveda, incorporaron los citados estribos de grandes espesores (3.0 m), que no reciben un contrarresto puntual, ya que la bóveda es de cañón.

En el siglo XVII, son pocos los modelos representativos que tenemos de esta centuria en la ciudad, ya que hasta su segunda mitad se empezó la construcción de la Catedral dedicada a la transfiguración del Señor, la cual no solamente marcó un parteaguas de la arquitectura religiosa local en lo constructivo y estructural sino que fue el proyecto más ambicioso de la arquitectura religiosa en la Nueva España del siglo XVII. Su proyecto formal de tres naves siendo las colaterales más bajas, y su relación largo/ancho a 2.5, le provee de una capacidad resistente para elevar sus alturas hasta la proporción dupla.

Esta empresa constructiva seguramente acaparó todas las fuerzas humanas y materiales de esta parte del siglo de tal suerte que concentró la producción. Para los fines de este trabajo será motivo de estudio particular.

El templo de San Francisco Xavier, cuyo proyecto se menciona desde el siglo XVII, asociado con el arquitecto Barroso de la Escayola, constructor de Catedral, no sabe aún si es el proyecto que hoy vemos,

existiendo autores que ubican su construcción hacia principios del siglo XVIII, y con otro proyecto modificado.¹ En todo caso, es quizá el primer templo del XVIII en la Ciudad, y aún mantiene su relación ancho/altura de muros en el cuadrado. La dimensión de su espesor de muros se aproxima a $1/6$ del claro, la de sus estribos a $1/5$, y la estribación total sobrepasa el tercio. Con este templo podemos notar el inicio de una evolución del prototipo de la planta del templo que el el siglo XVI se presentaba con dimensiones de 40 x 180 pies castellanos, para resolverse en un barroco con dimensiones de 30 x 140 pies, conservando aproximadamente la relación 1: 4.5.

Hacia 1680 la construcción del Templo de la Cruz y para 1696 en templo de San Juan Bautista o San Juan de los mexicanos, que curiosamente tienen en sus naves el mismo claro interior (6.10m), pero una formalidad resuelta en forma diferente.

El templo de la Cruz resuelve su espacio con los estribos a manera de muros interiores, perpendiculares a los muros longitudinales formando capillas hornacinas y da solo 0.98m de espesor a los muros, que aún así representan $0.16D$, o sea $1/6$ del claro, proporción que a partir de estos dos templos de finales del XVII se repite en varios casos del siglo siguiente. El templo de La Cruz, sin embargo, por su gran espesor de estribos interiores, resulta muy funcional y estable, ya que su estribación total llega a representar la mitad del claro transversal, siendo la máxima magnitud de estribación encontrada en los templos de Morelia.

El templo de San Juan, que como se ha anotado, tiene coincidencia en su claro interior con el templo de La Cruz y más o menos son contemporáneos, también se dispone con el mismo ancho de muros que representan $1/6$ del claro, pero su estribación que es exterior, la maneja a $1/5$, (relación encontrada también en forma usual), para resultar con una estribación total que llega al tercio. Resuelve las

bóvedas a manera de platillos ovalados y su altura de muros es baja, ya que ni siquiera llega a formar el cuadrado.

Este siglo representa el siglo de la producción y madurez constructiva de la arquitectura novohispana en la Ciudad. De las observaciones generales producidas, indico las siguientes:

1.-La proporción transversal interior tiende a tornarse más esbelta, representando la altura de muros $\frac{1}{4}$ más que el claro, sobrepasando al cuadrado, pero sin llegar a la proporción dupla con la altura de bóveda.

2.-Las dimensiones de espesores de muros y estribos no son menores que $\frac{1}{9}$ parte del claro y en su mayoría van a $\frac{1}{6}$. La estribación total tiende a reducirse de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{4}$.

3.- La modalidad de templos chicos o capillas se sigue produciendo, pero para cubrirse con envigados, su claro transversal y el dimensionamiento de sus muros sugiere estar más a condición de medidas modulares, (vara, y largo disponible de vigas), que a condición estructural.

El Santuario de Guadalupe , (1708), se presenta ya con una altura de muros que supera al cuadrado, y resuelve el espesor de sus muros sobrepasando a $\frac{1}{6}$, el espesor de estribos se vale pilastras interiores resolviéndose con ello también en $\frac{1}{6}$, y la dimensión del estribamiento total llega al tercio.

El Templo de las Monjas ,(1732), presenta el mismo tipo de proporción en planta, y aún cuando el espesor de los muros si sobrepasa a $\frac{1}{6}$, el espesor de los estribos se dispone al mínimo ($\frac{1}{9}$), quedando la dimensión del espesor de la estribación total se reduce a solo $\frac{1}{4}$ del claro, sin embargo, El templo de Capuchinas, (1734), muy contemporáneo al de las Monjas, sigue manteniendo la proporción de

dimensionamiento del espesor tanto de sus muros como de sus estribos a $1/6$, y la estribación total al tercio.

El templo de la Merced, (1736), también contemporáneo con los anteriores, al parecer se disponía anteriormente a menor altura de muros y probablemente con cubierta de envigados, ya que se nota el envisagrado de un posterior aumento de altura en los aparejos de su muro norte, y quizá por tal motivo sus estribos no coinciden en la concurrencia de los arcos fajones interiores que sustentan la bóveda, y esta se ha resuelto recibiendo en pilastras interiores adosadas a los muros, que en su base miden 0.90m. Por lo anterior, este templo tiene un dimensionamiento interior de $1/6$ en los muros, y $1/9$ en los estribos, llegando solo a $1/4$ en estribación total.

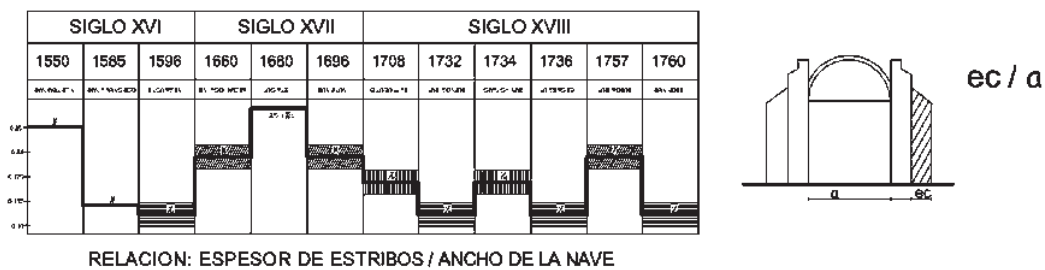
El templo de Santa Rosa de Lima, (1757), todavía mantiene el cuadrado en la relación de su altura de muros y claro interior, así como la relación 4.5 de largo/ancho en planta; escasamente llega al tercio en el espesor de muros, $1/5$ en los estribos tomando en cuenta las pilastras interiores y en la estribación total llega al tercio. La fecha de 1757 está inscrita en su fachada y se describe como reconstrucción total, sin embargo, es probable que se haya realizado sobre la misma planta y cimentación antes existente del templo de Santa Catarina, que estuvo anteriormente en el sitio, la cual dataría desde el siglo anterior.

El Templo de San José, (1760), es el último edificado en este siglo, y se distingue de los demás en sus dimensiones; abre el claro interior de su planta a 10.70m y mantiene el cuadrado en con altura. Anteriormente existía otro templo en ese sitio, y aunque los historiadores solamente lo mencionan a nivel de capilla, las dimensiones de la planta actual corresponden aproximadamente a la relación manejada en el siglo XVI de 40 x 180 pies castellanos. La dimensión de espesores de muros se maneja a $1/5$, la de los estribo a poco más de $1/9$ y la estribación total llega a tercio.

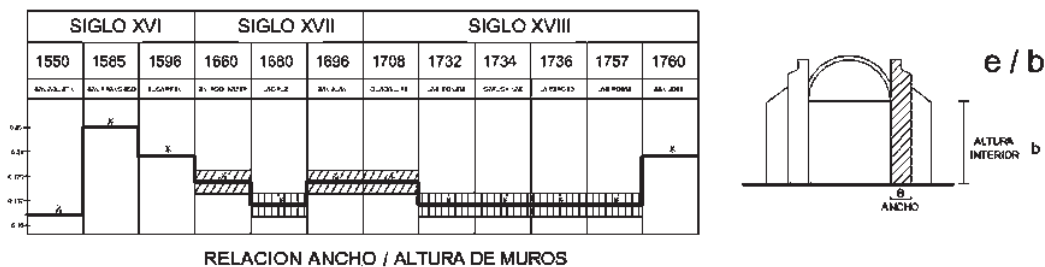
Este cambio dado con respecto a los templos del siglo anterior, parece corresponder más bien a un cambio de género arquitectónico, que fue el paso del templo conventual al templo secular, que en la ciudad y que su cultura dimensional conserva una proporción lineal directa, más que una racionalización estructural.

Para finales del siglo XVIII, con la construcción del templo de San José, el último de este periodo , aún siendo secular, retoma las dimensiones de proporción ancho/altura de los templos conventuales del siglo XVI, pero ahora sí con una racionalización de espesores de muros y la sabia formalidad de planta con crucero, a fin de sostener con eficiencia sobrada la cúpula de su proyecto.

TEMPLOS NOVOHISPANOS VALLADOLID-MORELIA



TEMPLOS NOVOHISPANOS VALLADOLID-MORELIA

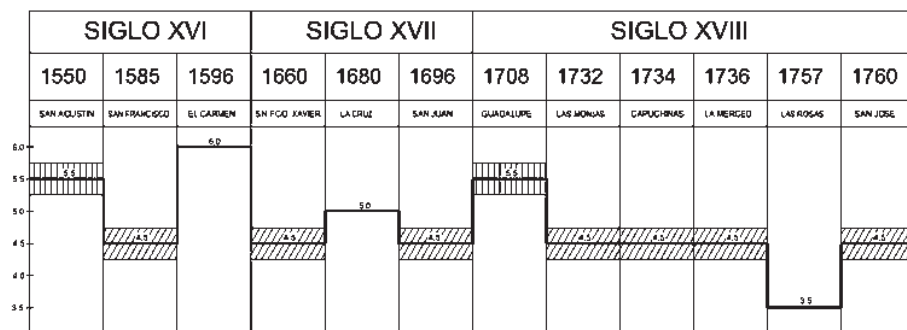


De la tabla comparativa a).- RELACION LARGO/ANCHO INTERIOR DE LA NAVE

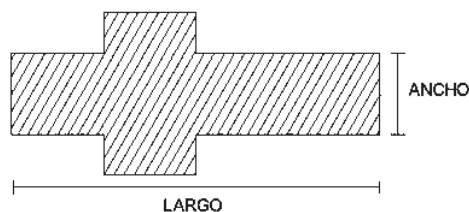
La relación de largo/ancho interior de la nave mantiene una disposición mantenida en 4.5, esto es, se el largo de la nave es 4 1/2 veces en ancho interior; esto sucede en 8 templos desde el siglo XVI con el templo de San Francisco hasta finales del XVIII con el templo de San José; lo anterior tiene las excepciones primero en el templo de San

Agustín de 1558, posteriormente en el templo del Carmen a finales de esa misma centuria. Será el templo de Guadalupe hasta 1708 en el que se rompe nuevamente esa relación. Se hace la aclaración que el templo de las Rosas sí cumple también con este relación de medidas, ya que en la tabla indicada en medición de la longitud de la nave ha de tomarse en cuenta las longitudes de los coros que también forman el cuerpo de la nave. Esta disposición no está descrita como tal en los tratados consultados de la época, en los templos medievales de las catedrales relevantes de España la relación largo /ancho de la planta es menor tomando en cuenta para el ancho total el correspondiente al ancho del cuerpo , es decir , de la suma de tres naves, y si se toma en cuenta solo la relación de la nave central éstas exceden de 6. Lo mismo pasa en la planta de nuestra catedral. Solamente en la catedral de Santiago de Compostela, que viene desde el románico, tiene también esta relación en 4.5 sin tomar en cuenta el ancho del crucero, sino el puro cuerpo central de las tres naves, sin embargo Santiago tuvo una fuerte intervención en el siglo XVII cuando le fue proporcionada su fachada barroca, tiempo en que pudo ser también intervenida los cuerpos de la nave.

TEMPLOS NOVOHISPANOS VALLADOLID-MORELIA



RELACIÓN LARGO / ANCHO INTERIOR DE LA NAVE



Ya a finales del siglo XVIII y principios del XIX, en Valencia se escribe un tratado de “*Escuela de Arquitectura Civil*” por el arquitecto Atanasio Genaro Brizguz y Bru, en donde se contiene un apartado sobre la distribución de los planos de Templos, en donde en su libro primero , prop. VII, pag. 97, titula “*Explícense las condiciones que se deben observar en la planta de un templo*” describe:

“Si el Templo fuere de una nave con crucero, bastará que tenga cuatro cuadros ó anchos de longitud; pero parecerá mejor si tiene cuatro y medio, o aún cinco.

Si la longitud del templo es cuatro cuadros, se darán dos al cuerpo del Templo, uno a la Cúpula, y otro al Presbiterio; si fuere cuatro cuadros y medio, se dará un cuadro al Presbiterio o Capilla mayor, otro a la Cúpula, y los dos y medio restantes al cuerpo de la Iglesia. Si fuere cinco anchos o cuadros, se dará al Presbiterio algo más de un cuadro, otro a la Cúpula, y la restante longitud será para el cuerpo del Templo.

Si el templo fuere de tres naves, tendrá la nave principal cinco cuadros de longitud, que se repartirán del modo que hemos dicho en el caso antecedente. Las naves de los lados de las Capillas tendrán de anchura la mitad de la nave principal. La profundidad del crucero y de las Capillas, será igual a la mitad de la anchura de la nave; aunque parecerían mejor las Capillas del crucero si fuesen algo mas hondas que las otras. Si se hubieren de hacer muchas Capillas, bastará que su claro sea algo mas que la tercera parte de la anchura de la nave”

Este dictado valenciano que recoge lo dispuesto en el siglo XVIII, se encuadra exactamente en la relación de 4.5 de la tendencia observada en los templos de una nave de Valladolid; La catedral de Valladolid, en el trazo de Baroccio, dispone de 6 partes en el cuerpo de la nave en lugar de 5, pero con menor geometría que el cuadrado llegando así a la misma relación de longitud que lo recomendado para templos de tres naves, sin tomar en cuenta el ábside. Y en la profundidad de las naves laterales su anchura es mayor a la mitad correspondiente a la nave principal.

De lo anterior deducimos la presencia de una cultura dimensional que data por lo menos del siglo XVIII, en cuanto a la recomendación de la relación largo/ancho interior de la nave igual a 4.5.

De la tabla comparativa b).- RELACION ALTURA MUROS/ANCHO DE LA NAVE

La relación observada entre la altura de los muros del piso del templo al nivel de las impostas o arranque de bóvedas es la elevación *superparticulares en sesquicuarta*, como lo anota Simón García tomado de Juan de Arfe, o sea se le agrega $\frac{1}{4}$ parte del ancho a la altura ; esto es $1\frac{1}{4}$ veces la altura que el ancho interior en 6 de los doce templos y los otros seis se limitan al cuadrado, o sea 1:1. La primera centuria en los dos primeros templos San Agustín y San Francisco, que poseen mayor ancho de nave, se elevan solo a llegar al cuadrado en su corte transversal, así mismo lo observan San Francisco Xavier en 1660 y San Juan en 1696; posteriormente se vuelve a observar hasta finales del siglo XVIII en Las Rosas y San José. La catedral llega a relación dupla, es decir dos veces el cuadrado del piso hasta la parte superior de la rosca de los arcos, y esa elevación histórica pudo inspirar a otros seis templos posteriores a romper el esquema del cuadrado y elevarse un cuarto más, toda vez que ya se había reducido el ancho de la nave de 11 m a 8.40m respecto al esquema conventual.

De las tablas C, D y E).-Correspondientes a la ESTRIBACION TOTAL / ANCHO DE LA NAVE, ANCHO DE LOS MUROS/ ANCHO DE LA NAVE y ancho o ESPESOR DE ESTRIBOS/ANCHO DE LA NAVE.

El término “estribación total” aquí representa la suma del espesor del muro más el espesor del estribo, obviamente en el corte del arco fajón; lo anterior por así trabajar en el contrarresto total al empuje del arco y así es considerado en los tratados consultados.

Para lo anterior, es importante hacer hincapié a que de esta tabla se derivan las dos siguientes que detallan el espesor de cada uno de estos elementos de sustento, o sea, el espesor de los muros y el espesor de los estribos por separado. Y es que concluyo que fue constante la búsqueda de la “*seguridad del tercio*” que así me he permitido llamar en observancia de dar a la estribación total como mínima dimensión la tercera parte con respecto al ancho interior de la nave, sin hacer distinción a la forma del arco, y dando libertad de repartir este tercio en los espesores del muro o del estribo según convenga. Citando a Lorenzo de San Nicolás, en el siglo XVII:

“Comúnmente se lleva que cualquiera templo tenga de grueso en sus paredes la tercera parte de su ancho, hallando inconveniente en poder echar estribos en los lienzos de los lados, que suele suceder por estar en calles públicas”....más llevando estribos, aunque la bóveda sea de piedra, le basta de grueso la sexta parte de su ancho, y lo que falta para cumplimiento de tercio, ha de llevar de estribos, aunque cuando ellos exceda algo, importa poco, y obrando como queda dicho, no hay que temer ni falta de grueso, ni abundancia, sino obrar con seguridad”..

Observamos en esta tabla que la estribación total resultante de 6 de los 12 templos se apega a esta recomendación de guardar el tercio, dos solamente a un cuarto y otros 4 lo exceden aproximadamente un 20% el dicho tercio. La postura de mi explicación es la siguiente:

En la frontera del siglo XVI y el XVII es cuando se nota la aplicación de esta regla; tanto San Agustín como San Francisco en el siglo XVI excedían el tercio como así se ha notado en muchos templos del género conventual, pero entrando el siglo XVII el templo del Carmen ya se ajusta a esta regla que a excepción de San Francisco Xavier se mantiene con la anterior. Posteriormente la tendencia es seguir la regla del tercio. La excepción del templo de la Cruz es debida a la formalidad de su planta, que al no poder sacar los estribos a la calle, le dio solución invertida al interior, lo que entró más en la regla de la proporción interior de las capillas hornacinas que se forjan entre los estribos, e

inteligentemente reducen el espesor del estribo a medida nominal del muro, pero su grueso se va a exceder el tercio y llega hasta un medio.

En el caso del templo de Las Monjas, en estricto, casi se cumple el tercio tomando en cuenta la dimensión protuberante existente al interior por la base de las pilastras de las medias muestras que reciben los arcos fajones, queriendo decir con esto que se pudieron dimensionar con este criterio que resulta racional, dado que el contrarresto como ya se dijo, lo toma todo en elemento desde el paramento interior del arco.

Por otra parte citando en esta referencia al tratado que describe el criterio del siglo XVIII, en Valencia España de “*Escuela de Arquitectura Civil*” por el arquitecto Atanasio Genaro Brizguz y Bru, en el tema del grueso de los muros y estribos:

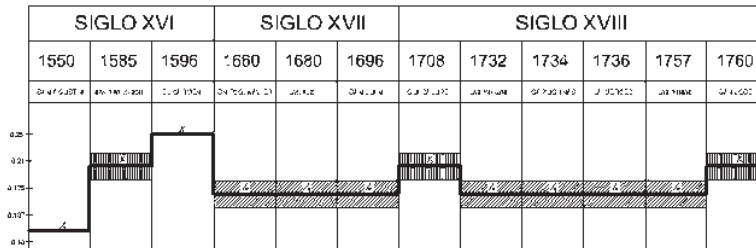
“En orden a la gordaria de la paredes de los templos no se puede dar regla general, como los materiales como piedra, ladrillo, cal, yeso, etc., no son igualmente buenos en todos los Países; pero sin embargo diré lo que en esto suelen practicar los arquitectos. Si la bóveda es de cantería, y las paredes no llevan estribos, se suele dar a éstas algo más de la quarta parte de la anchura del templo. Si la bóveda lleva estribos, se dará a las paredes la sexta parte, y a los estribos algo más de la quarta parte de la anchura de la nave...”

Si el templo fuere de tres naves con cimborio y cúpula, se harán los estribos de los arcos torales dos pies poco mas o menos mas gruesos, que los del cuerpo de la Iglesia, cuya gordaria siempre la determina el orden de la nave. Las paredes de los lados del presbiterio, la del cabecero, y las de los brazos del crucero, tendrán la séptima parte..”

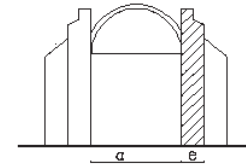
En esta recomendación, se denota primeramente que a finales del siglo XVIII aún ya aparecida la teoría mecánica de las construcciones , todavía la regla era transmisión de cultura heredada en receta simple con función directa al ancho de la nave, haciendo hincapié en que el tipo de material influye en calidad la que también depende del sitio. Probablemente esta parte fue tomada de Fray Lorenzo un siglo antes,

quién fue el primero en variar estas proporciones dependiendo si la bóveda fuera de cantería de piedra o de rosca de ladrillo. Para nada, ambos mencionan distinción o influencia de la forma del arco, quizá porque el ojivo ya estaba en desuso.

TEMPLOS NOVOHISPANOS VALLADOLID-MORELIA

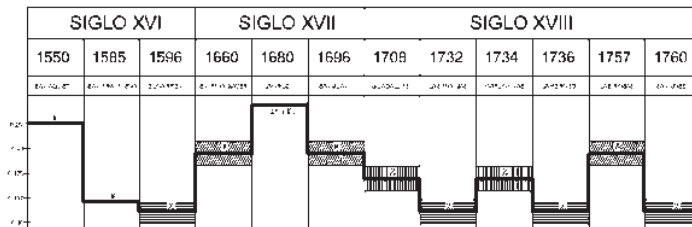


RELACION ANCHO MUROS / ANCHO DE LA NAVE

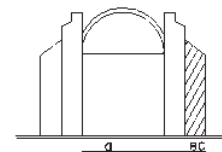


$$e / a$$

TEMPLOS NOVOHISPANOS VALLADOLID-MORELIA



RELACION: ESPESOR DE ESTRIBOS / ANCHO DE LA NAVE

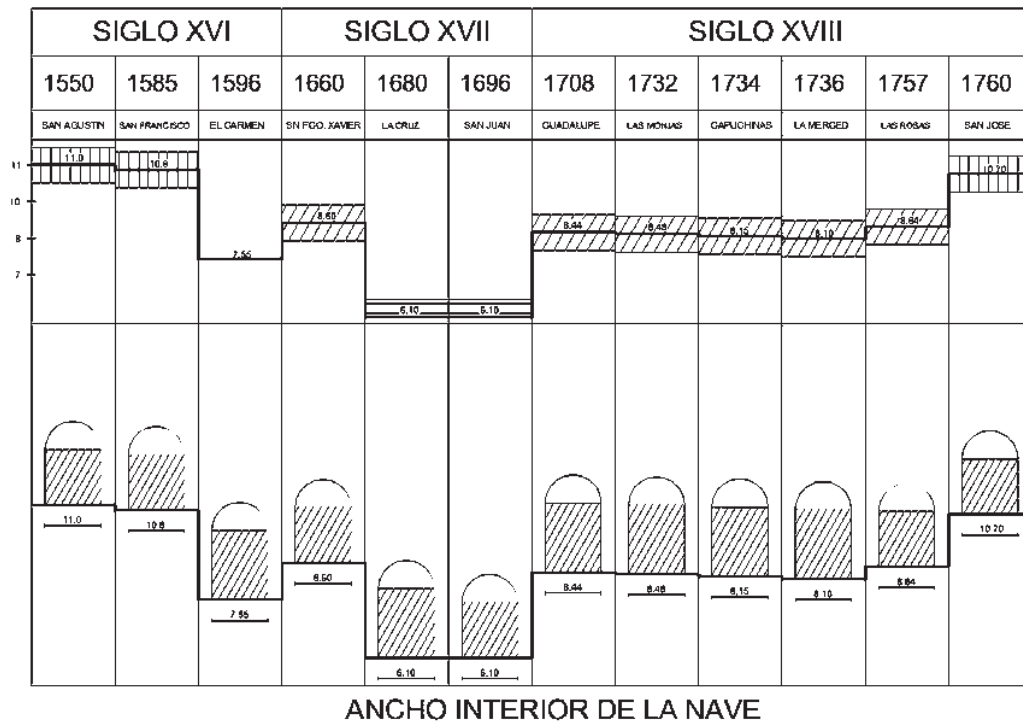


$$ec / a$$

La segunda denotación de la cita anterior, es que no llevando estribos (que significa tratarse de bóveda de cañón corrido), la señala llevar de grueso las paredes solo la cuarta parte del ancho de la nave, lo cual rompe en menos, lo estipulado por Fray Lorenzo que no perdona el tercio; sin embargo vemos en los templos de El carmen, Las Monjas y La Merced sí se redujeron a $\frac{1}{4}$ aún en su estribación total.

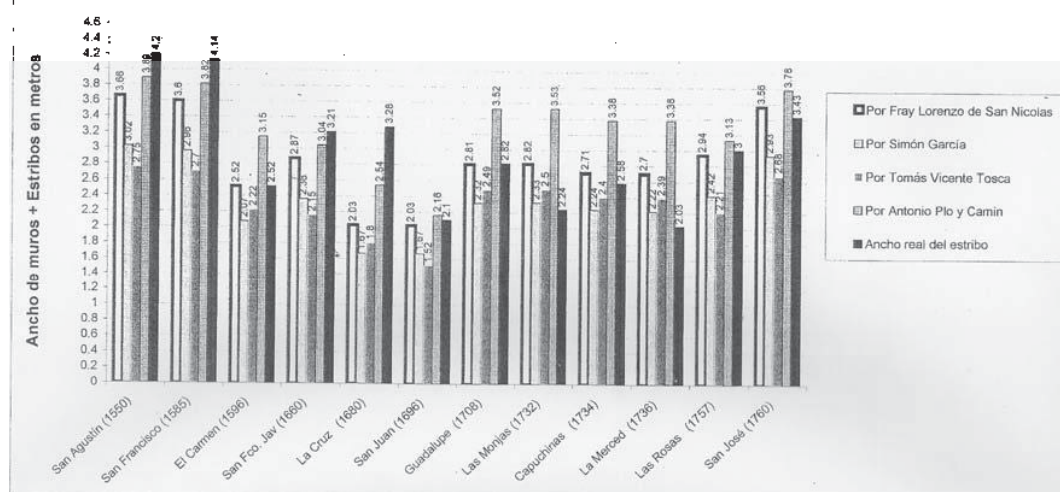
La tercera denotación es la comprobación de que llevando estribos se le dé la sexta parte del ancho de la nave como gruesos de las paredes y la cuarta parte de ese mismo ancho como grueso de los estribos, lo cual sumado da dos y media veces un sexto que es dimensión de la estribación total que presentan los templos de San Agustín, San Francisco y San francisco Xavier desde el siglo XVI.

TEMPLOS NOVOHISPANOS VALLADOLID-MORELIA



La cuarta denotación son los ensayos realizados en los templos con los métodos de trazo empleados tanto por Simón García en el siglo XVII, probablemente tomados de Gil de Hontañón, y los descritos por Tosca y Plo y Camín en el siglo XVIII, en los cuáles se intuye más la génesis del conocimiento estático como tal, es decir la vinculación del conocimiento del culto geométrico y los principios que gobiernan las fuerzas en dimensión y sentido, que es la esencia de la estática gráfica. Las explicaciones son escuetas y no completas en fundamentación, ya que solo se explican como método de costumbre, muy entintado todavía del secreto medieval.

Comparativa del Dimensionamiento de Estribacion Total en los Templos Novohispanos de Valladolid Morelia



Comparativa de los Ensayos del Dimensionamiento de Estribación total en los Templos Novohispanos de Valladolid Morelia
(Ancho de Muros + Estribos en Metros)

Templo	Año	Por Fray Lorenzo de San Nicolas	Por Simón García	Por Tomás Vicente Tosca	Por Antonio Pío y Camín	Ancho real del estribo	Criterio Predominante	
San Agustín	1550	3.80m	3.02m	2.75m	3.80m	4.20m	0.35 D - 0.38 D	(Pío y Camín)
San Francisco	1585	3.60m	2.95m	2.70m	3.82m	4.14m	0.35 D - 0.38 D	(Pío y Camín)
El Carmen	1586	2.52m	2.07m	2.22m	3.15m	2.52m	0.33 D	(Fray Lorenzo)
San Fco. Javier	1660	2.57m	2.35m	2.15m	3.04m	3.21m	0.35 D - 0.38 D	(Pío y Camín)
La Cruz	1660	2.03m	1.67m	1.90m	2.54m	3.28m	Atípico	
San Juan	1696	2.03m	1.67m	1.52m	2.16m	2.10m	0.33 D - 0.35 D	(Fray Lorenzo/Pío y Camín)
Guadalupe	1708	2.81m	2.32m	2.49m	3.52m	2.82m	0.33 D	(Fray Lorenzo)
Las Monjas	1732	2.33m	2.33m	2.50m	3.53m	2.24m	0.28 D	(S. García / Tosca)
Capuchinas	1734	2.24m	2.24m	2.40m	3.38m	2.58m	0.33 D	(Fray Lorenzo)
La Merced	1736	2.23m	2.23m	2.39m	3.38m	2.03m	0.28 D	(S. García)
Las Rosas	1757	2.94m	2.42m	2.21m	3.13m	3.00m	0.33 D - 0.35 D	(S. García / Pío y Camín)
San José	1760	3.56m	2.93m	2.56m	3.78m	3.43m	0.33 D	(Fray Lorenzo)

Los resultados de esos trazos en los templos de estudio, están dados en la tabla F en donde podemos observar lo siguiente:

1.- Existe congruencia aproximada en la dimensión de la estribación real de los templos con por lo menos dos de los tres métodos de trazo ensayados.

2.- En todos los casos la estribación real resulta por lo menos igual o mayor al dimensionamiento dictado por uno de los métodos.

3.-Los puntos de coincidencia encontrados son:

3.1.- La estribación real de los templos de San Agustín y San Francisco pertenecientes al siglo XVI se aproximan notablemente a los métodos de trazo más antiguos escritos por Simón García y Fray Lorenzo de San Nicolás.

3.2.-La estribación real del templo del Carmen de 1596 coincide con lo recomendado por Fray Lorenzo de San Nicolás.

3.3.- La estribación real del templo San Francisco Xavier de 1660 se aproxima notablemente a los métodos de Tosca y Plo y Camín.

3.4.-El templo de la Cruz se desfasa notablemente a razón de la disposición de su planta.

3.5.-Los templos de San Juan de 1696, el de Guadalupe de 1708, el de capuchinas de 1734, el de Las Rosas de 1757 y el de San José de 1760 se aproximan notablemente al trazo de Tosca.

Todo lo anterior es la comprobación de la hipótesis planteada de que la esencia cultural del dimensionamiento en los templos novohispanos, si bien tienen cambio dimensional a partir del siglo XVII, ésta no obedece a los nuevos conocimientos de la época precientífica publicados en Europa en una ciencia de la Estática apenas naciente en ese siglo, y desarrollada durante el siglo XVIII., ya que aunque en el ensayo de arco estático presentado aquí con cargas reales en el prototipo de sección encontrado en los siglos XVII y XVIII se contiene la cadena invertida de

presiones en el interior del arco y la valoración de la fuerza resultante tampoco se desplaza del núcleo del contrarresto, queda claro que no se tuvo el tiempo para traducir la racionalidad de este conocimiento científico en los templos novohispanos de Valladolid, y que más correspondencia se halla tanto en las recomendaciones empíricas de cultura estructura que viene del medioevo y la proto-científica por llamarla así, que es la que ya incluye trazos geométricos intuyendo la direccionalidad y magnitud de las cargas, y lo que es más importante que se traduce en el dimensionamiento.

Quedan nuevas preguntas de investigación de los que este trabajo no tuvo la posibilidad de confrontar por no tenerlas disponibles ó simplemente por no existir. Ellas son básicamente las fuentes primarias que pudieran ser encontradas relativas a los arquitectos protagonistas que no se conocen en su mayor parte, y de ahí investigar su contenido formativo curricular, para poder complementar afirmaciones más avanzadas de interpretación crítica. Igualmente en la cultura dimensional y constructiva de las bóvedas de arista o crucería que además de haberse confrontado la racionalidad de su espesor en el raciocinio de recomendación empírica , no se pudo abundar en la confrontación de su trazo, además de lo involucrado que en su estabilidad está su tipo aparejo, su cimbrado y sus materiales constructivos.