

LA GEOMETRIA EN LAS FORMAS ARQUITECTÓNICAS DE GAUDI
 Análisis básico de las primitivas del templo de la
 Sagrada Familia en Barcelona

Manuel Hidalgo Herrera,
 Arquitecto y Geometra

APROXIMACIONES GEOMÉTRICAS BÁSICAS A LA SAGRADA FAMILIA DE GAUDI

Prologo :

El templo de la Sagrada Familia de Antonio Gaudí , iniciado por el autor , está siendo edificado en parte siguiendo la poca documentación original , que se conserva por el desgraciado incendio que en su estudio se produjo . Este estudio estaba en la propia obra y la documentación no destaca por su extensión y detalle , para una obra tan compleja como ya se adivina .

Gracias a los nuevos medios informáticos , se puede hoy día trabajar en el análisis de esas formas que luego serán cristalizadas y elaboradas , para su colocación en la obra . Todo ello si se visitan las obras en su estado actual , puede revelar las impresionantes dificultades de tal empeño .

Cerca de nueve millones de personas , de todo el mundo , la visitan anualmente y con sus aportaciones económicas , resuelven el gran problema económico que esto pueda suponer , en gran parte . En general , estos visitantes ven estas formas y se ven desbordados , en cuanto a como será el templo una vez acabado . De momento ven el juego formal de sus escultóricas formas , pero pocos de ellos , se hacen alguna idea de cómo será el templo cuando se termine . Algunos dibujos y maquetas , intentan dar una adelanto de cómo será este final .

Hay que ir tomando decisiones , continuamente confrontadas e interpretar , por los técnicos , los problemas formales y constructivos , que aparecen a diario , ya que han cambiado , no solo la documentación sino también los medios y sistemas materiales edificatorios y constructivos . Esto supone , que parte de lo que queda por hacer , sufra cambios y adecuaciones a la marcha de la obra .

Si esto ya es un gran problema , para los técnicos , que no será para aquellos visitantes con ciertos conocimientos en la arquitectura y edificatoria , que no conocen esa documentación y elementos que se están analizando , en estos momentos . Sobre todo para los estudiantes , futuros arquitectos , que cuando la visiten , en su ejecución , querrian infinidad de respuestas , que seguramente no se les dan . No conozco demasiados intentos de seguir estas obras , sus resultados e incógnitas y análisis de sus formas .

Creo sinceramente que a Antonio Gaudí , se le ha establecido como un hito histórico y cultural , aparece en todos los libros de Arquitectura e historia , pero ocupa poco sitio en las escuelas de Arquitectura , a nivel de estudiantes . En Barcelona , es una obligación de visitar y su fuerza turística , vence claramente al análisis de sus formas y espacios .. a su ARQUITECTURA . Gran parte de los visitantes , se queda con una serie de preguntas , que no hace , ó que no sabe hacer . Cargan su cámara de fotografías y videos y vuelve a su país , en el mejor caso a lucir aquella extraña catedral , si es que vuelve a hablar de ella .

He estado consultando innumerables libros , todos dicen las mismas cosas (a menudo equivocadas , como decía Gaudí) , pero realmente no existen demasiados artículos , que toquen el gran misterio , el por qué y sus soluciones . No está el autor para dar sus razones .

Modernamente en Internet , existen miles de artículos , dedicados a las obras (que no al templo) . Todos ellos dicen las mismas cosas , los mismos temas , las mismas anécdotas (casi para turistas) .

Creo que cualquier catedral Gótica , aparece con una documentación , mucho más exuberante y extendida . MUCHO MAS .

Gran cantidad de eruditos , han detallado mil temas y suposiciones , además de datos , sobre casi todas los templos , que podemos visitar TERMINADOS . Alrededor del edificio , sin terminar , los edificios de viviendas , van ahogando a las ruinas sin terminar , de nuevas que están .

Como no es un edificio de estilo catalogado , parece difícil arriesgarse a decir cosas sobre él .. Menos a entrar en serio en como será . Los equipos técnicos que en estos momentos están actuando , tienen un enorme trabajo , que posiblemente no será recompensado , es de gran dificultad y son de alabar .

Nos imaginamos , miles de millones de visitantes y eternos obreros cambiantes (muchas y varias generaciones diferentes) a lo largo de quinientos años , para levantar una de nuestras catedrales , Si verlas , como ahora las vemos , ¿ que información les darían ¿ . Si es que les daban alguna .

Estamos ahora ante una de esas obras , en plena y actual ejecución , desparramando fotos y videos por el mundo entero . Repitiendo artículos por enésima vez , en Internet . Y casi todos podrían decir algo sobre la arquitectura de Notre Dame ó la catedral de León , pero no saben que decir sobre la Sagrada Familia .

He sido profesor de nuestra Escuela de Arquitectura de Madrid , durante casi cincuenta años . Mis alumnos , nunca me han preguntado , ni tan siquiera por la planta , solo alguna vez por alguna de sus torres y extrañas formas . Esto es más grave , a mi entender . Que un Chino , se lleve a su país una docena de fotos y postales repetidas , sobre este templo , que le ayudará a situar en su foto a algún pariente ó amigo , pase , pero que en las Escuelas de Arquitectura , quede casi como anécdota

...

Creo que merece una vida , el tratar sobre este misterio Arquitectónico .

Habrà quien lo tome como una maquetación repetitiva en 3D . Ni se ha intentado .

Se trata simplemente , de mediante APROXIMACIONES básicas Geométricas , guiadas por las arquitecturas precedentes y de la época , ir analizando como son los espacios (que no las formas) , es decir los elementos arquitectónicos , que Gaudí iba colocando y cambiando , para constituir el templo completo a un nivel acaparable y alcanzable

Cualquiera que haya manejado un ordenador y programa de 3D y renderizado , sabe las enormes dificultades de montar un modelo 3D , que explicara cosas sobre el existente en construcción . Los volúmenes de datos , colgarían los programas , con los aparatos que hoy en día se utilizan normalmente y domésticamente . Se necesitarían grandes equipos y grandes ordenadores , para que esas aproximaciones se acercaran a la realidad , y fueran acercamientos a la totalidad .

Los modelos que se acompañan , ya son difíciles de manejar y son normales ficheros de más de cuarenta megas . Solo estas aproximaciones finales , sobrepasan las trescientas megas .

Se ha huido de todas las esculturizaciones y detalles . Se han hecho simplificaciones excesivas (evidentemente el templo no es como lo aproximamos) . No se busquen por tanto detalles , ni esculturas (tan ricas en el templo) , SI LAS PARTES ESENCIALES BÁSICAS , que permitan a un lector no excesivamente tecnificado , hacerse una idea clara de cómo será un acercamiento a la obra terminada (que podrá diferir naturalmente) . El propio Gaudí ha ido dando ideas , de lo que su templo sería , pero las ha tenido que variar , día a día , sin que pierdan el espíritu inicial .

Lo que se pretende , es que el lector se sienta en esos espacios completados y no en una visión parcial más exacta , de lo que ahora puede ver .

Todas esas curvas de diseño (líneas vivas) que generarán después superficies y volúmenes también vivos , permitirán al lector , entender esa idea , que le permitirá seguir sus espacio – formas e incluso jugar con ellas , ante el ordenador .

No hay nada más exacto , que las aproximaciones que parten de las ideas geométricas básicas , estamos seguros que esas aproximaciones , permitirían terminar el estado final cambiante , que dejará de cambiar en el momento de la última pincelada .. Se ha tratado de vulgarizar estos caminos , para hacerlos más solidarios , con la carga técnica suficiente para el juego prohibido , hasta ahora .

Los espacios arquitectónicos y formas vivas de Antoni Gaudi :

Las formas edificatorias de la Arquitectura a lo largo de la historia , han obedecido a infinidad de criterios diferentes . Desde el clásico y multitudinario cajón (Ortoedro) , prismas , pirámides con caras planas , donde el rectángulo y triángulo , abundaban , hasta las formas curvas como cilindros , esferas , elipsoides y más modernamente paraboloides e hiperboloides , reglados ó no . También , en partes de esas edificaciones , han aparecido helicoides , conoides y cilindroides , otras formas también regladas (que contienen rectas) , en menor cantidad ó sistemas , que las anteriores .

Han existido siempre Arquitectos más ó menos afectos a estas formas en su diseñar . Igualmente han existido razones , más ó menos rígidas , para su utilización . Algunas de ellas de índole mecánica – resistente . Otras constructivas , otras de estilo , otras económicas , funcionales ... etc . El Arquitecto se encontraba inmerso en ellas , o las adoptaba a su criterio ó gusto .

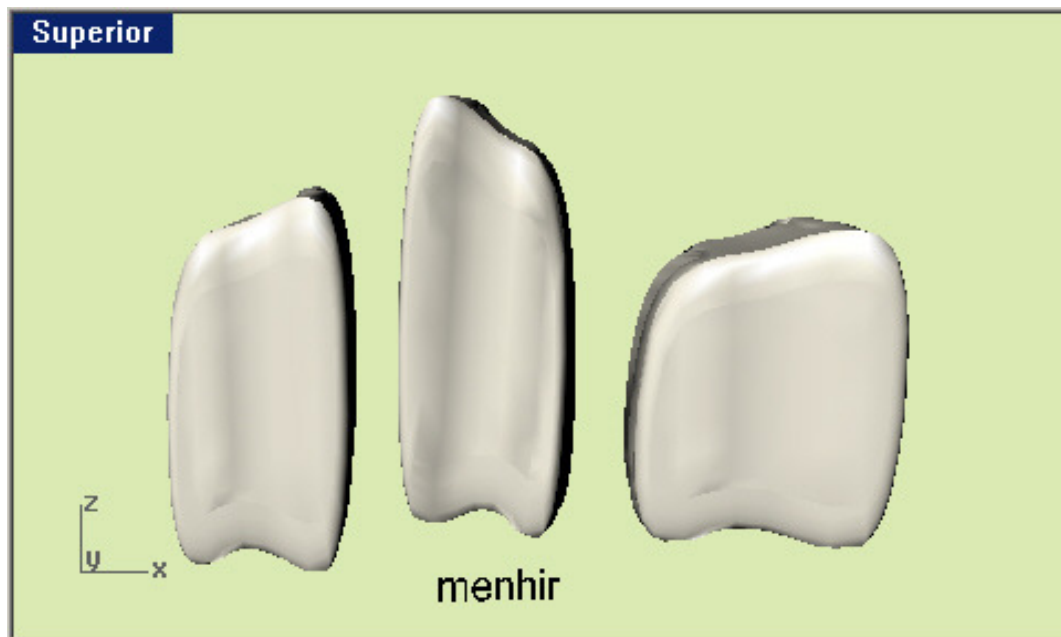
Pero si analizamos geométricamente estas formas , son reflejos y cristalizaciones , que pueden ser catalogadas de muy diferente manera . En nuestro trabajo , lo haremos desde ese punto de vista Geométrico y filosófico-científico , prescindiendo de criterios estéticos , estilísticos ó personales .

No obstante , dedicaremos un tiempo a especificar ciertos condicionamientos , que indudablemente tuvieron ó jugaron su papel ante esta elección de criterios . Estos se pueden establecer de muchas maneras , nosotros optaremos por la siguiente :

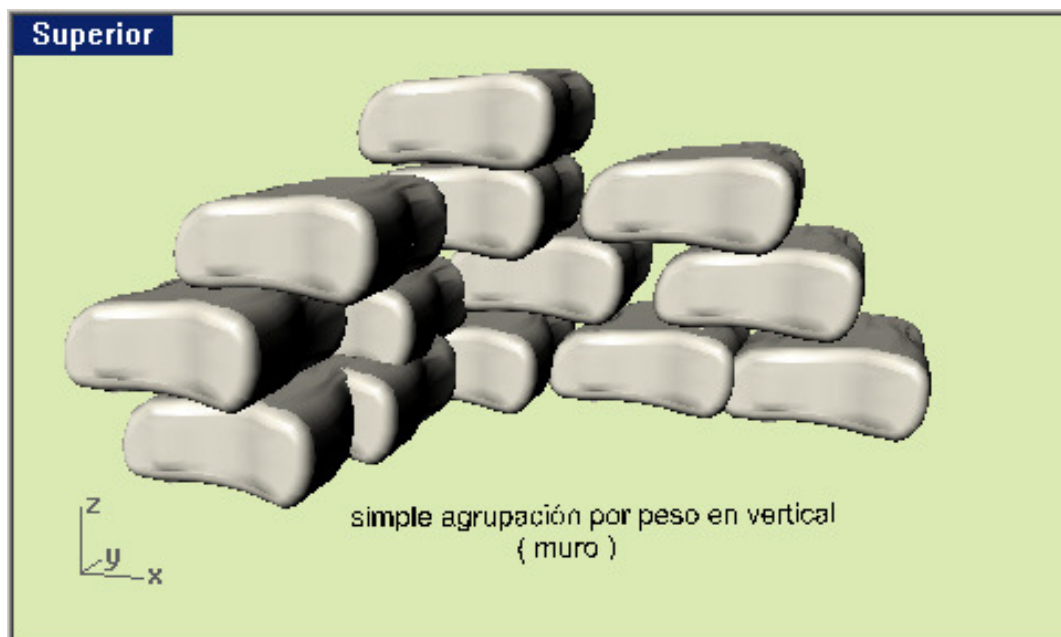
- A- Criterios de materialización .
- B- Criterios mecánico –físicos . Estructurales .
- C- Criterios Constructivos y de sistemas constructivos .
- D- Criterios Funcionales .
- E- Criterios estéticos y de estilo .
- F- Criterios económicos– ergonómicos .
- G- Criterios personales .

En el grupo A , de materialización , están mezclados los demás , posiblemente , pero los trataremos históricamente , ya que consideramos que son los más primitivos .

Suponemos , que el concepto Arquitectónico , surge después del edificatorio . Queremos decir que la Arquitectura es un hecho eminentemente cultural y solo aparece cuando esta cultura , ha aparecido . El primer hombre que buscaba cavernas ó cuevas , donde guarecerse , necesitaba espacios donde introducirse , para vivir protegido . No tuvo que construir nada , solo adecuar lo que encontraba . No podemos hablar por tanto de edificatoria . Pero el colocar unas piedras , una sobre otra , para expresar algo ó asociarlo a algo trascendente ó con significado , para el y los otros , ya conlleva algo edificatorio . Su primer problema es la propia piedra y su colocación estable , con una finalidad .



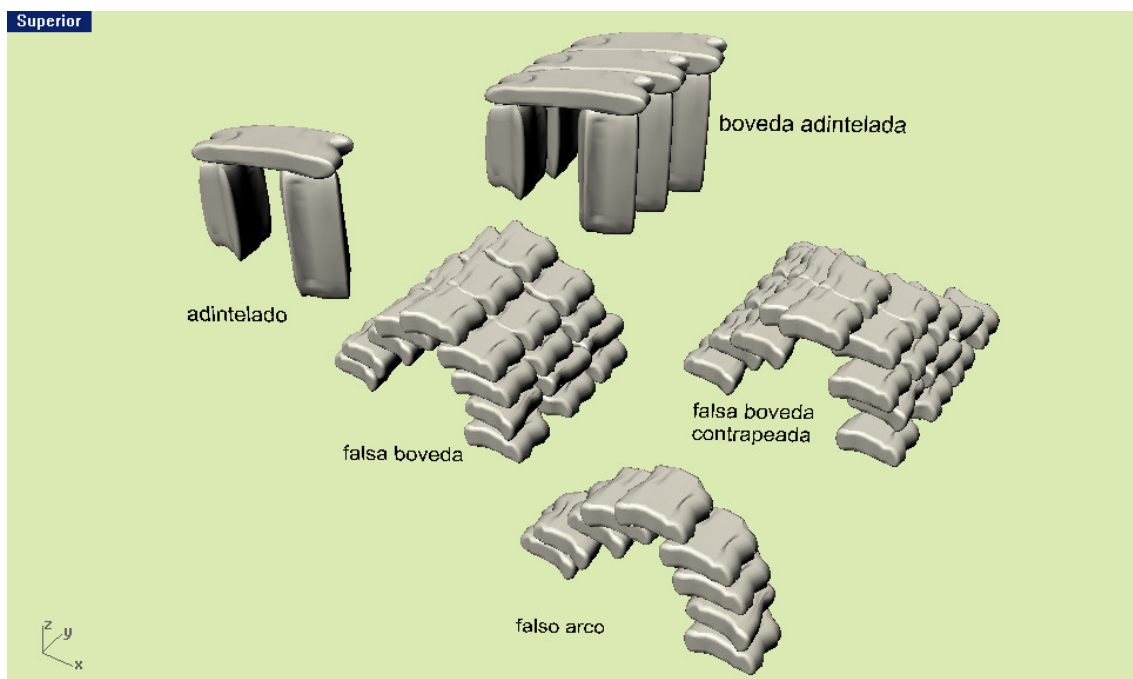
La colocación d esos grandes bloques (menhires) , con finalidad religiosa probablemente , conllevó grandes esfuerzos , no podemos hablar todavía de edificación , más bien hitos ó señalamientos y con transcendencia , posiblemente religiosa .



El muro , empieza a aparecer . El muro no protege de la lluvia y poco del frío , pero si de agresiones y además crea dos espacios . exterior e interior y dos caras . Este muro “pronto “ necesita cubrir , con esas mismas piedras ó más grandes . Aparecen las falsas bóvedas talayots y menhires . Losas de gran tamaño y apoyo , dan ideas de dinteles . Pero tienen dos problemas el tamaño y peso y la rotura dentro de unas luces . Hace seleccionar las piedras más adecuadas y resistentes . Nace el adintelamiento limitado . El sucesivo adintelamiento en paralelo , comienza a producir formas edificatorias , ya claras .

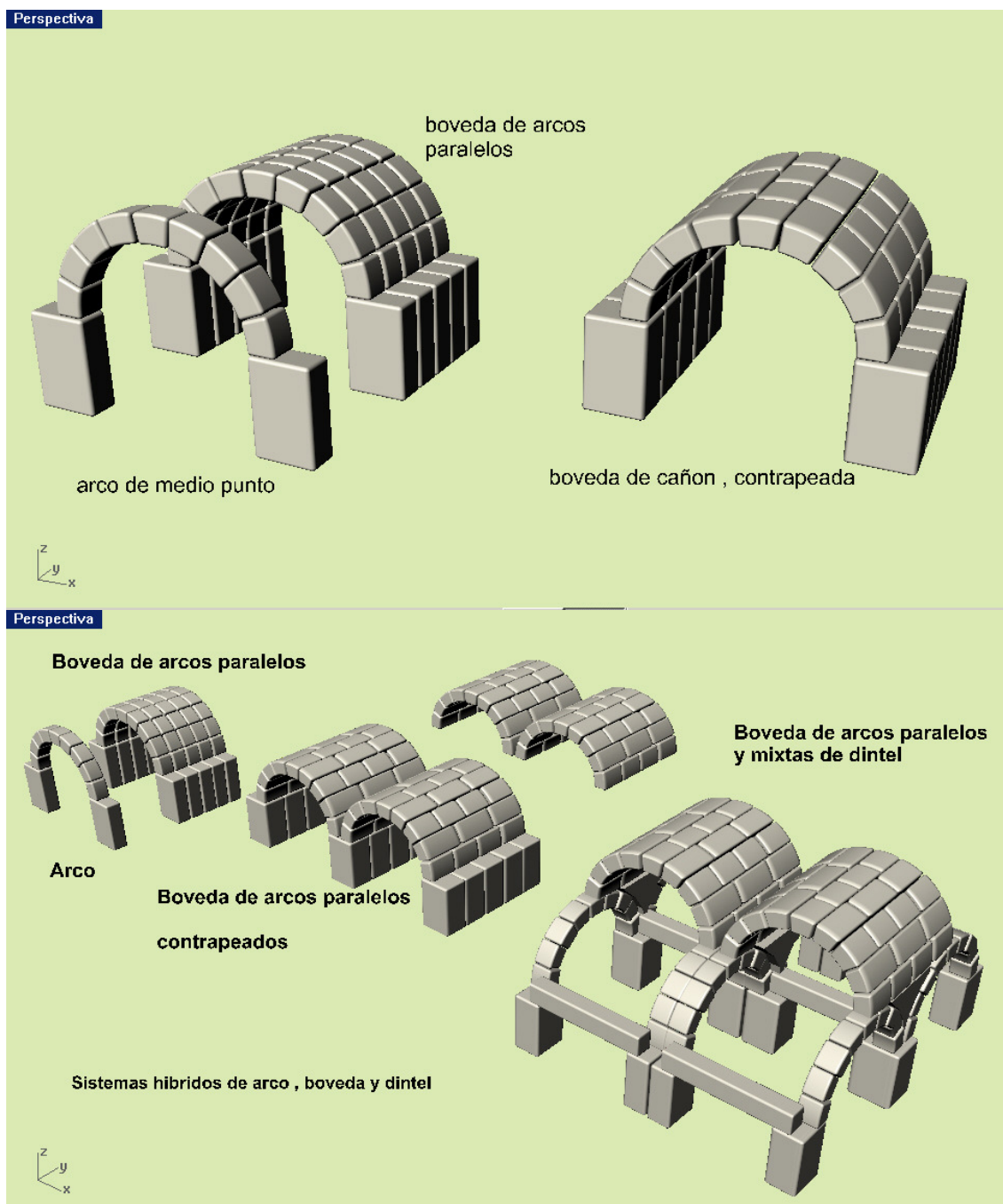


El peso de las piedras y sus limitaciones de “luz”, hace pensar en los troncos de árbol, más adecuados para los momentos flectores, la naturaleza les ha dotado para ello, con formas esbeltas. Surgen los primeros dinteles de madera y su talla. Si la solución se pretende en madera, por su resistencia al fuego, verdadero problema de la madera y árbol, se recuerda en estos dinteles, incluso los veteados vegetales, los dinteles aparecen tallados con formas vegetales.



Los apoyos, de estos dinteles, se investigan y mimetizan también a los vegetales, nacen los capiteles, ábacos etc y demás elementos de una arquitectura que ya toma formas y estilos. El muro hace esbeltamente nacer al pilar y este a la columna. Un primer estilo arquitectónico empieza a nacer, con recuerdos claros a las maderas y troncos vegetales. Los primeros templos, son claro ejemplo de esto.

Las luces demasiado grandes, recuerdan forzosamente a recurrir al arco y estos a las bóvedas, primeros fajones y después de cañón. Los cilindros ó semicilindros, toman cuerpo material, las dovelas resuelven el problema material constructivo y sistema. Muchos siglos lo avalan y todavía subsisten.



Estos primitivos sistemas se multiplican y mezclan , con mayor ó menor fortuna y la denominada Arquitectura , ya sí , se extiende en sus investigaciones constructivas . Todos estos sistemas se trabajan y explican , mediante el dibujo de sus líneas . Las representaciones son necesarias para su conocimiento y también para su explicación y comunicación . Las líneas van a generar las superficies y estas los sólidos y su materialización ó cristalización edificatoria . Las líneas crean a las formas sólidas . El Dibujo es muy importante para el preproyecto y después su construcción .

Surgen , la madera , el hierro , después el acero y otros materiales metálicos y finalmente el hormigón armado . Preferiblemente resuelven casos estructurales y siguen más cerca de las líneas , que de las superficies . En muchos casos una estructura , es la traducción de sus geometrías lineales . En los perfiles laminados , esto aparece nítido . En el hormigón armado , en ejecución , todavía más claramente , pero al Añadir la pasta de cemento y piedras , queda cubierto ó tapado , solo queda indicados si el diseñador , lo resalta como motivo ornamental a veces . Estructuras nervadas de Torroja ó Nervi , así lo hacen . En el caso que nos ocupa de Antonio Gaudí , son motivo de composición formal directa .

El hierro , acero y hormigón armado , desarrollan estos sistemas constructivos , dotándoles de características especiales y particulares , el roblonado y la soldadura ,añaden sus particulares medios de unión ,crecen construcciones por módulos y partes y se multiplican sus sistemas . Los plásticos y vidrios , también aportan soluciones , muchas veces clásicas , y solo son traducciones a otros materiales de las mismas ó similares geometrías . El hormigón crea el material continuo , superficies y formas continuadas y unificadas . Los conceptos de superficies complejas , toman cuerpo y la geometría Superior , comienza a nacer aplicada a la edificatoria . Todavía se dibujaba , pero nace el ordenador y la informática y naturalmente se aplica . Las superficies clásicas se convierten en otras posibles , aunque subsisten .

El “ dibujo “ se complica y multiplica y los medios informáticos , parecen más adecuados , par su diseño , su calculo y su presupuestado y detallado . En estos momentos incluso para la ejecución de sus modelos reales en materiales , de manera exacta y automatizada . Antonio Gaudí , resolvía trabajosamente estos modelos , con similes mecánicos , cuerdas , pesos ... etc – EN las obras de la Sagrada Familia , estas formas se realizan exactas , a escala , por máquinas conectadas a los ordenadores , que contienen sus diseños en 3 D .

B- Criterios Mecánico – Físicos y Estructurales .

Todos los sistemas constructivo y formas , llevan aparejados sus problemas resistentes , su calculo . Cuando eran simples compresiones en la piedra , se basaban en la práctica . Cuando se han hecho más complejos , en teorías de cálculo , más o menos reales , suelen ser símiles ó parecidas . La Mecánica , lo natural y los cálculos de estructuras , afectan a la forma ó se basan en ellas . Una vez conocidos esos esfuerzos y elegidos los materiales , surge el sistema estructural . Queda claro que la forma se supedita en parte al sistema estructural . También el sistema estructural supedita la forma y en cada diseño se toman decisiones de su componente . Un puente tiene unas , una vivienda otras y una sala de conciertos otra muy diferente . La forma adopta posiciones de coherencia y equilibrio , bajo este aspecto resistente y el material , que tiene por naturaleza unos , también influye . Podemos considerar que cada material y sistema , tiene unas características típicas propias . PODEMOS HABLAR DE UNAS FORMAS TIPOS , SEGÚN ESTAS VARIABLES . Por tanto también de unas Geometrías consecuentes y en relación a ellos

El diseñador debe conocer todo esto e ir tomando decisiones en su método de generar formas .. Todas estas cuestiones , tienen una componente geométrica , que el diseñador debe conocer , experimentar ó indagar en fenómenos asociables , en la naturaleza ó experiencias previas .

Podemos por tanto distinguir entre , Geometrías formales , propias de la madera , del hierro ó acero , del hormigón y del plástico y cristal , al igual que las tenían la piedra y el barro y sus productos .

C- Criterios constructivos y de Sistemas constructivos

.De los dos apartados anteriores se deduce , que todo material , lleva aparejado su sistema constructivo (sistema adecuado al material tratado) . El sistema de montaje , llevará también implicado un orden y herramientas adecuadas , unas técnicas y unos condicionantes . Esto lleva inevitablemente a formas típicas de cada sistema constructivo ó método de construcción , donde aparecen relaciones con los dos primeros evidentemente . Igualmente sus propias geometrías constructivas y de Sistemas . Consideramos también , que cada sistema es adecuado y genera formas dentro de unas familias , que pueden coherentizarse ó no , con los os apartados anteriores . Existe un tipo de Arquitectura para el

ladrillo , sus albañilería y sus procesos constructivos , También para el acero , perfilera y otros para la madera y su carpintería , así como para el hormigón ó la piedra en su momento y cada tipo de piedra . Todas estas acompañadas de sus específicas geometrías de montaje , elementos en el mercado u sus medios de unión .. etc .

D – Criterios funcionales .

Hasta este momento, , el objeto edificio solo es una forma , AJENA A SU USO . Pudiera ser una simple escultura , sin intervención ó finalidad de acoger al ser humanos y sus funciones vegetales , de relación , comunidad ó transcendentales . El edificio –forma es vivienda , deportes , música , comercial , iglesia ó religioso.... etc .

Todas estas funciones implican geometrías espacio temporales . No pueden entrar en colisión con las otras y pueden ser capaces de dotar a la forma de características propias , sin nada que ver con las anteriores , pero acordes . Merece un capítulo aparte , cuando estas funciones son transcendentales , de perdurabilidad ó de creencias y respetos .

E- Criterios estéticos y de estilos .

Ahora nuestras formas , son más eclécticas , más mezcla de todo . Lo oriental se mezcla con lo Occidental , se globaliza todo . Un edificio en China , no se diferencia de otro en América del Sur , existe un estilo Internacional . Durante muchos siglos , el Gótico , el Románico , el Arte clásico Griego ó el Bizantino , tenían sus reglas y estilos , hoy día es mas anárquico , pero no tanto como se piensa .

Diríamos , que el estilo está sujeto por lo industrial y técnico , y comienza a estarlo por la era informática y el ordenador . bastante ajenos a las ataduras anteriores , pero con claras ataduras . Un edificio diseñado con ordenador , además de las anteriores , se ciñe ó sujeta a los condicionantes informáticos , que existen y en mayor grado , posiblemente .

Esto implica su propia geometría , de momento algo anclada en la clásica y conocida ya , ampliada y mecanizada ó automatizada . Repetida en procesos de crecimientos que la máquina hace y guarda fácilmente , de manera increíble .

Es por tanto un estilo , diferente a los clásicos , pero que se impone y cambia muy rápidamente . Los quinientos años del gótico , será simples trienios del ahora . Sus geometrías vendrán incrementadas por las superficies Nurbs , nubes de puntos , deformaciones y transformaciones e infinidad de cambios automatizados . No existen dificultades para hacer ladrillos en forma de dodecaedros , si estos presentan alguna ventaja constructiva ó económica .

F- Criterios personales .

Cada persona es un mundo , perfectamente conocible , el infinito ego , hace crear lo propio y el endiosamiento creativo , hace hacer cosas por el simple echo de hacerlo . yo y para mí . Sin otra justificación . Eso también genera un estado de se puede hacer algo , sin hacer nada , simplemente por Que hago lo que quiero ... soy libre y anárquico , soy un pequeño Dios ó Diablo propio .

Esta posición también genera una geometría , mucho más importante de lo que se cree y considerablemente interesante . El de diseñar algo fuera de lo común . Aparentemente sin orden .

El caos . Pero el concepto de caos matemático , no es tanto sin orden , sino con otro orden cambiante a cada momento , cambiando los parámetros en cada momento . Nuestras máquinas pueden generar formas Bastante más ordenadas de lo que se piensa y con bastantes más razones , incluso naturales . La naturaleza no diseña con objetivos , sino con caos . No necesita el producto diseñado con un tiempo determinado , NO BUSCA , ENCUENTRA . El diseño con objetivo , para la naturaleza , es un Disparate .

Para el hombre que si está afectado por el objetivo y el tiempo , es una ilusión , para la religión ó los creyentes en un Dios , es una blasfemia , es una imitación del CREADOR .

Este comienza a ser el criterio principal de nuestro diseño , nuestras formas por tanto tienen su propia geometría a considerar .. EL CAOS .

Vemos por tanto que en todos estos componentes de ese diseño y forma edificatoria , se deben considerar estos apartados y vamos , analizarlos , en la obra formal Arquitectónica de Antonio Gaudí , de forma nítida , apreciable así por nuestra opinión . Nos basaremos principalmente en su obra principal , aunque inacabada , LA SAGRADA FAMILIA y algunos de sus edificios , más conocidos .

Todos los estudios y comprobaciones , durante el proyecto , siempre han estado ligados a modelos geométricos . Los Griegos se maravillaban de que la geometría , no necesitara su dibujo , tan siquiera , para su transmisión y trabajo , pero no admitían como ciencia , aquello que no se pudiera dibujar con regla y compás . Filosóficamente , era una cosa y en la práctica era otra .

Durante muchos años , esto en Arquitectura era una norma . Lo que se va a construir , debe poder dibujarse y además muchas veces implicado a sus líneas . **De alguna manera , se planteaba la forma por sus líneas , por algunas de sus líneas , más fácilmente dibujables . Muchas formas , sino todas , Eran planteadas en líneas y después se rellenaban hacia lo sólido .**

Es decir las líneas generaban las superficies y estas los sólidos . Geométricamente esto puede ó debe ser a la inversa : Los sólidos , contienen superficies y estas líneas y ALGUNAS PUEDEN TENER RECTAS .

El proceso a sí entendido , valora las cosas de otra manera . Lo más importante son las rectas (segmentos) , después las superficies (caras) y finalmente los SÓLIDOS ó formas 3D con volumen , es decir los transformables materialmente .

Esto conllevó a valora el segmento de recta y el plano .y acaso las superficies Regladas sobre todo , YA DESDE SU ORIGEN Y MUCHO MAS EN SU TRASLADO A LA MATERIA .

La arquitectura , en muchos momentos se ha anclado en este echo . Nuestros edificios cajones , son la prueba .

Gaudí , gran observador de lo natural , invertía en parte este proceso . Se percató que la Naturaleza No tiene rectas , ni segmentos , sus elementos orgánicos , son frutos de ese orden caótico si objetivo , solo con encuentros y experimentos . En sus construcciones siguió esta máxima ó ley universal . Resolvió después con la materia , magistralmente , lo visto ó intuitivo y aplicó una nueva manera de diseñar . Ese fue su enorme éxito , que ha permanecido anclado , hasta esta era de la informática , donde los equilibrios formales, los resuelven en 3D los programas en los computadores .

Ese proceso es totalmente natural , el otro una simple ilusión , que nos ha llenado de increíble orgullo creador sin serlo .

Y que ha pasado con la geometría de esas formas , Los programas de modelado informáticos , son esencialmente (DE MOMENTO) , Geometría clásica informatizada . Todos esos programas , tienen un grupo de “ Primitivas “ (Esfera , caja , prismas , pirámides , elipsoides , toros , cilindros , conos ... y sus correspondiente 2D , círculo , arco , elipse ,.....) . Que sirven para ser utilizadas tradicionalmente , como bases (parece que si no se utilizan , no hay geometría) . También un

grupo de operaciones clásicas (traslados , giros , matrices , polares) y almacén de propiedades y elementos (ángulos , perpendiculares , bisectrices ...) y pueden facilitar el trabajo con ellos , **MUCHO MAS FACILMENTE , QUE CON EL COMPAS Y LA REGLA** y sobre todo con mayor exactitud y limpieza , **POR TANTO .** El Dibujo debería para por tanto a otros niveles , pero no , estos aparatos se utilizan , por esas propiedades mecaniza , simplemente . Una fregona motorizada , es un gran avance para “ **FREGAR** “ , Una sirvienta puede fregar más y mejor , pero conservara es reliquia ancestral , se la puede seguir insultando ó apaleando si se equivoca ó lo hace mal .

Esos programas , van cambiando a toda velocidad , saliéndose de sus ancestros e incorporando nuevos aspectos de la Geometría : Puntos de Edición y control , curvas Nurbs y de Beziers , superficies del mismo nombre , Sólidos y operaciones Booleanas , Mallas , ... iluminación y materializaciones simuladas , Renderizados y virtualizaciones , animaciones ..e tc . **Todo en 3D , tridimensional .**

Ya no se dibuja , se crea en 3D , se simula y virtualiza , se deforma y transforma , se crean familias de elementos a elegir , para diseñar con los más adecuados y se almacenan con gran capacidad .

Se comunican , se establecen bases de comunicación y se comprueban en segundos ...

De que estamos hablando ,... de unas nuevas experiencias ... NO

Antonio Gaudí , ya las manejaba n sus diseños , por qué la NATURALEZA , LAS MANEJA , LAS HA MANEJADO Y LAS MANEJARÁ SIEMPRE .

Esta es la intención de este trabajo , detectar esa metodología geométrica de diseñar , formas y espacios en la Arquitectura de este genial Arquitecto de hace ya casi un siglo . Y Gaudí no tenía ordenador alguno , que no fuera su cerebro y sus ojos y manos . Pero tenía a su alcance y en su mente la Geometría de lo Natural ... y como lo manejó .

LAS GEOMETRÍAS DE GAUDÍ , EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO :

La Geometría que se estudiaba en la Escuela de Arquitectura , cuando allí estudiaba Gaudí , no era tan diferente a la que en estos momentos se estudia en cualquier Escuela actual .

Había una Geometría básica estudiada en bachillerato ó estudios medios , que se podía resumir fácilmente en unos estudios sobre geometría en el plano , con figuras , movimientos y relaciones de elementos y una espacial referida a cuerpos geométricos y su relaciones . Por otra parte , se hacía énfasis , a ciertas geometrías clásicas de los ordenes y estilos Griegos y Romanos y también algunas teorías de composición basadas en proporciones clásicas (número de oro , proporciones áureas , serie de fibonacci etc) . Cierta peso en Composición Arquitectónica , muy clásica y tradicional , Sistemas de Representación gráfica y pocas cosas más , que no fuera la ejecución de proyectos tipo y su arquetípica geometría . Normalmente se acentuaba en la parte de la geometría que rozaban las matemáticas . Después , ciertas geometrías implicadas en la construcción y edificatoria y poco más .

Cuando le preguntaban a Gaudí sobre los libros y donde aprendía lo que practicaba , solía responder , algo así

“... en los libros no , a menudo están equivocados en la naturaleza que me rodea ”

Esos libros , enciclopédicos y ortodoxos , desde luego no tenían nada que ver con lo que el hacía . Estudió Ciencias Naturales y comprobó en sus frecuentes visitas a la Naturaleza próxima , todo lo que el proyectaba , bosques , árboles , flores , vegetales , cristales animales ... todo .

Ciertas curvas eran frecuentes en lo que observaba y quedaban justificadas en la relaciones de resistencias y mecánicas , que le presentaban . Entre ellas destacaban **las Cónicas y entre estas la Parábola ,**

verdadera reina de las curvas . Nunca se aventuro a diferenciar un arco de parábola de uno de hipérbola , salvo en el paraboloides e hiperboloides . La Recta , fue eludida , salvo en elementos de basamento , nunca aparecía en lo alto , solo para pasar de lo alto a lo basamental . La hipérbola . siempre incluida en el hiperboloides ó cono . L a elipse solo en curvas cerradas propias y no demasiado .

Pero con este estrecho catalogo , creó una autentica biblioteca , simplemente estudiando sus acoplamientos , según sus elementos principales . Consecuentemente con sus superficies cuádricas . Pero como debía ser , las superficies , generaban la aplicación de las líneas y no al revés , como antes ya se ha indicado .

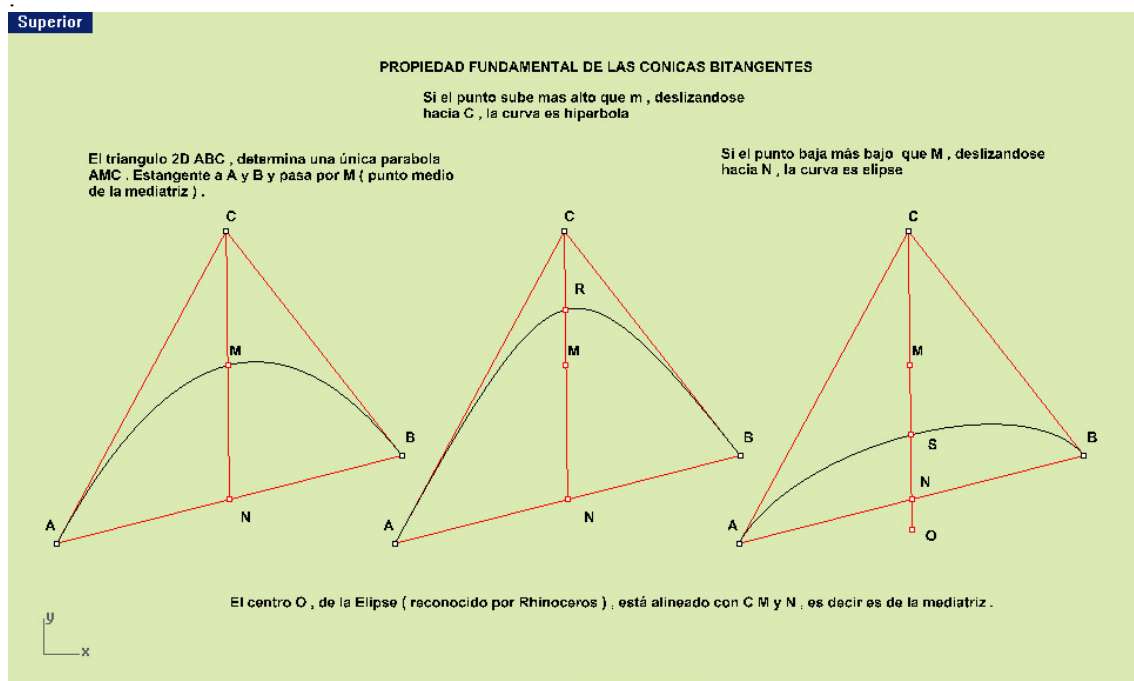
Comencemos , pues , su estudio por esa PARÁBOLA .

LAS PARÁBOLAS DE GAUDI .

Gaudí , pareció darse cuenta que todas las parábolas eran la misma , deformada . De una misma familia . Nacían con condiciones de tangencia en origen y final , dentro de un triangulo , determinado por su inicio y final y un tercero fuera de las línea de los dos . Cuando este se alejaba de los dos origen y final , la parábola se hacia más punzante en este .

Cualquier usuario de un programa de dibujo 2D ó 3D , SABE QUE TRES PUNTOS DE CONTROL , DETERMINAN UNA PARÁBOLA INSCRITA EN EL TRIANGULO DE LOS TRES PUNTOS . Gaudí también lo sabía y colgaba muchas cuerdas de dos puntos y ponía distintos pesos , obtenía familias relacionadas y compuestas , con similares condiciones de tangencia en los arranques . No podía haberlo aprendido con informática , no existía , LO OBSERVABA EN LO NATURAL .

Su mente le aseguraba que aquello podía ser considerado , en sus montajes . Ahora los puntos de Control , nos lo justifican plenamente

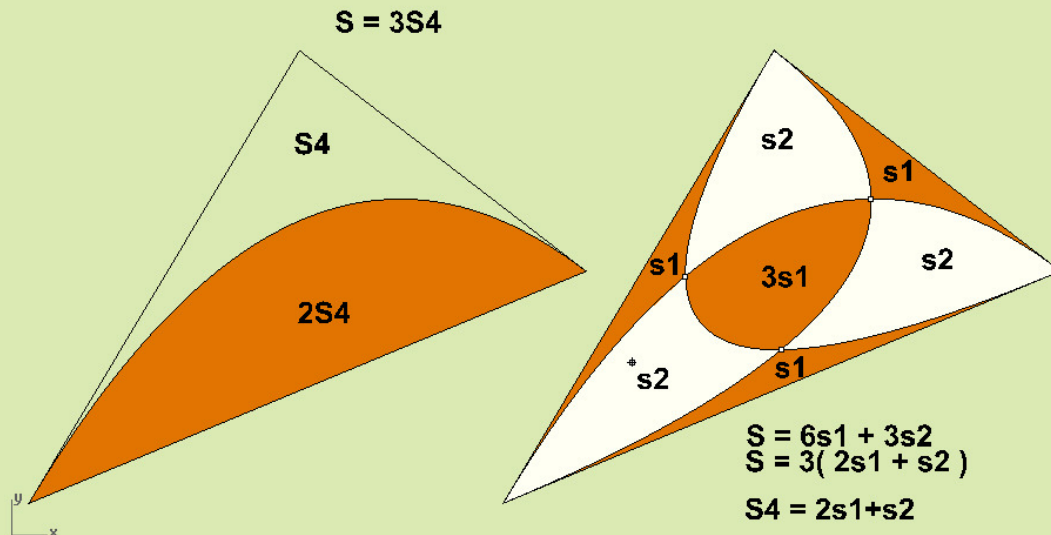


Este conjunto de propiedades , se obtiene al variar el peso del punto de Control C . (Mayor ó menor atracción ó repulsión de C) Máxima atracción POLILINEA ACB . Máxima repulsión Línea AB . ESTAS PRPIEDADES , PERFECTAMENTE EXPLICADAS CON LOS PUNTOS DE CONTROL . ETSBAN EN MENTE DE Antonio Gaudí , como en su momento demostraremos , con alguno de sus diseños . Era observable con los pesos y la cuerda .

Vemos que solo hay una parábola e infinidad de elipses e hipérbolas . Tiene por tanto una singularidad importante esta parábola . Ya iremos viendo otras muchas .

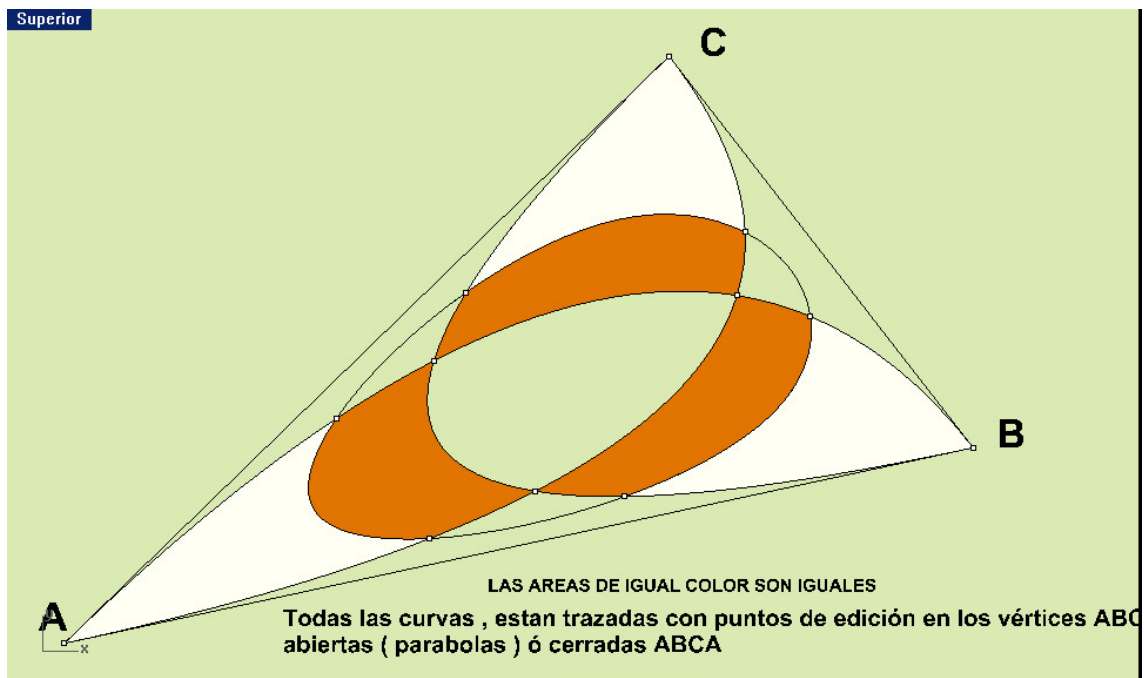
Superior

Relación , entre las areas que dividen las parabolas Bitangentes (3) al are de un triangulo .



Esas parábolas inscrita y bitangentes en el triangulo , subdividen esta en áreas con equivalencias que se representan en la figura adjunta . Es por tanto un sistema de medidas en área 2D . Un sistema equilibrado de áreas , ya que todo área se puede subdividir en triángulos (mallas) .

Superior



Todas las líneas generadas con puntos de control en los vértices , producen figuras equi-areas . Estas propiedades , están indicando que todas estas relaciones , son parte de otras muchas relaciones de tipo métrico ó proyectivo y que relacionan estas figuras básicas entre si . No conocemos más que algunas de las muchas y con el ordenador , aparecen nítidas . No han sido utilizadas por el hombre , nada más que en una ínfima parte .

Gaudí , conocía por su formación , las más usuales y que le fueron presentada en sus estudios . Su afán investigador e inquieto , le hicieron , observarlas en la naturaleza y tomarlas como modelo , para sus ensayos . A veces tenemos la impresión , viendo sus obras , que las buscaba , sin un objetivo claro y cuando las descubría las aplicaba , cambiándolas a cada cambio de situación (modernamente cuando esas paramétricas , cambian de parámetro)

Esos puntos que aparecen en el triangulo , las parábolas y las curvas de control cerradas , aparecen siempre y siempre deben ser tenidas en cuenta . En lo clásico , parecen ser claras (algunas de ellas) tan solo en el triangulo equilátero , pero subsisten en cualquier tipo de triangulo , en esos triángulos especiales , además hay concurrencias y multiplicaciones , precisamente por eso , ser casos particulares muy específicos .

Si consideramos un cuarto punto D , además de los tres coplanarios ABC y este está fuera del plano de los tres primeros , la figura ó forma tridimensional (3D) pasa a ser el TETRAEDRO , Sus cuatro puntos , tomados como de control , definen una curva alabeada . Cumple un papel similar a la de la parábola , YA NO PLANA . Es un curva muy interesante y con propiedades asimilables , pero muy multiplicadas , a las de la Parábola 2D

Las aplicaciones de estos puntos de control , son múltiples . Dado que en sus dos primeros puntos de control y en sus dos últimos , las curvas por ellos definidas , son tangentes en los extremos a los segmentos definidos por ellos , pueden ser utilizados para producir CURVAS CONTINUADAS , con acuerdo geométrico . Este acuerdo significa tangente común y normal también . El procedimiento está detallado en las láminas siguientes .

Estas curvas empalmadas y acordadas , son muy necesarias par el diseño “ suave “ , sin esquinas de transición y muchas veces sirven para definir también superficies de acuerdo y formas transeúntes , suaves también ó de acuerdo , sin necesidad de chaflanes u redondeos posteriores

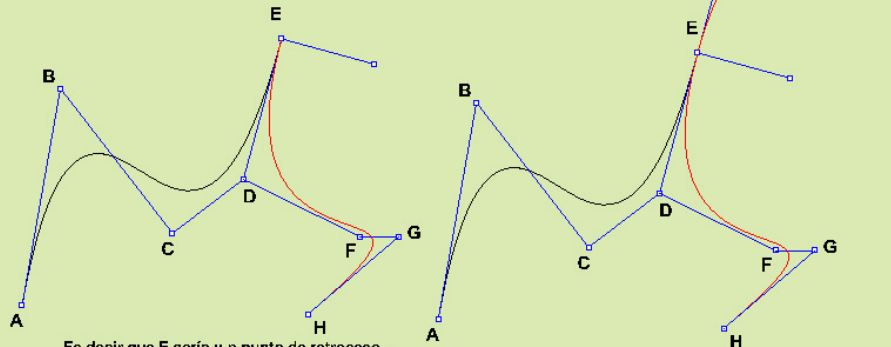
.

Superior

Curvas continuadas .

Supongamos una curva ABCDE , con sus puntos de Control { PCs }

Cualquier curva EFGH , que comience con sus PCs , en E y D , será tangente en E a la curva primera , ya que el tramo ED será tangente común a ambas (aunque ambas fueran alabeadas 3D) .

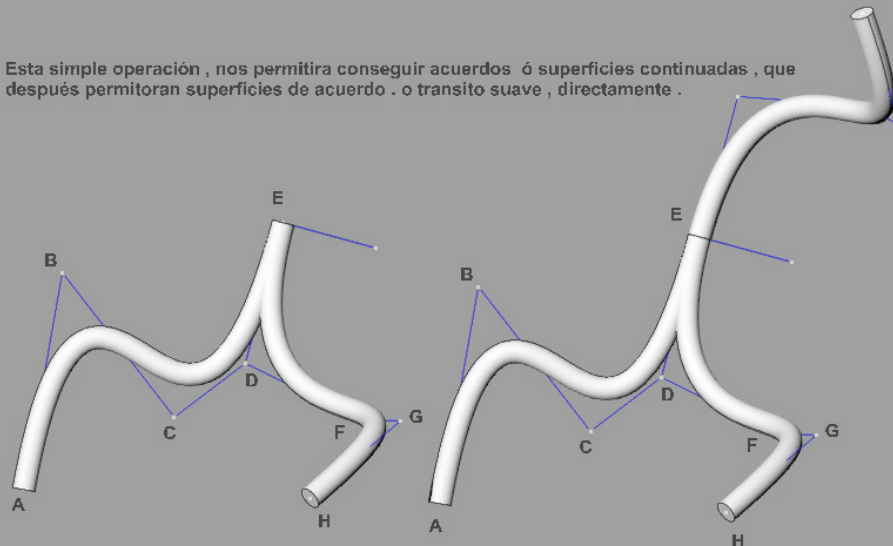


Es decir que E sería un punto de retroceso .



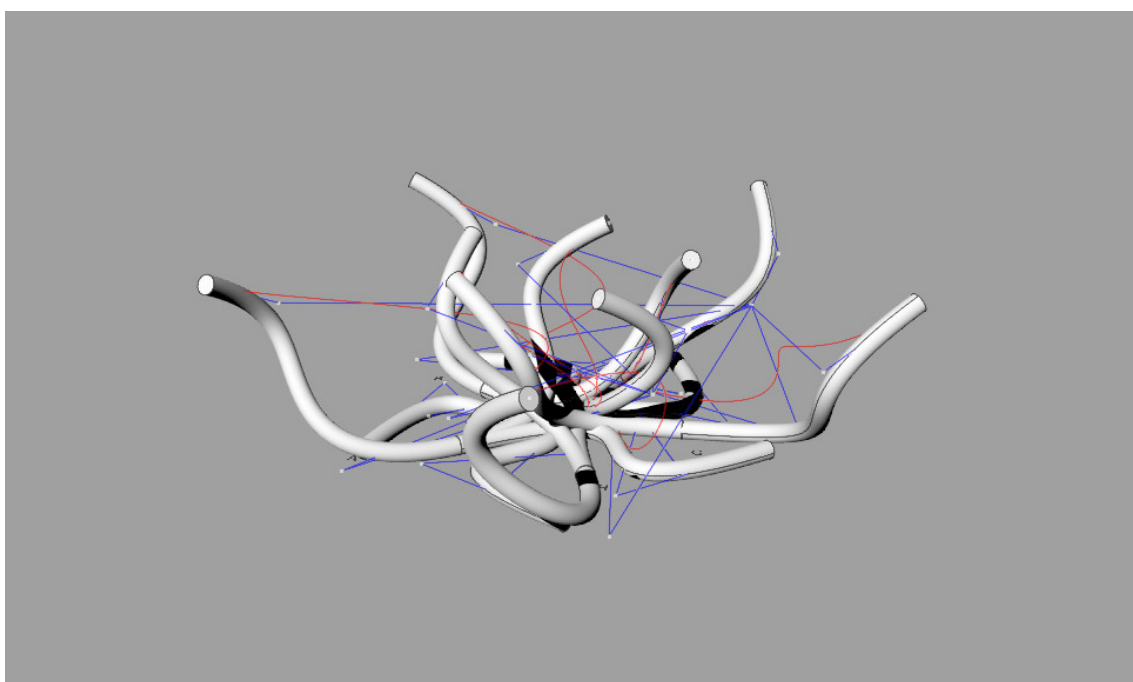
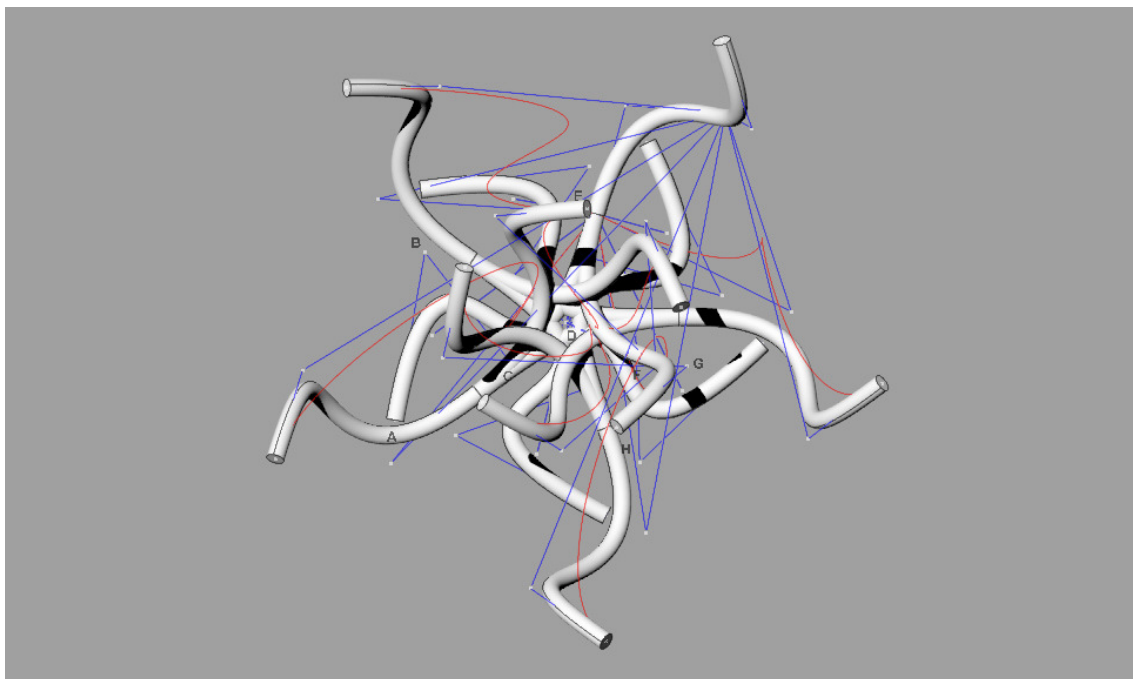
Si trazamos la normal a ambas curvas en E , y hacemos la simétrica , respecto a esta normal , de la normal , esta nueva curva sería UNA CURVA CONTINUADA DE LA PRIMERA . Es decir su transito es acorde , ya que en ese punto , ambas curvas tendrían tangente y normal común .

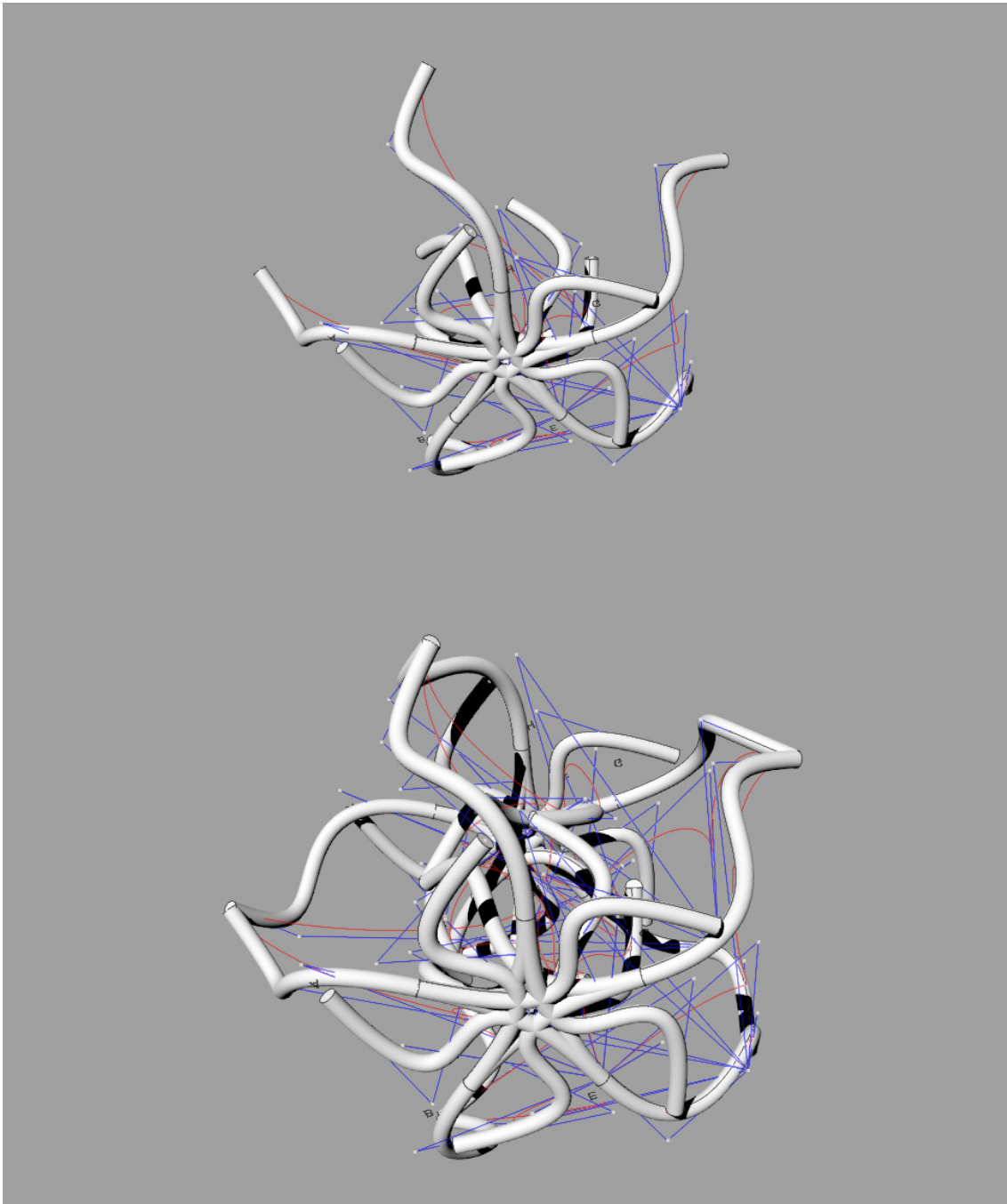
Esta simple operación , nos permitirá conseguir acuerdos ó superficies continuadas , que después permitirán superficies de acuerdo . o transito suave , directamente .



Esas curvas , generan superficies , solidos ó mallas que son ya formas espaciales de diseño coherente y de acuerdo geométrico .

Se ofrecen algunos ejemplos y asociaciones , de gran vitalidad .





Se ofrecen asociaciones de estas curvas solidificadas , que denotan una organización , a veces de apariencia anárquica y caótica , sin serlo , aparentando una apariencia orgánica y natural .

Estas apariencias orgánicas y naturales , abundan en todas las formas gaudinianas . Suelen ser reflejos de lo natural : Si observamos sus rejillas , donde las formas lineales de curvas abundan y sus familias generan , esas formas que nos sorprenden , no son más que cristalizaciones de esas geometrías , aparentemente caprichosas , pero que tienen sus orígenes ligados a estas transformaciones .

Observadas y traducidas de la naturaleza a sus experiencias , forman catálogos completos en su mente , que afloran continuamente en sus obras .



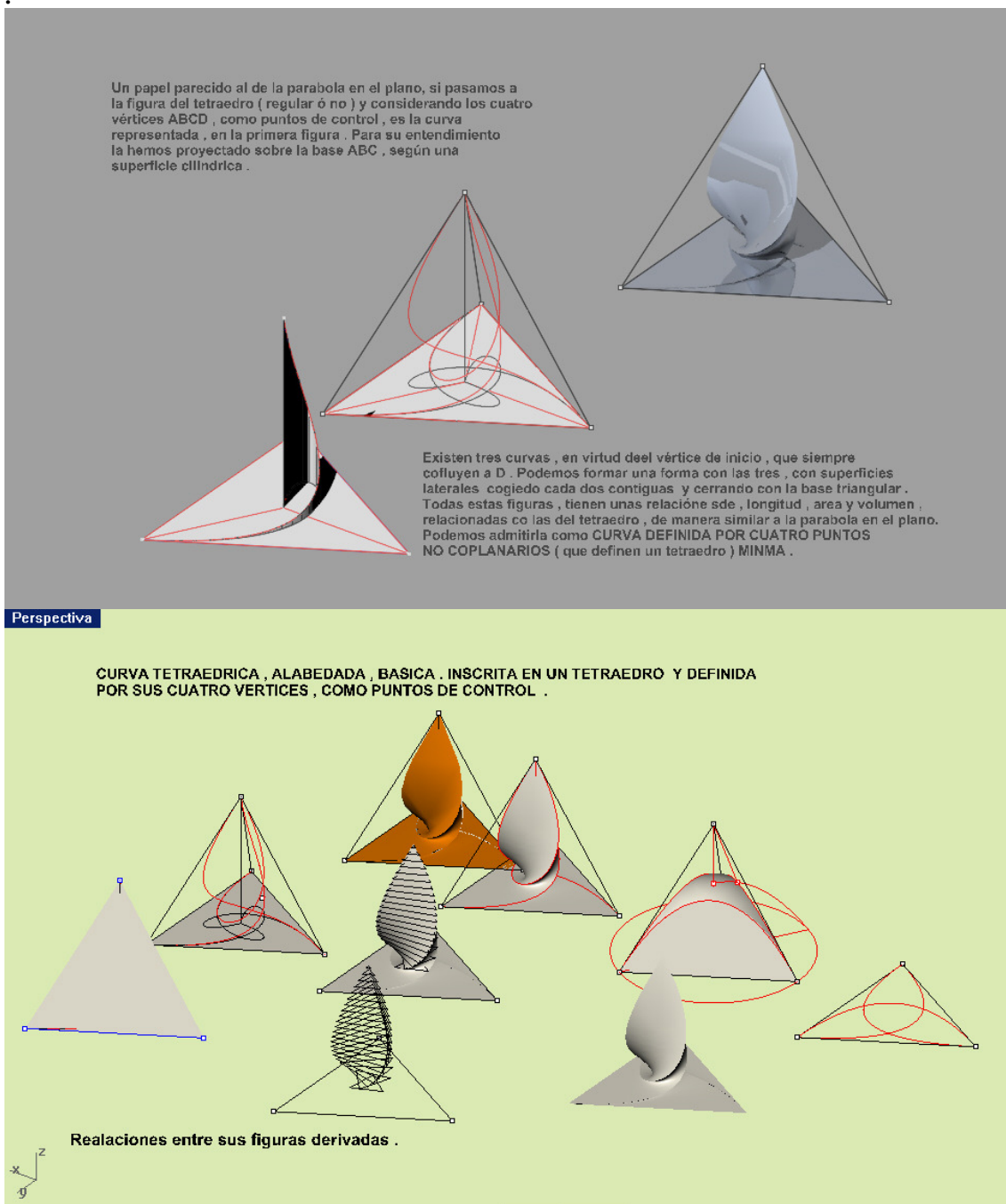
la naturaleza en sus ensayos continuados formales , continuamente experimentado , sigue estos procesos , salvo condicionantes y variantes .

Por este motivo , Gaudí se reflejaba en esta metodología formal . Cuando estaba cristalizada , aplicaba sucesivos procesos de materialización y aproximaciones condicionadas , por el material , el medio ambiente y los sistemas constructivos . Esto que aparentemente diferencia su método del natural , es lo que más lo afirma . Puede haber un desfase en los momentos de aplicar la materialización , que en la naturaleza ya está integrado en el proceso desde el principio por necesidad . Como ser humano que era , a veces se enorgullecía de su aparente distanciamiento de lo natural en ciertas fases , era normal , no dejó nunca de vanagloriarse de ser un genio .

Estos ejemplos , aparecen continuamente en sus elementos de acompañamiento , rejas , vidrieras , mosaicos ... hasta en muebles – , también en sus edificios (con la natural sedimentación que exigen estas formas constructivas , una reja , generalmente no tiene la misma mecánica que un elemento constructivo , al que se exige unas condiciones mecánico resistentes y de seguridad) .

Hasta este momento , nuestras curvas eran preferentemente bidimensionales , pero todo ello es extensible al espacio tridimensional y curvas alabeadas .

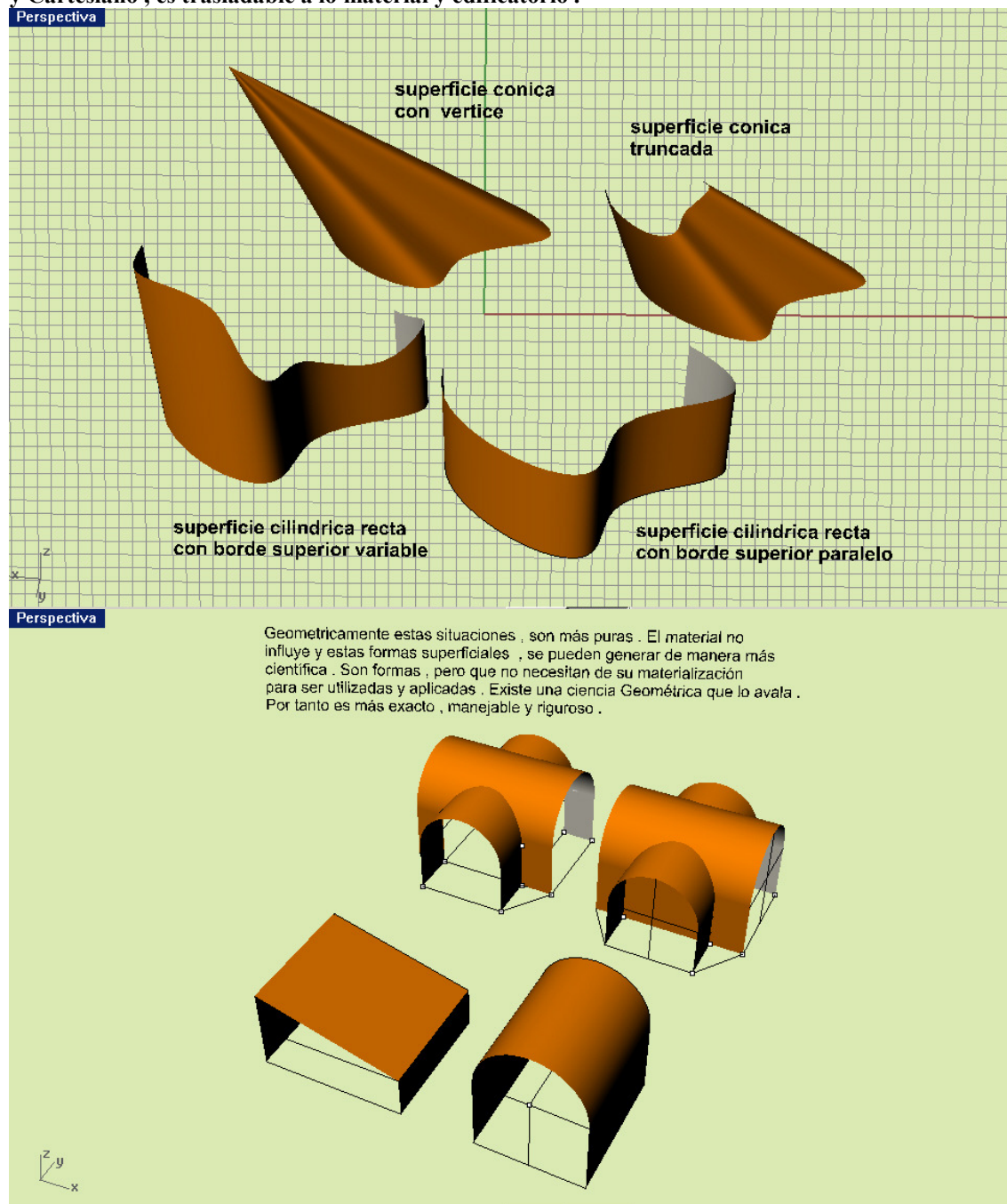
Al igual que en el plano 2D , existen unas curvas primitivas básicas y otras de otros ordenes y generaciones . Durante mucho tiempo , No se pudo trabajar con estas líneas alabeadas . Solo algunas intersecciones de superficies , nos permitían manejarlas en el espacio . Así surgieron las CUARTICAS , como intersección de las superficies cuádricas , por ejemplo . Hoy día con la generación directa en los ordenadores , pueden manejarse totalmente y con comodidad .



Las presentamos en el **TETRAEDRO REGULAR**, pero es extensible a todos los tetraedros irregulares. Dado que existen tres por cara, en función del orden escogidos de los puntos de la base elegida, podríamos definir una figura sólida, generando las superficies por cada dos de ellas y cerrándolas con la base. La forma obtenida, tiene también sus metricidades, relacionadas con las del tetraedro soporte, al igual que en el caso ya visto del triángulo 2D. Dejamos al lector la fácil investigación de estas. Puede estar deduciendo continuamente, teoremas nuevos, desconocidos hasta el momento.

Todas estas formas, tienen unas representaciones, en la geometría, lejos de lo edificatorio, pero ha sido tradicional el asociarlas esquemas geométricos. Ahora, con la facilidad que los programas 3D permiten su representación esquematizada geométrica, y trabajar con ellas, hasta el momento de su traslación a lo constructivo y edificatorio, estos esquemas permiten un lenguaje cómodo,

rápido y puro , geoméricamente hablando . Todo lo explicable así , si es traducible a lo Euclideo y Cartesiano , es trasladable a lo material y edificatorio .



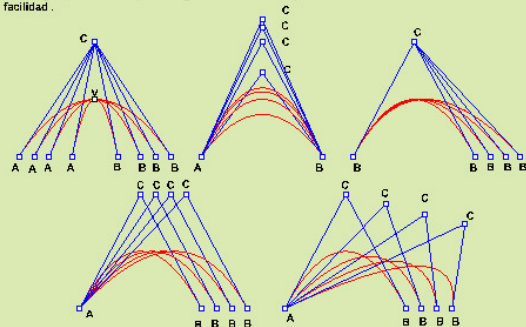
Hemos visto que la parábola , presenta una serie de ventajas ó singularidades , para su uso . Realmente podríamos hablar de UNA SOLA PARÁBOLA ORIGEN , ya que mediante su deformación ó transformación , obtendríamos cualquier otra . Estas transformaciones , harto pesadas desde un punto de vista del Dibujo , son muy simples y automatizadas con el ordenador . Presentamos aquí algunas de ellas .

Estos esquemas , verdaderas caricaturas geométricas de las formas , permiten trabajar con ellas de manera muy simplificada y en pura poesía científica de las formas a resolver .

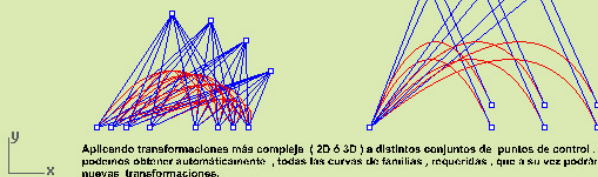
Estas curvas Cónicas , sobre todo la parábola , aparecen siempre en elementos que integran sus formas . En esa época éstas cónicas , aparecían como necesarias en todos los estudios de geometría que se valoraran técnicamente . Hoy día las curvas de Bezier y Nurbs , son continuamente utilizadas en el diseño -

Superior

Las deformaciones, por los puntos de control, permiten establecer familias de curvas relacionadas. Anteriormente debían ser objetos de transformaciones por proyectividad (homotecias, afinidades, homologías, simetrías...). Ahora gracias al ordenador, se obtienen con suma facilidad.

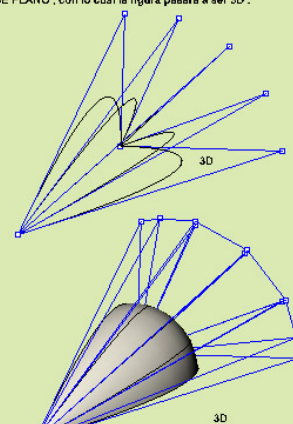


Vemos en estas figuras múltiples maneras de obtener estas familias (en este caso todas parábolas)



Aplicando transformaciones más complejas (2D ó 3D) a distintos conjuntos de puntos de control, ó por separados, podemos obtener automáticamente, todas las curvas de familias, requeridas, que a su vez podrán ser objeto de nuevas transformaciones.

Estas transformaciones, en el caso de la parábola de tres puntos de control, que determinan un plano de curva y por tanto son de curvas 2D, pueden ser sacadas de ese plano origen y transformarse en una figura 3D. Para ello bastará tomar como centros de transformación, o sus parámetros, FUERA DE ESE PLANO, con lo cual la figura pasará a ser 3D.



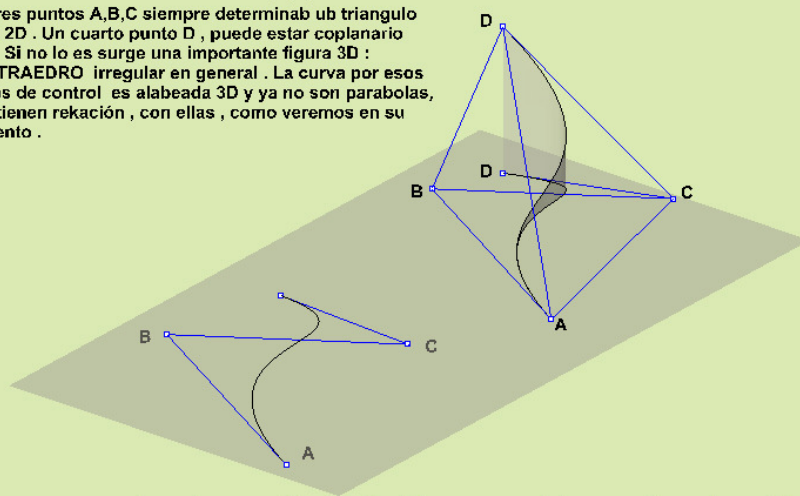
De esta fácil y automatizada manera obtendremos curvas en el espacio, que podrán generar superficies o formas 3D, a partir de esa curva inicial plana 2D.

Definidas estas familias (planas 2D ó 3D), permiten su elección adecuada y, sirven para generar superficies y formas 2D ó 3D, por los sistemas de generación que cualquier programa especializado ofrecen (Estas aquí presentadas, lo han sido con Rhinoceros)

Perspectiva

INCLUSION DE UN CUARTO PUNTO A,B,C,D

Los tres puntos A,B,C siempre determinan un triángulo plano 2D. Un cuarto punto D, puede estar coplanario ó no. Si no lo es surge una importante figura 3D: El TETRAEDRO irregular en general. La curva por esos puntos de control es alabeada 3D y ya no son parábolas, pero tienen relación, con ellas, como veremos en su momento.



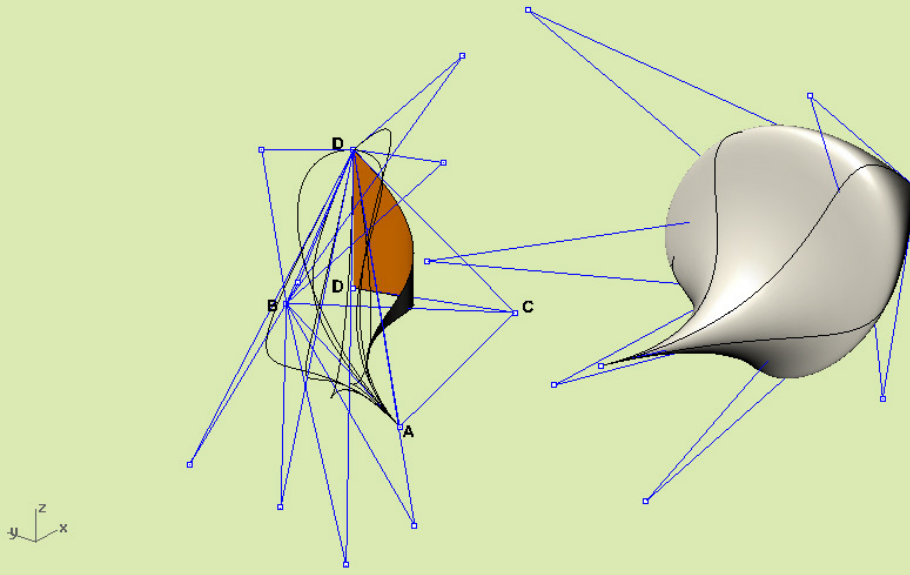
En la figura se representan ambos casos 2D y 3D. También se representa la proyección en el caso 3D, de la curva sobre un plano base, para visualizar mejor esas posiciones.

Vemos claramente en la segunda figura, el TETRAEDRO irregular, que tiene por vértices los puntos A,B,C y D. Esta figura, será la correspondiente al triángulo en el plano 2D y la curva, también la correspondiente a la PARABOLA de tres puntos. Podemos denominarla TETRABOLA.

La Introducción del CUARTO punto, nos sumerge en el 3D, si ese cuarto punto No está en el plano de los tres primeros, es decir NO ES COPLANARIO. Aparece entonces una figura equivalente al triángulo en 2D... EL TETRAEDRO, forma básica en el espacio 3D -

Perspectiva

La aplicación de esas operaciones y transformaciones a los puntos de control de la curva 3D nos permiten obtener formas muy complejas, TOTALMENTE FAMILIARIZADAS CON LAS DE DEFINICIÓN DE A PRIMERA. En este caso se ha definido una matriz polar de UNO de sus puntos de control, solamente.

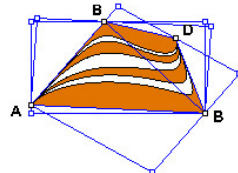
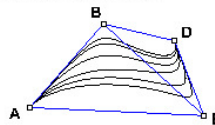


El mismo papel que el triángulo ABC, en el plano y sus parábolas, lo juega, ampliado el TETRAEDRO en el espacio 3D y una curva de cuatro puntos NO coplanarios, denominada TETRABOLA (en similitud a la parábola en el plano).

Superior

PROPIEDADES DE PUNTOS DE CONTROL DE LINEAS Y SUPERFICIES

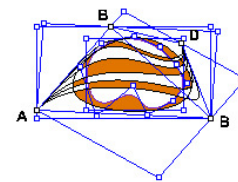
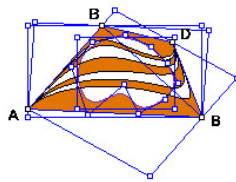
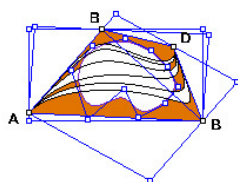
Dados cuatro puntos ABCD (en un cierto orden cuaternario), y trazamos una línea por puntos de control y una familia de curvas, variando los pesos de los dos intermedios B y C, y formamos las áreas definidas por estas curvas, TODOS LOS PUNTOS DE CONTROL DE ESAS ÁREAS SON RECTÁNGULOS Y TODOS PASAN POR LOS CUATRO PUNTOS DE CONTROL A-B-C-D.



Cada rectángulo, tiene por lados a la base (lado de puntos del cuadrilátero ABCD) y pasa por los otros dos restantes.

CUALQUIER OPERACIÓN DE RESTA DE ÁREAS, O CAMBIOS QUE MANTENGAN LAS LÍNEAS DE PUNTOS DE CONTROL (U OTRAS DE LA MISMA FAMILIA) DENTRO DEL CUADRIVERTICE NO ALTERAN ESTOS RECTÁNGULOS DE PUNTOS DE CONTROL DE ÁREAS O CURVAS.

Quiere esto decir que todas las familias de curvas o áreas interiores al cuadrilátero de puntos ABCD, TIENEN LOS MISMOS PUNTOS DE CONTROL.

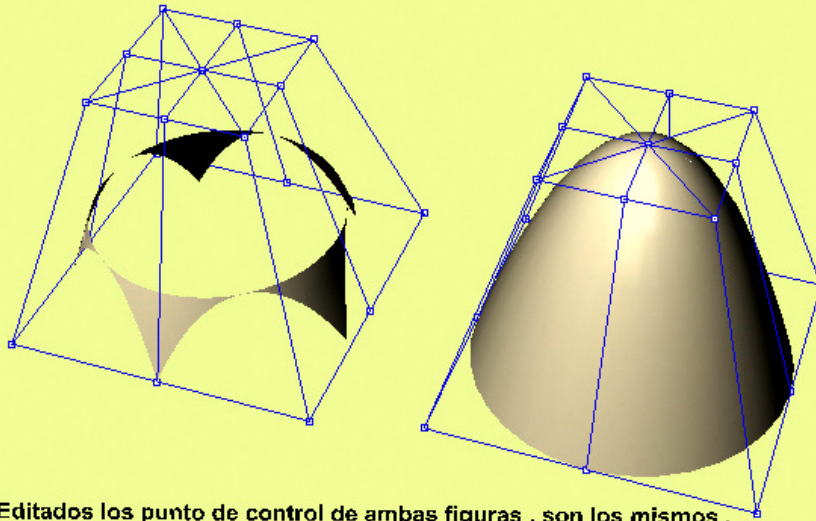


La anterior propiedad, liga por tanto, a todas las figuras lineales, áreas o volúmenes 2D y 3D que estén trazadas por puntos de control de vértices en un cuadrilátero (polígono). Esto nos dice que todas ellas forman familias, que para efectos compositivos de formas y objetos, pueden ser utilizadas, con seguridad compositiva.

Estas curvas, aparecen continuamente en las formas de Gaudí. Las Parábolas, por sus continuos ensayos sobre estructuras y modelos de cuerdas y pesos (bolsas de arena) conjuntos de catenaria. Las segundas espaciales, por sus continuos RETORCIMIENTOS Y ALABEOS. De forma consciente, unas por sus estudios de estructuras y mecánicas y las otras por operaciones de cambio de secciones ó espirales Y retorcimientos ó alabeos **todas ellas observadas en la naturaleza y lo natural, analizando vegetales y animales.**

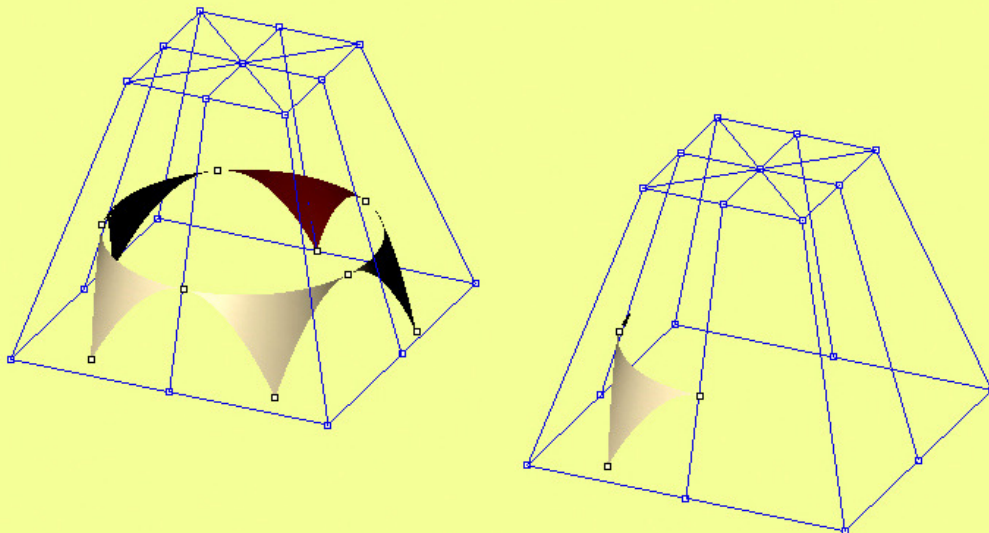
Estas propiedades y operaciones se trasladan al las superficies y volúmenes (formas 3D) y podríamos extenderlas fácilmente a lo tridimensional.

La figura de la derecha es un fragmento de paraboloides de revolución .
La de la izquierda , está formada por fragmentos triangulados , de ese primer elemento , obtenidas al cortar el paraboloides , por un prisma pentagonal , de base circunscrita a la del paraboloides y un corte horizontal que pasa por los vértices de las cinco paraboloides de borde .



Editados los puntos de control de ambas figuras , son los mismos .
En tanto el paraboloides sea primitivo , la forma obtenida , por esos cortes , tendrá los mismos puntos de control .

Esta propiedad subsiste , aunque quitemos cuatro de los triángulos alabeados (fig. de la derecha). Quiere esto decir que fragmentos de superficies primitivas , generadas de una determinada forma , siempre tienen los mismos PCs (Puntos de Control , que la forma entera .



Significa que los puntos de control PCs , solo dependen del tipo de generación y cualquier fragmento de esa superficie primitiva , tiene los mismos puntos de control , que la original .

Como en repetidas veces diremos , esos puntos de control de primitivas básicas (en este caso un paraboloides de revolución , elíptico) , tienen un elemental e insustituible poliedro adosado de puntos de control . No pueden eliminarse , pero si moverse ó deformarse . Las formas así obtenidas , proceden del inicial , forman familias , con peculiaridades geométricas de interesante aplicación .

Aunque ese paraboloide se altere (cortándolo , eliminando , partes de esa superficie ...) el poliedro de PCs , seguiría inalterable . Quiere esto decir que mientras quede un a porción (por pequeña que sea) del inicial , sus puntos PCs de control , siguen inalterables , como la l Amina demuestra .

Particularmente interesante serían los poliedros (regulares e irregulares) , a los que dedicaremos un particular capítulo .

POLIEDROS REGULARES :

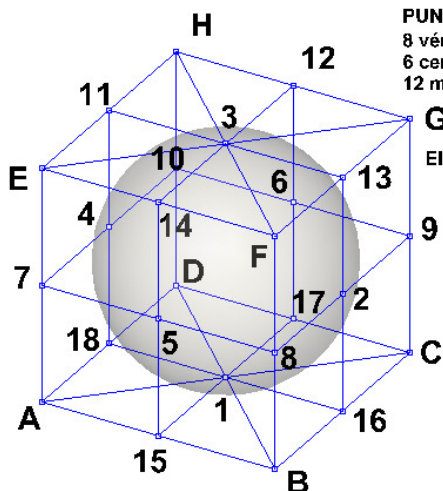
Estos cuerpos , que han aparecido desde siempre en las culturas (hay referencias con varios miles de años) , han atraído siempre la atención , por aspecto formales , simbólicos y de simple rellenos ó macizaciones del espacio 3D . Cualquier libro de Geometría , les dedica unos espacios , tratados tradicionalmente ó clásicamente , racional ó científico y a veces mágico ó transcendentales .

Existen informaciones repetidas , pero vamos a presentar aquí , una novedosa y actual , que se plantea posible con el uso de la informática .

CONJUNTO DE POLIEDROS REGULARES DERIVADOS DE LA ESFERA , POR EL PESO DE SUS PUNTOS DE CONTROL BÁSICOS PRIMITIVOS .

Una esfera primitiva , generada por revolución de un semi arco, presenta básicamente veinticuatro puntos de control , situados en los vértices de un cubo circunscrito a la esfera , según sus tres círculos máximos ortogonales entre si . Además los puntos medios de sus aristas y centros de sus seis lados .

Perspectiva



PUNTOS DE CONTROL DE LA ESFERA PRIMITIVA

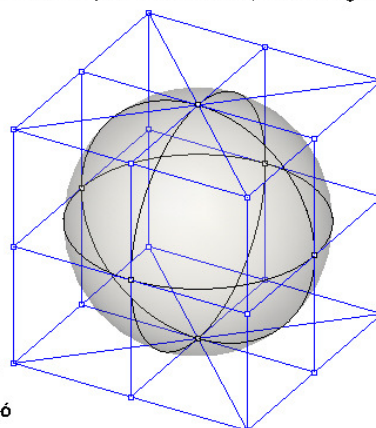
8 vértices A,B,C,D,E,F,G,H

6 centros de caras 1,2,3,4,5,6

12 medios de aristas 7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18

G

El centro no es punto de control , ni está significado .

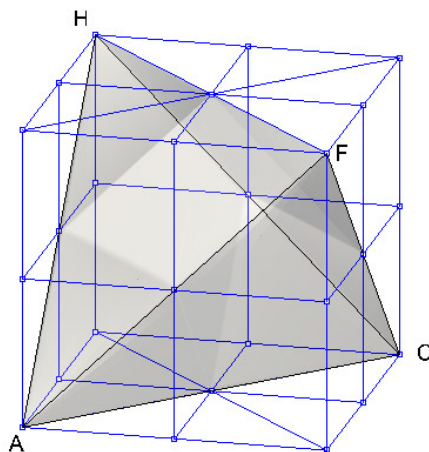


En la segunda figura aparecen , los tres círculos máximos mas significativos , de esa esfera , que vemos que pasan y son tangentes por 1,2,3,4,5,6 , centros de caras al cubo ó hexaedro circunscrito a la esfera .

Estos puntos de control se corresponden con la generación primitiva .

Perspectiva

TRANSFORMACION DE LA ESFERA EN TETRAEDRO



Editados los puntos de control , suponemos en el hexaedro inscrito un tetraedro , de los dos posibles inscritos . Los puntos de control correspondientes a los vértices (4) son atraídos hacia estos (es decir utilizamos el mayor valor del parametro de pesos . El resto son repelidos en su máximo valor de repulsión es decir el mínimo parametro posible . De esta manera obtendremos un TETRAEDRO regular como transformado de la esfera .

El otro Tetraedro , igual al anterior pero girado horizontalmente 90 grados , se obtendría de la misma manera .

Ambos formarían la Stella Octangula , que puede ser obtenida directamente de la esfera , según se indica en la siguiente lámina .

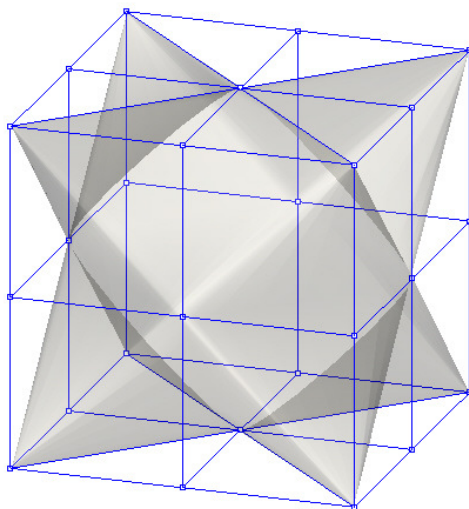
PRIMER TETRAEDRO , máxima atracción hacia A ,C, F y H . El resto de puntos con la máxima repulsión .

Segundo TETRAEDRO (no representado) B,D,E y G atraídos , resto repulsivos .I



Perspectiva

TRANSFORMACION DE ESFERA EN STELLA OCTANGULA (Poliedro estrellado)



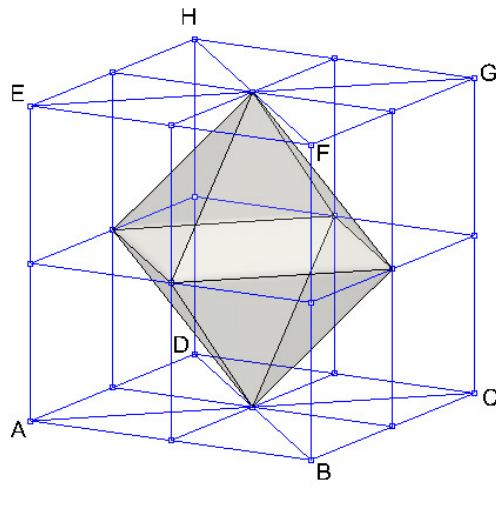
Los ocho vértices A,B,C,D,E,F,G y H , se atraen al máximo . El resto de repulsan al máximo.

Los centros de caras , de contacto con la esfera , NO sufren alteración , ya que coinciden con sus puntos en la esfera .



Perspectiva

TRANSFORMACION DE LA ESFERA EN UN OCTAEDRO

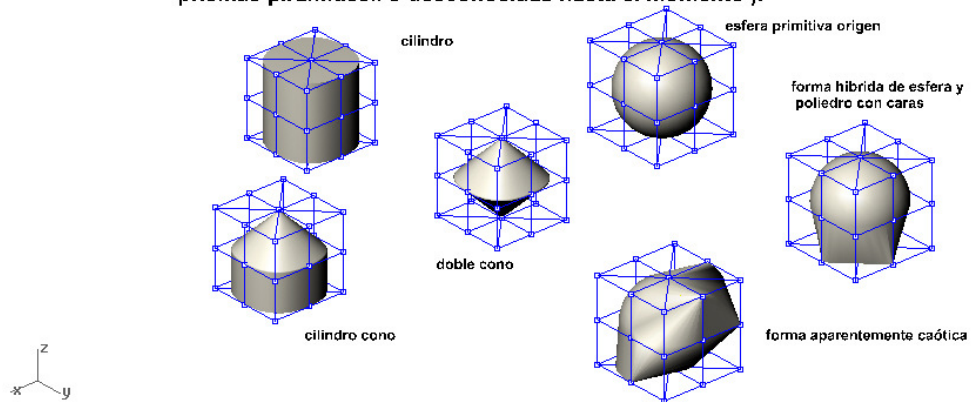


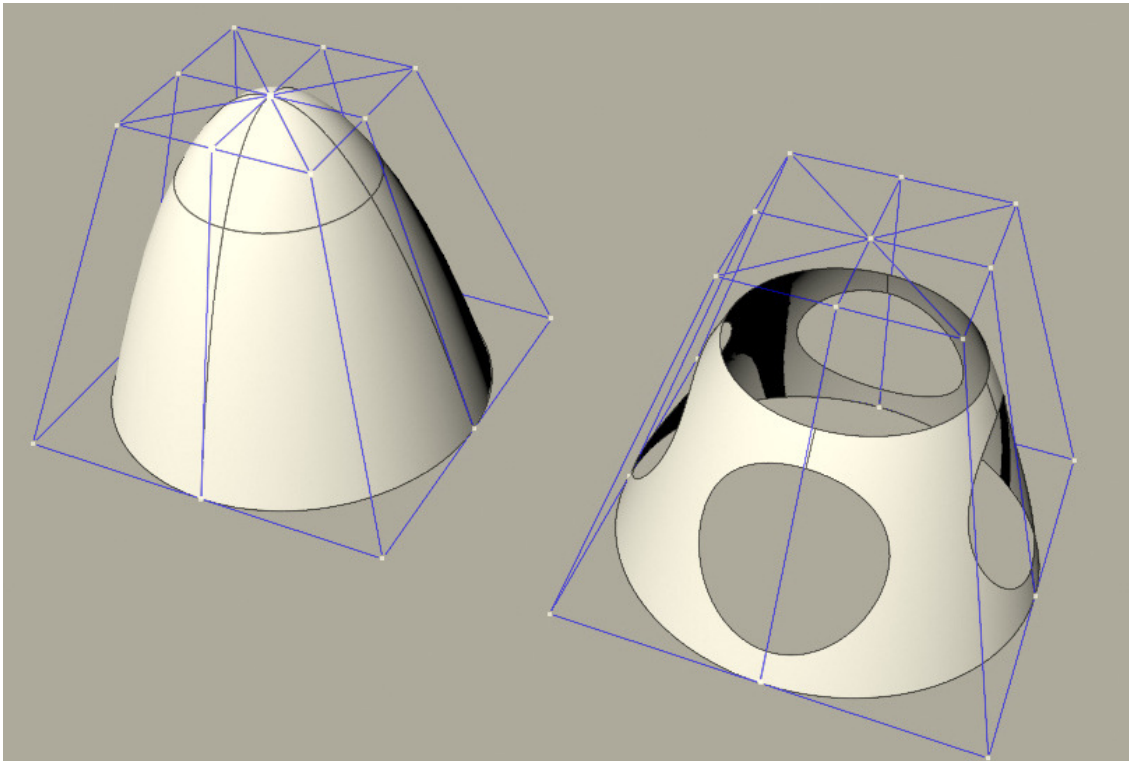
Los 8 vértices se repelen al máximo .
 Los puntos medios de las aristas también .
 Los centros de caras no se alteran .

Perspectiva

Por el mismo procedimiento de pesos de los puntos de control podemos transformar la esfera primitiva ,en otros cuerpos , aparentemente alejados de los poliedros . Si la elección de los puntos NO SIGUE REGLAS de simetría , centrales , ..etc , las figuras transformadas NO las tendrán y pueden , aparentemente , suponer un caos formal . Matemáticamente no es así , ya que cualquier elección es un orden (no por azar) razonable y lógico .

Podemos obtener figuras que nos son conocidas (conos , cilindros , prismas pirámides.. ó desconocidas hasta el momento) .

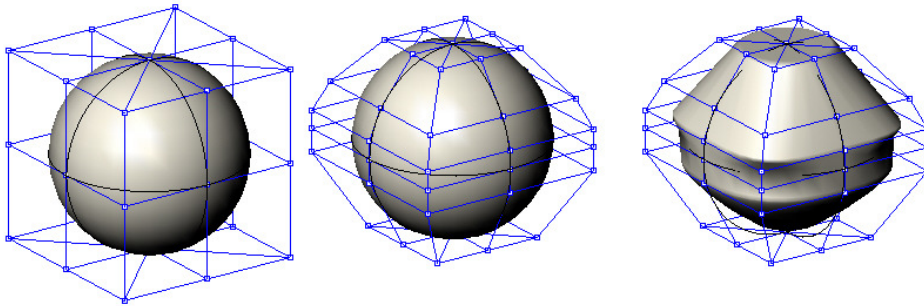




Perspectiva

Podemos introducir puntos de control por paralelos ó meridianos , en donde queramos o necesitemos .
Nuevamente podemos variar sus pesos y obtendremos nuevas formas , de la gran familia de la esfera primitiva .

Una de las múltiples maneras de transformar estas formas , es el cambio de peso de puntos (aislados ó en conjuntos con reglas ó por intuición (siempre reglas) ó por transformaciones geométricas conocidas , como después veremos .

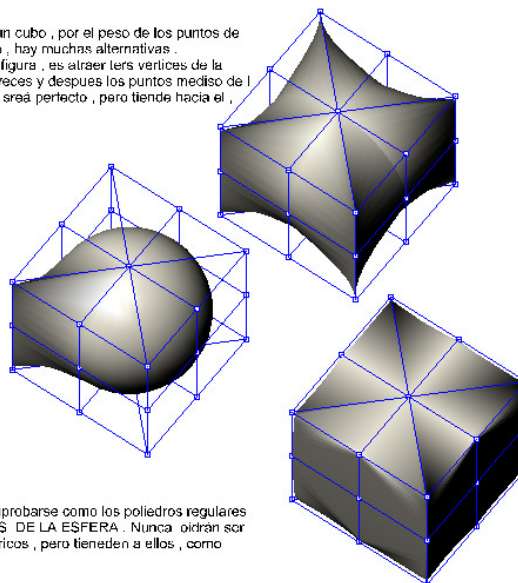


Todas estas formas (si no hay dobleces ó superposiciones ,son polisupweficies cerradas (solidos) y pueden ser tratadas booleanamente . Esto nos da nuevamente procedimientos de diseño de formas complejas , como veremos en su momento .



Perspectiva

Para la transformación en un cubo, por el peso de los puntos de control de la esfera primitiva, hay muchas alternativas. Una de ellas observando la figura, es atraer los vértices de la misma arista, hasta cuatro veces y después los puntos medios de las aristas del cubo. Nunca se crea perfecto, pero tiende hacia él, teniéndolo como límite.



Puede, continuamente comprobarse como los poliedros regulares son SITUACIONES LÍMITES DE LA ESFERA. Nunca podrán ser obtenidos, con valores métricos, pero tienden a ellos, como estado final.

Podemos por tanto admitir siete poliedros regulares :

EL PUNTO 0 LADOS
EL TETRAEDRO 4 LADOS
EL HEXAEDRO 6 LADOS
EL OCTAEDRO..... 8 LADOS
EL DODECAEDRO12 LADOS
EL ICOSAEDRO 20 LADOS
LA ESFERA infinitos LADOS

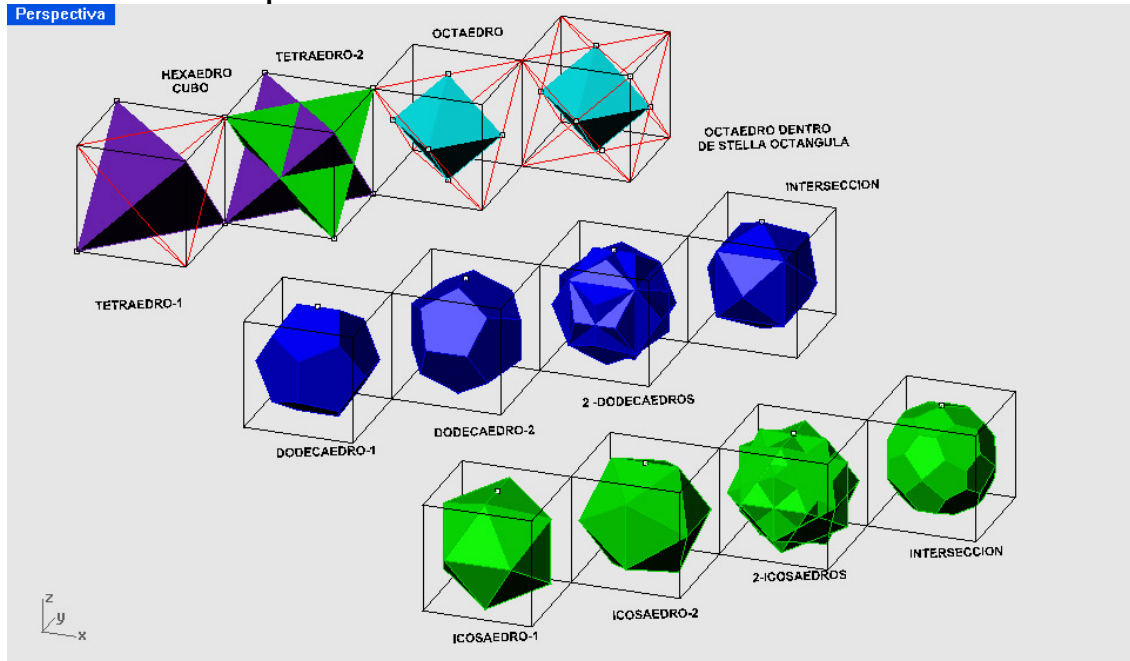
Todos ellos pueden entenderse como deformaciones de la esfera, mediante el peso de sus puntos de control, con atracciones repulsiones de ellos.

Estas figuras, se encuentran en muchas de las construcciones de Gaudí, así como transformaciones de ellas. Torsiones, extrusiones, alargamientos, curvados y ahusados, o por cambios diferentes y mixtos, están en caso todas sus figuras, remates, .. etc.

En su momento no existían los procedimientos informáticos que ahora tenemos, ni sus herramientas, pero en la genial mente del arquitecto sí estaban. Estaba su geometría estudiada y

leída en la naturaleza que le rodeaba

Perspectiva



Hoy día existen programas informáticos , dedicados a estos poliedros , sus redes y disposiciones espaciales , haciendo cómodas sus asociaciones y el trabajo con ellas .

Paccioli , tuvo que acudir a laboriosas operaciones de dibujo ó modelos , para explicar ciertos trabajos con ellos . Estas publicaciones , permanecen hoy día como objetos de museo.

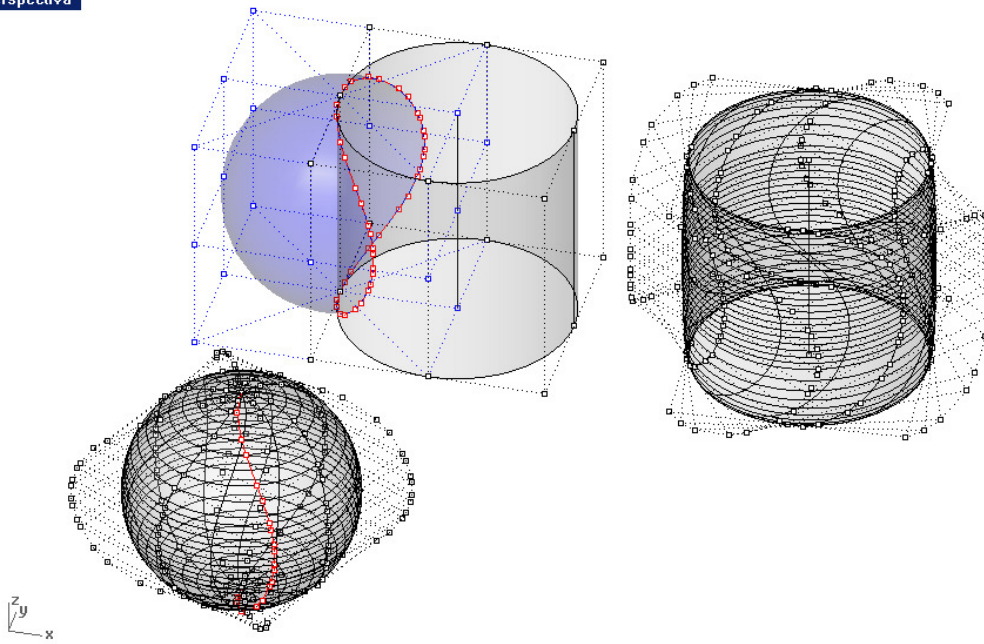
Jamnitzer , igualmente describió , también posibilidades de formas poliédricas , que hoy día todavía son objeto de aproximaciones .

Entre las líneas tridimensionales , siempre tuvieron interés , las denominadas líneas CUARTICAS .

Estas líneas eran asociadas a las intersecciones de Cuadricas . Incluso para sus representaciones ó modelos maquettados . Hoy día con los medios informáticos , se estudian con toda comodidad , lo que hace que sus aplicaciones , vayan en aumento .

Gaudí , las conocía y se sintió tentado a su utilización , en infinidad de formas edificatorias .

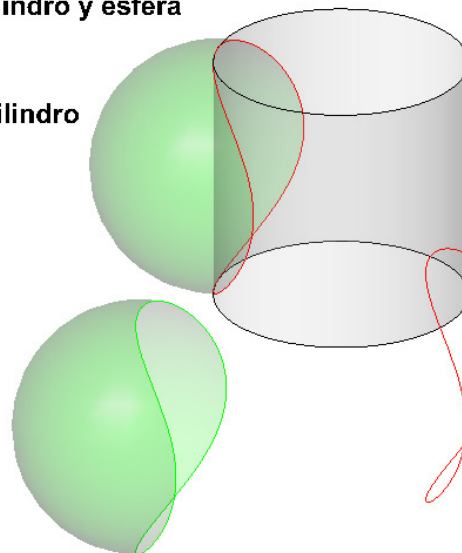
Perspectiva



Perspectiva

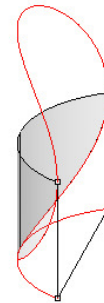
Cuartica entre cilindro y esfera

cuartica sobre cilindro



cuartica sobre esfera

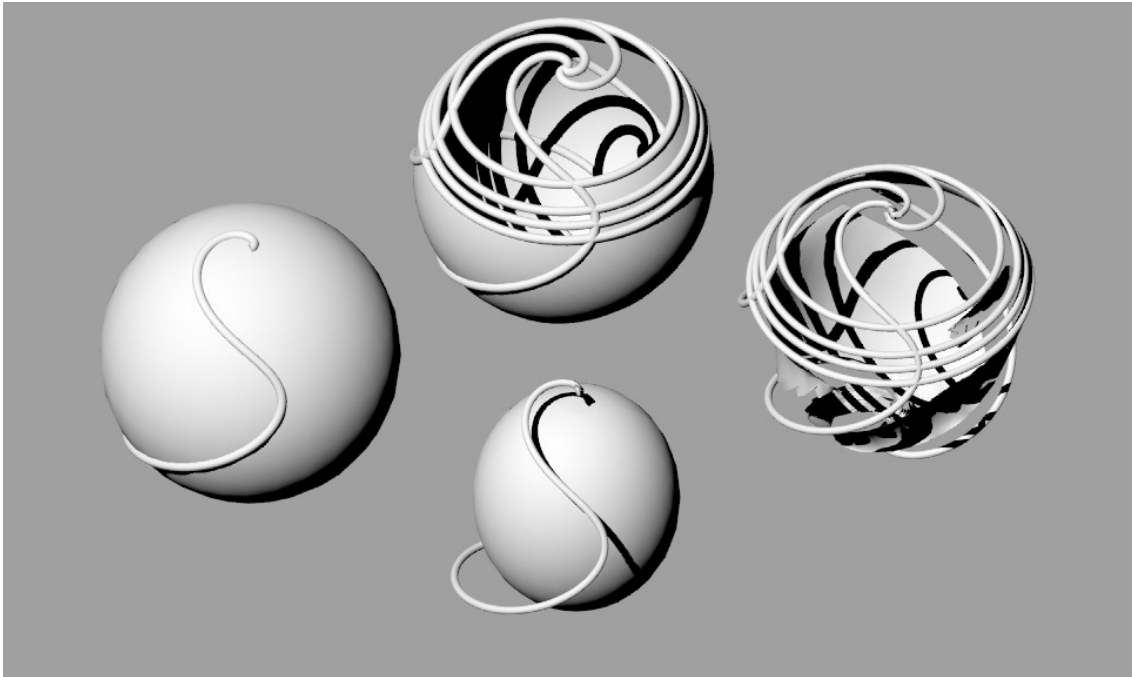
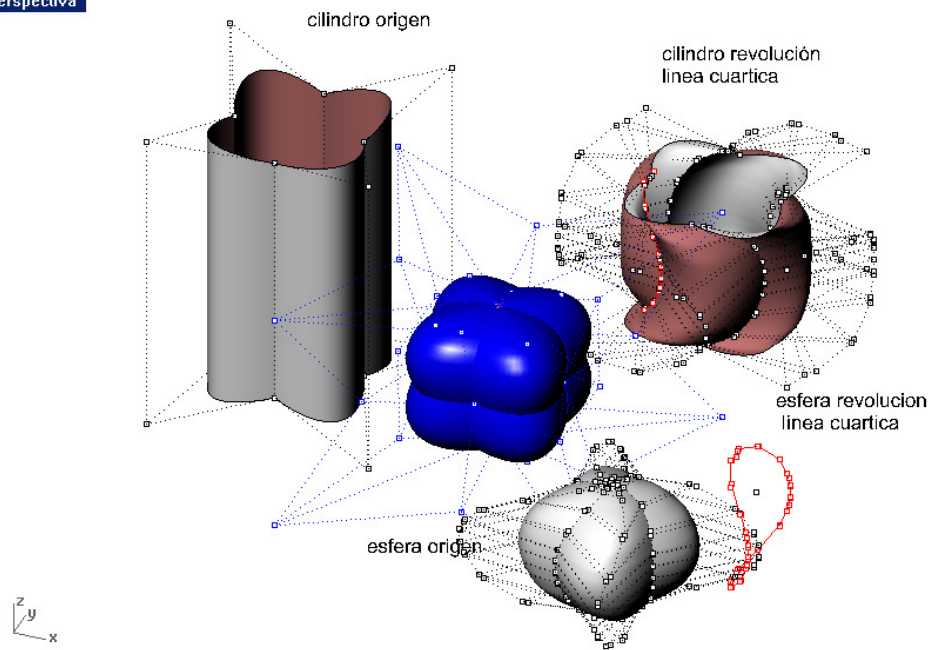
**linea cuartica y
su proyeccion
horizontal**



Linea cuartica

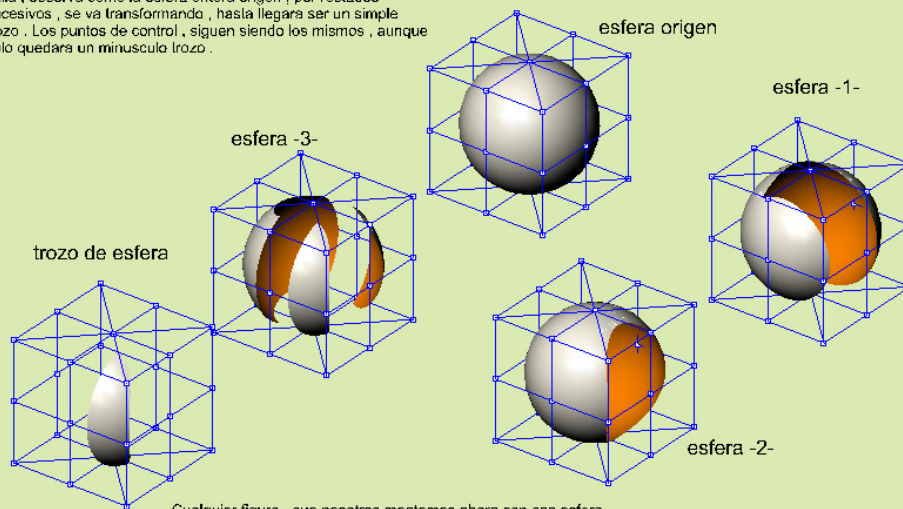


Perspectiva



Perspectiva

Julia , observa como la esfera entera origen , por restados sucesivos , se va transformando , hasta llegar a ser un simple trozo . Los puntos de control , siguen siendo los mismos , aunque solo quedara un minuscúlo trozo .



Cualquier figura , que nosotros montemos ahora con esa esfera o partes de ella , conservarían su ADN geométrico (de forma) Ese ADN geométrico , es para la esfera sí generada , el mismo siempre , con que solo quede una infima porción de ella .

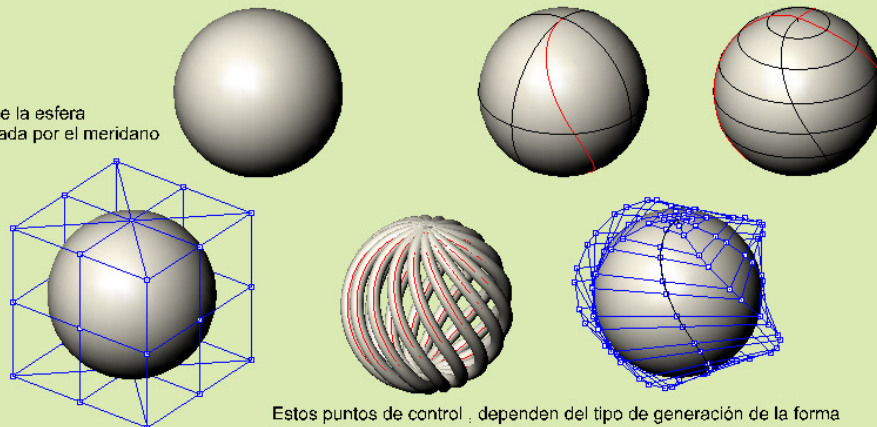


Perspectiva

Primitiva
esfera origen

Puntos de control generados
por la línea curva alabeada .

PCs de la esfera
generada por el meridiano



Estos puntos de control , dependen del tipo de generación de la forma

Podemos generar una esfera de infinitas maneras . La inicial estaba generada por el giro de unos meridianos , es la mas común de todas (primitiva) . Pero podemos dibujar sobre la esfera una línea cualquiera y al girarla , produce una esfera , aparentemente igual , PERO NO LO ES .

Si pedimos ahora los puntos de esta segunda esfera , podemos ver que son muy diferentes .

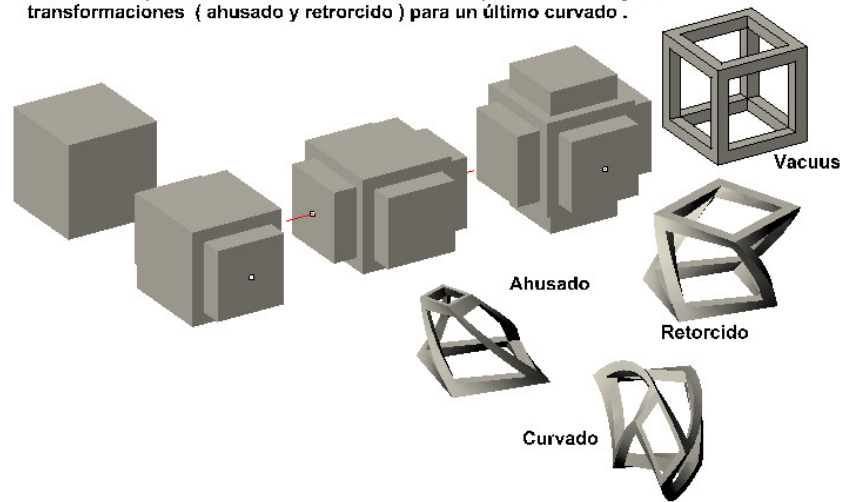
Esto quiere decir , que el ADN de la forma , depende de su generación . Un mono NO tiene el mismo ADN que nosotros . Por que hemos sido generados en muchas cosas igualmente , pero hay alguna diferencia .

Somos más diferentes de las arañas (Spiderman) , porque nuestros ADN han sido generados distintos .

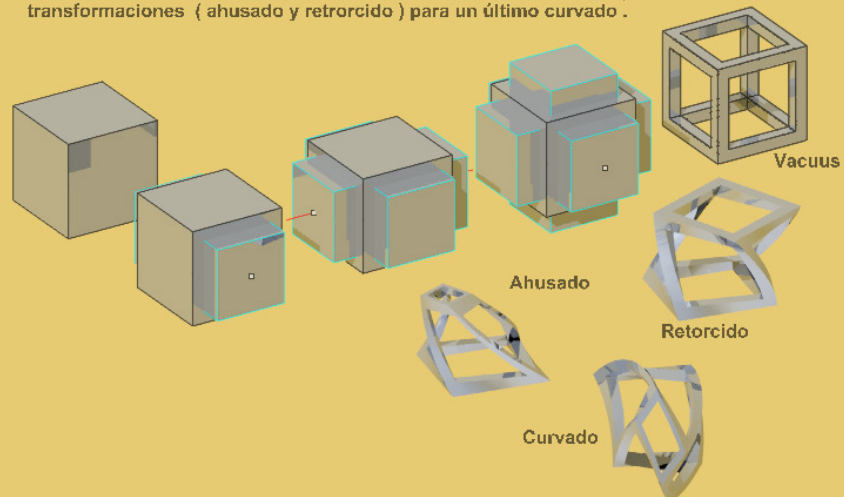


Perspectiva

Ejemplo 02
obtención de un cubo vacuus , a partir del cubo primitivo sólido y restado
Booleano de prismas sólidos centrados . Paso después a mallado y dos
transformaciones { ahusado y retorcido } para un último curvado .

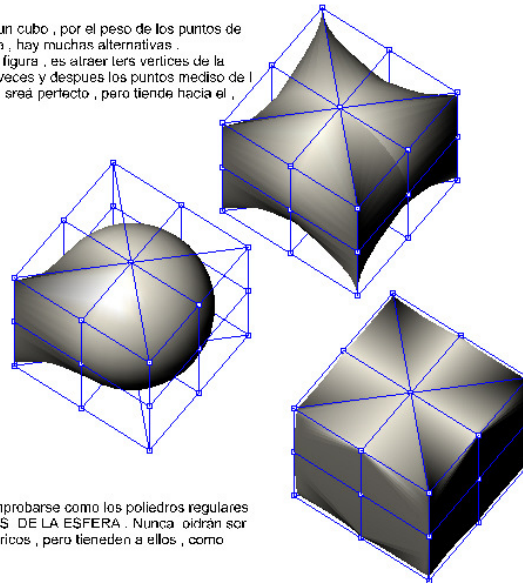


Ejemplo 02
obtención de un cubo vacuus , a partir del cubo primitivo sólido y restado
Booleano de prismas sólidos centrados . Paso después a mallado y dos
transformaciones { ahusado y retorcido } para un último curvado .



Perspectiva

Para la transformación en un cubo, por el peso de los puntos de control de la esfera primitiva, hay muchas alternativas. Una de ellas observando la figura, es atraer tres vértices de la misma arista, hasta cuatro veces y después los puntos medios de las aristas del cubo. Nunca se crea perfecto, pero tiende hacia él, teniéndolo como límite.



Puede continuamente comprobarse como los poliedros regulares son SITUACIONES LÍMITES DE LA ESFERA. Nunca podrán ser obtenidos, con valores métricos, pero tienden a ellos, como estado final.

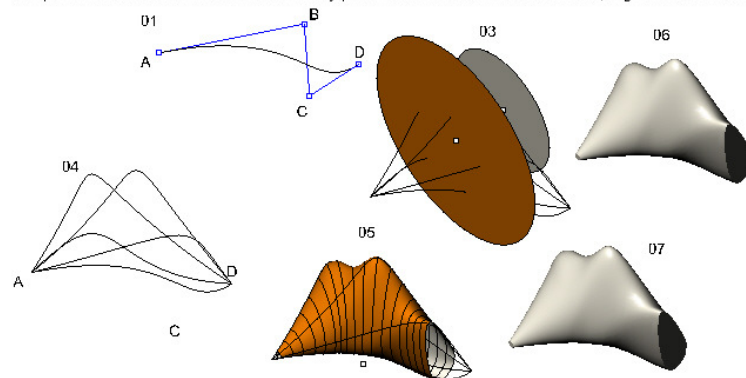


Perspectiva

TRANSFORMACION DE CURVAS PLANAS 2D EN FAMILIAS DE CURVAS 3D, POR TRANSFORMACIONES.

ESQUEMA PROCESO COMPLETO

- 01 Partimos de una curva de cuatro puntos de control A-B-C-D (todos en un mismo plano 2D).
- 02 Después tomamos una transformación (en nuestro caso matriz polar con centro en O, fuera del plano ABCD).
- 03 Elegimos los puntos de control a transformar (C y D) y número de elementos de la matriz (5) y efectuamos la transformación.
- 04 Obtenemos 5 curvas de la familia en 3D.
- 05 Formamos la superficie por secciones transversales, por secciones planas que pasen por un punto (P, por ejemplo).
- 06 Obtenemos una superficie con estas secciones y ponemos tapa plana. Tendremos una polisuperficie cerrada (sólido), que puede ser operada booleanamente.
- 07 Después obtendremos la malla consecuente y podremos nuevamente transformarla, llegando a una forma final.



Superior

PUNTOS DE CONTROL DE CURVAS Y AREAS ENCERRADAS

Supongamos una serie de puntos 2D A-B-C-D-E, si los unimos con una polilínea cerrada, definirá un área. Si solicitamos los puntos de control de ambas figuras, podemos ver:

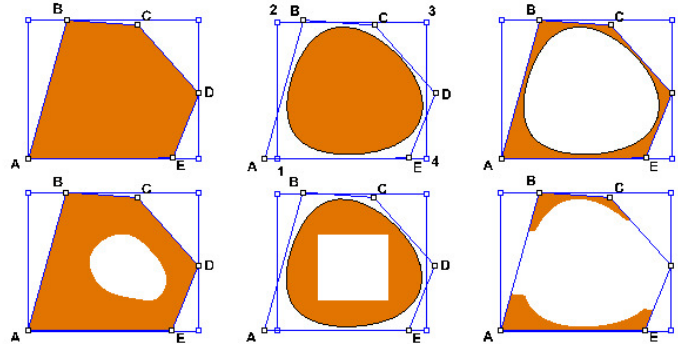
01- Los puntos de control (PC) del polígono, son únicamente sus vértices.

02- Los puntos de control del área o superficie encerrada, por el polígono, definen un rectángulo 1-2-3-4. Este rectángulo, contiene a los puntos B y D, y tiene su base en A-E, por tanto queda definido de antemano.

Si ahora definimos una curva de control cerrada por los PC A-B-C-D-E, y vemos (como áreas) sus PC, se superponen dos figuras: una la del rectángulo anterior. Otra la del polígono inicial. Quiero esto decir que:

01- Los puntos de control de la curva, son naturalmente los que la han definido.

02- LOS PUNTOS DE CONTROL DEL ÁREA DEFINIDA POR LA CURVA, SIGUEN SIENDO LOS DEL ÁREA COMPLETA DE LA POLILÍNEA. Esto significa que las áreas, definidas tienen los mismos PC.



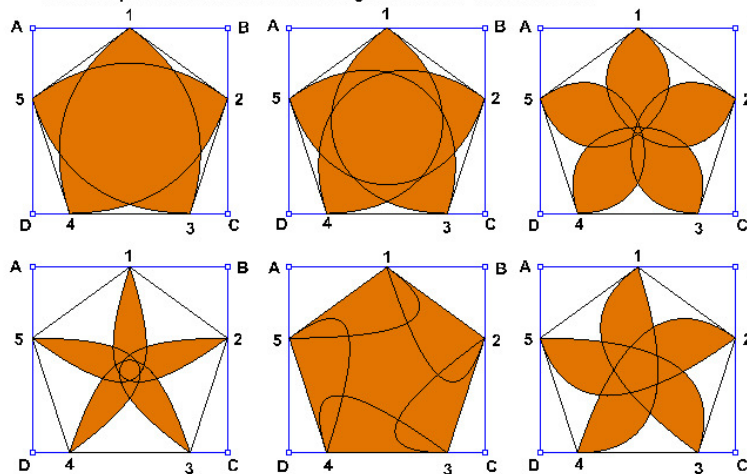
Lo anterior, nos permite restar o dividir el área, en partes, SIN QUE SUS PUNTOS DE CONTROL SE MODIFIQUEN. PERO SI OBSERVAMOS, HAY UNA DIFERENCIA. Los puntos PC 1-2-3-4 del rectángulo de la segunda figura, de la primera línea, NO SON LOS MISMOS que los de la primera y tercera. Se debe a que en la figura de enmedio hemos eliminado el borde exterior de área y el perímetro inicial. Sin embargo si lo son en la tercera, que se ha eliminado el interior. Quiero esto decir que según eliminamos los periféricos o los interiores, lo PC se desplazan, permaneciendo el rectángulo, que se deforma.



Superior

DISTINTAS ÁREAS, CON CURVAS CERRADAS, DE PUNTOS DE CONTROL DEL PENTAGONO

Observese que aunque las curvas delimitadoras (diferentes) que están dentro del pentágono, sus áreas poseen todas el mismo rectángulo de cuatro vértices de PC.

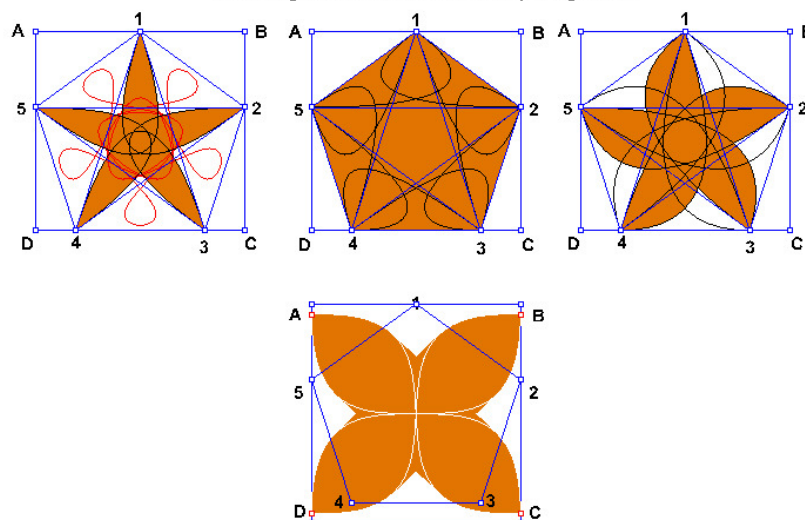


Todas estas áreas, por tanto son familias de los cuatro vértices A-B-C-D (como puntos de control) y los puntos vértices del pentágono están en ese rectángulo.



Superior

DISTINTAS AREAS , CON CURVAS CERRADAS , DE PUNTOS DE CONTROL DEL PENTAGONO
Nuevas figuras formadas con los PC pentagonales .



En este último caso ,las areas de las figuras contienen areas superpuestas y negativas , alargandose el rectangulo consecuentemente .

Todas estas formas 2D y 3D , aparecen en las formas de Gaudí , el lector puede comprobarlo ,
? Como es posible que estuvieran en su cabeza ? No nos cansaremos de repetirlo , tenía una base Geométrica , de sus tiempos de estudiante , tenía igualmente ejemplos en la naturaleza a su contemplación y análisis , también conocí ciertos procesos mecánicos y constructivos , que sugerían formas , una fascinación por el arte y la arquitectura islámica y oriental . Era un hombre religioso , observador de los ritos y simbolismos religiosos de las culturas Mediterráneas . Gran observador y analista de las curvas 2D y 3D ó alabeadas . Estas le llevaban a las superficies y finalmente a las formas sólidas y materializables y por tanto a su edificatoria .

LAS SUPERFICIES CUADRICAS DE GAUDI

En los estudios de Gaudí , en su época de estudiante , parecidos a los actuales , figuraban , como no , las superficies Cuádricas . De estas utilizó con frecuencia , los conos y cilindros (reglados) y la esfera y el paraboloide elíptico , además del elipsoide . Pero preferentemente utilizaba las dos cuádricas hiperbólicas regladas : El Paraboloide hiperbólico y el Hiperboloide hiperbólico . En gran cantidad de casos y aplicaciones .

También utilizó otras regladas , conoides , cilindroides y helicoides , pero estas ya no son Cuádricas y casi nunca el hiperboloide de dos hojas , de rara aplicación incluso hoy día .

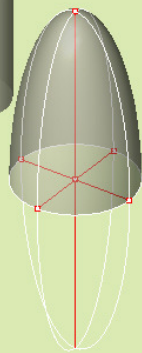
Perspectiva

SUPERFICIES CUADRICAS UTILIZADAS POR GAUDI

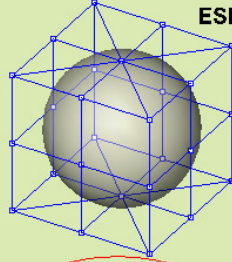
CILINDRO



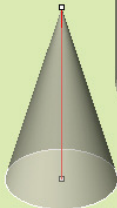
ELIPSOIDE



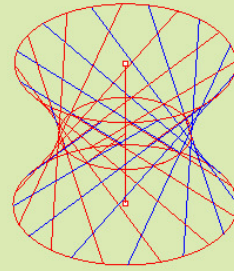
ESFERA



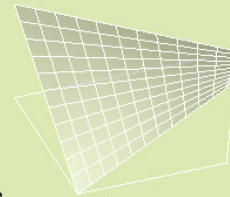
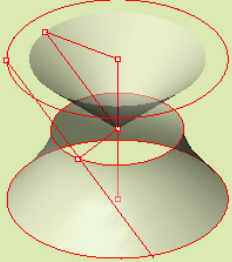
CONO



PARABOLOIDE HIPERBOLICO

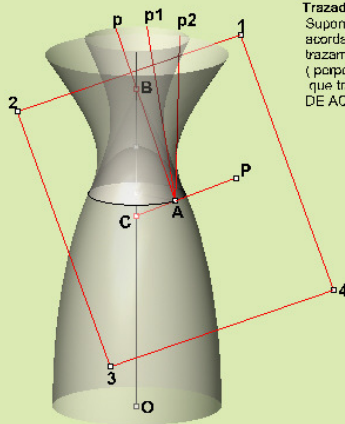


HIPERBOLOIDE HIPERBOLICO

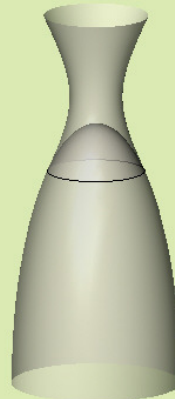


De entre las superficies cuádras elípticas : Esfera , elipsoide y paraboloide elíptico y el hiperboloide y paraboloides hiperbólicos (con doble sistema de generatrices rectas) , y parabólicos , conos y Cilindros , utilizadas por Gaudí , hacemos aquí una simple representación .

Perspectiva



Trazado de hiperboloides reglados de revolución de acuerdo a un elipsoide
Supongamos que queremos definir hiperboloides reglados de revolución acordes con el elipsoide , a lo largo de un paralelo por A . trazamos la normal al elipsoide en A (AC) , y el plano tangente en A . 1234 (perpendicular a AC a AP (normal) . Cada una de las rectas p , p1 , p2 , que tracemos en el plano tangente , GENERARA UN HIPERBOLOIDE REGLADO DE ACUERDO . Ap1 , generara un cono de acuerdo .

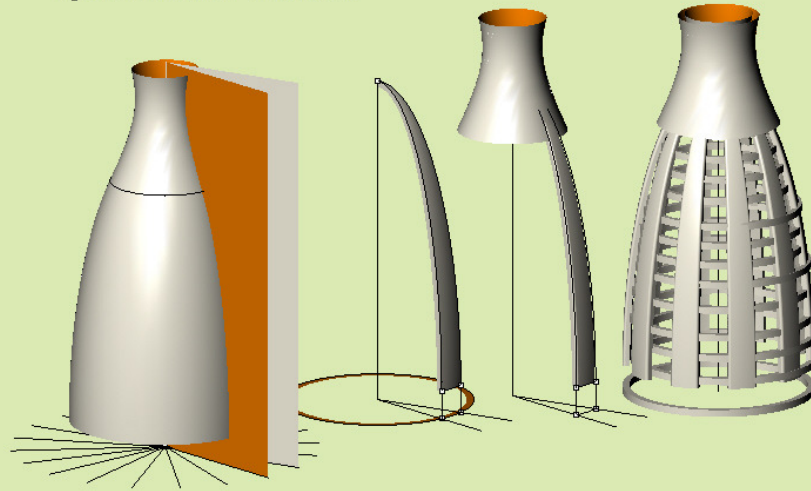


De esta simple manera , en las torres de la sagrada familia , se acoplaban los remates de las torres , en hiperboloides reglados al los elipsoides (o paraboloides , en su caso) . Podían forzarse a pasar por un determinado punto elegido .

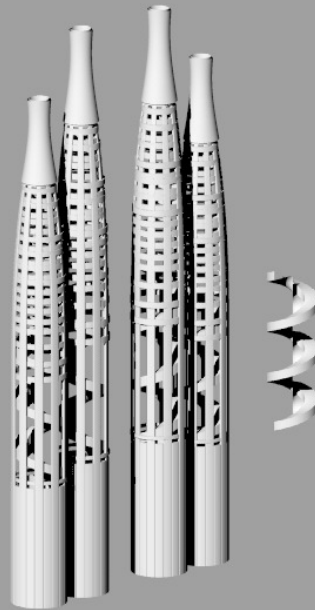
Perspectiva

ESQUEMAS GEOMETRICOS DE TORRES

Supuestamente son elíptica (o parabólicas) de revolución , con remate en hiperboloide reglado de revolución en acuerdo .



Se han geometrizado sus proporciones , para un mayor entendimiento . Están generadas es tres partes una de base casi cónica , otra en elipse , con escaleras en espiral y una tercera , con anillos . En la foto , no aparecen las dos primeras .



LA SAGRADA FAMILIA DE GAUDI . BOCETOS DE UNAS GEOMETRÍAS .

Esta edificación , es aunque inacabada , la principal obra del genial Arquitecto Antoni Gaudí . Se comenzó en 1882 y su actuación terminó en el año 1926 , un poco antes de su muerte acaecida trágicamente en 1929 . Antes otro Arquitecto Francisco de Paula Villar , la había proyectado y empezado a construir , muy diferente de la que actualmente podemos ver . Gaudí tuvo que pensar en parte en la cripta que ya estaba hecha .

Con solo treinta y un años , le fue encargado el proyecto .
Ha sufrido multiplicidad de cambios , que pueden apreciarse en los bocetos de esa época y posteriores , que mostramos a continuación .

La primera vez que vi la edificación , tendría poco más de trece años . Solo había edificada parte de la fachada del nacimiento , casi entera . Algunas cosas más , pero destacaba esa fachada , sobre todo . Parecía mucho más antigua de los años que tenía , la suciedad de la piedra , que Barcelona imponía , la hacía parecer de muchos más siglos , que no años . Los templos góticos conocidos , habían ido creciendo , mucho más homogéneamente , necesitaban irse apoyando unas cosas en otras , muros , arbotantes , bóvedas . Eran edificaciones más vivas , orgánicamente más necesitadas de conjunción . Yo veía allí una enorme fachada de cuatro torres totalmente exentas , que se erguían por sí solas , sin que nada ni nadie las mantuviera rectas , si no por ellas mismas . Esto las diferenciaba tremendamente del gótico . Podía el edificio hacerse por partes y así quedo hecho , durante mucho tiempo . Orgullosa esa fachada de lo que significaría el templo completo si algún día se llegara a terminar .

Me impactó de tal manera , que decidí ser Arquitecto , en aquel momento . Me sentía la reencarnación de su autor Antonio Gaudí y sentí un fuerte escalofrío de eternidad . El estaba realmente allí , entre sus piedras . Se oía su sudor y su miedo , su respeto y sus sueños . Su levantarse cada día a mirar y comprobar sus ideas ó cambiarlas humildemente si consideraba que estaban equivocadas . Cada conversación con sus obreros , parte misma de él , debió ser la humillación maravillosa del genio Dios , ante sus siervos y amigos . Dicen que tenía mucho genio , que en ciertos momentos envanecía de ira , que siempre le fue perdonado , menos una vez por la hija de un amigo , su médico de familia . Este amigo enfermo , era visitado por Gaudí a diario . Cuando sufrió el accidente , iba con tan pobres ropas , que fue confundido con un obrero y en el hospital obrero se quedó . Tres días más tarde fallecía repitiendo .. dos veces

..... Dios mío Dios mío ...

Su amigo moribundo también , extrañado , preguntaba a su hija , que sabiéndolo no se lo había dicho , ¿ por que no viene Antonio .. que raro ¿ . No llegó a saberlo ... Dos días más tarde , después del fallecimiento de Gaudí .. al entrar la hija en la habitación , la dijo :

Hoy ha venido Antonio y estaba esplendoroso y brillante

Algún día , después de acabada esa maravillosa e increíble fachada , debió comprender , la imposibilidad de continuar el templo en vida , y ante su amor perdido de niña rosa , se envaneció distraído , justo el tiempo necesario , para que un tranvía , que muchas veces pasaba a su lado , saludándole , no tuviera tiempo de esquivarlo y lo matara . Que a tiempo , que hermosa forma de inacabarlo y dejarlo escrito en piedra , como su testamento . Varios días encima de una fría mesa de piedra , sus memorias fueron enfriándose , su rosa marchitándose en el olvido y sus torres llorando a las gaviotas , que del mar venían , orgullosas de su genio , que perdían . Nunca más volvieron las gaviotas a hacer la venida y el retorno , Gaudí ya no estaba allí , se había ido para no volver , pero que ya siempre allí permanecería .

Nadie lloró en su lecho de muerte , vivió solo , con Rosita su sobrina , que también murió . Su segunda rosa muerta , su hermana , tampoco . Ninguna otra mujer , vivió solo , aunque dicen que llegó a tener una novia , que afortunadamente lo dejó trabajar en paz .

Cuando oí esta historia , Creí más en ser su continuación si pudiera y se reafirmo mi voluntad de ser Arquitecto .

Muchas veces he vuelto y viendo lo que allí se continuaba , nunca volví a sentir lo que en aquellos cortos momentos , fue toda una vida .

Hoy , más de sesenta años después , he vuelto a sentir la proximidad del maestro . Será por la proximidad de mi encuentro , ya jubilado y en términos de continuación , con un lapsus de medio siglo , en el tiempo .

Este trabajo pretende el seguir en sus dudas , pero con otras herramientas y estas solo , con mis alumnos , como amigos y siervos . Lo hecho , hecho está y no se discute . Solo se pretenden aproximaciones , cambiantes , de sus ideas , como si no se hubiera movido de allí , pues allí está todavía .

Al trabajar sobre estas aproximaciones , una idea destaca en primeras posiciones :

QUE DISTINTAS SENSACIONES , SE TIENEN DE ESA EDIFICACIÓN DESDE DENTRO QUE DESDE FUERA . Desde fuera , prevalece el Mediterráneo y sus formas , casi islámicas , a pesar de ser tan Católico su autor . Raimundo Lulio (de gran parecido físico) fue siglos atrás , apedreado y muerto por defender , que las tres religiones Mediterráneas , Cristianos , Musulmanes y judíos , eran “ casi “ lo mismo . Que su igualdades , superaban en mucho a lo que parecía separarles . Los que vivían de esa separación y de agrandar sus desigualdades , no lo permitieron y le eliminaron con piedras . Con piedras se levantó ese templo , que vino a ser la justificación Luliana de aquellas ideas . Es musulmana por fuera , Cristiana por dentro y Judaica en el transito . Santa Sofía de Constantinopla , se ve reflejada en ella , por el exterior , San Pedro por el interior . En el transito el muro de las lamentaciones .

Esta idea , posiblemente tan atacada , como las de Lulio en su día , es la base de este trabajo , con las siguientes y aparentes desviaciones .

- A- El bosque Gaudiniano . Interior de las naves .
- B- El CasTillo mudejar . Exterior de las formas .
- C- Los tres muros de las lamentaciones , en las entradas .
- D- El concepto mercantil del Mediterráneo . Lonjas y otras formas .

Comenzamos por tanto estas aproximaciones , no busque el lector y menos el erudito , otras cosas donde no puede haberlas , **ESTO ES UN JUEGO , COMO TODA LA IDEA EN SI MISMA , DONDE TODOS PODEMOS JUGAR , POR QUE NADIE PIERDE .**

Primeros juegos aproximados .

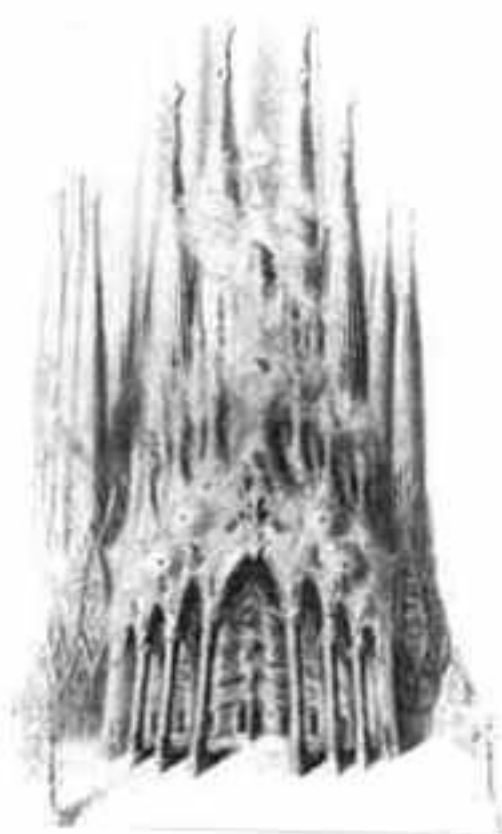


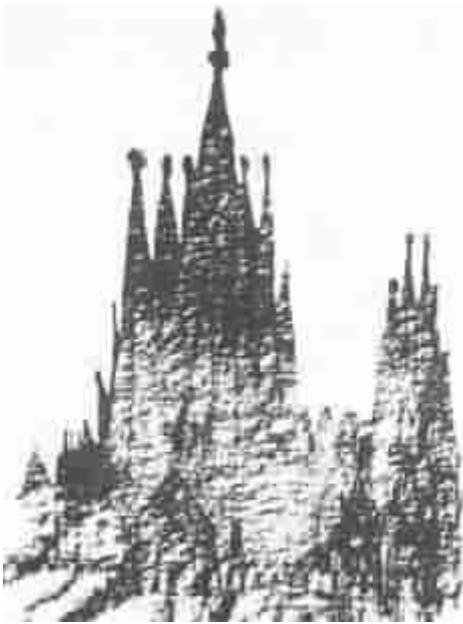
n :



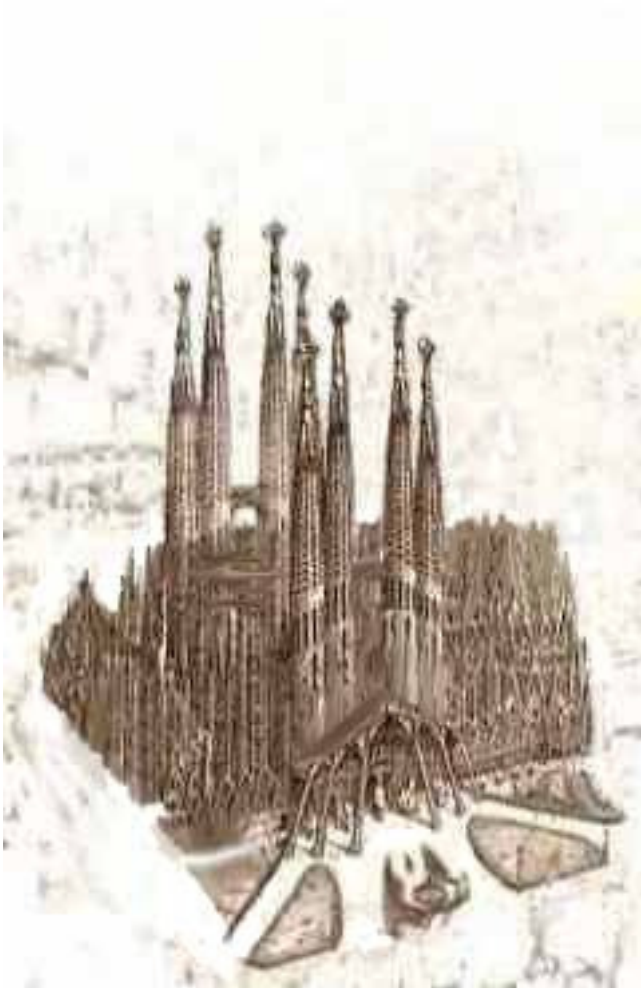
Presentamos a continuación , varios bocetos y maquetas de este planteamiento de Antonio Gaudí .







Estado actual de las obras con ocho torres y dos fachadas y boceto definitivo con el resto de las torres . De bastante mayor altura .



Esta variedad de ideas , mantienen en general una serie de constantes formales , que irina cambiando en la mente del arquitecto , en pocos años : Esta ha sido una constante en casi todas las catedrales que hoy vemos acabadas . Posiblemente no empezaron con la misma idea que se terminaron y que vemos hoy .

La enorme diferencia , es que en la mente de Gaudí , todo esto ocurría en no más de cuarenta años y en algunas catedrales , se sobrepasaban los seiscientos , acusando cambios incluso de estilo .

Esta consideración importante , a la hora de hacer un análisis de esta Arquitectura , SIEMPRE DESDE UN PUNTO DE VISTA FORMAL GEOMÉTRICO , nos hubiera llevado a planteado varias Sagradas familias y , ninguna del autor con exactitud . No ha sido esa nuestra intención , en el planteamiento de este curso , para alumnos estudiantes de Arquitectura y con la herramienta informática que en estos momentos disponemos . Posiblemente muy diferentes a las de dentro de escasos años y TOTALMENTE DIFERENTE EN SUS ASPECTOS HERRAMENTALES , a las existentes en la época del autor .

A Gaudí , se le estudia mucho como hito en la historia de la Arquitectura , como fenómenos formal y en su tiempo , pero con POCO ANÁLISIS DE SUS METODOLOGÍAS FORMALES . , que es la verdadera intención de este trabajo . los alumnos deben interpretar formas y proponerlas , dentro de esa metodología , en caso de existir .

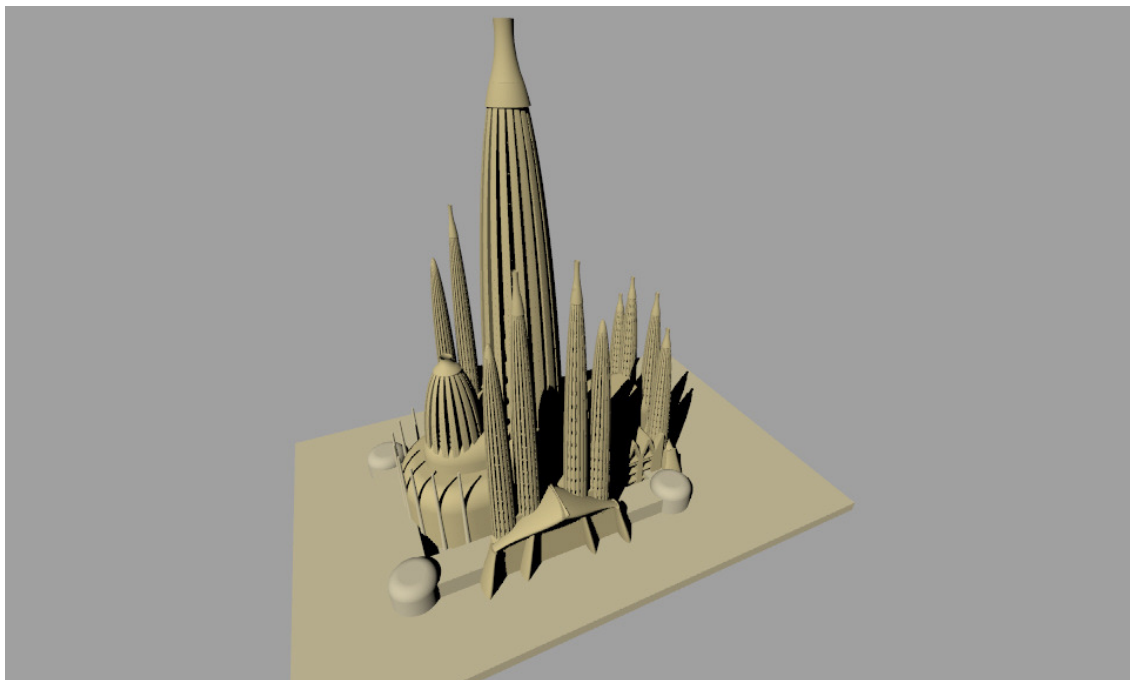
Por tanto , NUNCA SE TOME COMO UN INTENTO DE MAQUETAR UNA OBRA EXISTENTE Y TAMPOCO DE PROPONER MODELOS . Simplemente serán ejercicios y variantes de un mismo tema base . Basándose , en lo que podemos conocer de este genio ... solo eso .. que ya es bastante como podremos ver .

En base a lo anterior , comenzamos con unas primeras aproximaciones ó entendimientos del proyecto , interpretado por cada alumno sobre , estas previas representaciones del templo .

Se pueden proponer , simplificaciones justificadas , que iran de acuerdo al problema formal geométrico a resolver con el ordenador y programa manejado . Como propuesta base se trabajó con el programa Rhinoceros V 4.0 , ya que el curso tenía también como objetivo el conocimiento , manejo , control y habituación a este conocido programa .

Primera volumetría base :

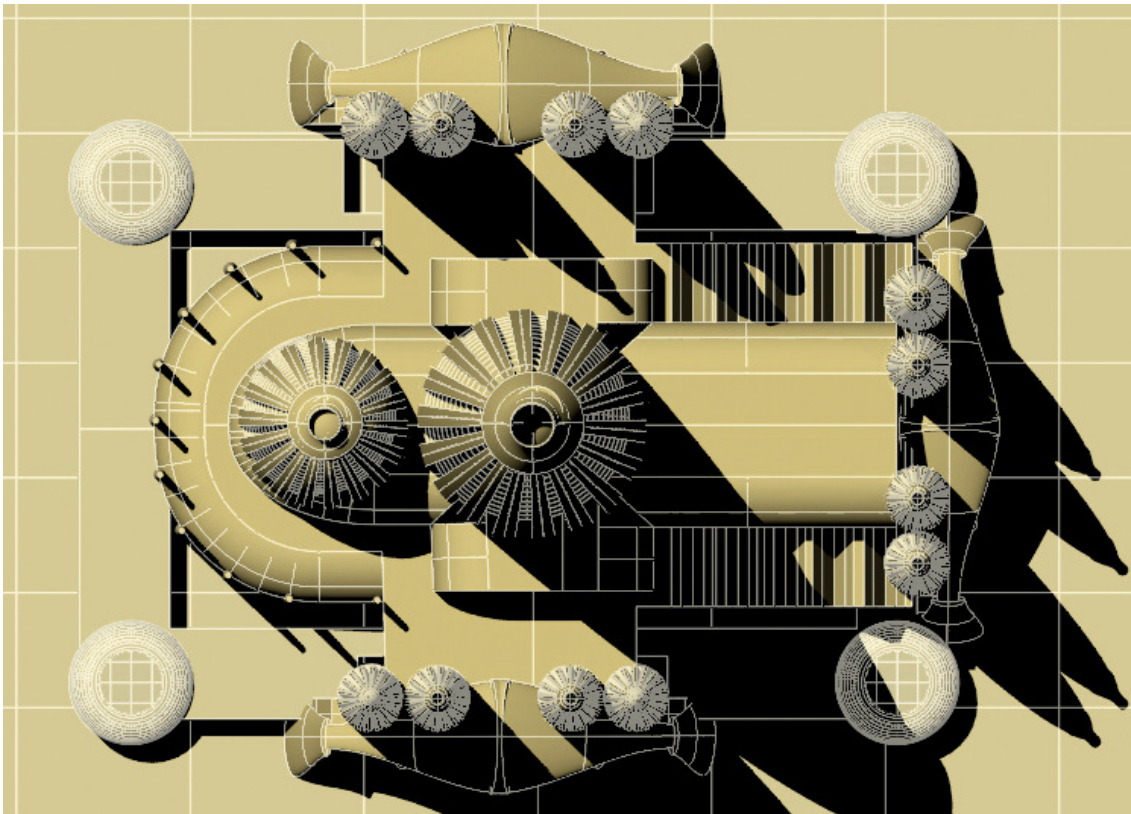
En el boceto en 3D , únicamente se han incluido la torre sobre el crucero de Jesucristo y la sobre el ábside del altar .



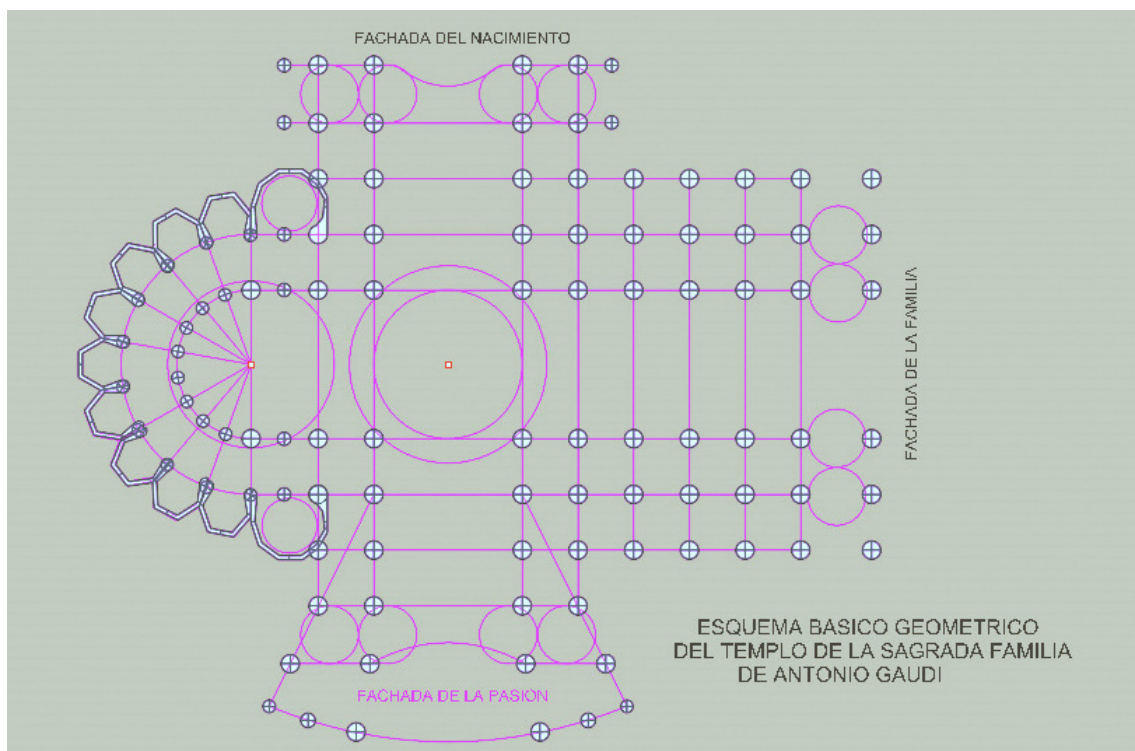


La solución definitiva del templo y encargo del proyecto , cambió la distribución inicial de un proyecto ya preexistente y que se había empezado en parte . Gaudí con solo treinta y un años , recibió l encargo de lo que hoy vemos en parte .

BOCETO EN MAQUETA DE LAS PARTES FUNDAMENTALES .

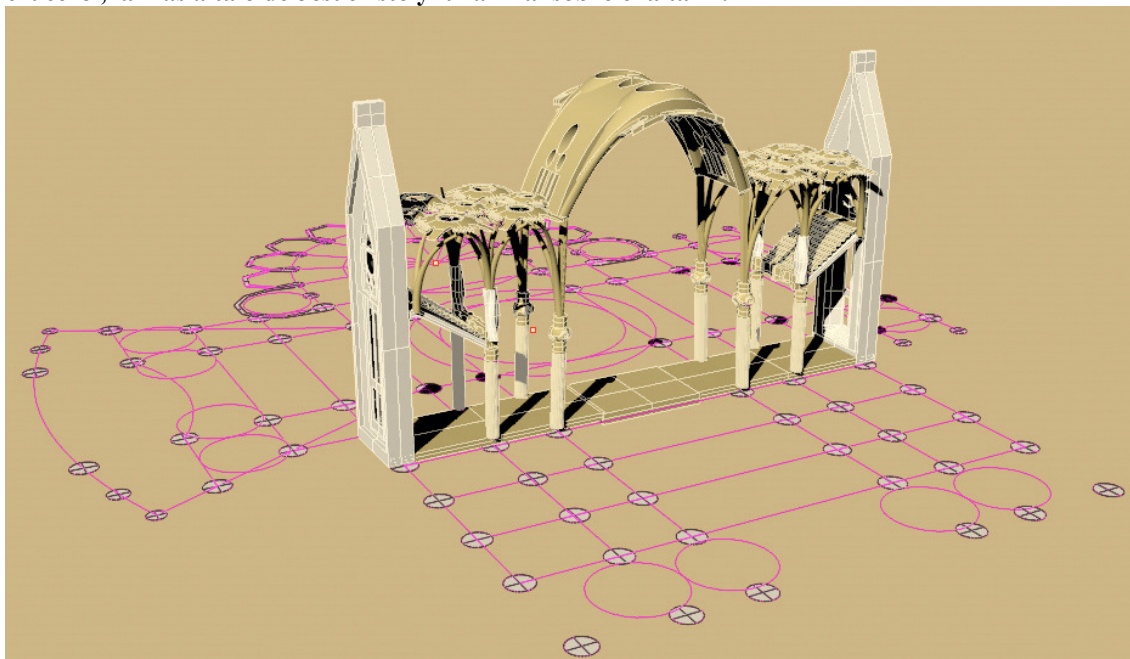


PLANTA DEL ESQUEMA TRIDIMENSIONAL Y ESQUEMA GEOMÉTRICO BASE DE PARTIDA , APROXIMADO .

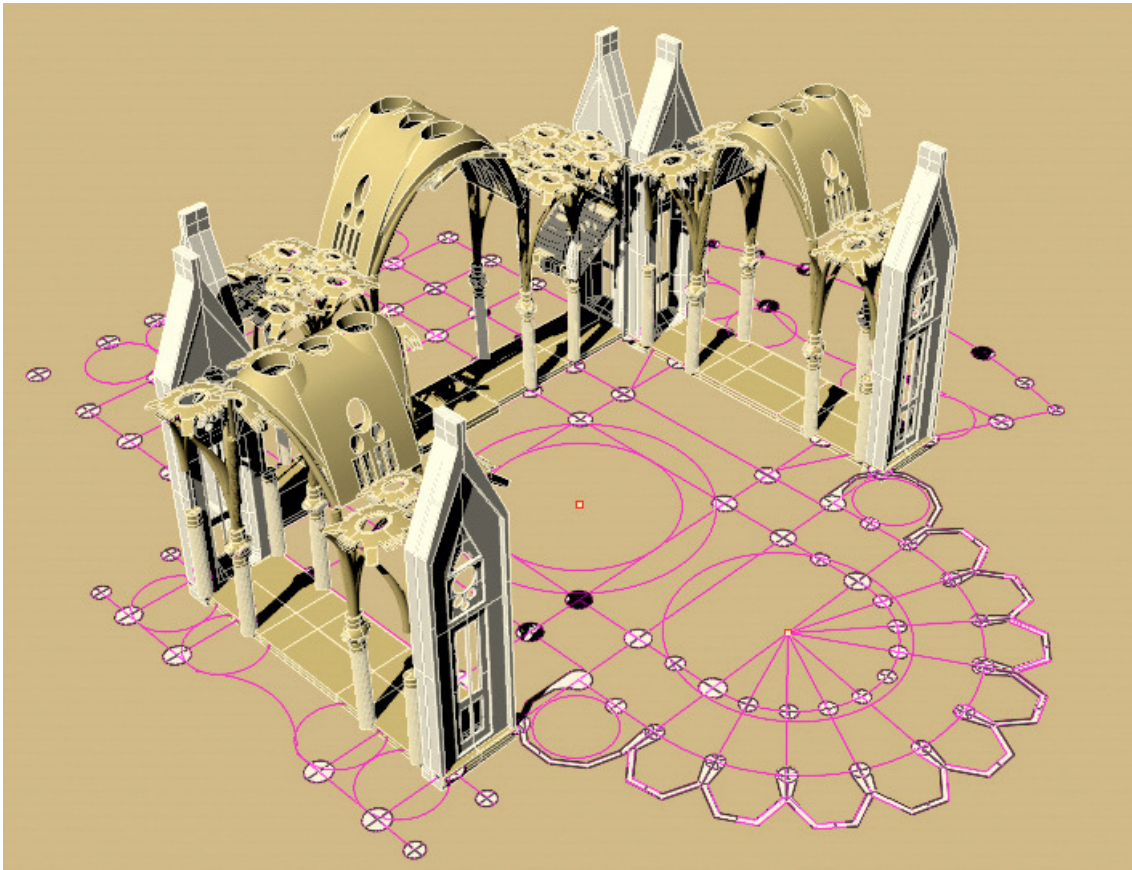


Para este trabajo de aproximación y dado que no tenemos información gráfica exacta , hemos tomado unos esquemas , bastante aproximados a la realidad actual . En base a estos y al análisis de la obra, efectuaremos unas aproximaciones en 3D , que servirán al objetivo de este trabajo .

El número de torres en el edificio será de 18 . En nuestro trabajo se simplificarán a 14 , que aparecen señaladas en posición con círculos . Cuatro por cada una de las tres fachadas y dos en el crucero , la más alta ó de Jesucristo y una final sobre el altar .



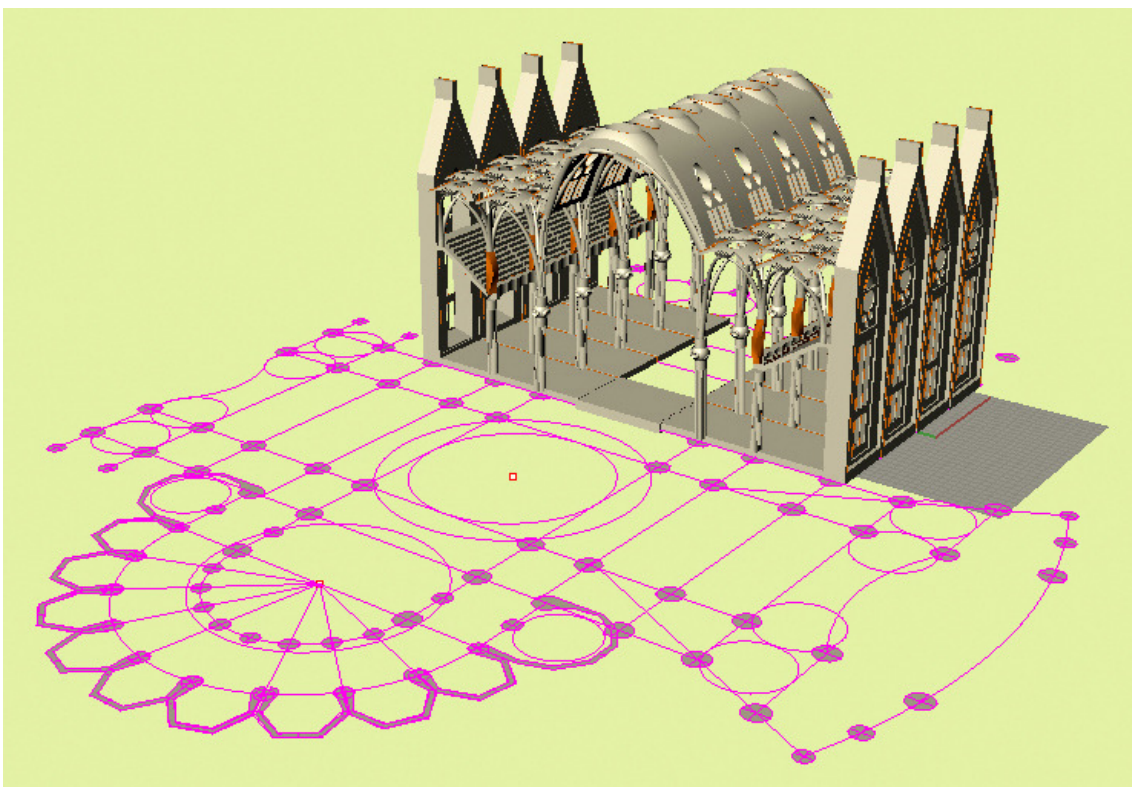
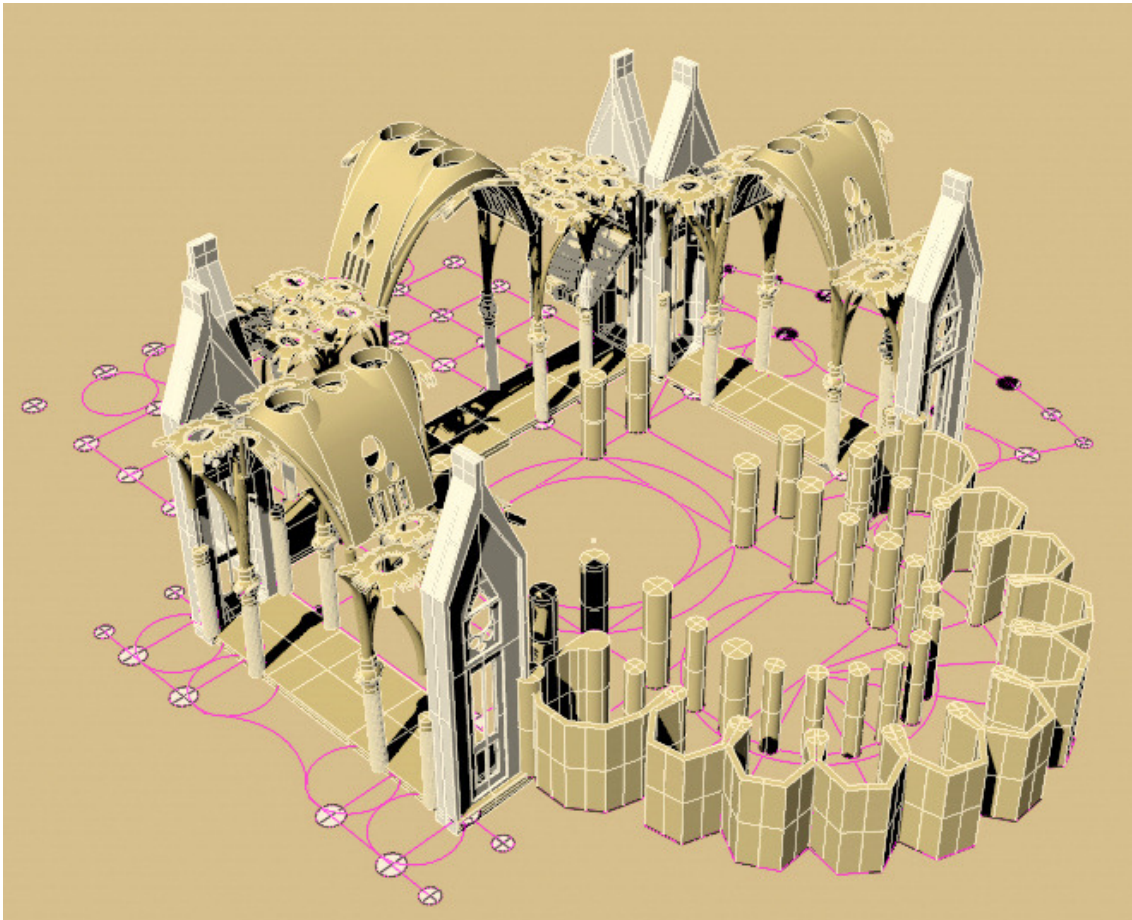
La nave principal (brazo más largo de la cruz latina) tiene cinco naves , la central de mayor luz . La siguiente intermedia de luz más pequeña y doble altura . La perimetral , igual casi a la anterior tiene dos alturas , la primera tiene un graderío inclinado , para fieles . Todas rematadas por arcos ramificados (en árbol del bosque) que se salen del plano vertical . Cada bóveda lleva un remate que ata a los arcos diagonales del árbol y tiene forma orgánica natural , arbórea , con un orificio circular , que simula la entrada del sol entre las hojas del bosque . Como este pórtico , se repiten cinco ó seis en paralelo , formando este ala principal de la planta . Los dos laterales de las naves en cruz (iguales) , son pórticos similares a los anteriores , pero de tres vanos . El central de igual luz que los de la nave central . Cubren recintos cuadrados 1x1 y 1x2 los centrales rectangulares , como puede verse en el esquema en 3D .

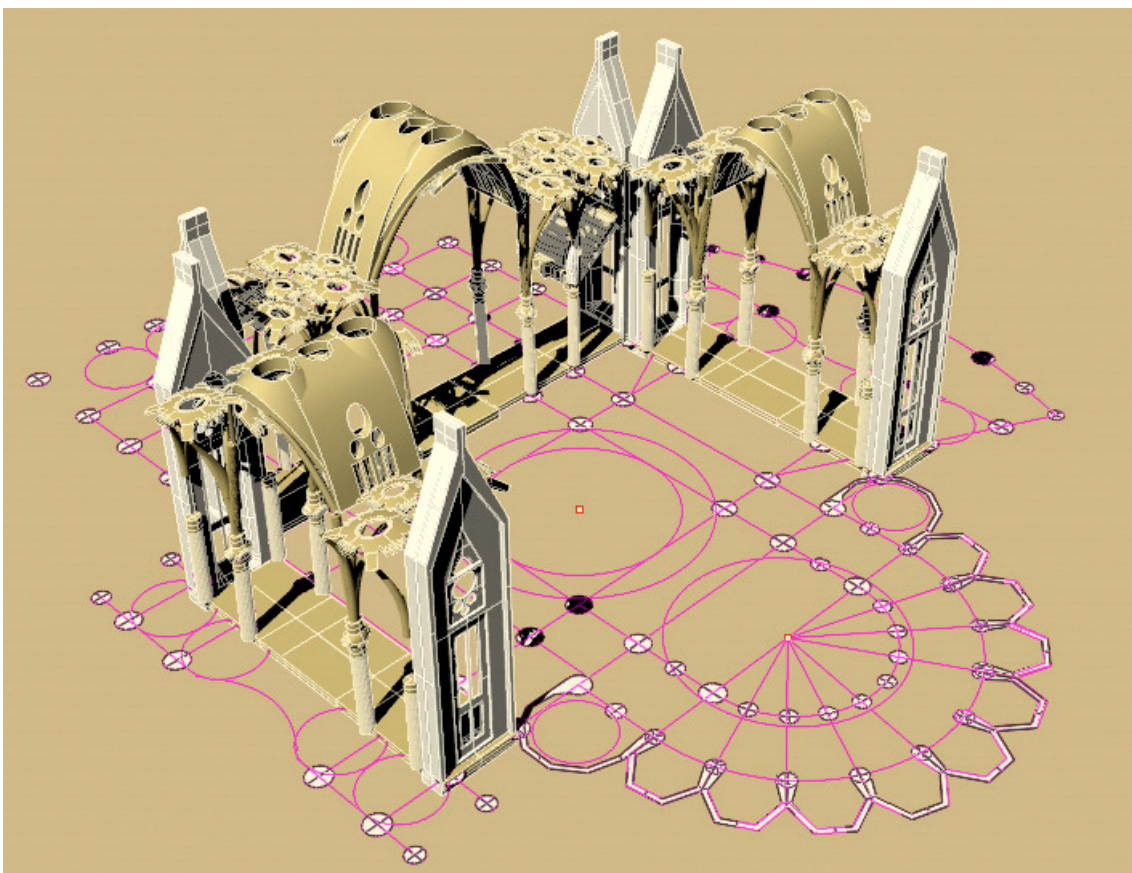
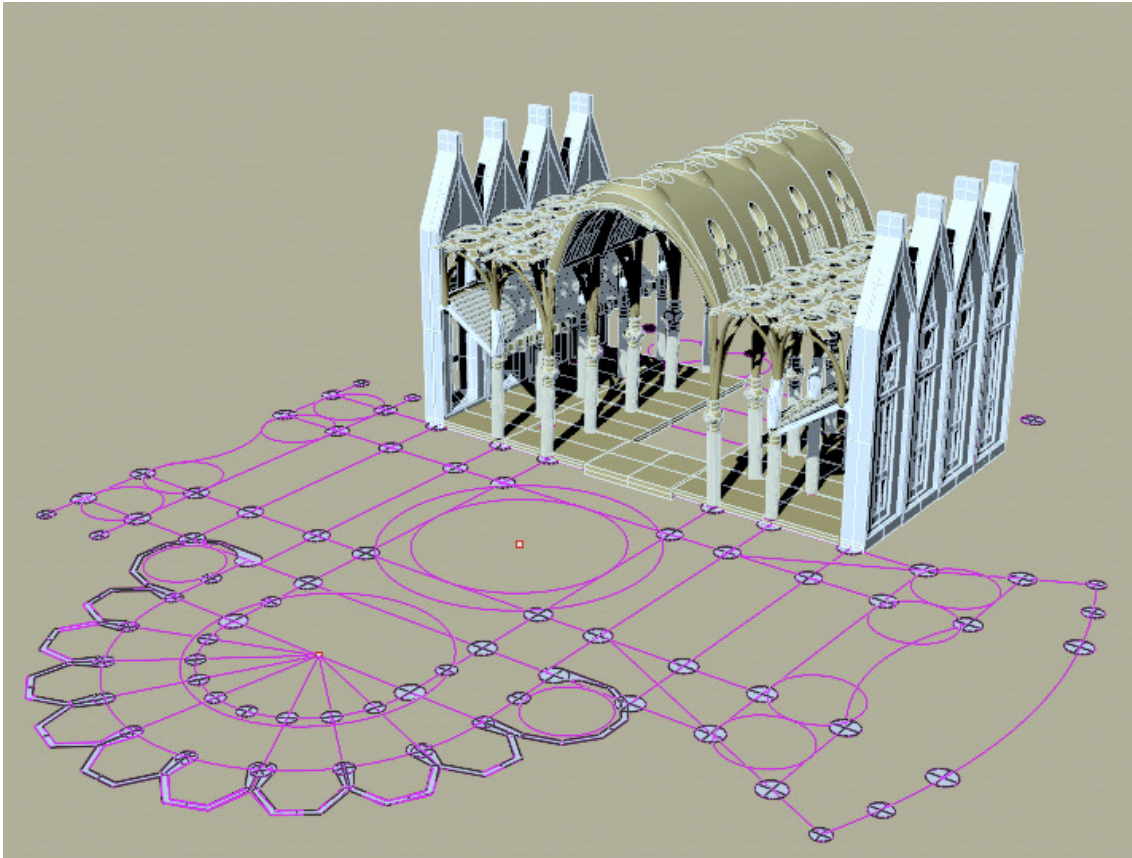


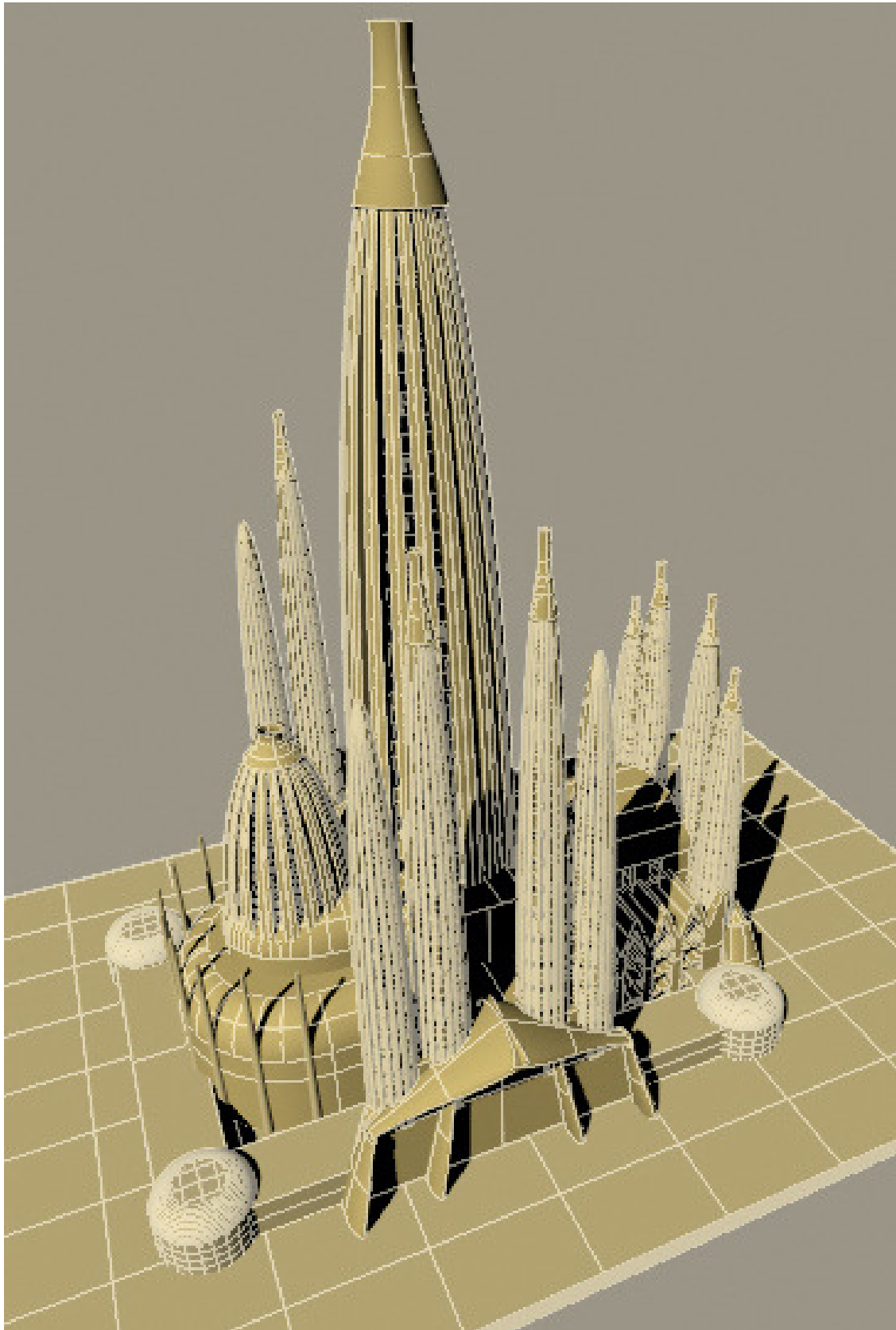
Estos tres cuerpos , forman tres de los cuatro lados del crucero , cuadrado , donde descansará la altísima torre central de Nuestro Señor Jesucristo (casi dos veces y media más alta) .

El crucero está cerrado por un ábside , circular , formado por siete capillas circulares y hexagonales al exterior , más dos algo mayores , que alojan escaleras de caracol y rematadas por otras posibles dos torres .

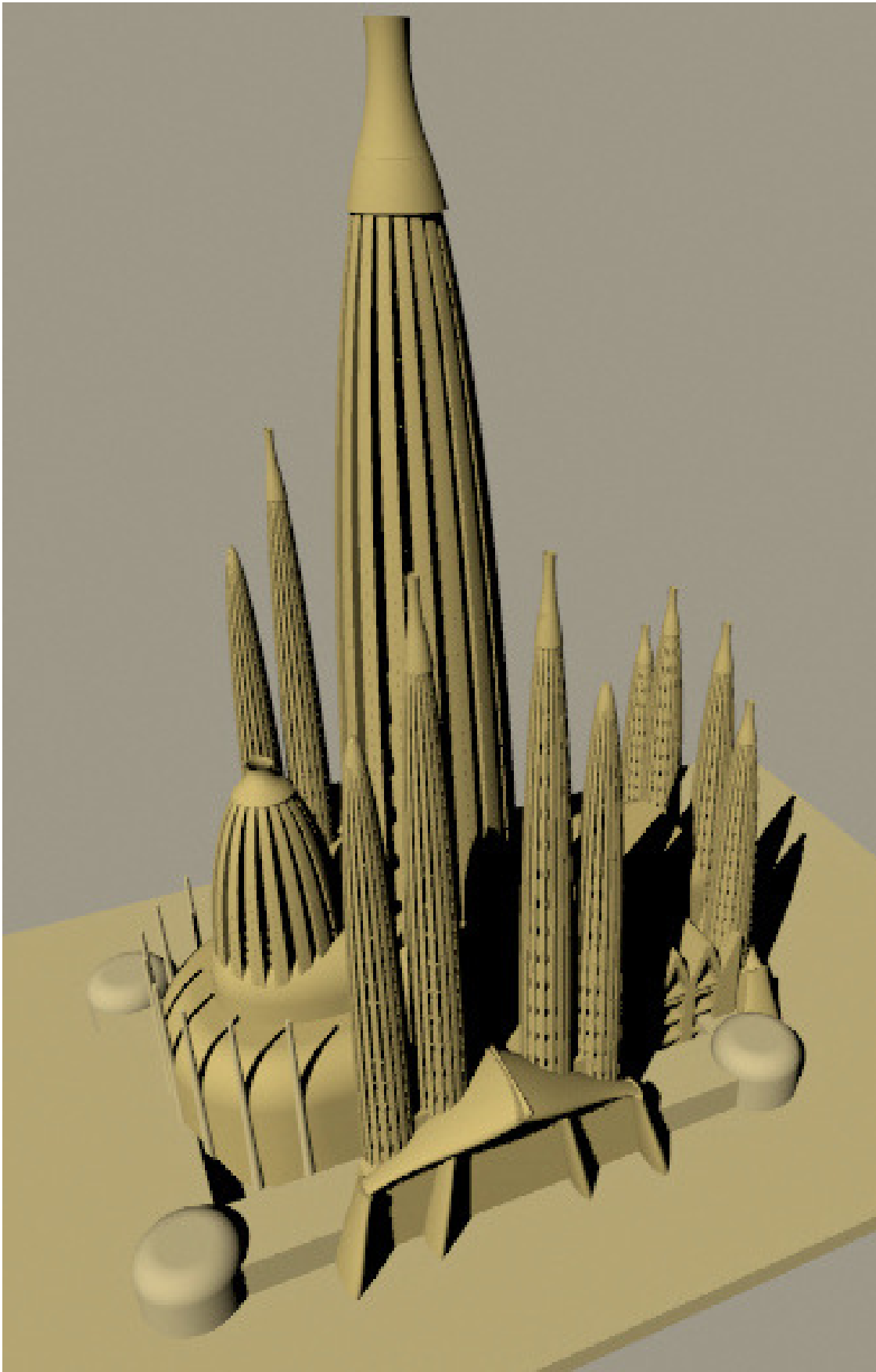
Encima del ábside existirá otra torre más baja , que será acorde con las anteriores .

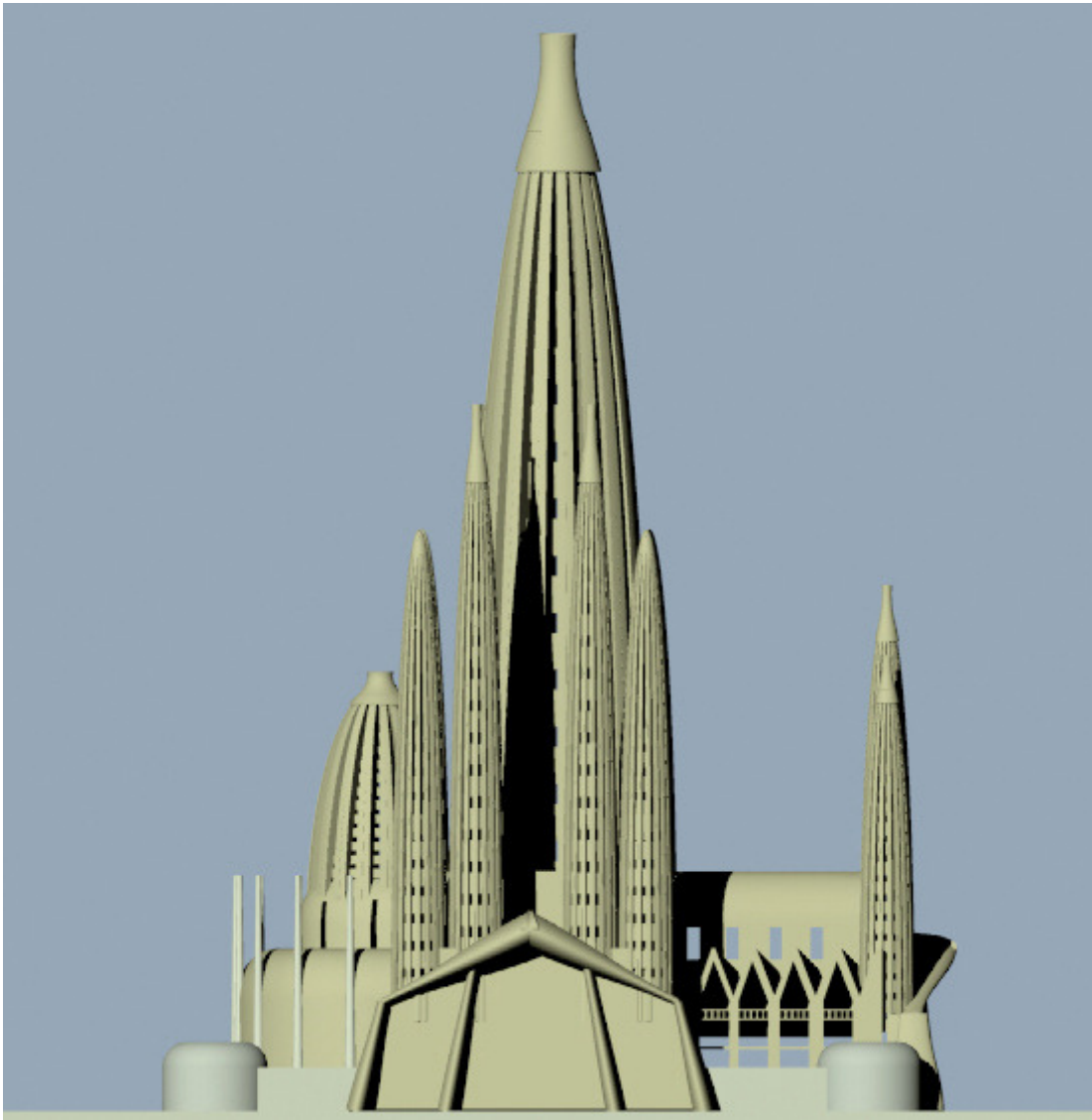


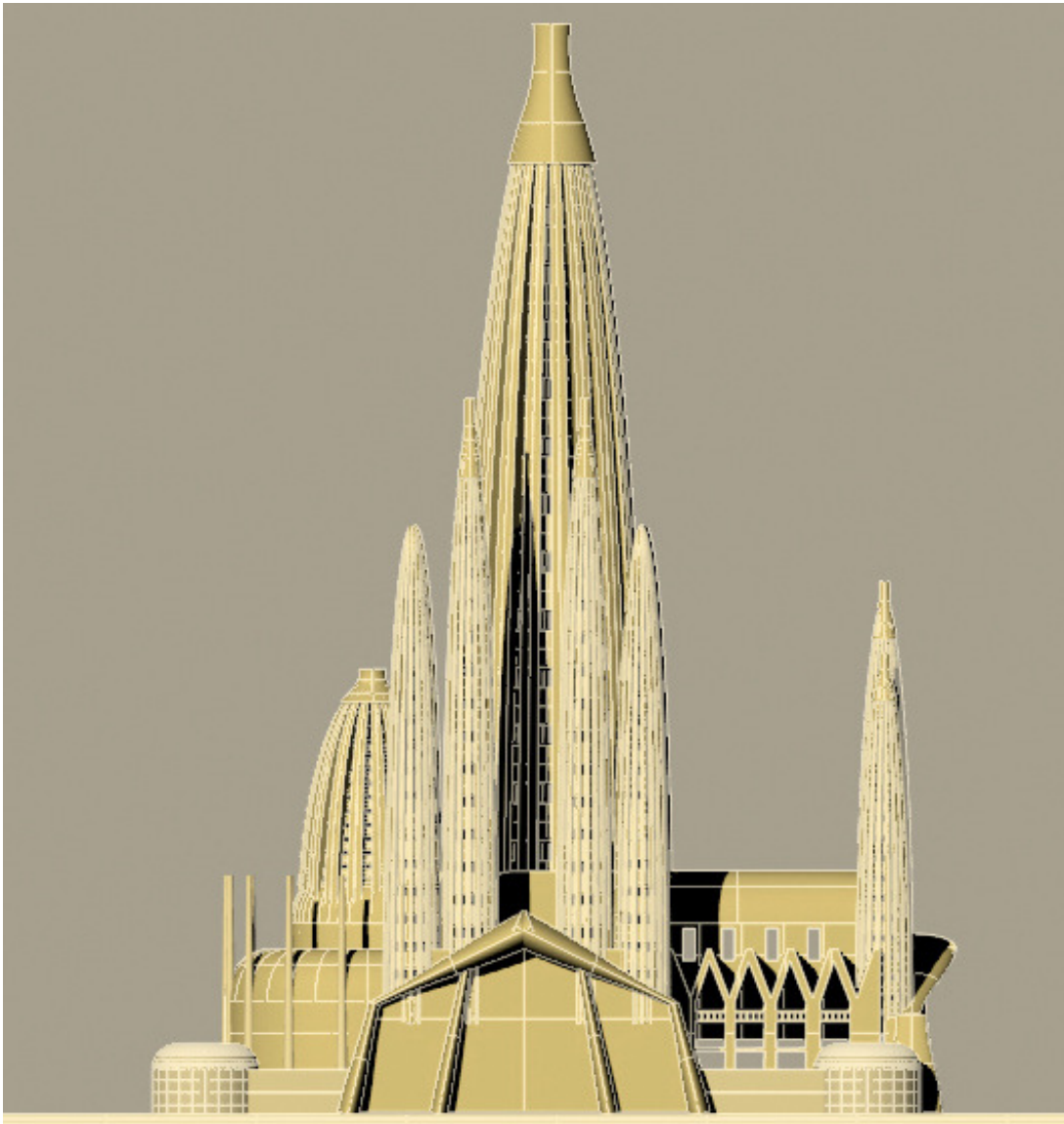


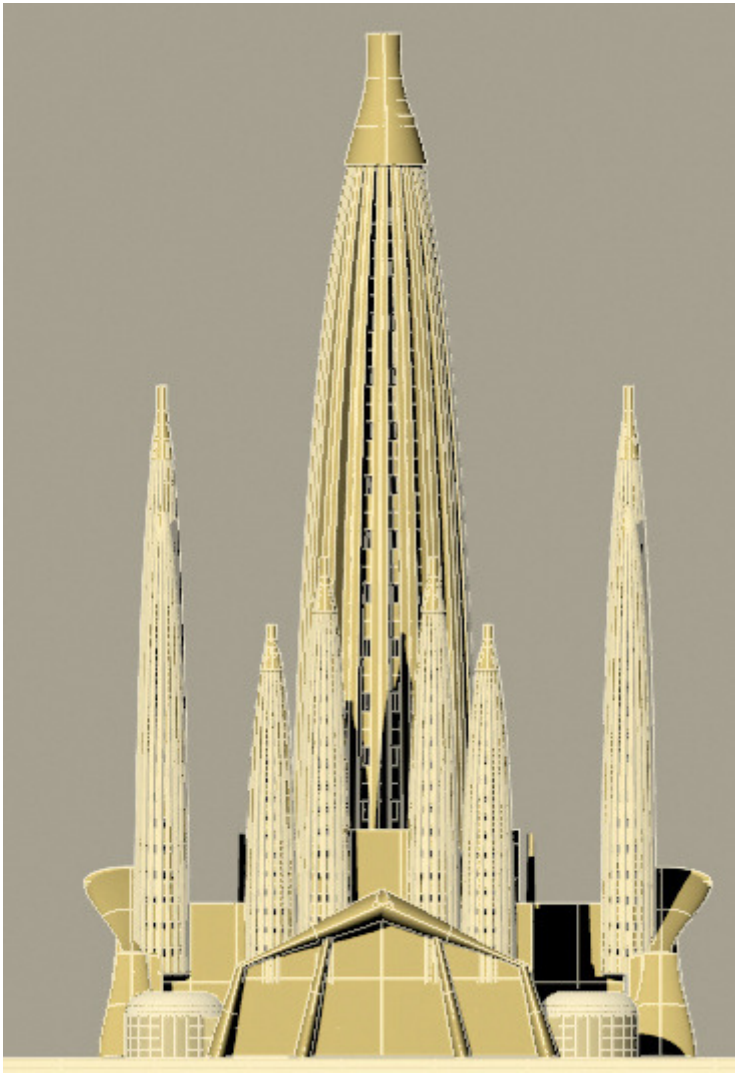


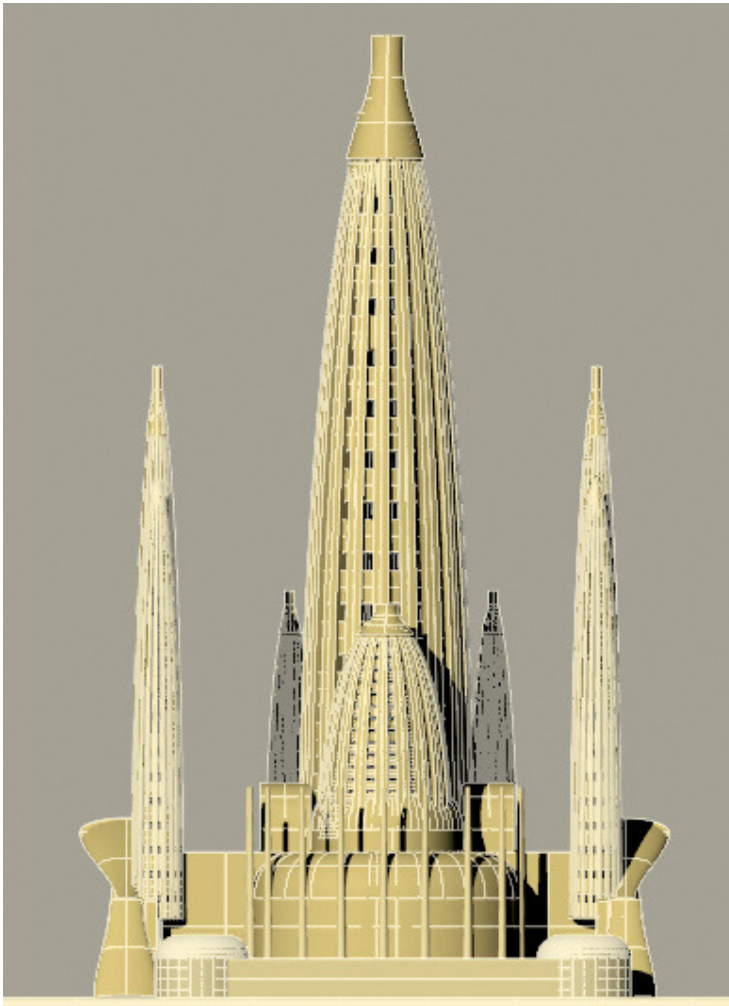
Tiene tres fachadas principales , con cuatro torres cada una . Una gran pronunciación de otro cuerpo , semejante al de las torres , `pero de mayor base y altura , en el crucero Y otro algo menos alto en la zona del altar . La disposición en planta es de cruz latina . Este conjunto de torres y fachadas , esta envuelto por una construcción rectangular , también jalonada en sus vértices por elementos cilíndricos .











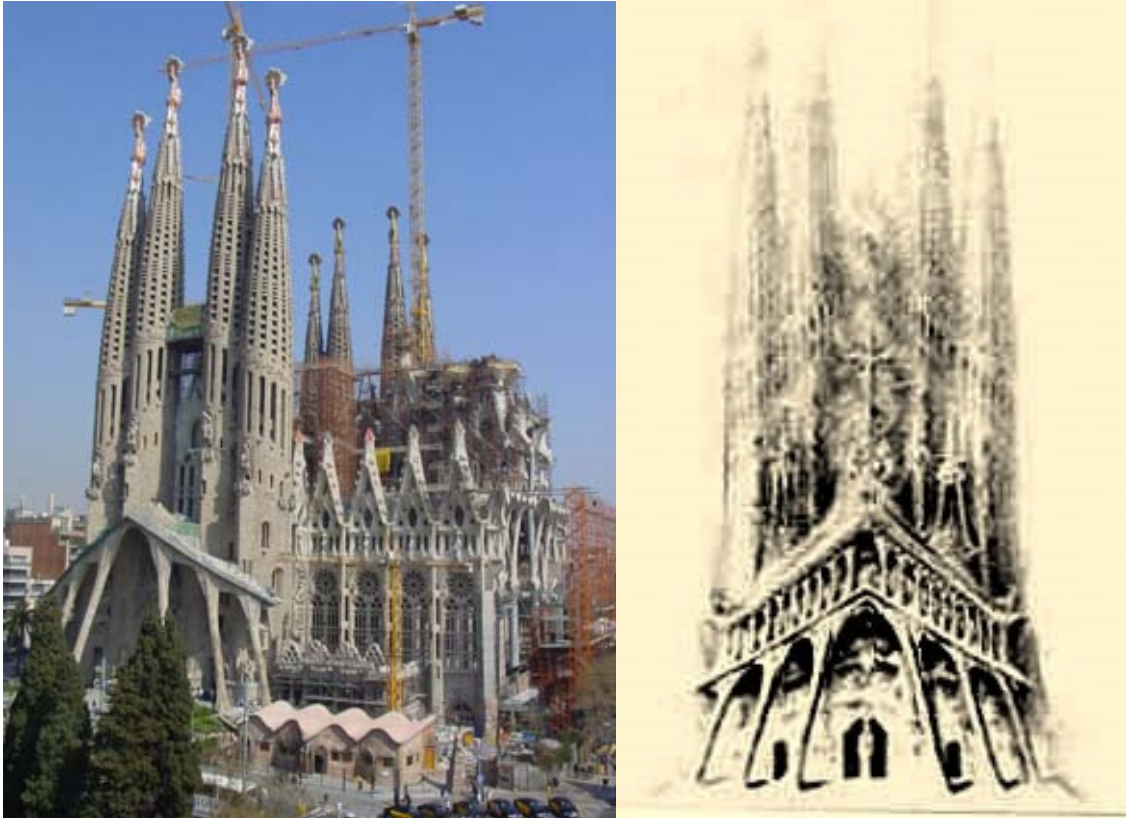
Como repetiremos en varias ocasiones , no se ha tratado en ningún caso , en hacer un modelo exacto del templo , más bien se trata e definir otro templo similar , que vaya explicando el proceder de Gaudí , en su proyectación . Es decir una segunda versión de este templo , fácilmente reconocible , al ir explicando las partes esenciales , que a nuestro juicio contiene el original .

Téngase en cuenta que sería una propuesta de ejercicio y trabajo para alumnos de los primeros años . Sin perjuicio de que en zonas se extienda a otros curso superiores y a otros niveles , por tanto . Básicamente no teníamos documentación suficiente (en algunos casos inexistente , puesto que el proyecto se destruyó en gran parte , en el incendio del propio estudio del arquitecto) .

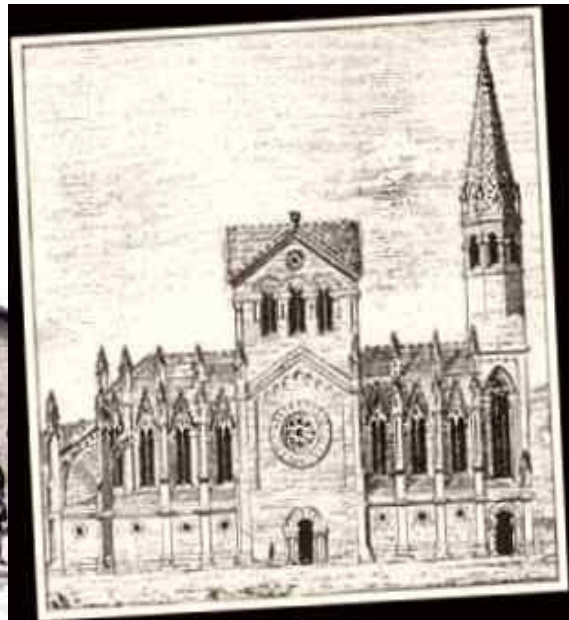
Este ejercicio se tomaría como base , simultáneamente , para aprender el programa Rhinoceros , su manejo y posibilidades . Ocuparía un curso de CUATRO MESES y no más de CINCUENTA horas de trabajo de clase . De trabajo particular del alumno , calcularíamos 150 al menos .

ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA NAVE CENTRAL -

Vistas completas de las obras y grabado de la fachada de la pasión .

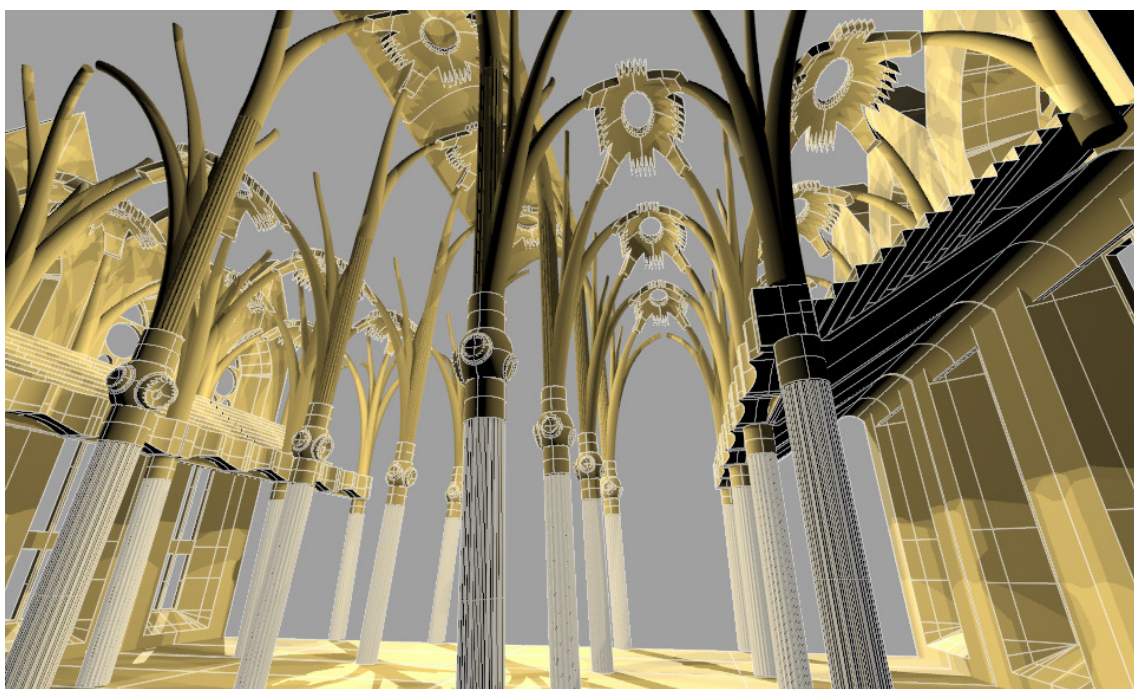
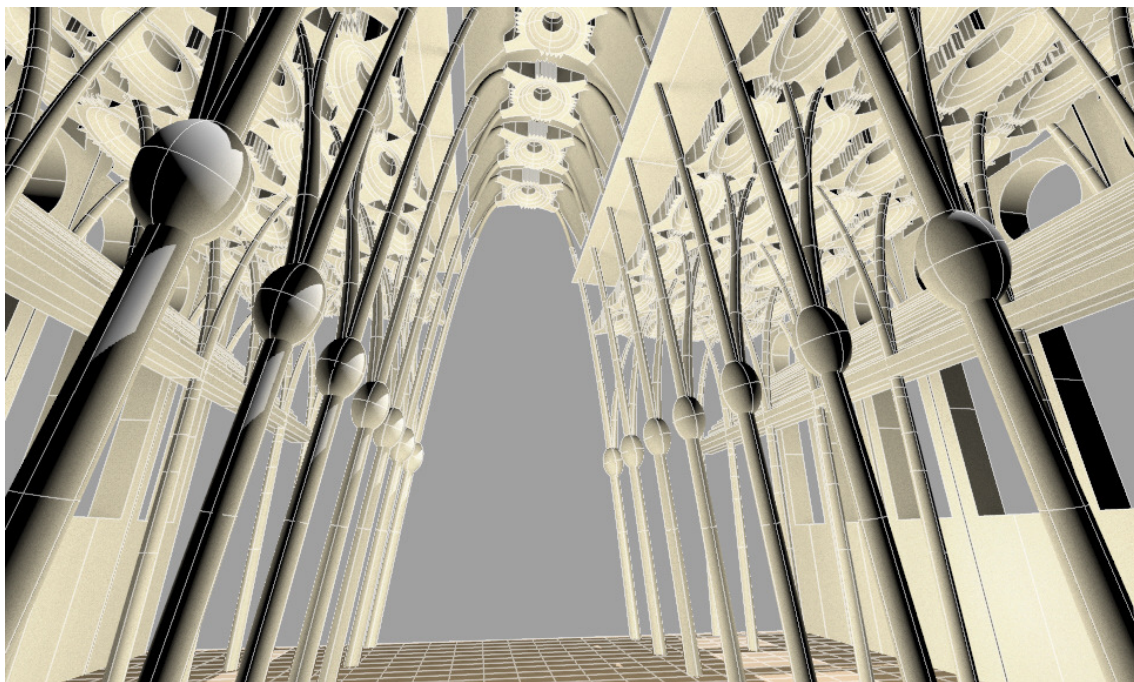


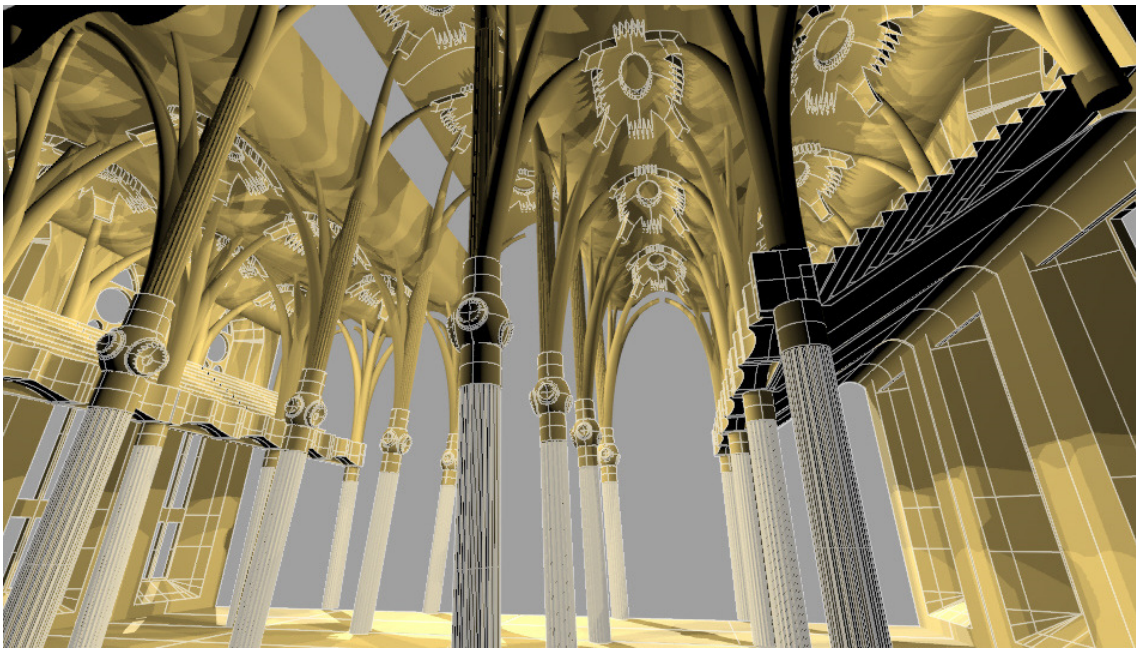
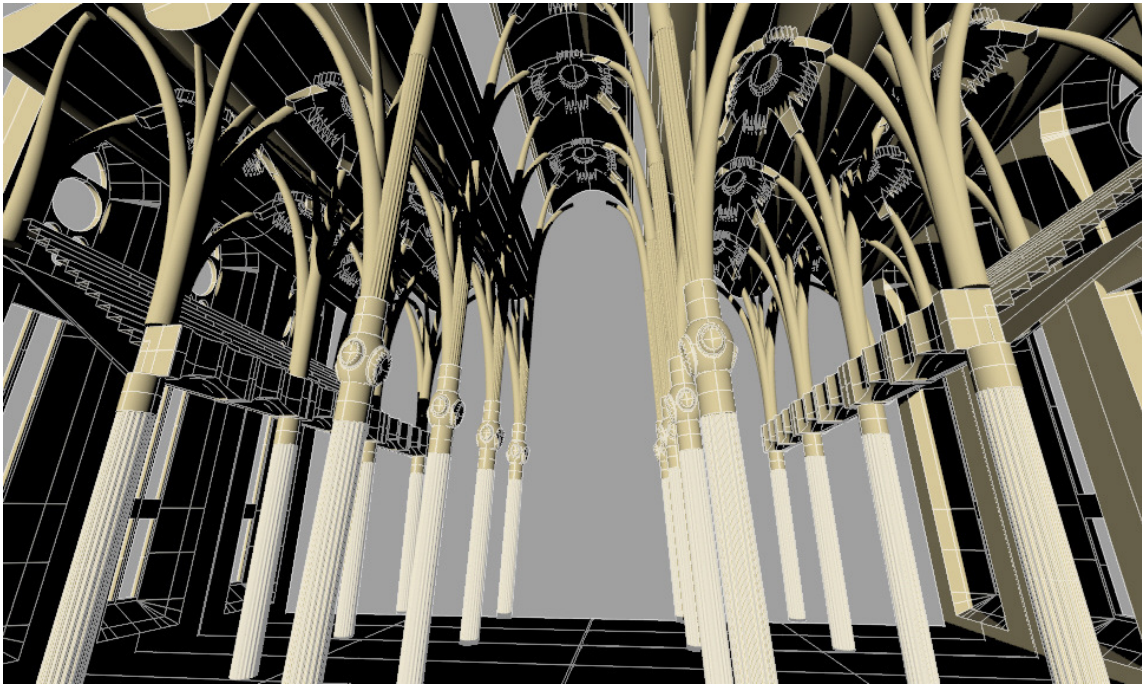
Fotografía de l techo en estado actual de la nave central .

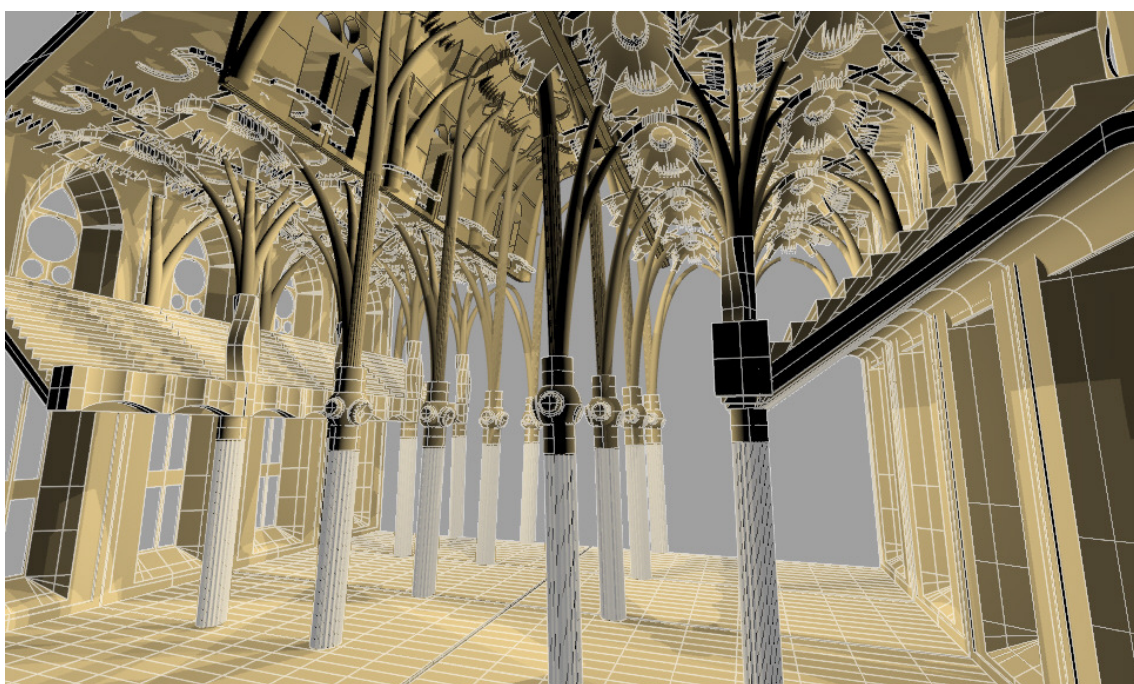
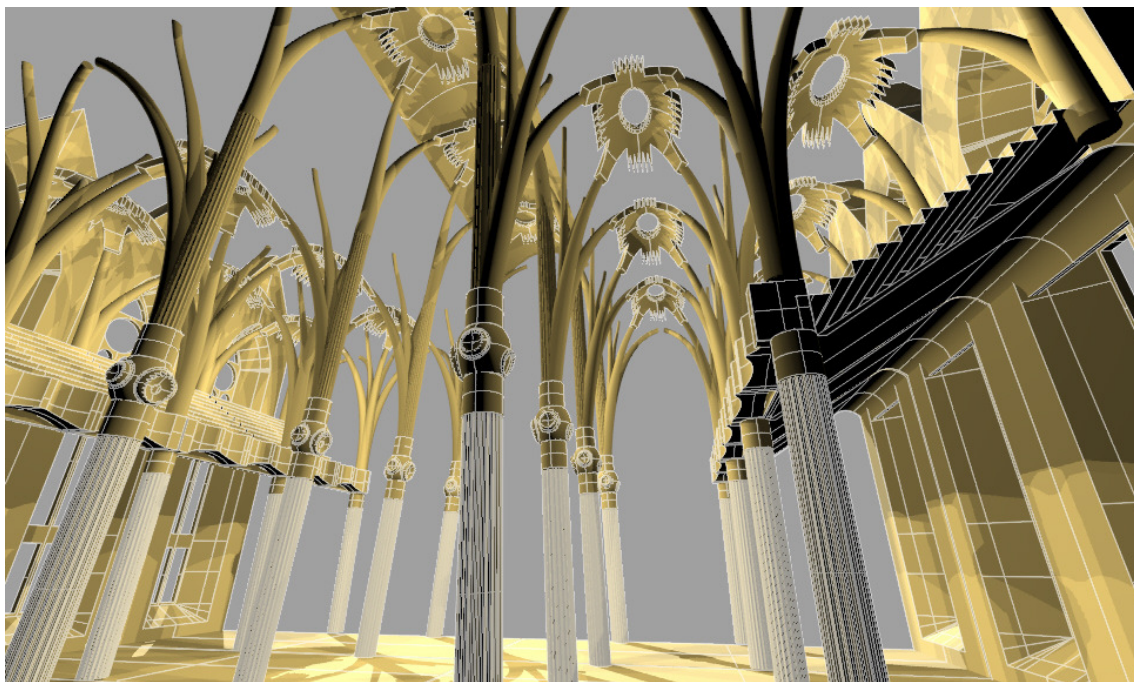


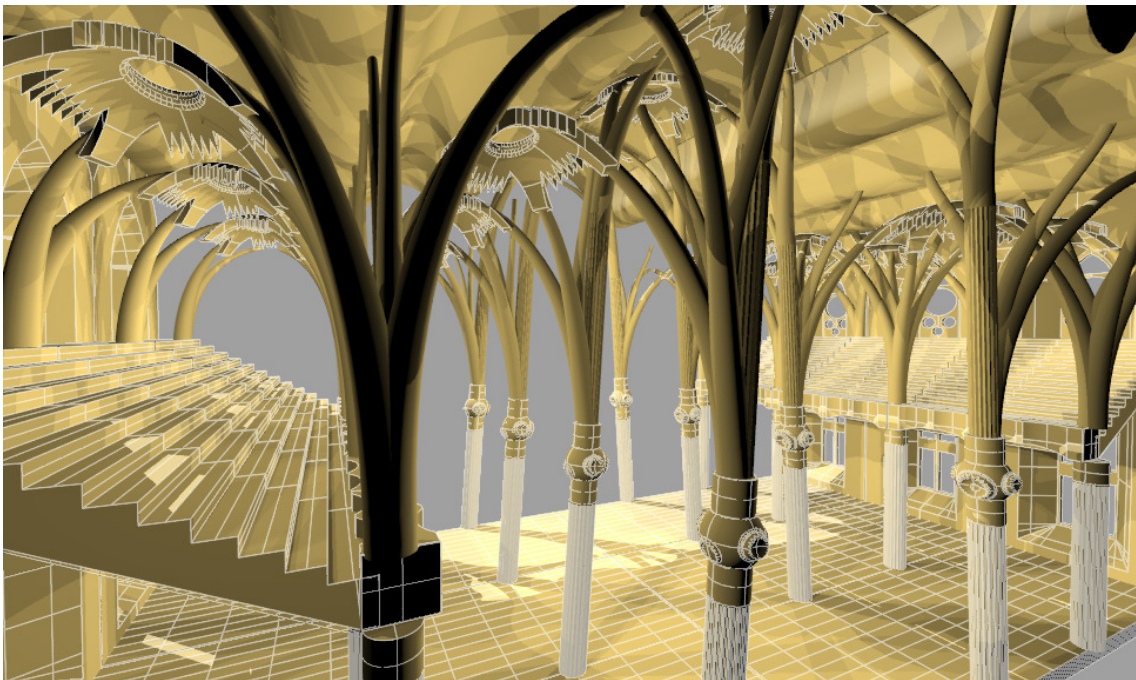
Aspecto del los ventanales de la nave central y grabado del frente del proyecto primitivo del Arquitecto Francisco de Paula Villar . La cripta y basamentos descansan bajo los actuales . El proyecto definitivo se le encargó a Gaudí , con la edad de treinta y un años .

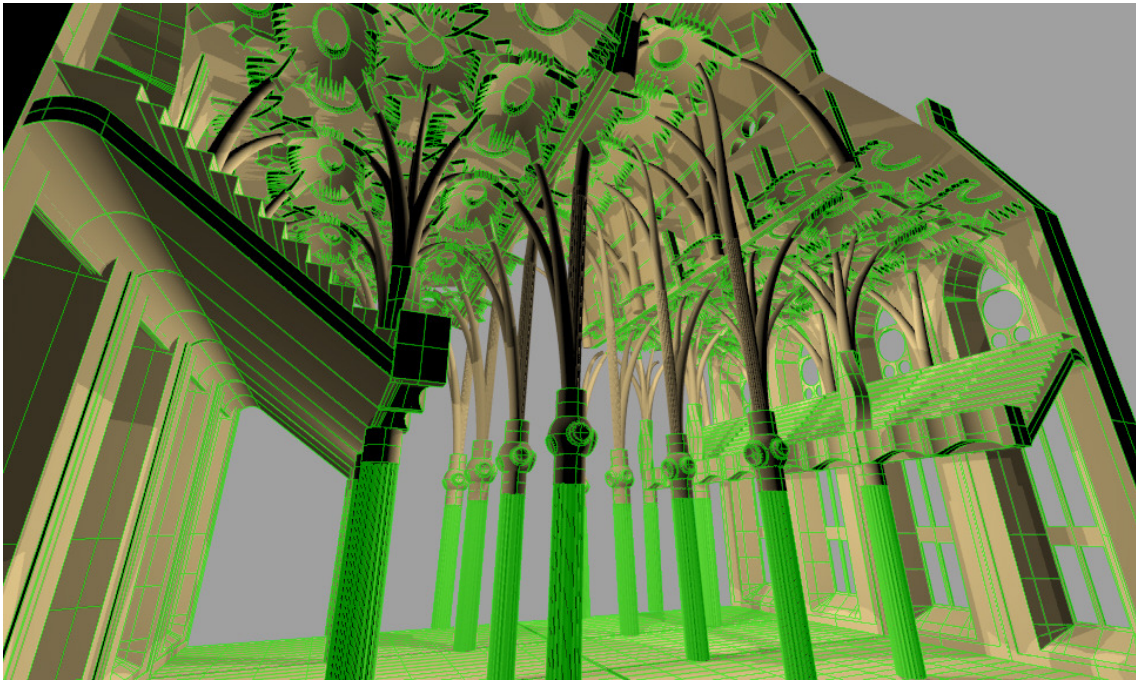
El Bosque Gaudiniano











En base a estos análisis de ciertas formas (curvas y superficies) utilizadas por Gaudí , nos hemos propuesto hacer una nueva propuesta del conocido templo de la Sagrada Familia .No se trata de un intento de maqueta de la que actualmente se está construyendo en Barcelona , que dejó empezada el genial Arquitecto . Pero si tomando aspectos básicos de su geometría . Estos aspectos son :

- 01- Planta en cruz latina para la iglesia .
- 02- Cinco naves , central y dos laterales , la central más ancha y exenta .
- 03- Las dos laterales extremas , con gradas .
- 04- Cubiertas simulando el bosque , como en la original , pero simplificando los elementos pseudo vegetales .
- 05- Cubierta simplificada a doble agua .
- 06- Módulos de cerramientos laterales de naves , simplificados .
- 07- Aperturas en las partes altas de la nave central .
- 08- Cuatro fachadas con torres , simplificadas .
- 09- Eliminación del recinto rectangular exterior . La forma en cruz y las fachadas formaran el conjunto exterior .

Los estudios , seguirán el orden siguiente :

A – Diseño del pórtico base central con :

A1- Nave central .

B1- Nave lateral 1ª - libre .

B2- Nave lateral con graderío .

C Elemento cerramiento de naves

D Crucero .

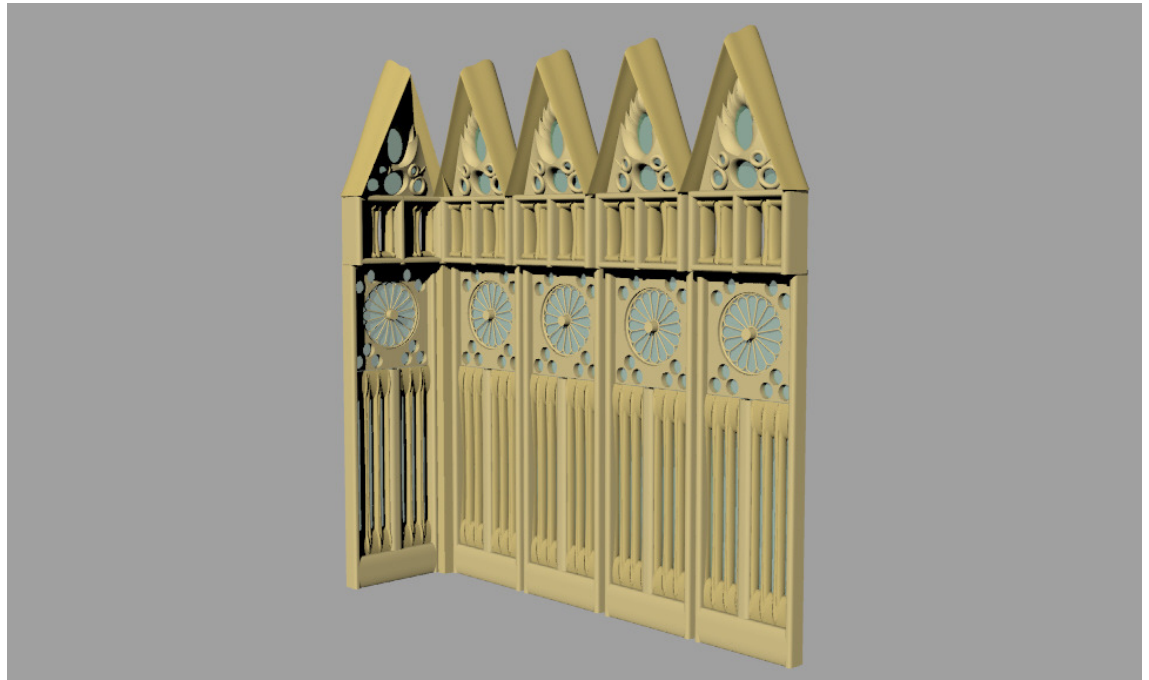
E Cuatro Fachadas

F Cubierta envolvente .

Dos montajes , el interior de naves y el exterior envolvente , con torres y fachadas .

**SEGUNDA APROXIMACIÓN GEOMÉTRICA A LOS MODULOS DE
CERRAMIENTO DE FACHADAS LATERALES .**



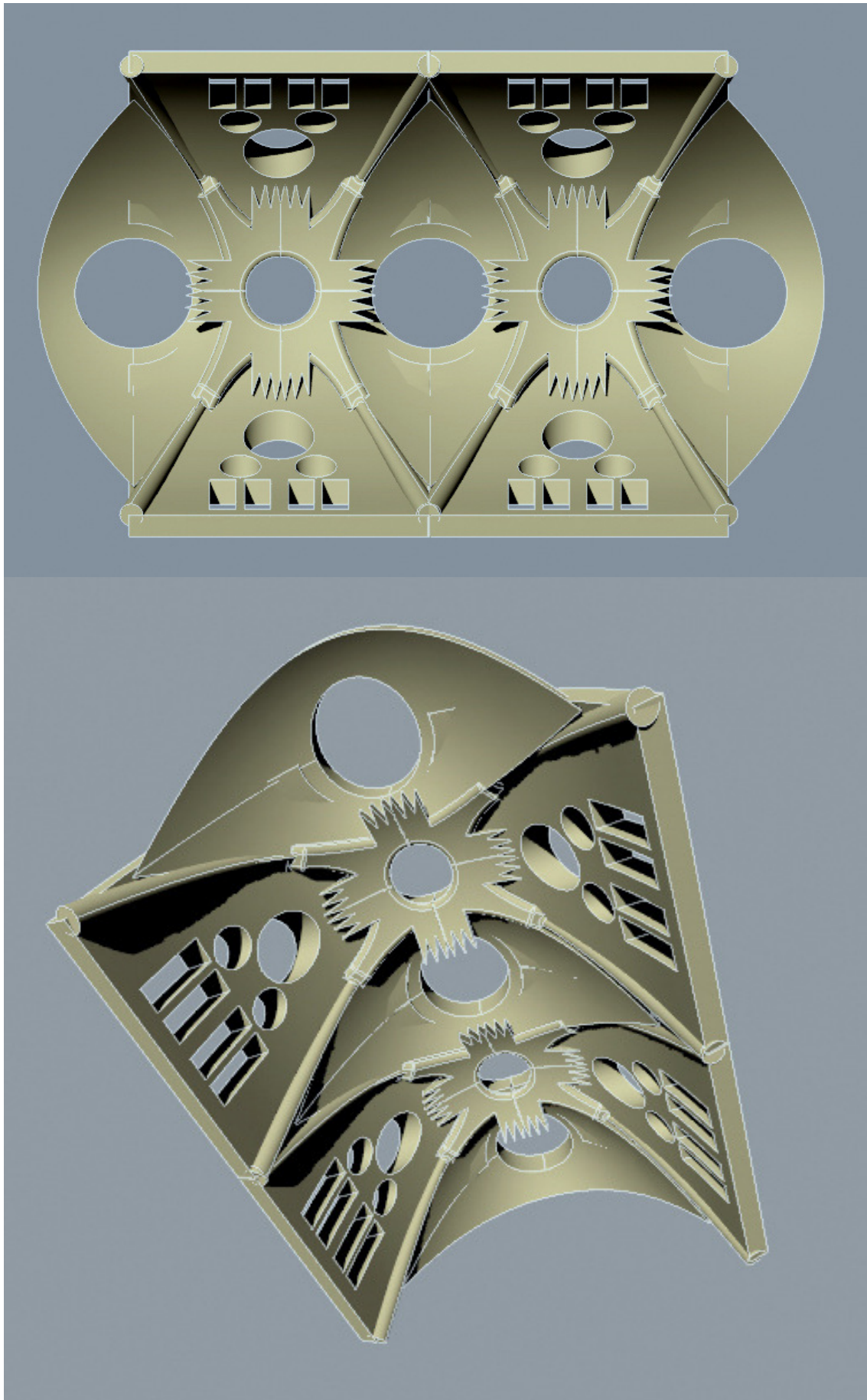


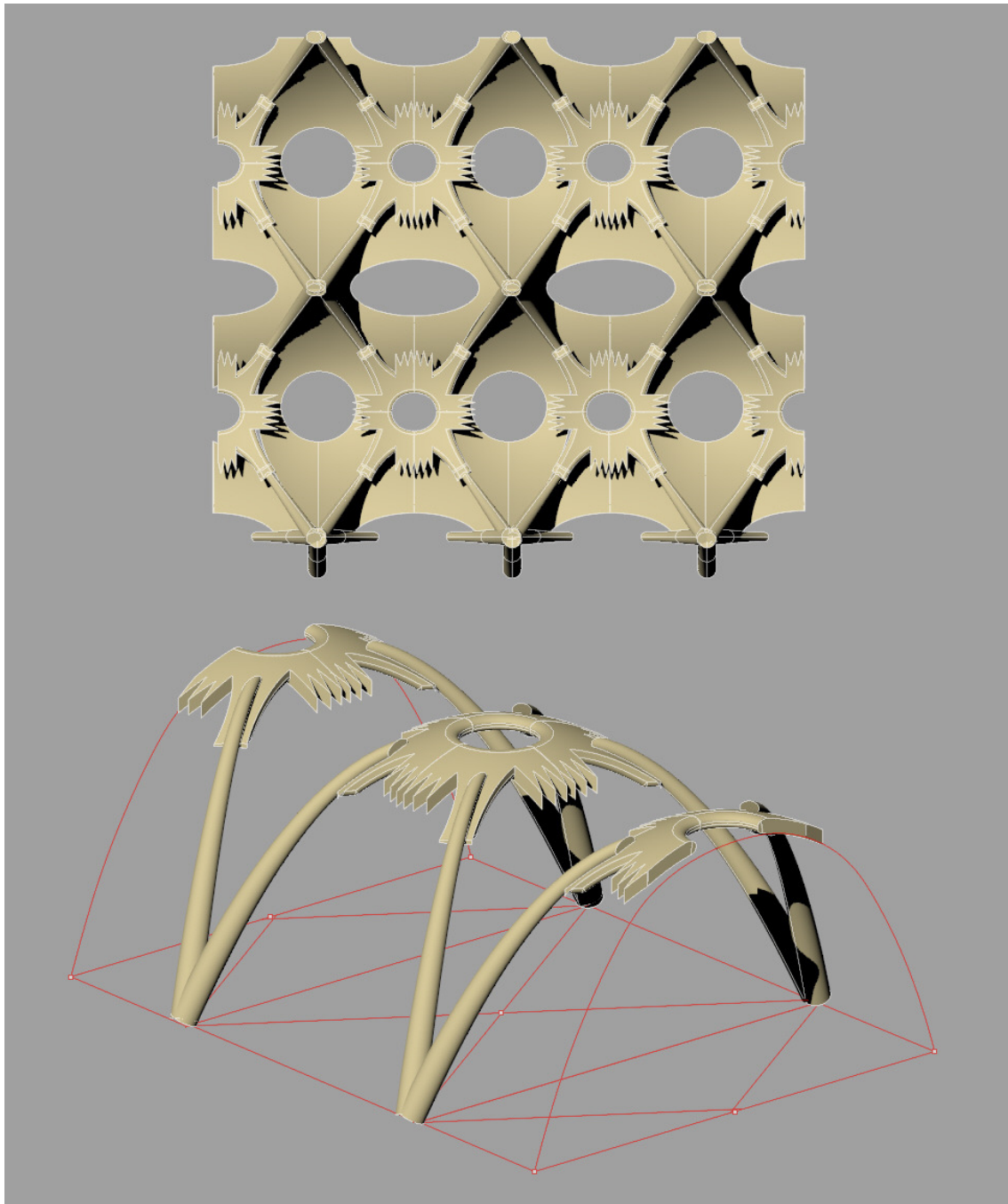
Los módulos laterales de cerramiento , tienen una geometría en el edificio , sumamente complicada . Tienen tres partes claramente diferenciadas . Una parte alta triangular con unas superficie complejas , que en la lámina aparecen simplificadas , aunque algo más complejas que las primeras .

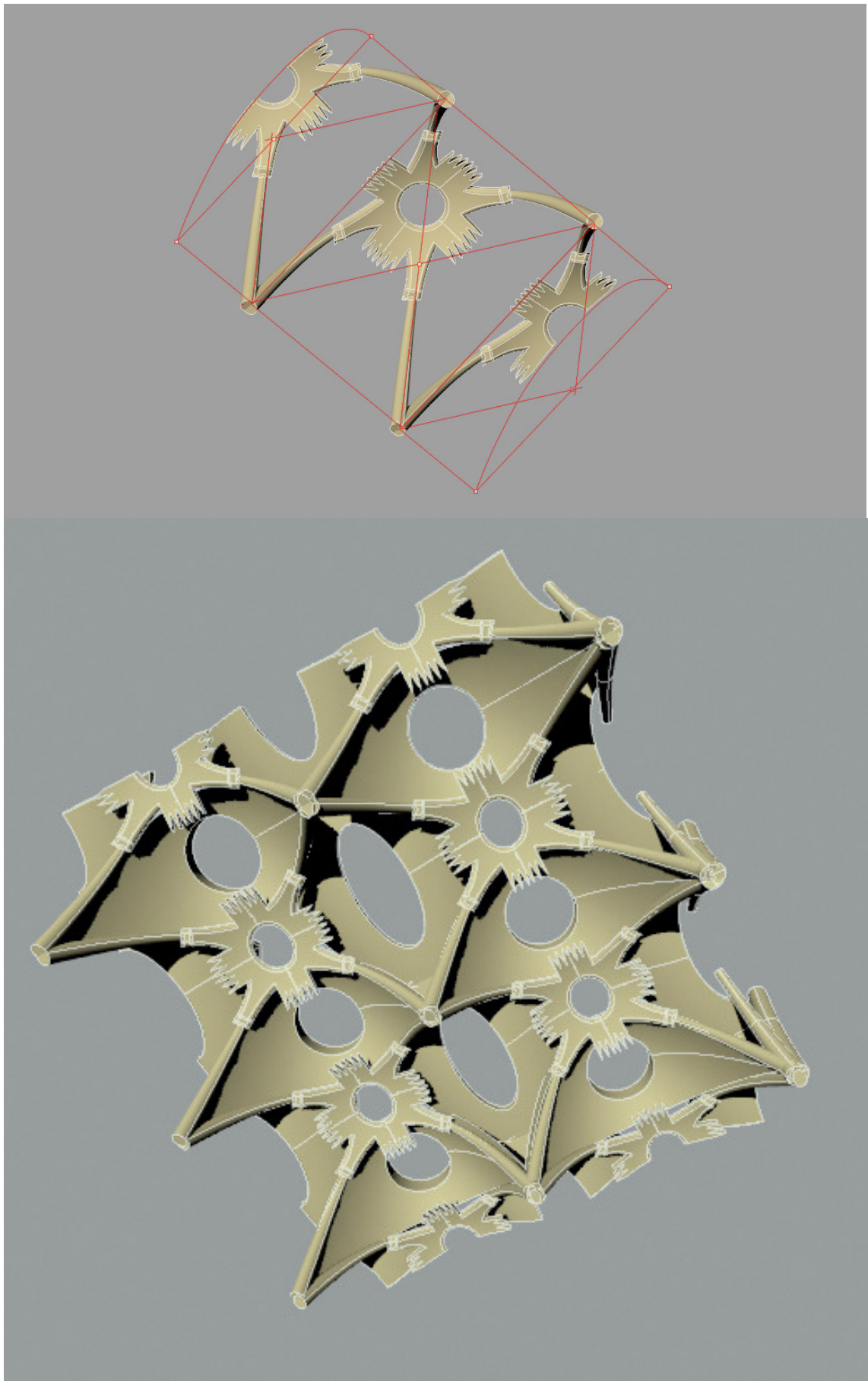
Una segunda parte en galería , de cuatro huecos , por módulo , algo menos complicada .

Una tercera parte , que incluye unos rosetones y unos ventanales alargados (4) , con remates en ternas de huecos circulares .

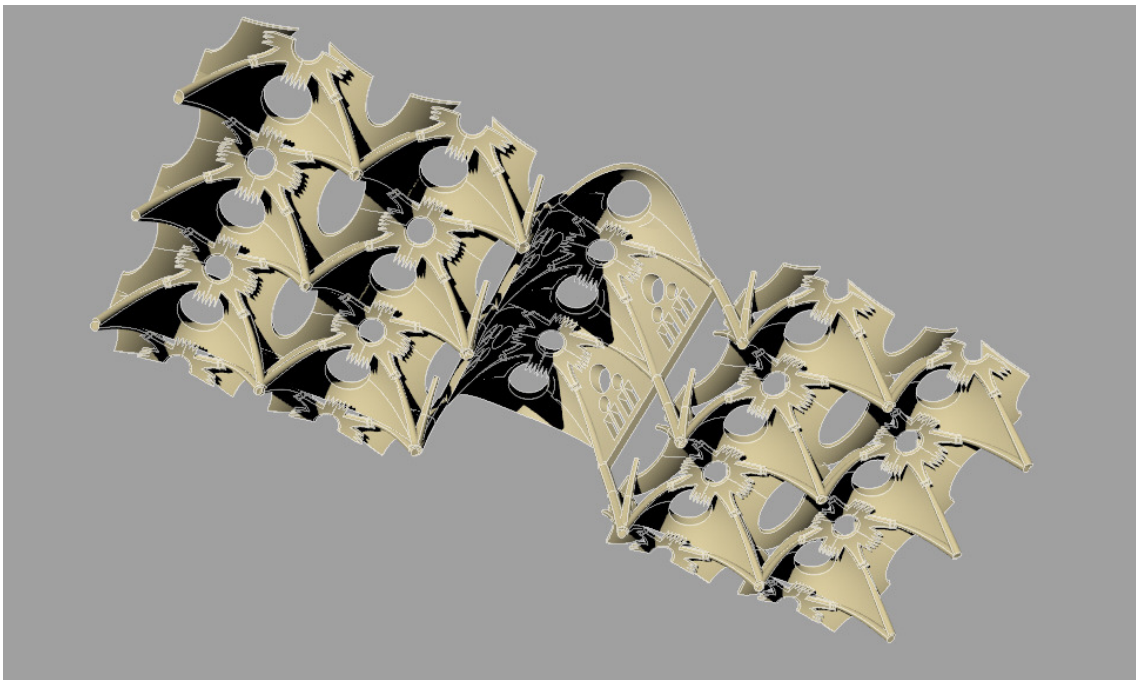
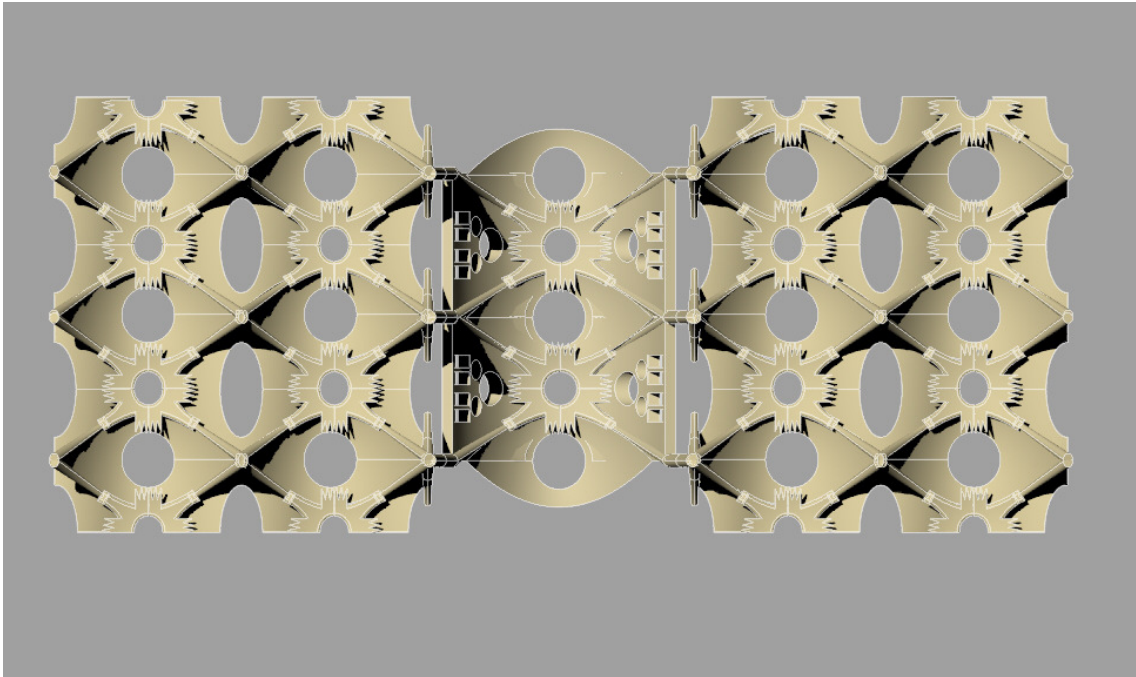
No hemos representado esta solución , dejando la más elementalizada , ya que los archivos serían de gran peso , y dificultarían su manejo .

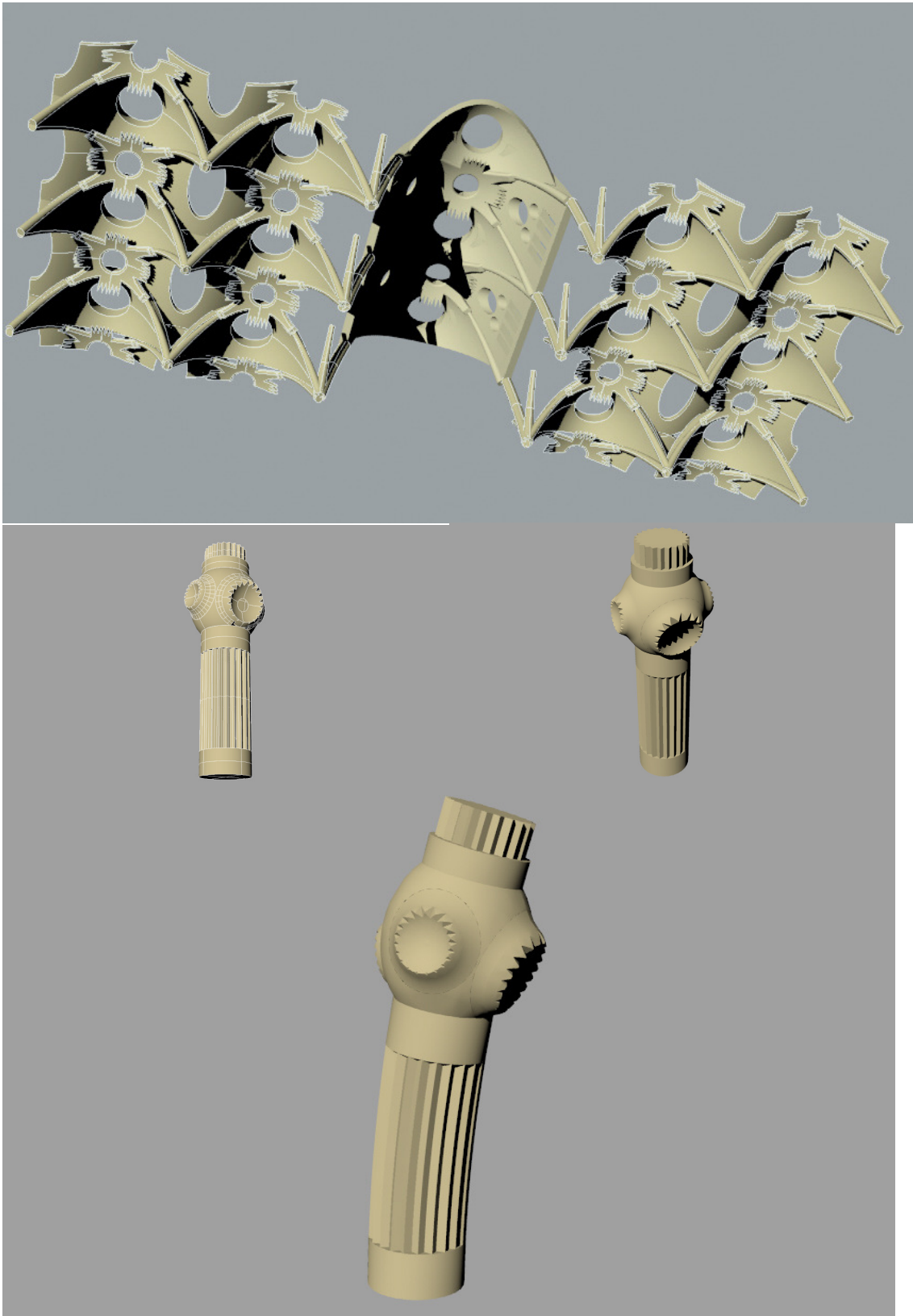
MODULO CENTRAL DE CUBIERTA .

MODULOS DE CUEBIERTAS LATERALES



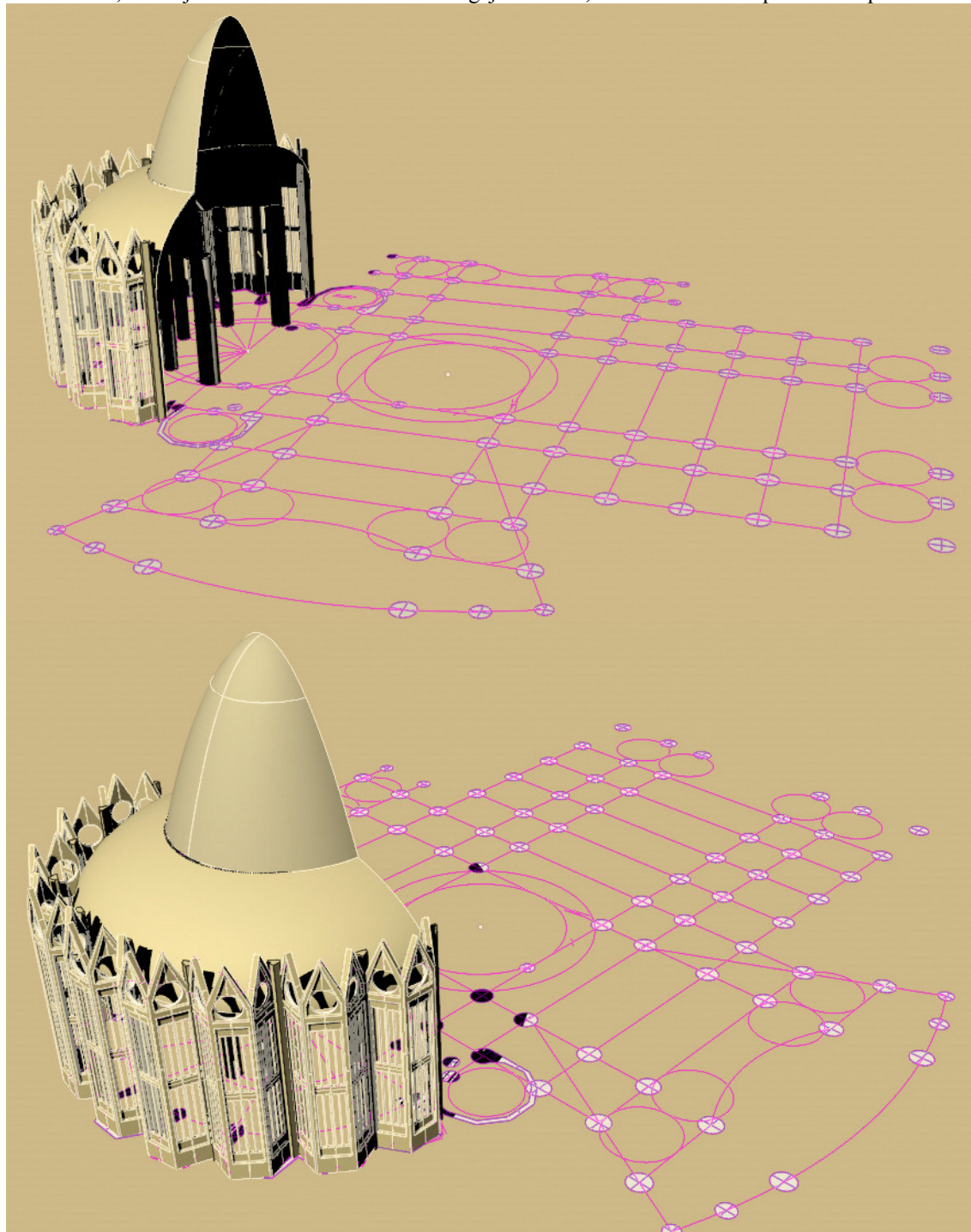
VISTA INFERIOS DE CUABIERTA DE CINCO NAVES .





Las columnas de la nave central y del crucero , aparecen estriadas y con un nudo (de árbol) como capitel , semejante al que aparece en estas láminas superiores . Incluso en algún caso las columnas son curvadas ó inclinadas , para absorber esfuerzos , ya que en esta edificación , no hay contrarrestos en arbotantes y botareles , lo que las diferencia con el Gótico , aunque algunos tratan de equiparar este templo a esos estilos . Las cargas pasan directas al basamento , mediante estas inclinaciones . Esto hace posible el construir esta edificación , por partes independientes , ya que tienen su estabilidad por separado .

Esos nudos , asemejan de nuevo el árbol . con desgajamientos , de ramas troncos perdidos superiores .

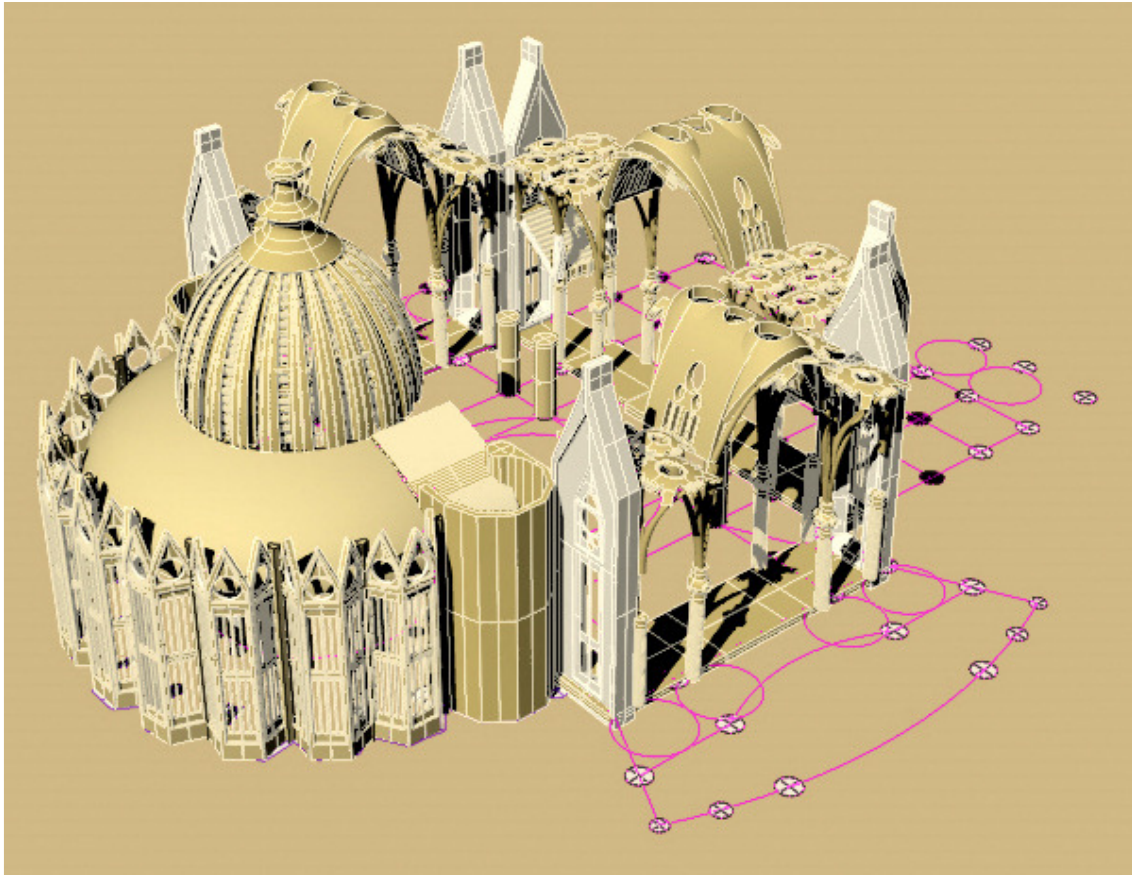


Como se ha dicho anteriomenteel ábside , está cubierto por dos bóvedas , una tórica y otra elíptica , la elíptica de tipo similar a las torres , pero más chaparrota . Las dos primeras capillas , son realmente dos torres en espiral , que unen con el crucero (no aparecen reflejadas en la figura .

Si en la siguiente , aunque sin cubrir .

La torre sobre el crucero , similar pero mucho más esbelta , es de gran altura y se denomina de Jesucristo . Sería una de las torres más altas de Barcelona , destacando incluso sobre las otras .

En la siguiente lamina , se representa el ábside y el crucero formado por los tres pórticos sobre el cuadrado . No se representa la alta torre central , para su mejor entendimiento . Esta torre estaría soportada en los cuatro soportes centrales del crucero , totalmente cuadrado .

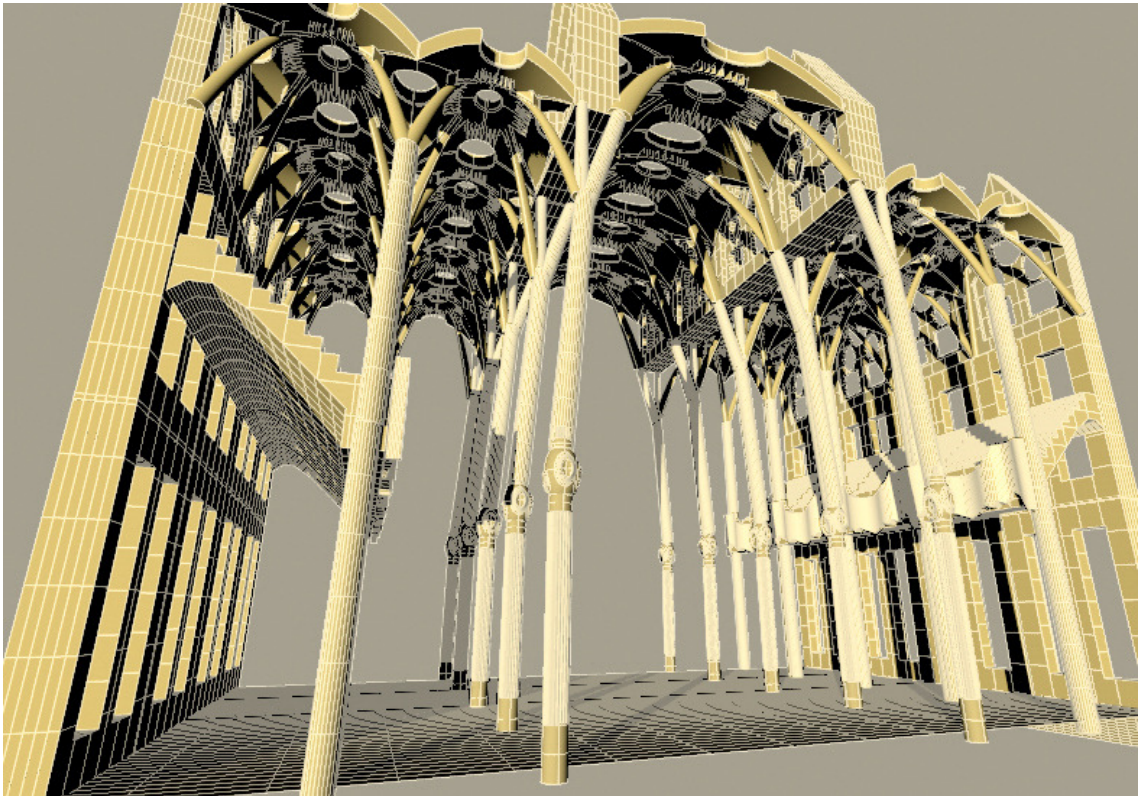


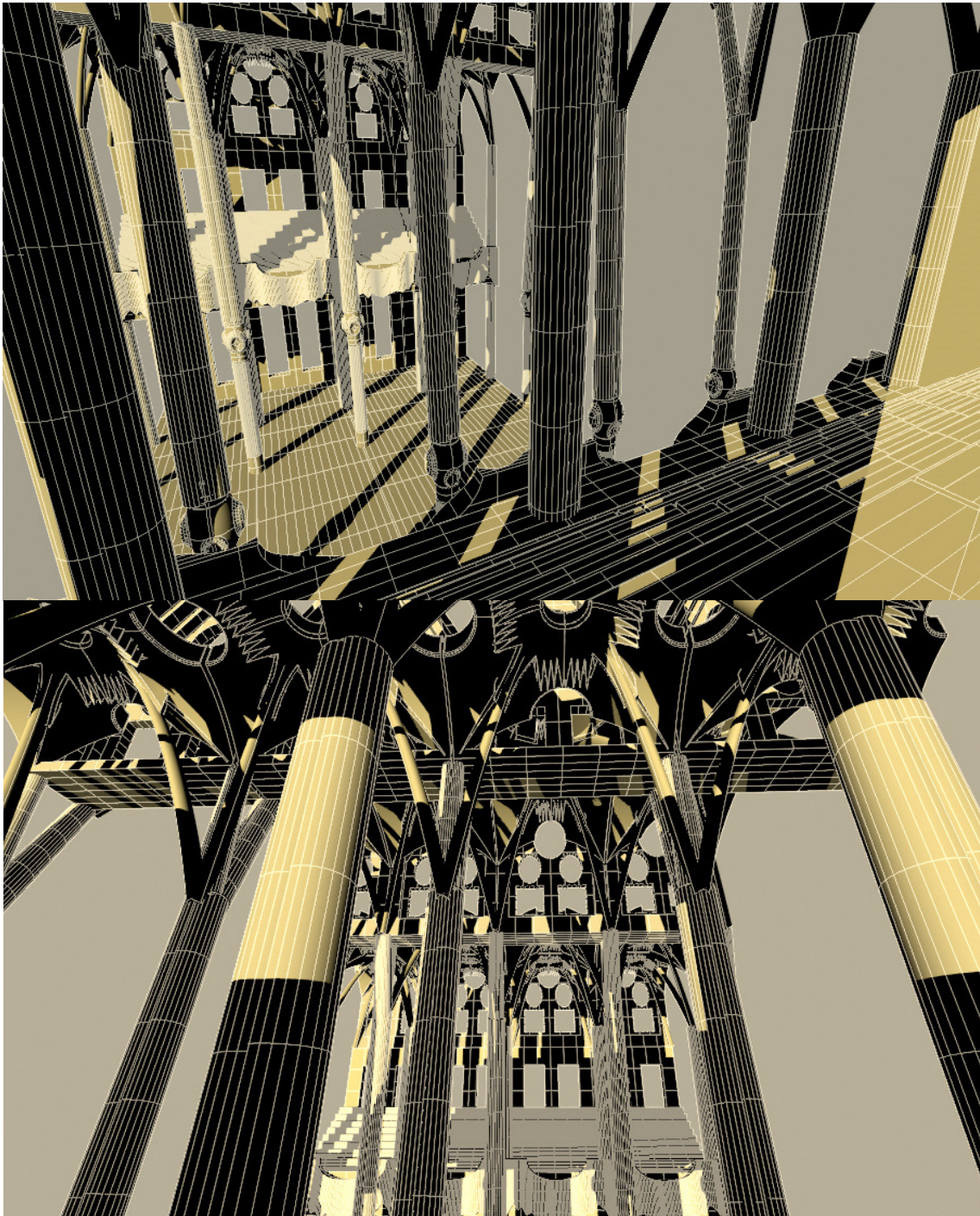
PORTADAS DEL NACIMIENTO Y DE LA PASIÓN . Bocetos simplificados de base .

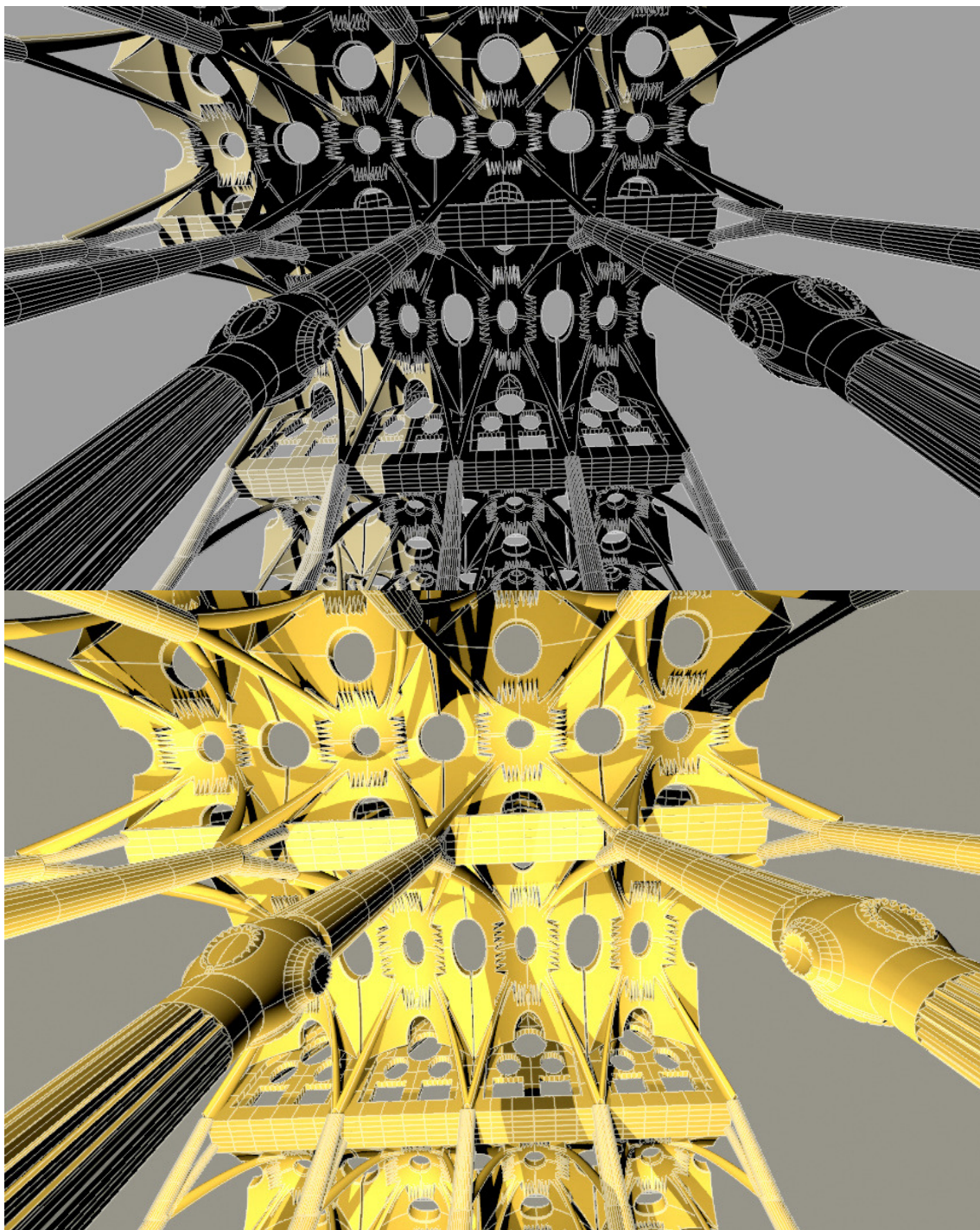
Estas dos portadas , están en las dos alas de la cruz latina de la planta . Cada una tiene cuatro torres , dispuestas en dos pares , una ligeramente más alta que la otra .

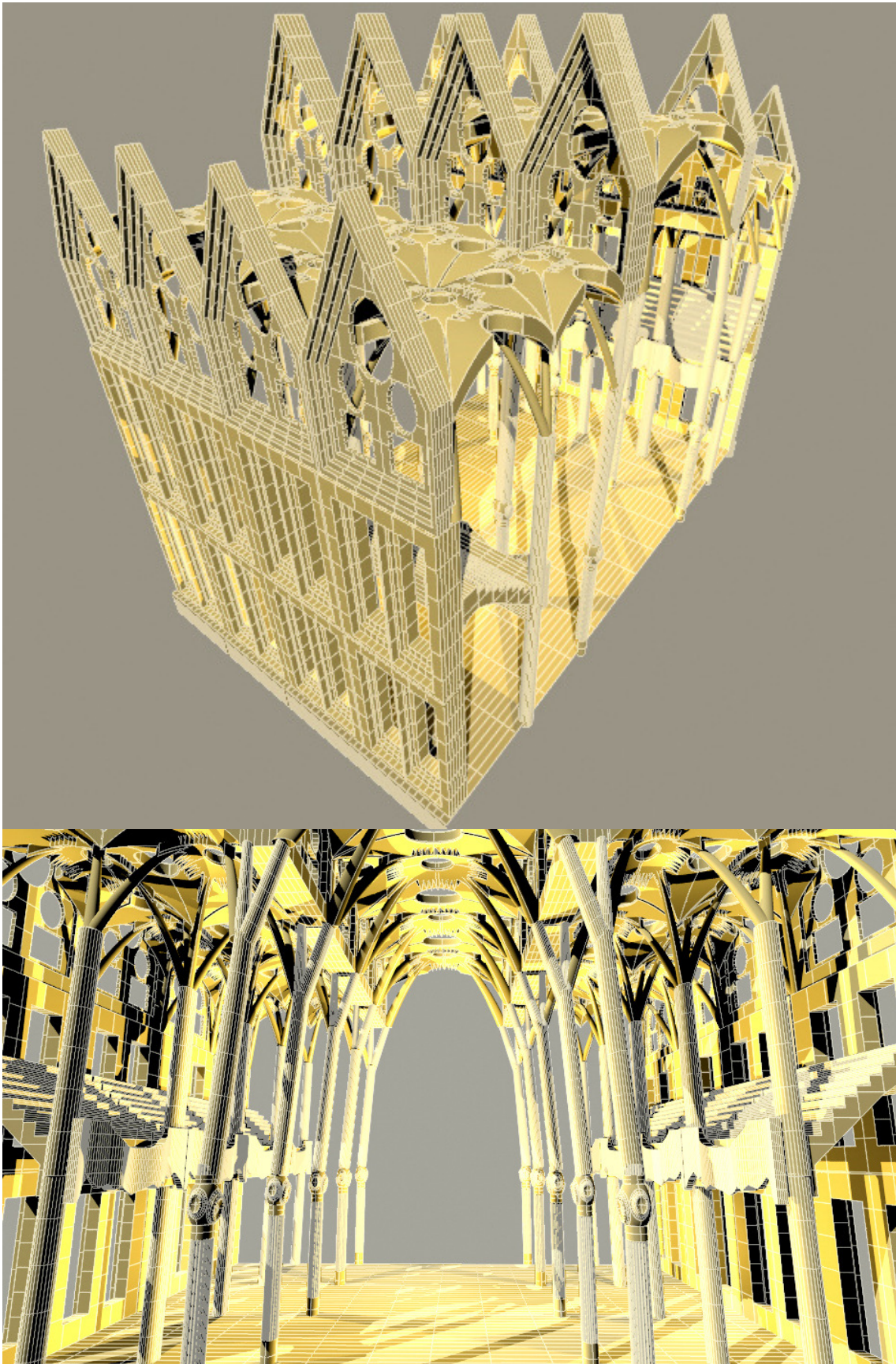
Su forma puede ser considerada en medio elipsoide , rematados por un hiperboloide reglado en lo alto , cada una . Después de remate final una figura escultórica poliédrica de base , que luego se distorsiona en parte . Son los apóstoles ó figuras bíblicas conocidas .

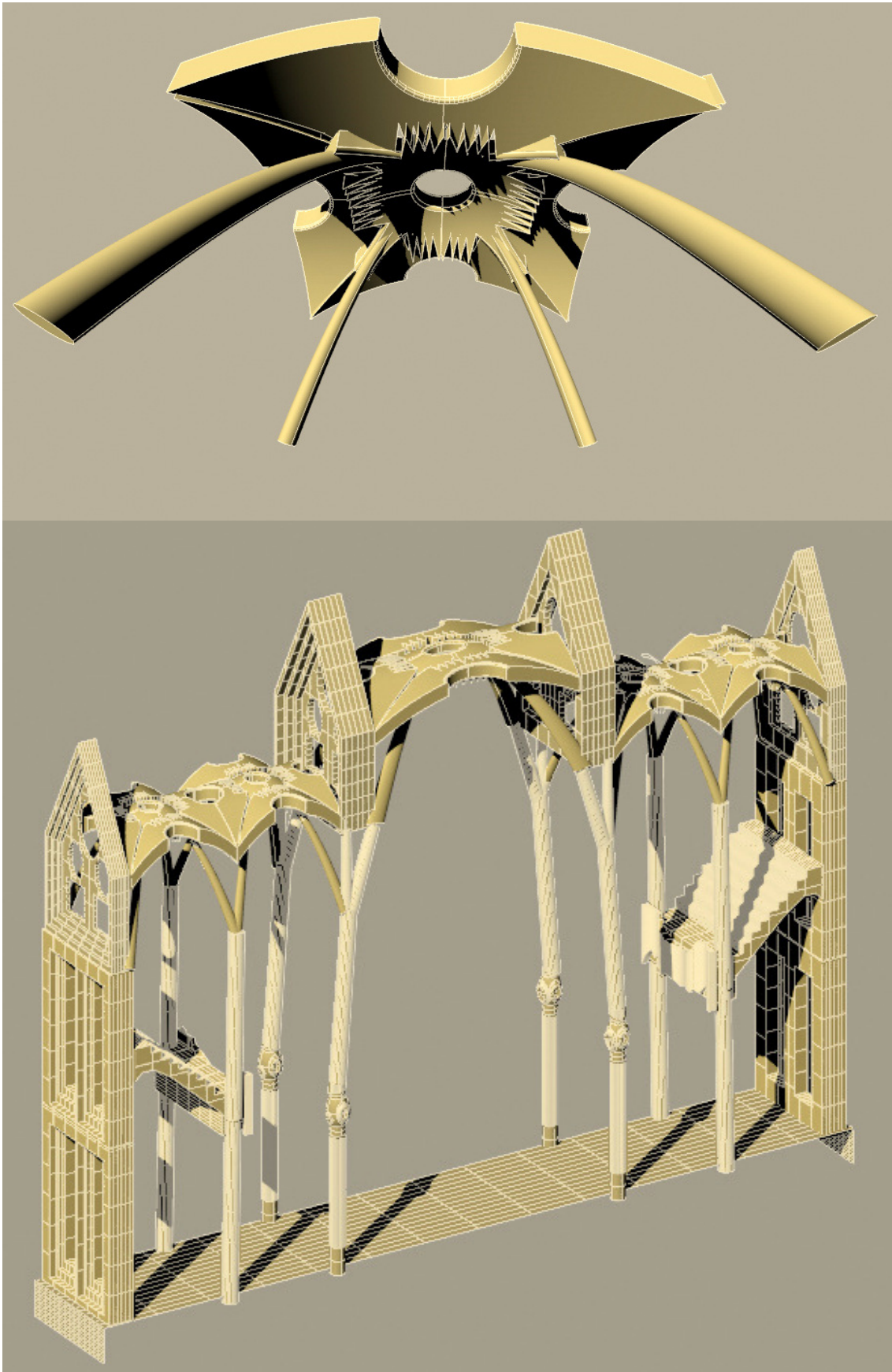
Para el análisis que proponemos , será suficiente el conjunto de cuatro torres y el porche porticado similar en ambas . En las láminas aparecen el esquema tridimensional de ambas ,

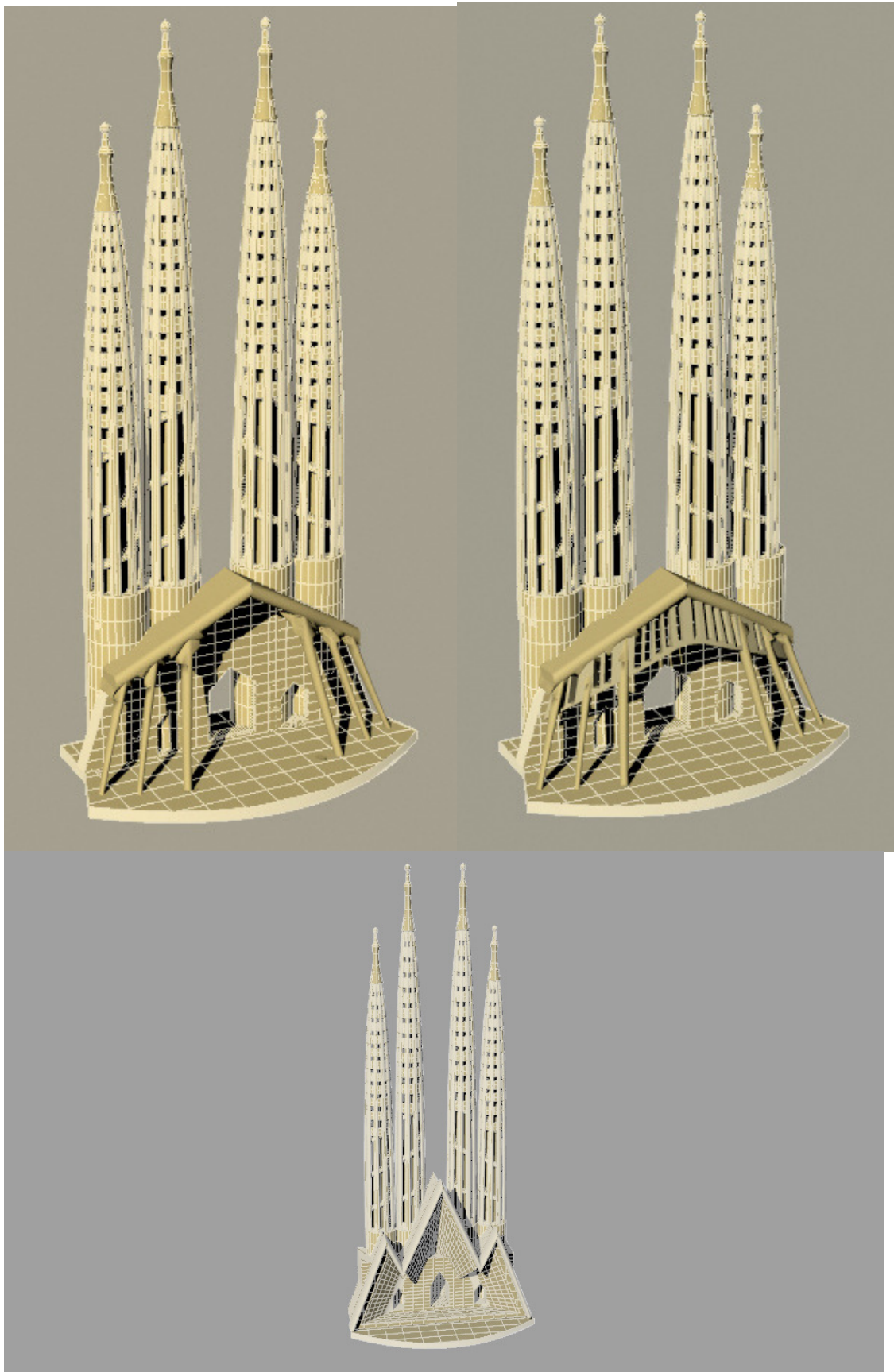












ESTADO ACTUAL DE LA FACHADA DE LA PASIÓN .



LOS NUMEROS MÁGICOS DE GAUDI :


En la documentación de aquí sobre la Sagrada Familia , aparecen cierto números , con cierta preferencia , Un Criptograma famoso de dieciséis números , dispuestos en un cuadrado de 4x4 subdivisiones , suman en cualquier dirección 33 (la Edad de Jesucristo) .

No conozco ninguna otra interpretación de este misterioso lenguaje gráfico y es de pensar que Gaudí lo plantease así por algún motivo escondido .

Existe otro Criptograma de esas mismas características en matriz de 4 x 4 cuadrada , que tiene grandes similitudes (sino todas) con el celebre de Gaudí . Para ello hay que disponerlos con ciertos cambios consistentes en simetrías respecto a sus dos diagonales . Uno respecto a una y el otro a la opuesta . Pueden apreciarse ahora , que de los dieciséis números , catorce ocupan LA MISMA POSICIÓN Y LOS CUATRO RESTANTES , SON LOS DE GAUDI INCREMENTADOS EN UNA UNIDAD , O LOS DE DURERO DISMINUIDOS . Esto hace que en los de Gaudí se repitan dos números , que en el de Durero , no lo hacen . El de Durero , está formado por los 12 , primeros números , en el de Gaudí , dos números NO aparecen . El 12 y el 16 .

DOCE ERAN LOS APÓSTOLES , Y SUMADOS CUATRO MÁS ERAN DIECISÉIS .
Al no aparecer el dieciséis , quedan solo quince a los que restados dos , quedaban en TRECE .

¿ Quiso significar algo Gaudí con ello y relacionarse con Durero ¿

Superior			
criptograma de Gaudi			
1	14	14	4
11	7	6	9
8	10	10	5
13	2	3	15
Filas , columnas y diagonales , suman 33 Todos sus elementos suman 132			
			
criptograma de Durero			
16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1
Filas , columnas y diagonales , suman 34 Todos sus elementos suman 136			

Es posible que en la documentación que se quemó en el incendio de su estudio , hubiera alguna mención a esto , de momento nos caben más que conjeturas , pero parece demasiada causalidad . ¿ Que relación pudo haber entre Gaudí y Durero , no temporal , claro está ¿

Superior

Los dos criptogramas de Gaudí y Durero , aparentemente son distintos . Comprobemos que no lo son tanto , sino que uno proviene del otro . Para ello bastará cambiarlos por sus dimétricos diagonales . Uno de ellos respecto a una digagonal y el otro respecto a la otra .

De los 16 elementos , coinciden doce ; los otros cuatro serían los mismo si sumáramos una unidad a los de Gaudí , ó restáramos otra a los de Durero .

criptograma de Gaudí

1	14	14	4
11	7	6	9
8	10	10	5
13	2	3	15

criptograma de Durero

16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1

criptograma de Gaudí
inverso

1	11	8	13
14	7	10	2
14	6	10	3
4	9	5	15

criptograma de Durero
inverso

1	12	8	13
14	7	11	2
15	6	10	3
4	9	5	16

Diferencias entre los dos criptogramas

	11		
		10	
14			
			15

	12		
		11	
15			
			16

observese que restando una unidad a los de durero diferencas se obtienen los mismos resultados . ó bien sumándolos una unidad a los de Gaudí se obtienen los de durero



Esa diferencia de una unidad , es precisamente la de 33 (edad de cristo) con 34 .

Com estos dos Criptogramas , podemos confeccionar otros muchos , bastará sumar a los cuatro variables una misma cantidad (ó restar) , a todos . Dado que están en todas las filas y columnas , incrementarán todas estas y las diagonales . Podremos por tanto fijar la cantidad que cada cuatro sumen y el resultado se extenderá al resto . Podemos partir , entonces de la edad de Cristo . o la cantidad que queramos . En el caso del de Durero , la suma constante sería de 34 .

A lo largo de la Historia a estos criptogramas se les asocian poderes mágicos ó transcendentales y es posible que Gaudí les atribuyera , poderes especiales ,

MONTAJES O MAQUETACIONES COMPLETAS , DE EDIFICOS APROXIMACIONES A LA SAGRADA FAMILIA .

Con estas aproximaciones parciales , se pueden montar modelos ya completados , que a continuación representamos :

Dado el tamaño de los ficheros a montar , iremos haciendo partes del edificio hasta llegar al modelo completo , volviendo a reincidir , en que no se trata del templo en su estado actual , sino de aproximaciones .

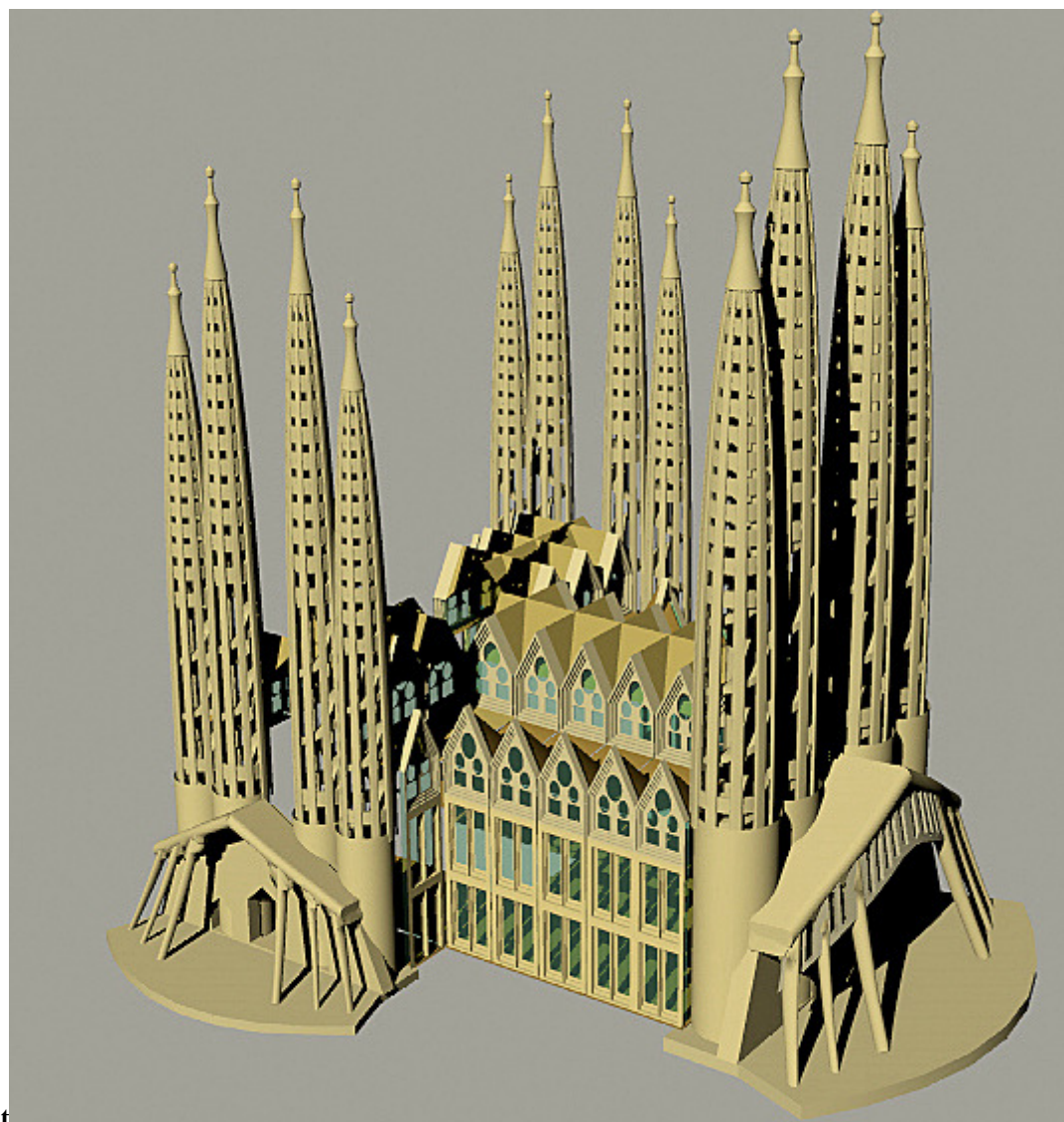
CUERPO EN “ T “ DE LA PLANTA Y PORTADA PRINCIPAL DE LA NAVE 5



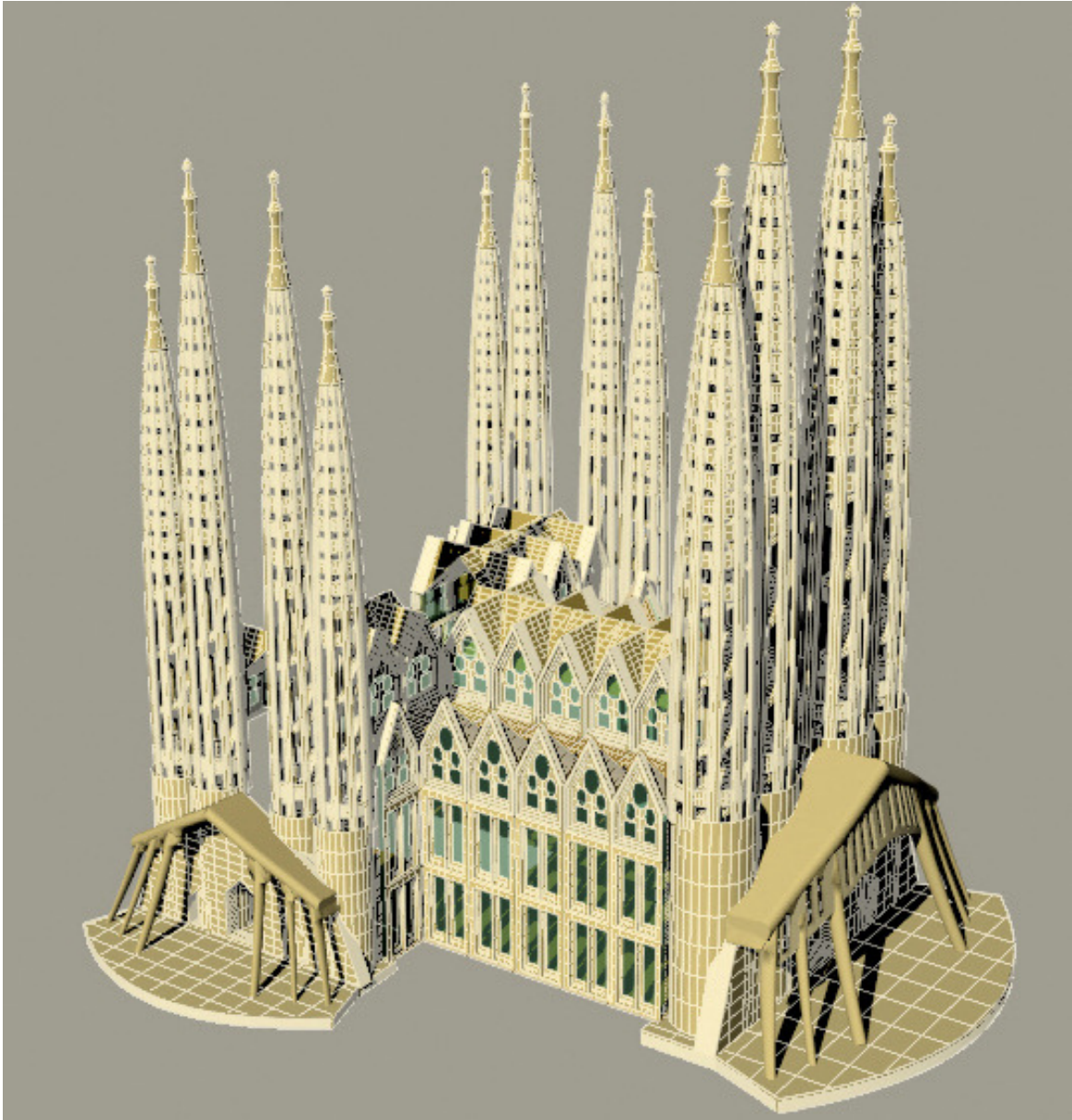
La misma resaltando el aristado u teórico despiece .
Recuerdese el conocido libro de le Corbusier ,... CUANDO LAS CATEDRALES ERAN
BLANCAS



**Cuerpo en “T” , con las tres portadas .
En tonos ocres .**



La misma en resaltados de aristas en blanco .

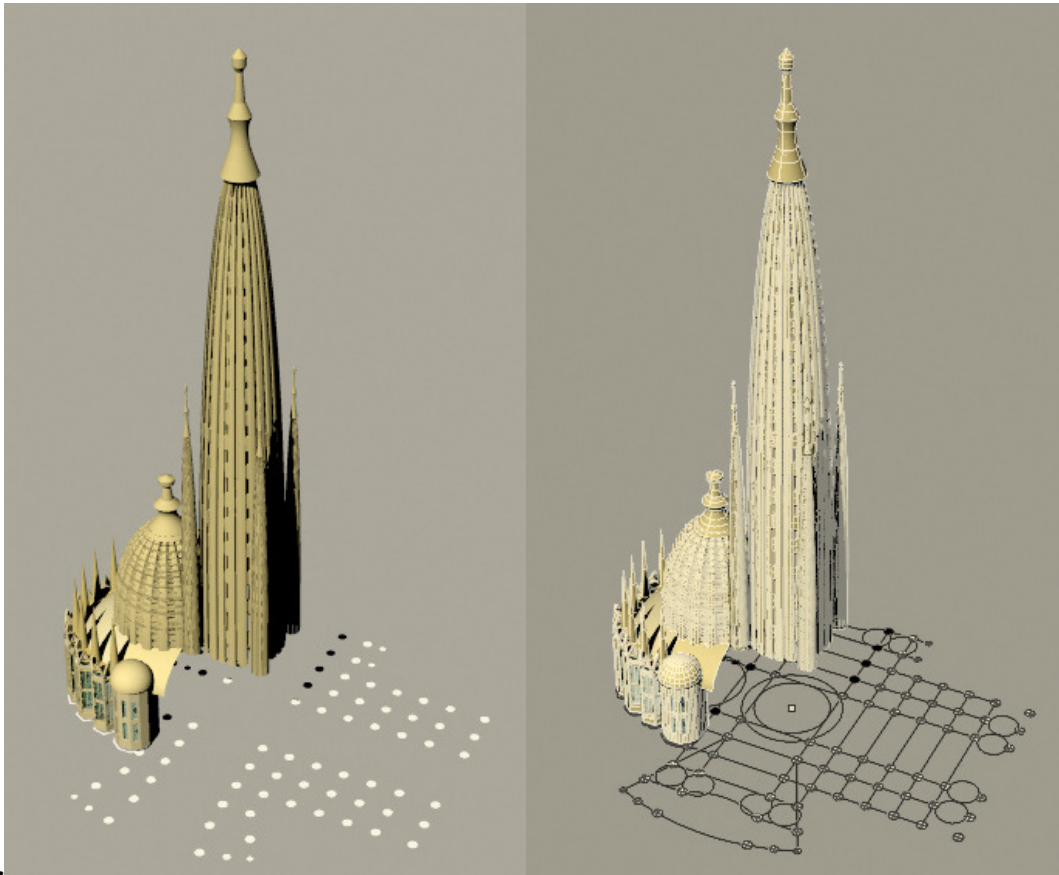


Faltan :

El Ábside completo y su remate torre . La torre en el crucero de Jesucristo y las cuatro torres más pequeñas . sobre el crucero .

Iremos presentando estas partes , por separado , para completar al final el templo completo (siempre sin la edificación de atrio exterior rectangular Distrae el conjunto del templo exento .

En la siguiente foto , se han montado ese ábside alveolado en siete alveolos y dos más grandes para escaleras . Se presentan sin la parte anterior , para ser mejor vistos . Tienen la bóveda –torre sobre al altar mayos y la del crucero ó de Jesucristo , con cuatro torres adosadas más pequeñas , hacieno por tanto el total de dieciocho torres

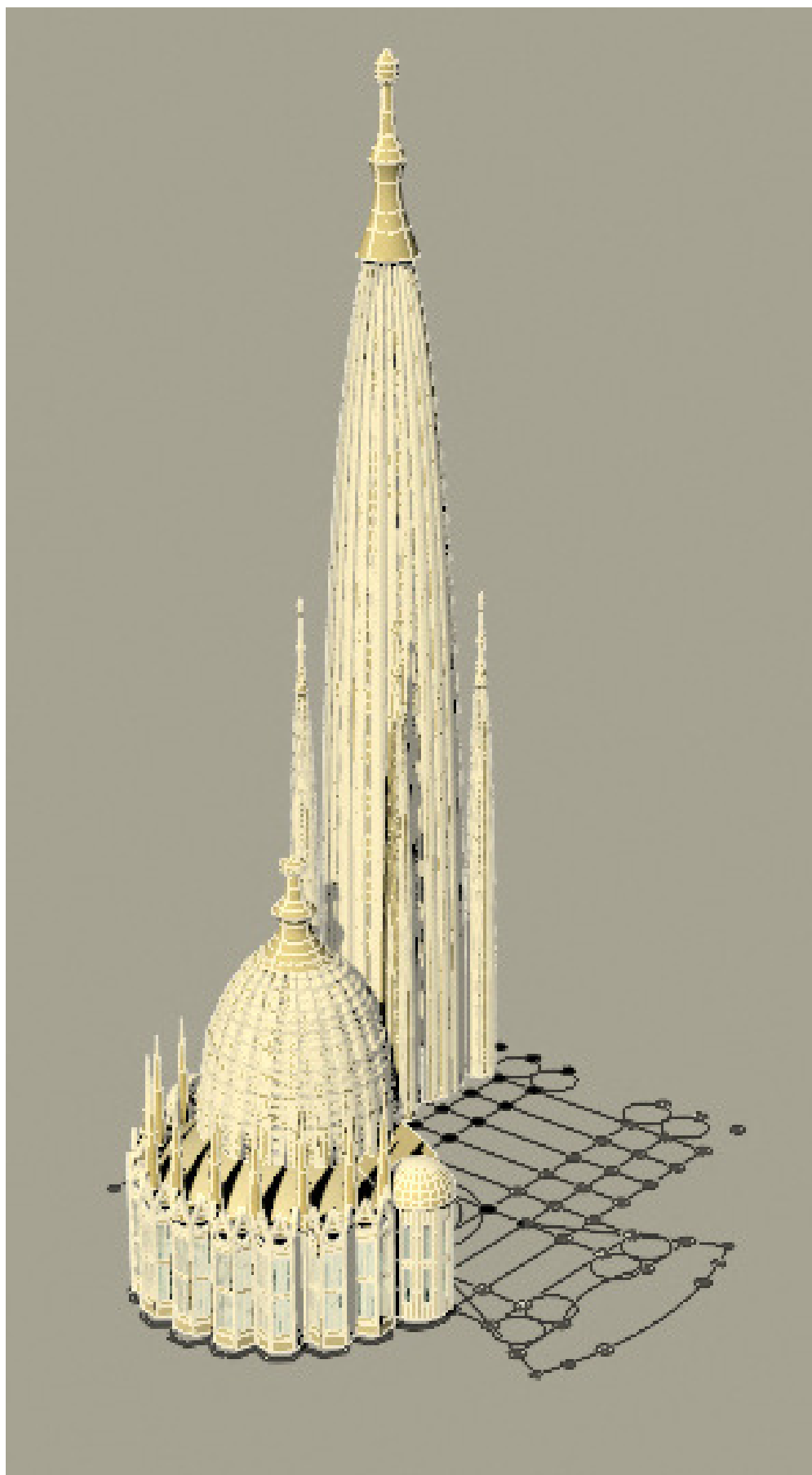


Esta parte complementa a la mitad anterior y da una perfecta idea de la geometría exterior formal del templo .

Recordamos que este aspecto formal exterior , concurre con ciertas arquitecturas islámicas , del entono mediterráneo . Gaudí era un gran admirador de esta Arquitectura y estudioso de ella ,

Por el interior y la planta de la edificación es tradicional Cristiana ó Católica . El transito entre las dos , definirían el influjo Judío (el muro de la lamentaciones) centrado en esos frontones de las tres portadas , con simples y serias puertas de entrada .

Para mejor ubicación se ha situado sobre el esquema Geométrico en cruz latina .

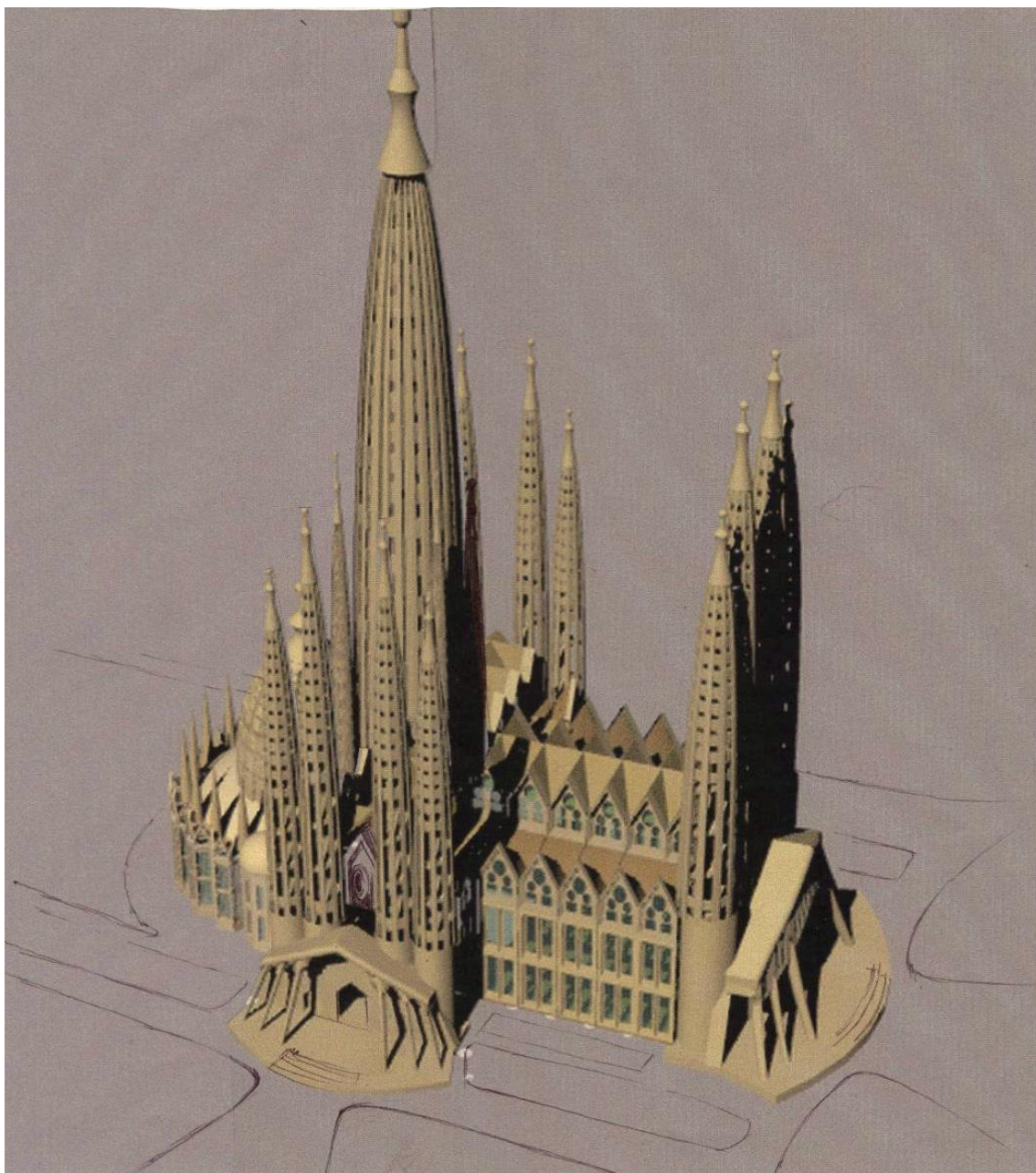


Finalmente aparece el montaje completo del templo con el atrio perimetral rectangular .

Ese mal llamado atrio , rectangular , lugar de transito a la ciudadela del templo , creo que no forma parte del templo , sino más bien de ese transito a la ciudad que le rodea , como protección si cabe . A los de dentro de los de fuera , ó a los de fuera de los de dentro , Cristianos e Islámicos , contra los Judios . Inerpretese como se quiera .

Este ejercicio de análisis , síntesis y cristalización formal , se plantearía como un curso de cuatro meses de duración , que acabaría con la propuesta ó aproximación personal , por parte de los alumnos , siguiendo esa metodología pre indicada , de carácter marcadamente geométrico natural .

MAQUETADO DE LA APROXIMACIÓN FINAL EN TRIDIMENSIONAL .
Programa empleado RHINOCEROS-FLAMINGO



Últimamente , hace unos pocos años , el avance de los medios informáticos ha permitido avanzar aspectos de este conocido templo de la Sagrada Familia y narrar sus posibilidades de virtualización . Han sido algunos los intentos de avanzar al espectador , posibilidades (siempre

interpretadas , dadas las ausencias de documentaciones reales) de cómo este inacabado templo podría aparecerse en un próximo futuro .

Han suscitado grandes problemas y críticas y hasta situaciones legales todavía sin resolverse .

Entre ellas destaca la interpretación de Toni Meca , presentada en Nueva York , con gran y aparente éxito hace solo tres ó cuatro años . Las impresionantes posibilidades de equipos informatizados , de gran potencia , manejados por gran número de técnicos de todo tipo , han permitido confeccionar un modelo de más de 35 millones de caras (presume de ser el modelo virtual más grande de un edificio , efectuado hasta el momento) que virtualmente pone al espectador , realmente sobre un modelos , bastante ajustado , a lo conocido hasta el momento .

De indudable calidad , es conocido mundialmente este trabajo . El nuestro , humilde en sus intentos , no tiene comparación real y no lo ha pretendido nunca . Es un modelo al alcance del usuario modesto y sobre todo al estudiante de Arquitectura , que no ha entrado en el fenómeno Gaudí .

El montaje , de ciertas `partes esenciales del modelo aproximado (no más de treinta elementos) permite asociarlos de muy diversas maneras , obteniendo otras respuestas a mismo caso . Posiblemente algunas de ellas , hubiesen estado en la mente del autor .. mucho más escultóricamente tratadas .

Avanzamos este juego final , que a algunos les podrá merecer un calificativo minorado , pero es lo que es ... un juego compositivo , con esos elementos . El lector así lo debe juzgar .

OTRAS APROXIMACIONES

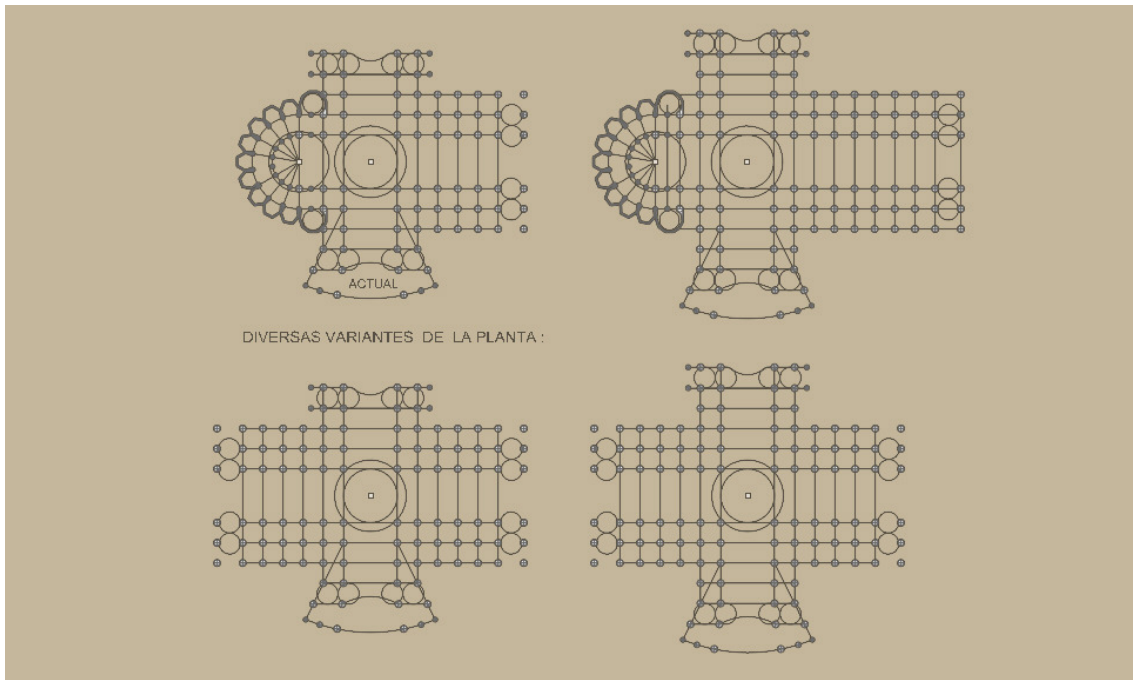
Hemos tenido que confeccionar elementos estructurales de las naves y sus cubiertas . El lector ya los conoce . También hemos tenido que buscar aproximaciones de módulos de cerramientos y fachadas . Elementos de torres y portadas .. etc . Están en el trabajo y el lector los enumerará y utilizará a voluntad , desde los más simplificados , hasta los más complejos .

Esta es realmente la conclusión de este trabajo . Su utilización para la discusión y la docencia . Creemos que se entenderá el resultado visible , de la edificación , bastante más simple y poéticamente , tratando estos elementos de composición del edificio . Adornándolos de tanto ornato , como el lector sea capaz de adosar y trabajar .

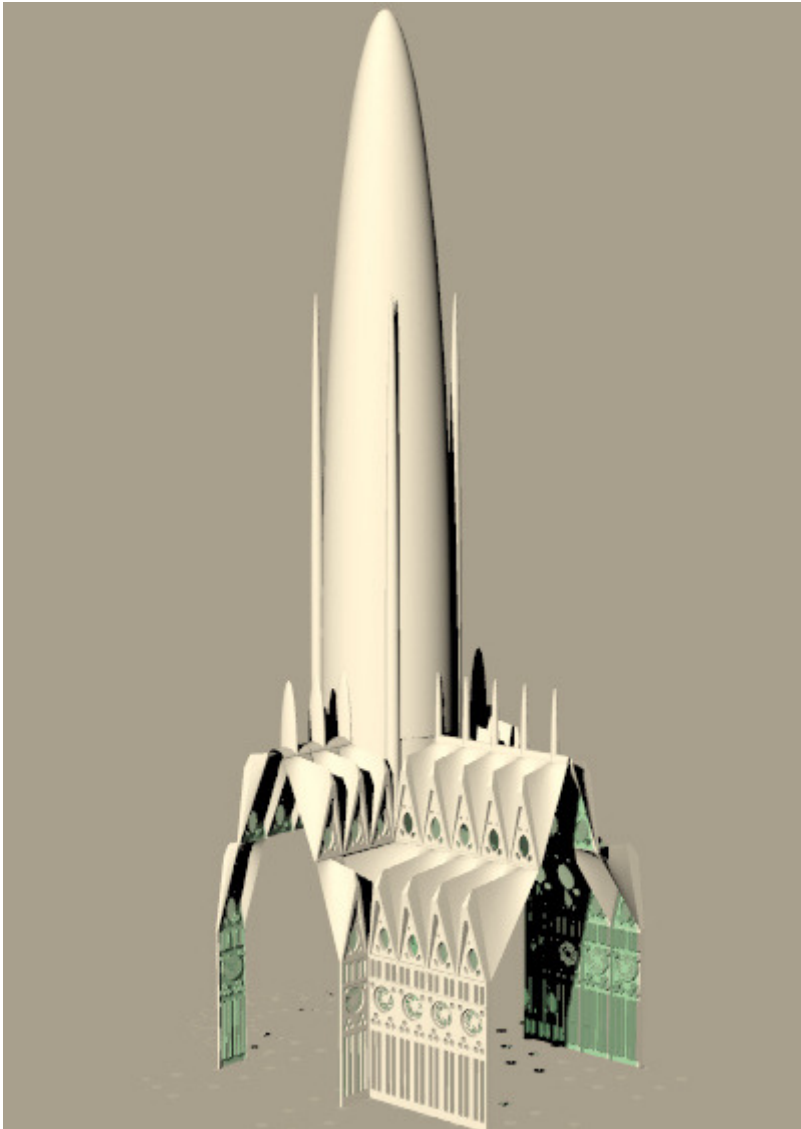
Pasamos por tanto a presentar otras posibles aproximaciones a este edificio ó similares soluciones , que no absoluto pretenden competir con la maravillosa obra de Antonio Gaudí . Si jugar , como el debió jugar , siempre contemplando la naturaleza :

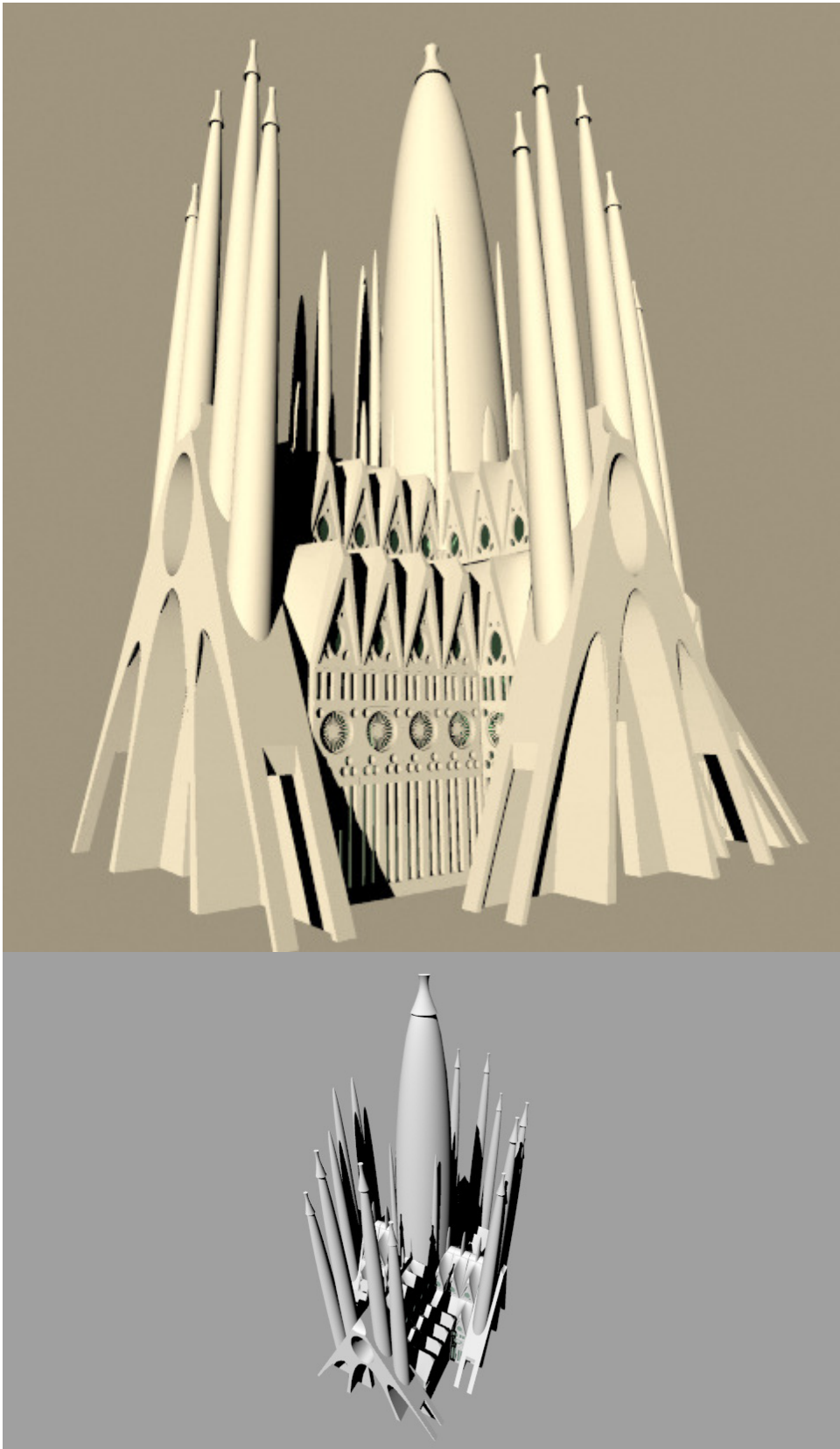
Se han jugado preferentemente con unas composiciones de la cruz de planta y manteniendo siempre la torre central (la denominada de Jesucristo) . Esta parte central permanecería fija , con mayor ó menor altura de la torre y sólida o calada ,

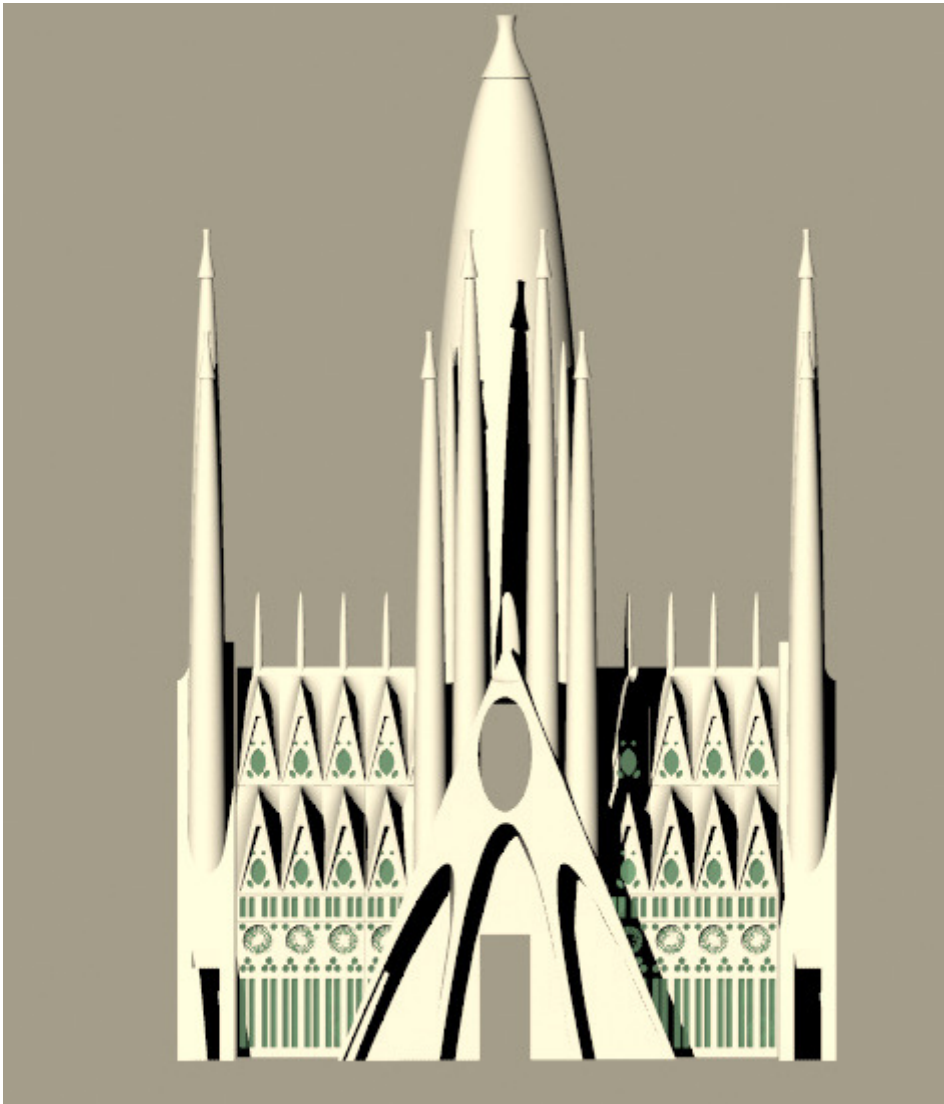
Las cuatro ó tres portadas , con diferentes soluciones , también se han mantenido en general y finalmente el ábside , que existe ó no , con elementos de fachadas laterales en senipoligonos ajustados al ancho de la gran nave de cinco naves .

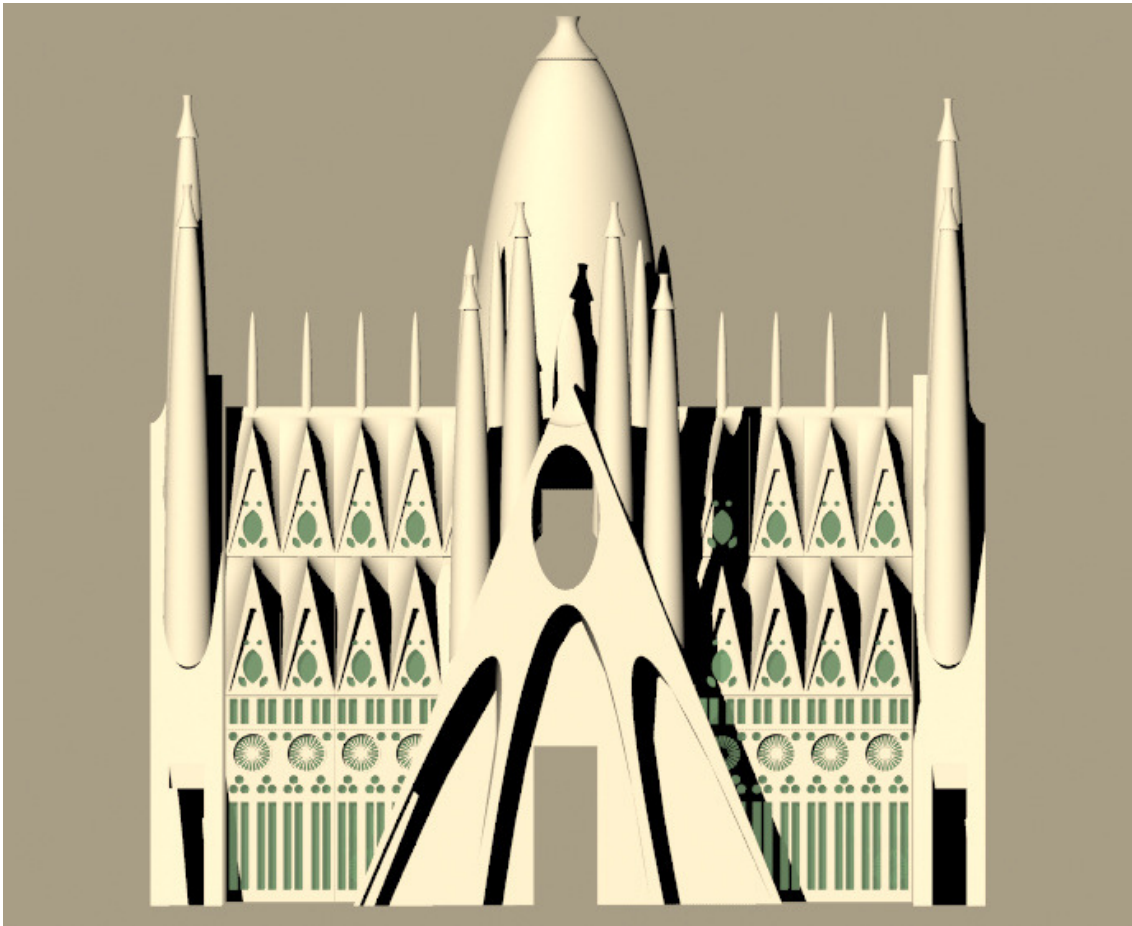


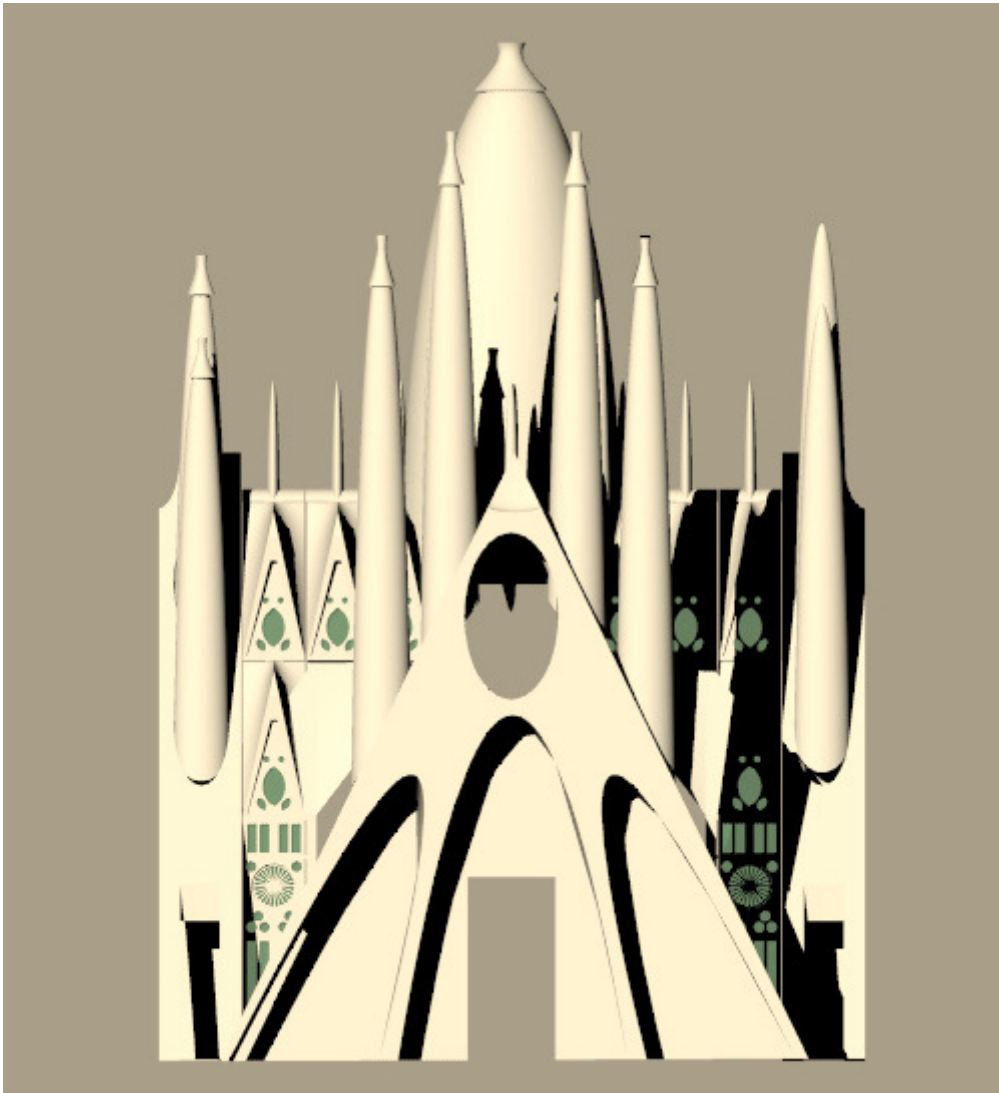
Elemento central de crucero y naves en T .

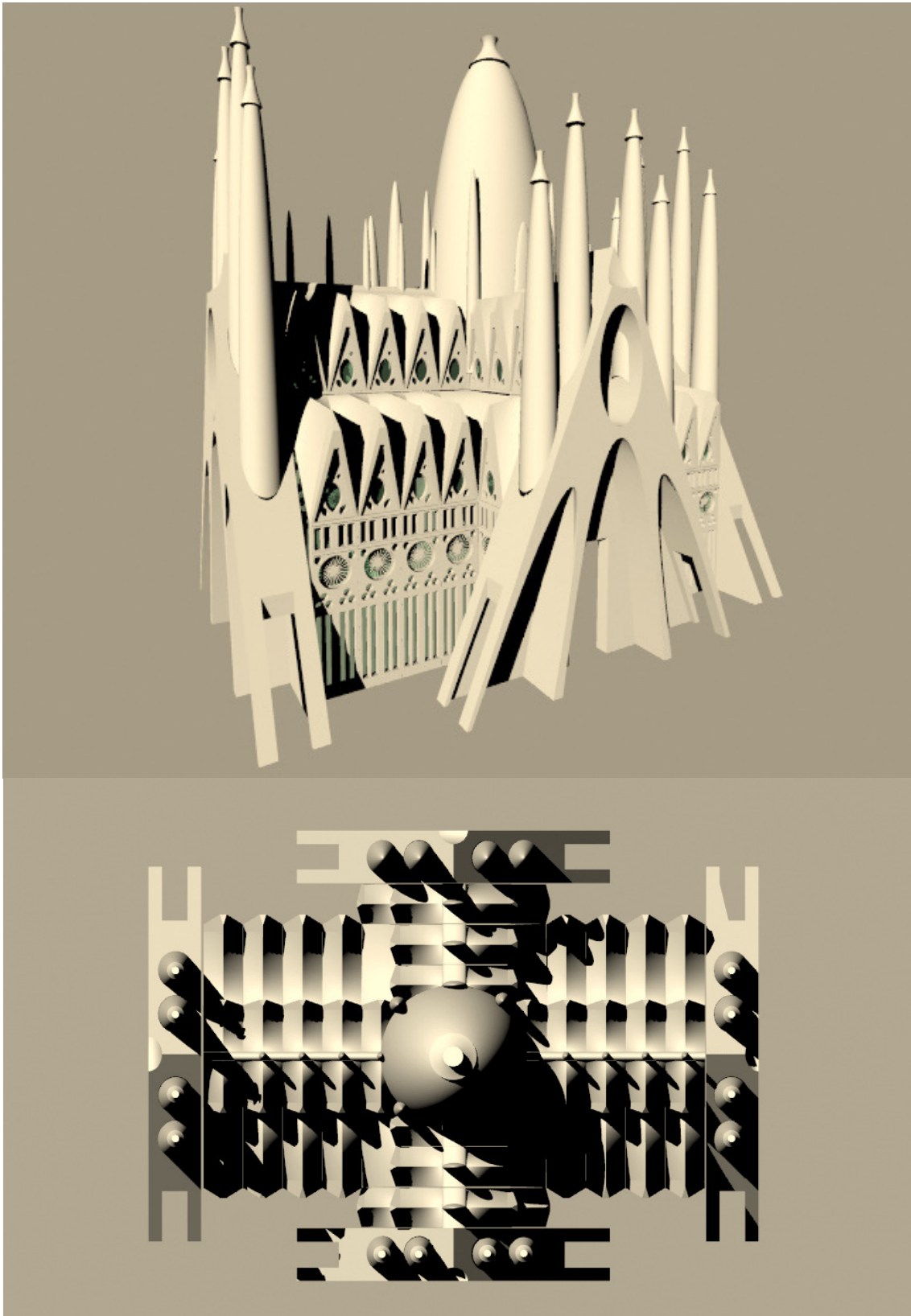






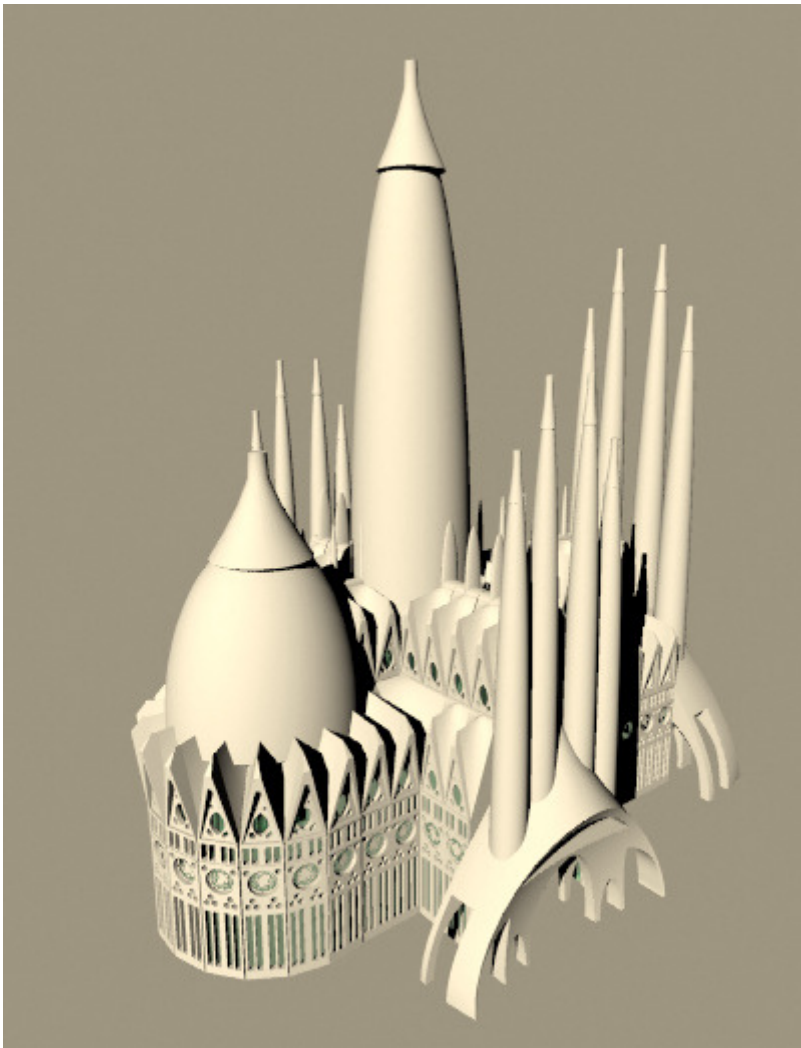




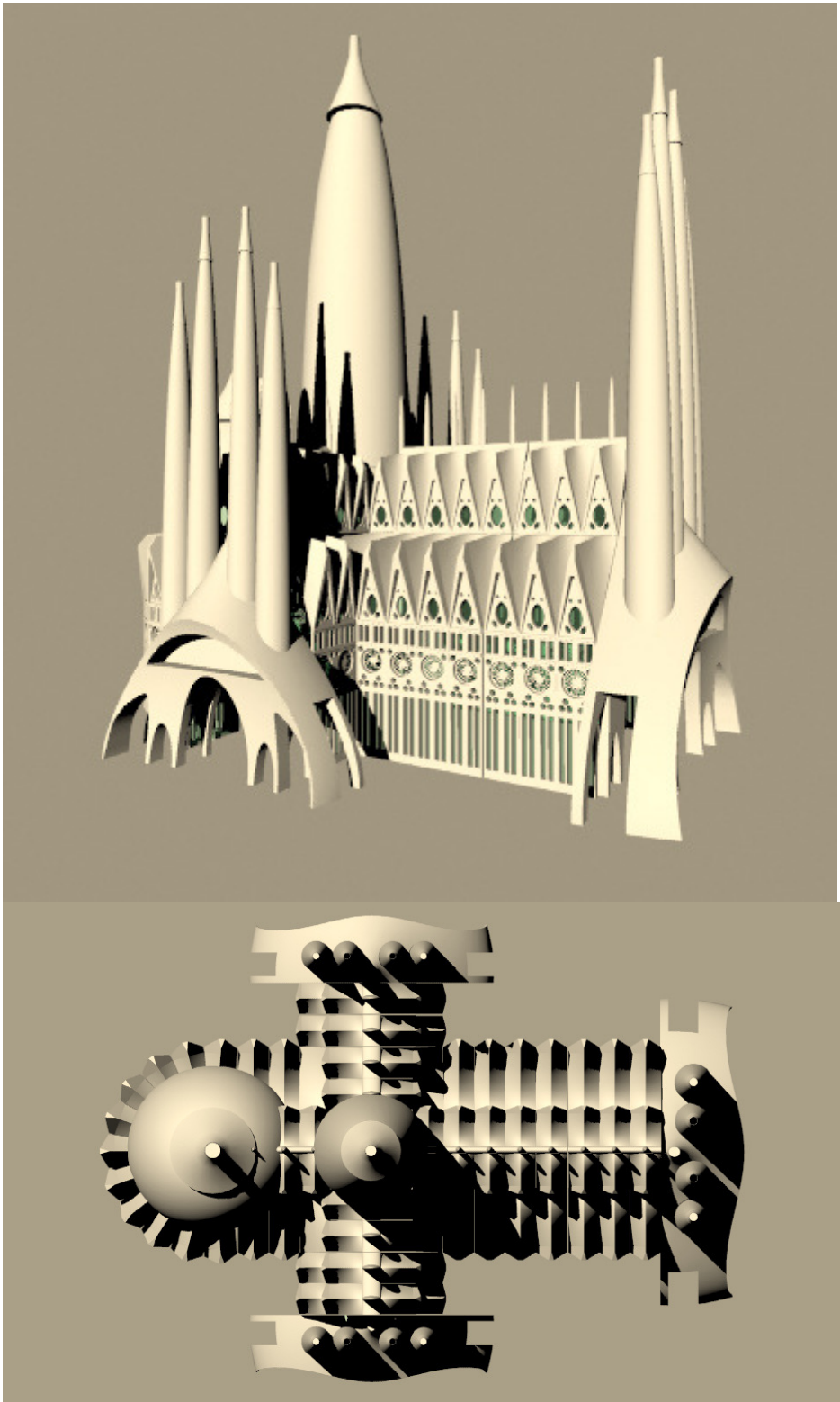


En esta primera opción se han pretendido unas portada trianguladas . En la siguiente se ha optado por portadas curvadas , más acordes con las bóvedas islámicas .

Recordemos la admiración de Gaudí por la arquitectura Islámica y Mediterránea oriental .



Evidentemente el calado de las agujas ó torres , además de aligerar las composiciones , les disminuye en parte ese aparente domo islámico , como puede observarse en las siguientes .



El juego de alturas entre las torres o agujas , evidencia el aspecto del templo , siendo muy diferente en l sus proporciones .

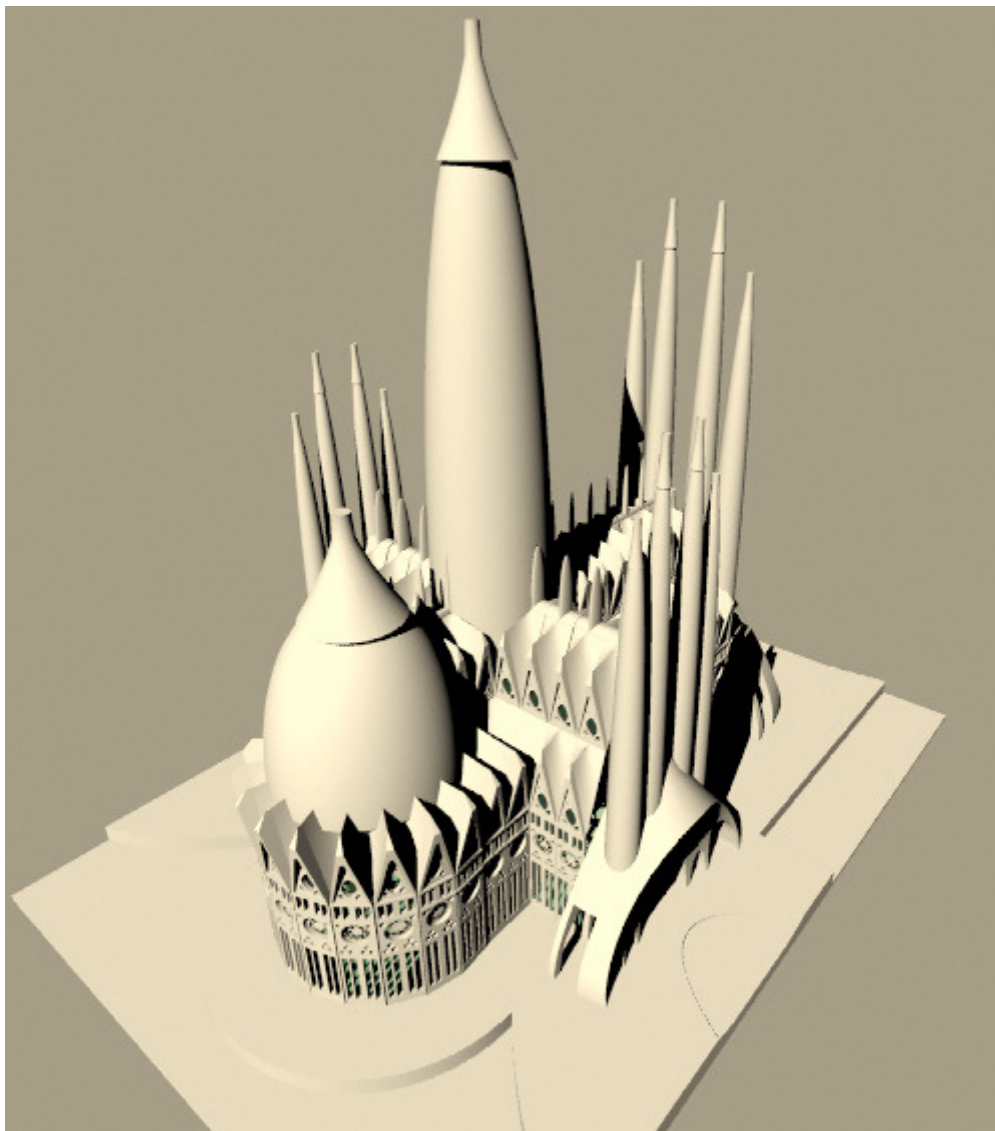


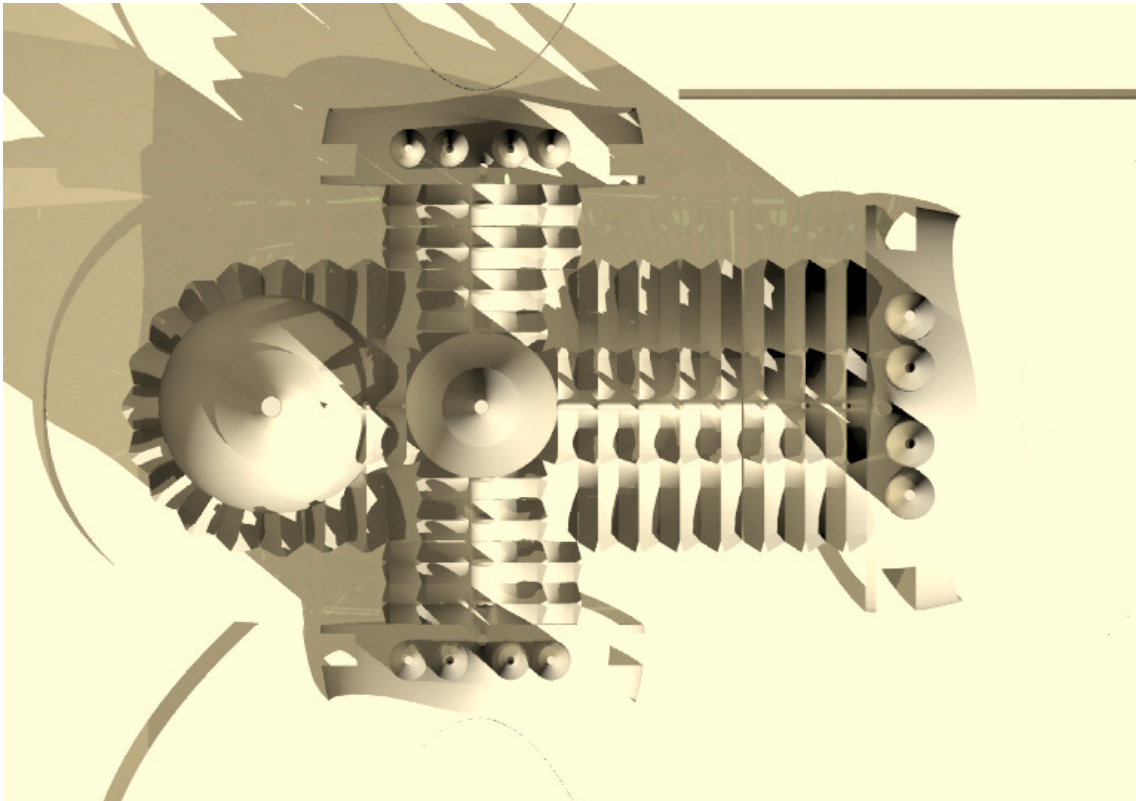


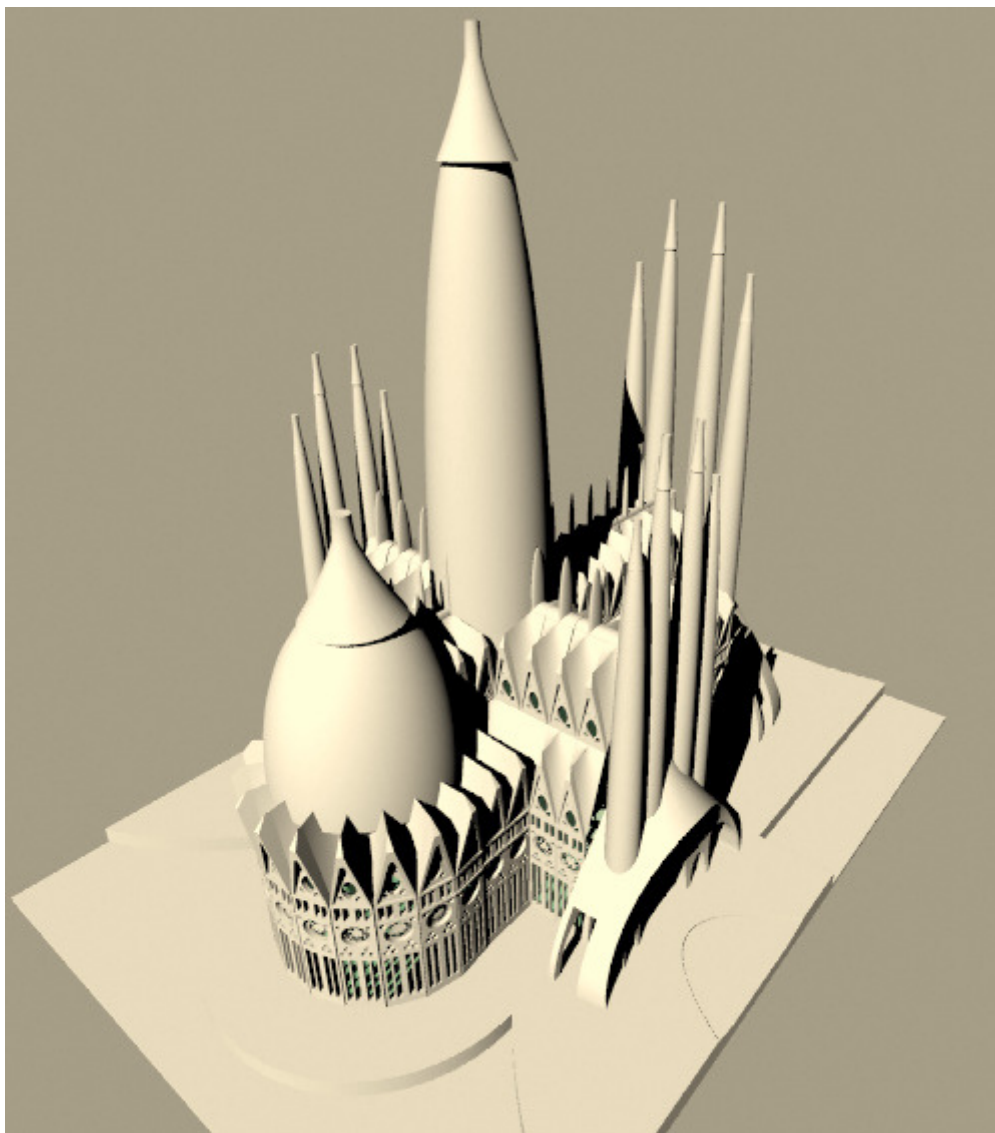
El alargamiento de los módulos de la nave principal , da quizás un mayor parecido a nuestras catedrales Góticas , más importantes . Posiblemente el número de cuatro ó cinco , se quedara pequeño (es decir la base de la cruz latina más corta ó menos pié) . El alargamiento a 7 u 8 , permitía aparecer la cruz latina , con mayor claridad y a la vez permitía también crecer las dos laterales (en este caso a dos + dos) , destacando las portadas (3) .

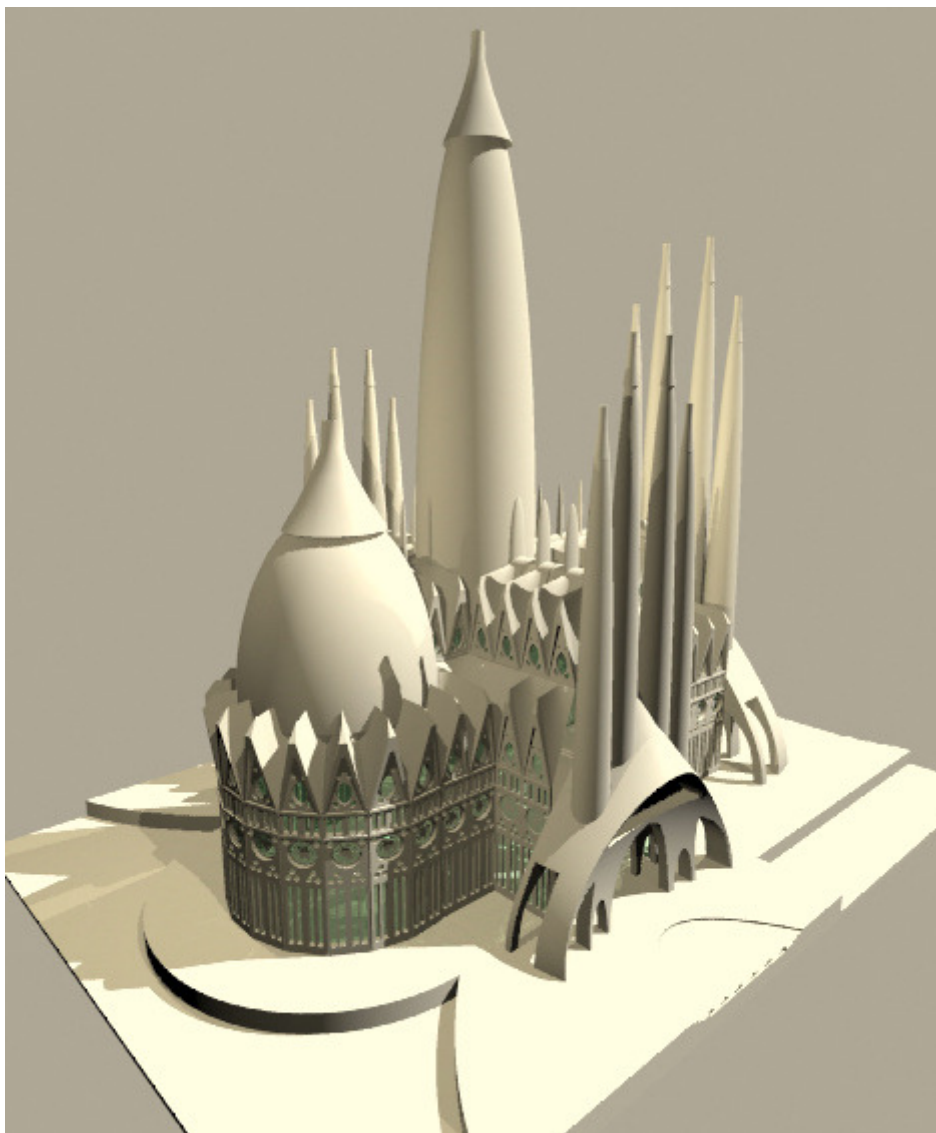
Las dimensiones del solar , pudieron ser las causas de este acortamiento , característica importante del templo actual .

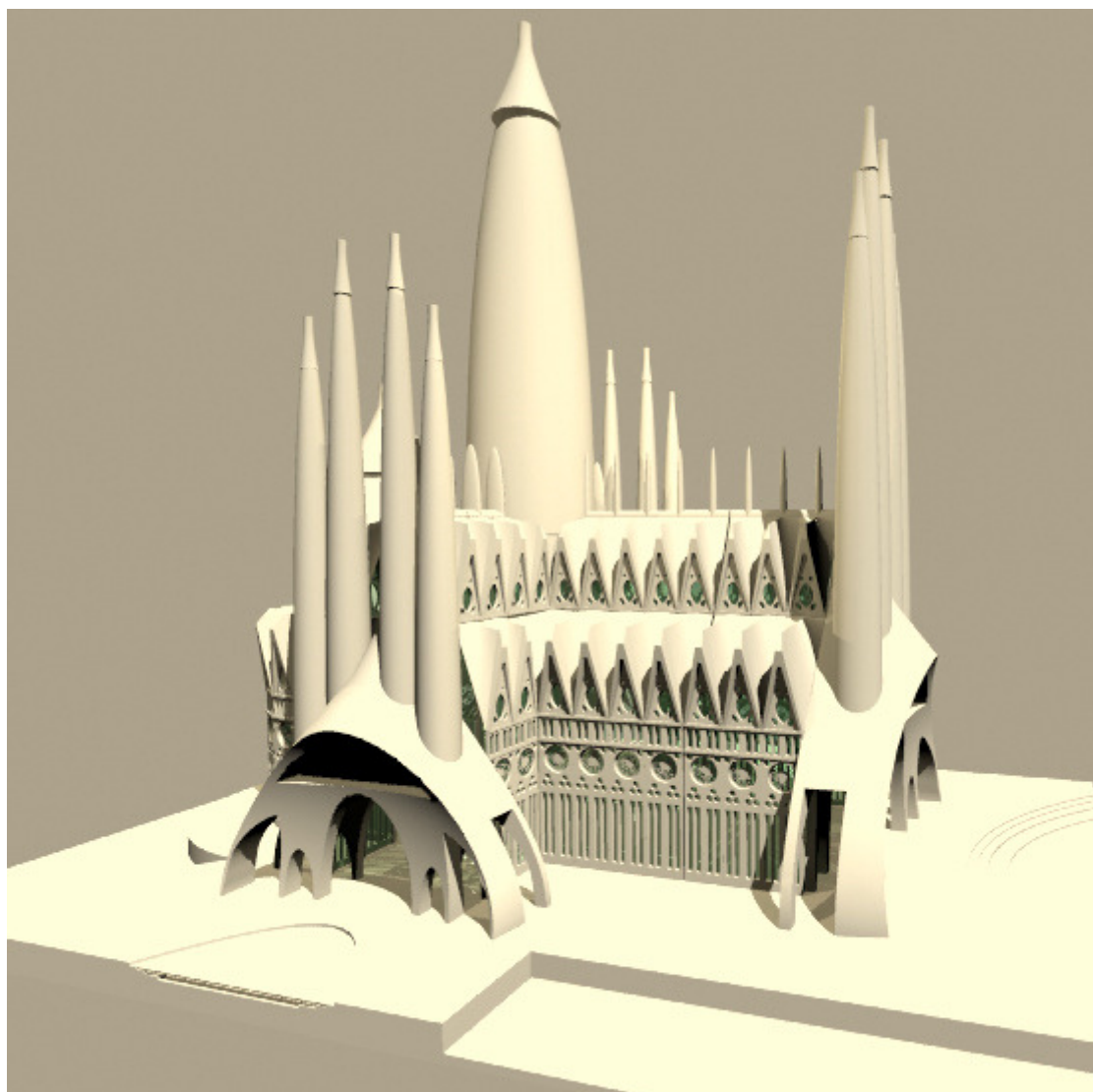
**El ábside poligonal , dota a la composición de cierta Cristianidad , que la cruz griega , elimina .
Dándole una mayor ortodoxia u orientalismo –**

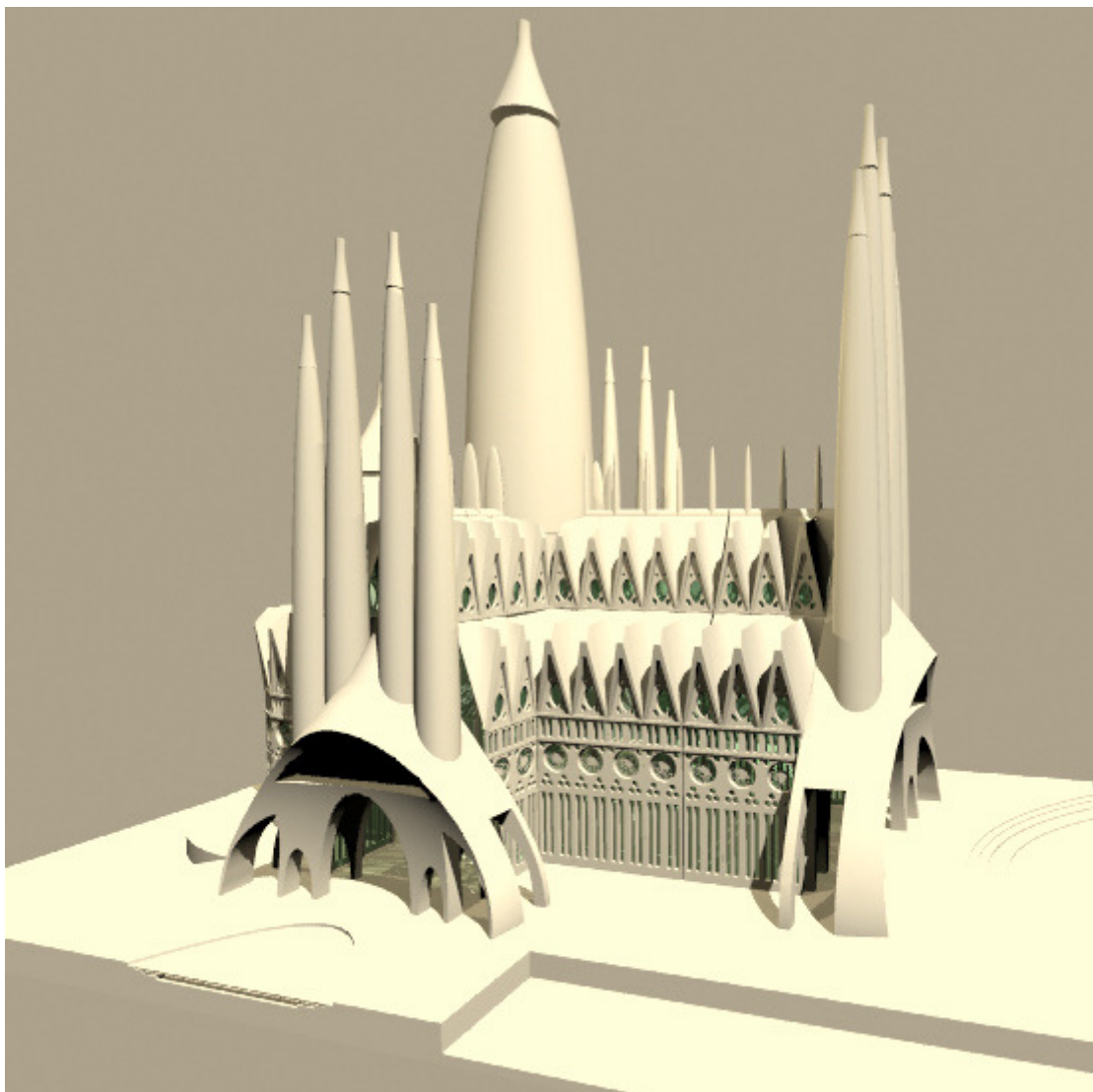


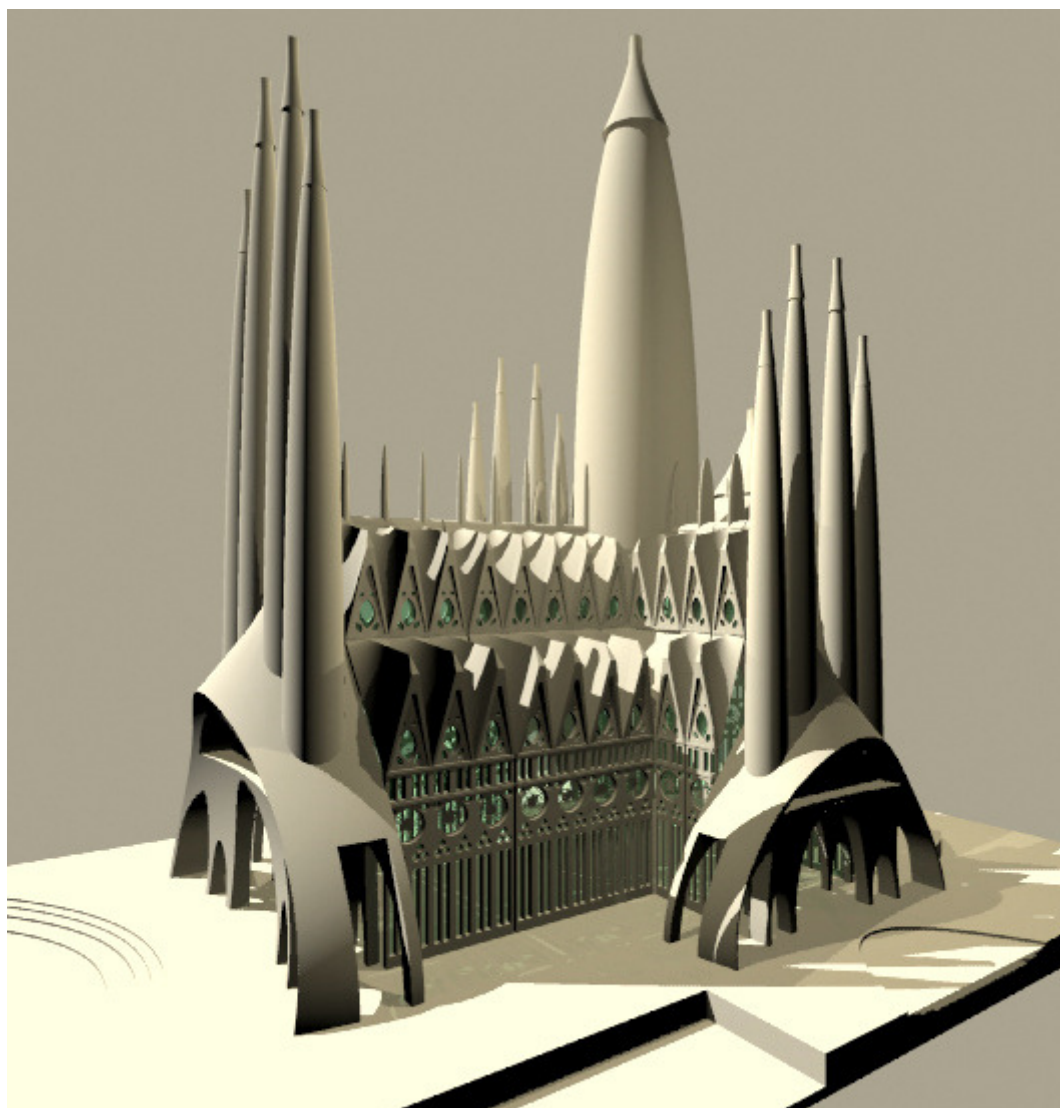


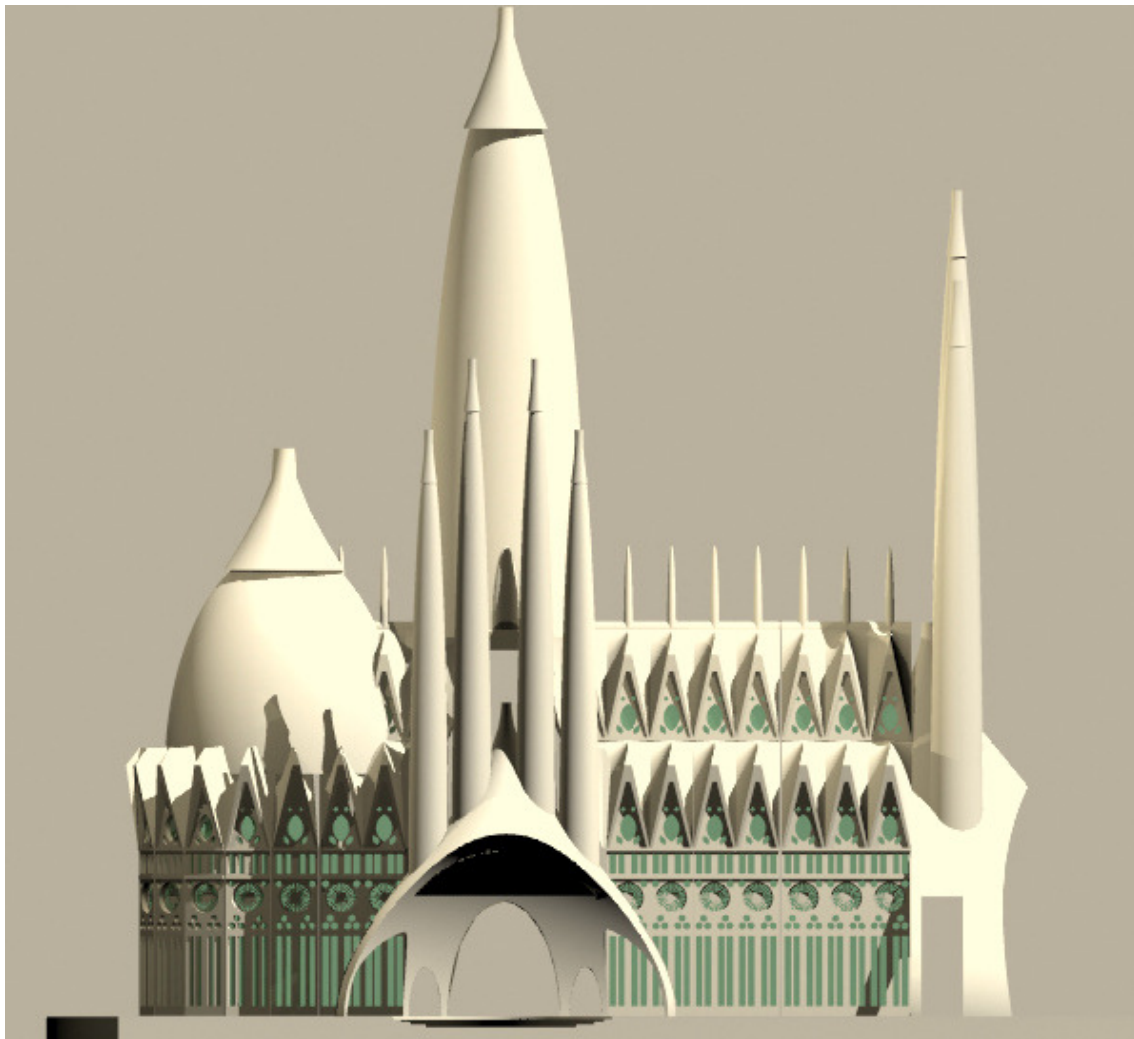






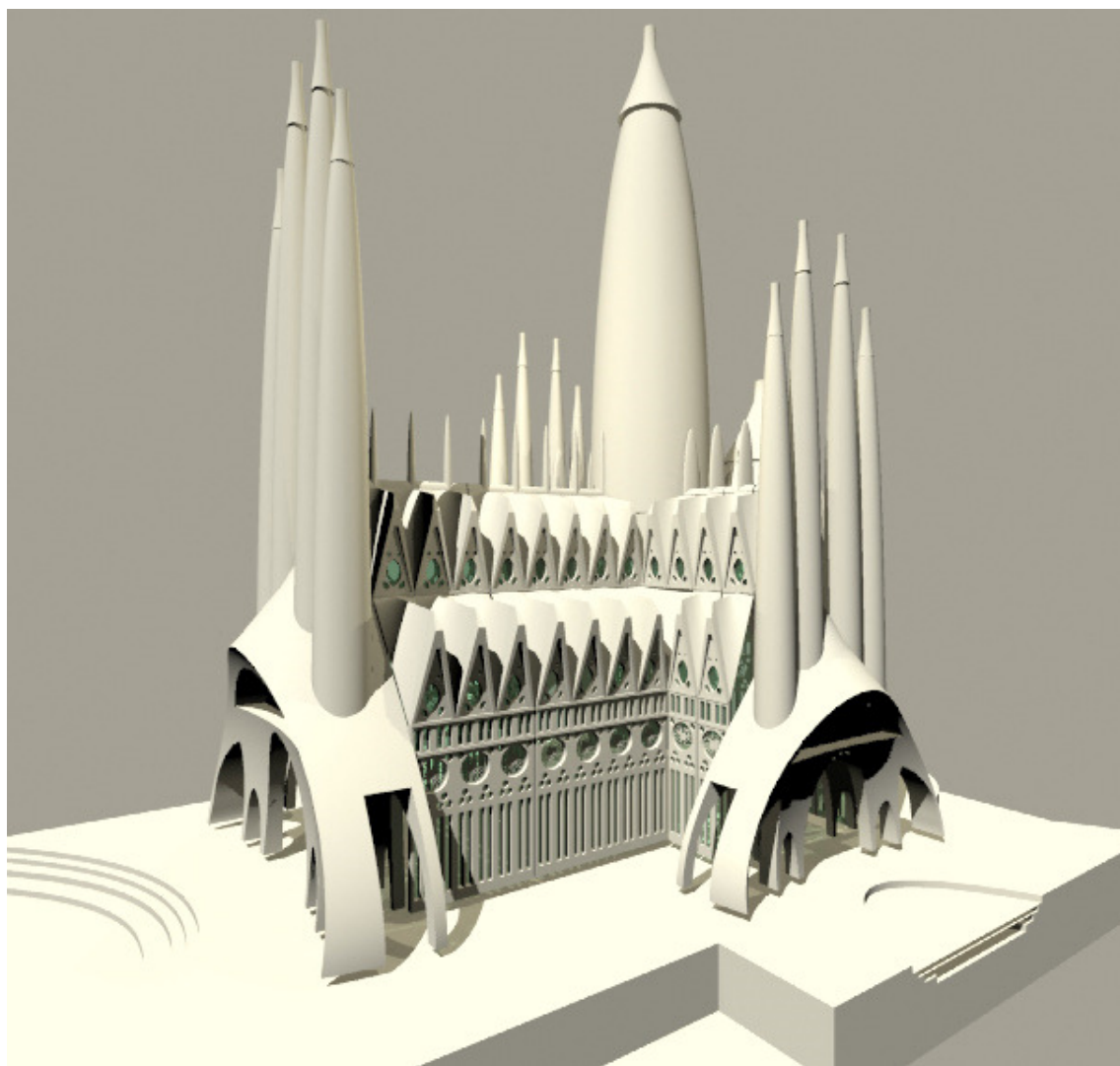


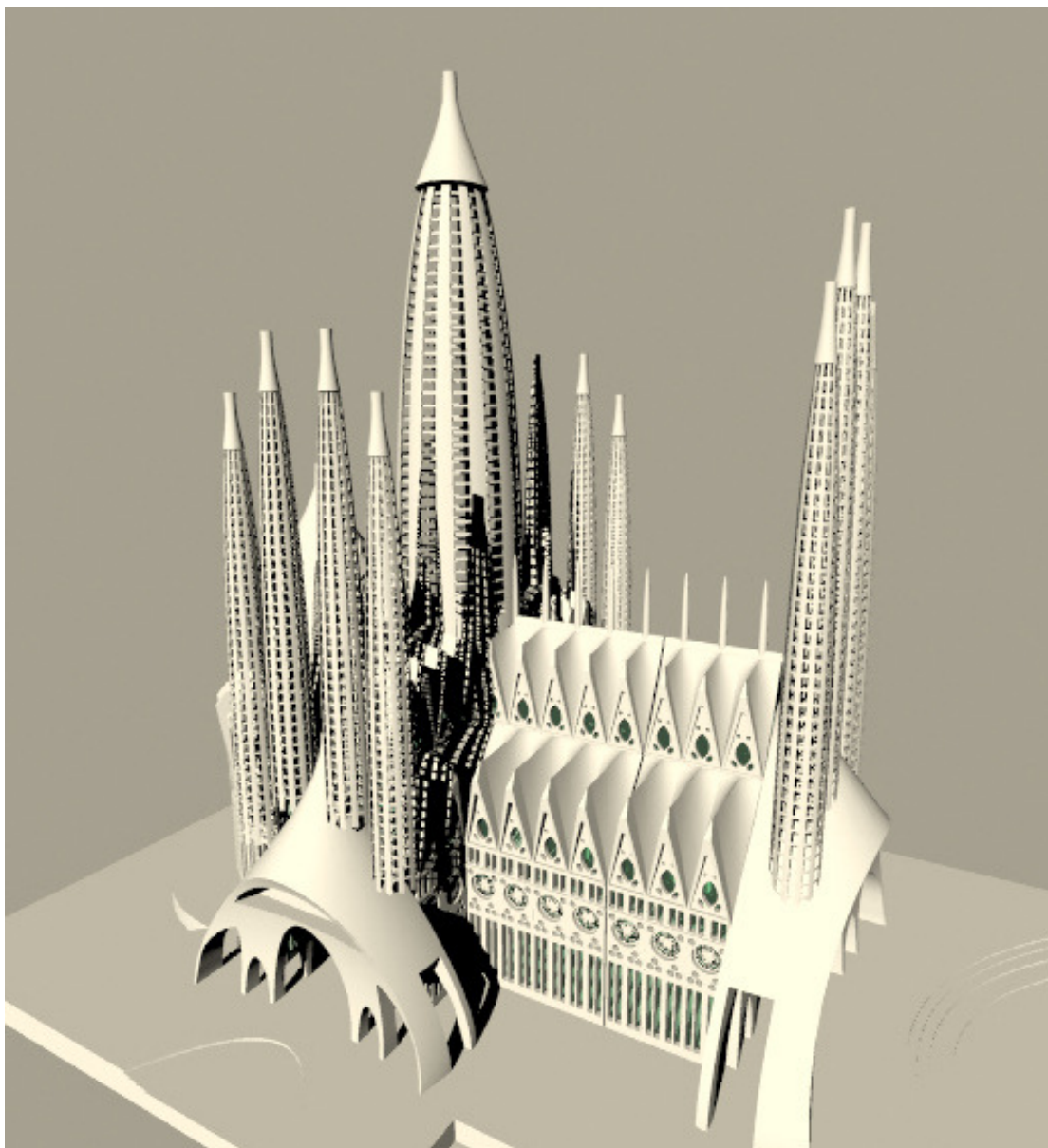








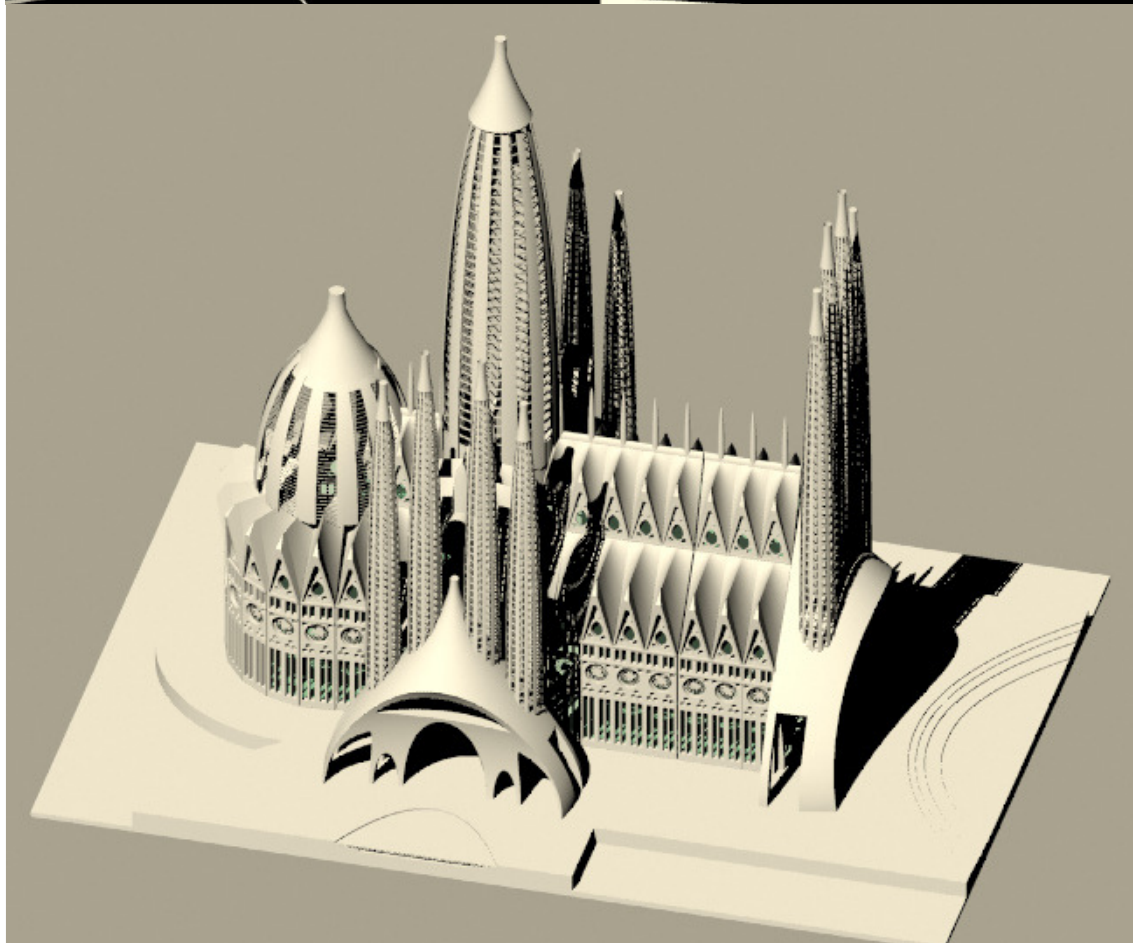
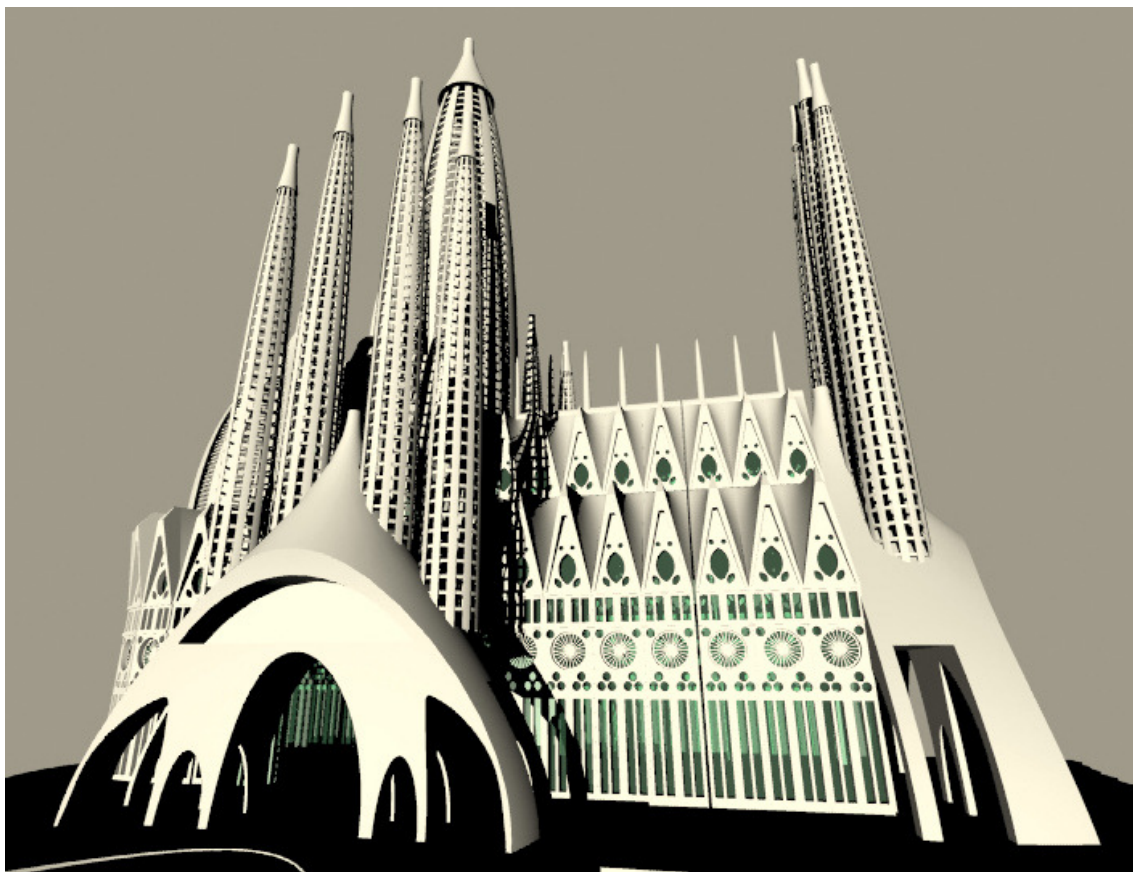






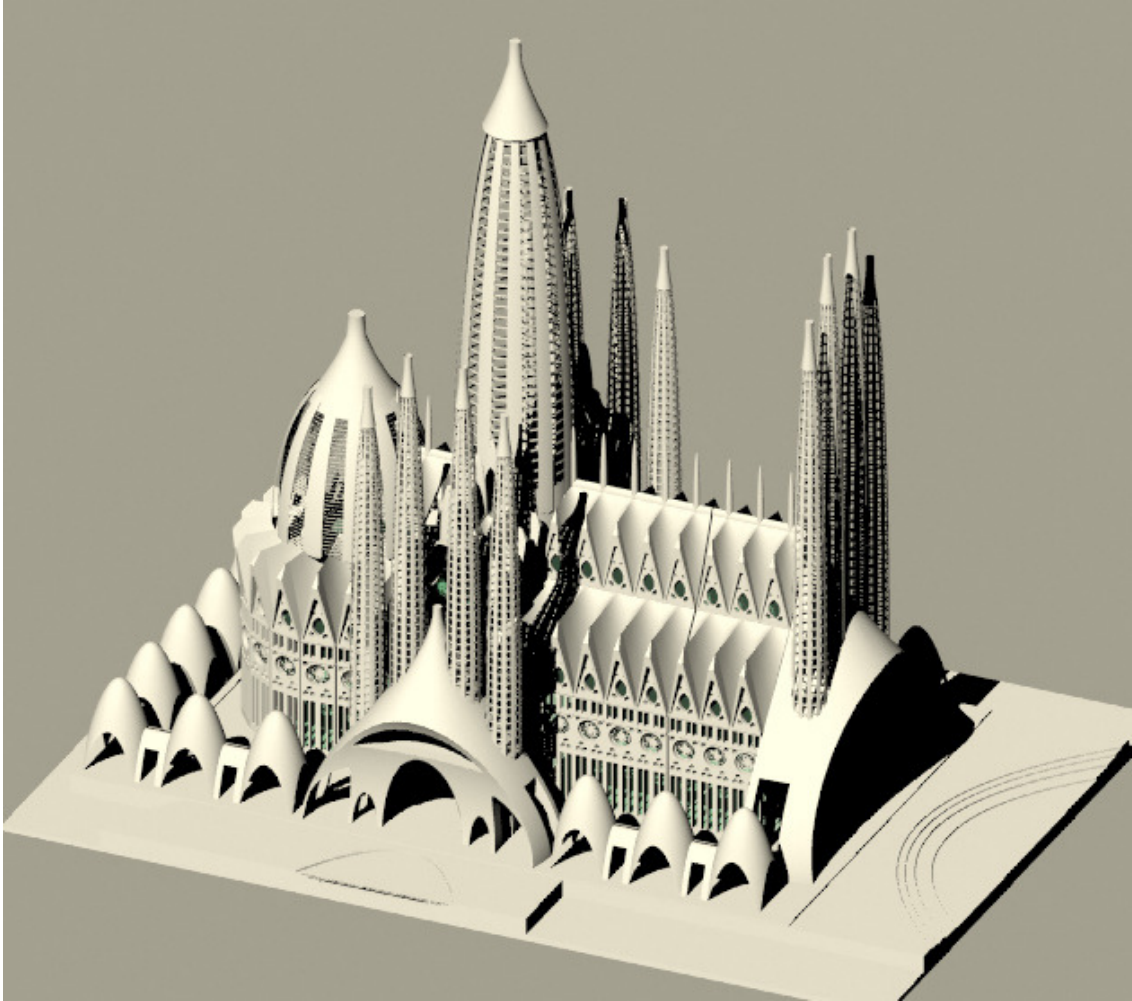




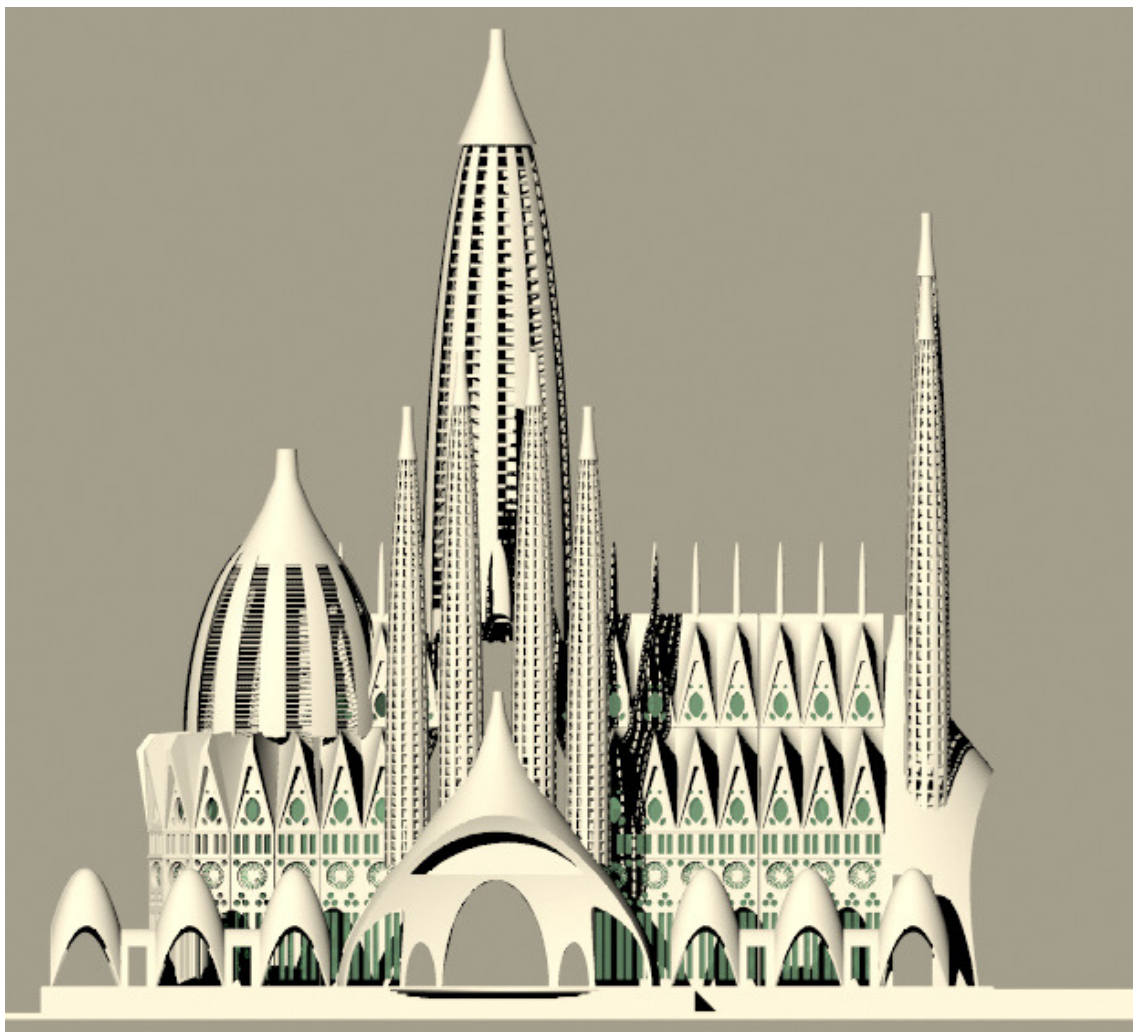




ULTIMA APROXIMACIÓN :

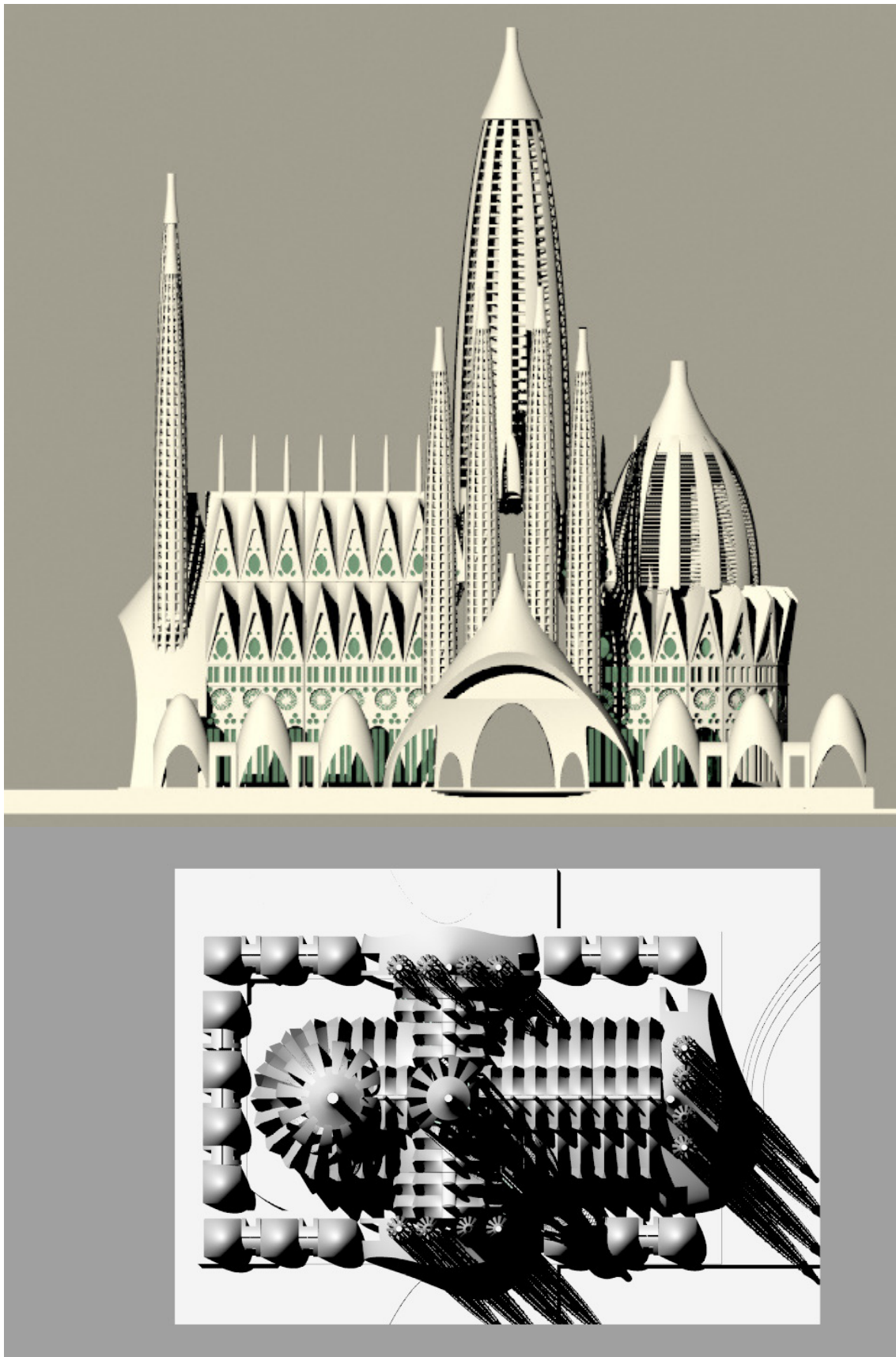


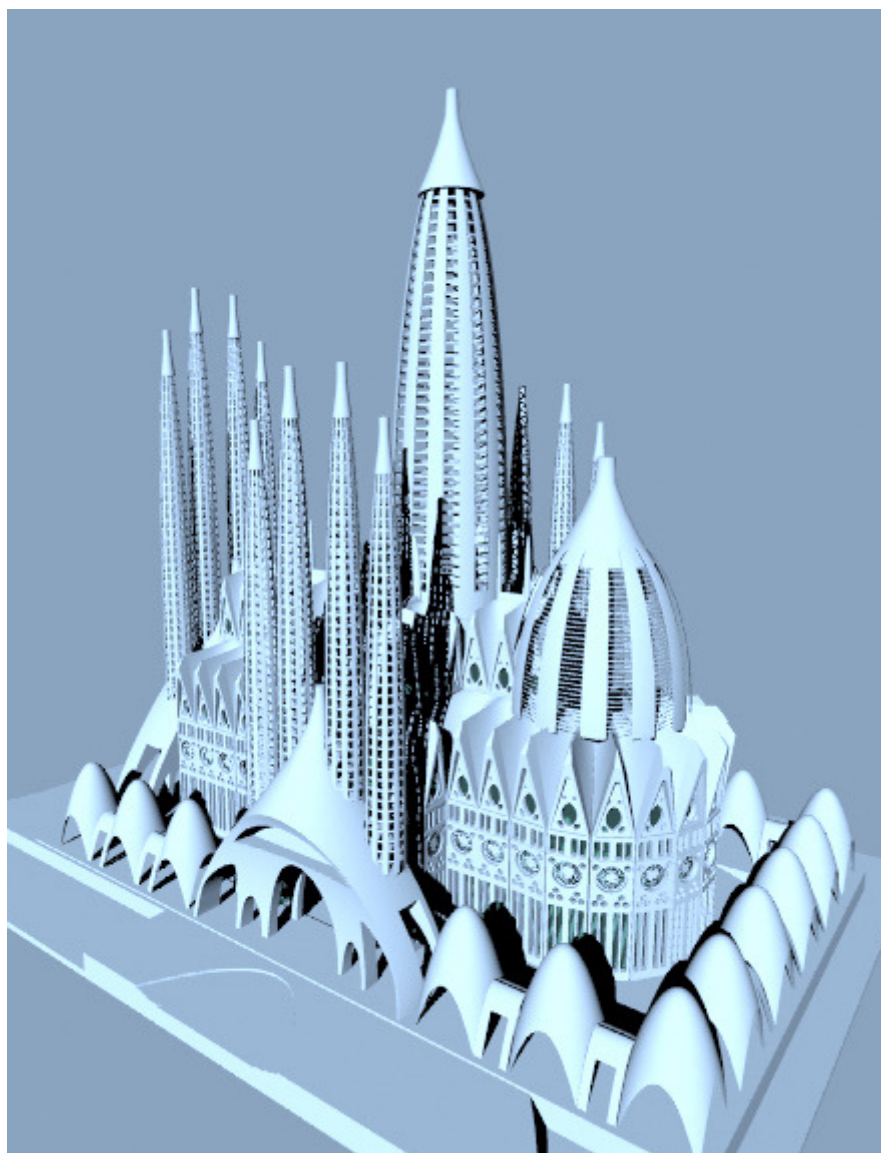
Como final de este trabajo , presentamos una última aproximación , donde se ha añadido , esa especie de atrio rectangular perimetral , que reúne las tres portadas consideradas y el ábside .

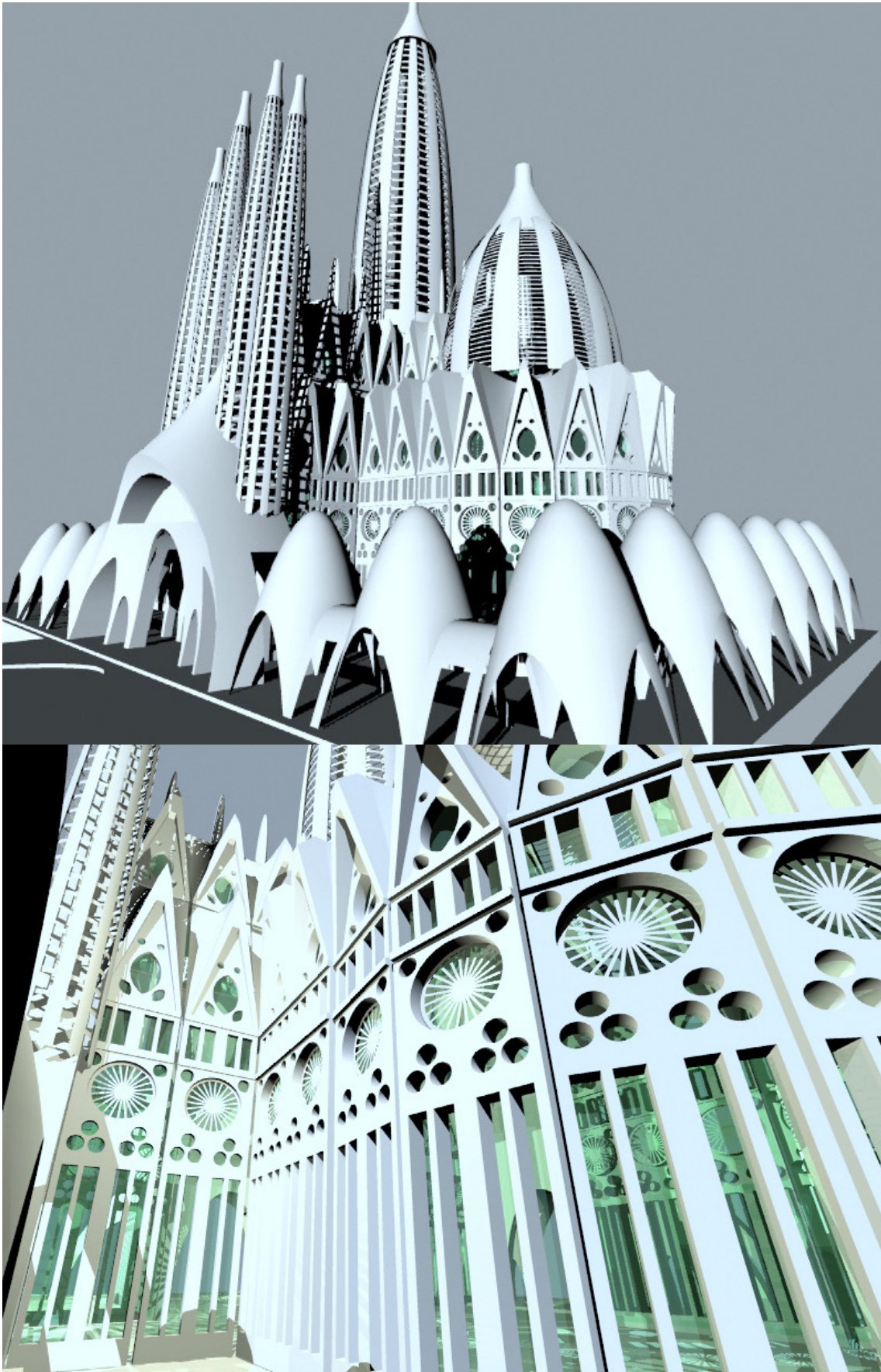


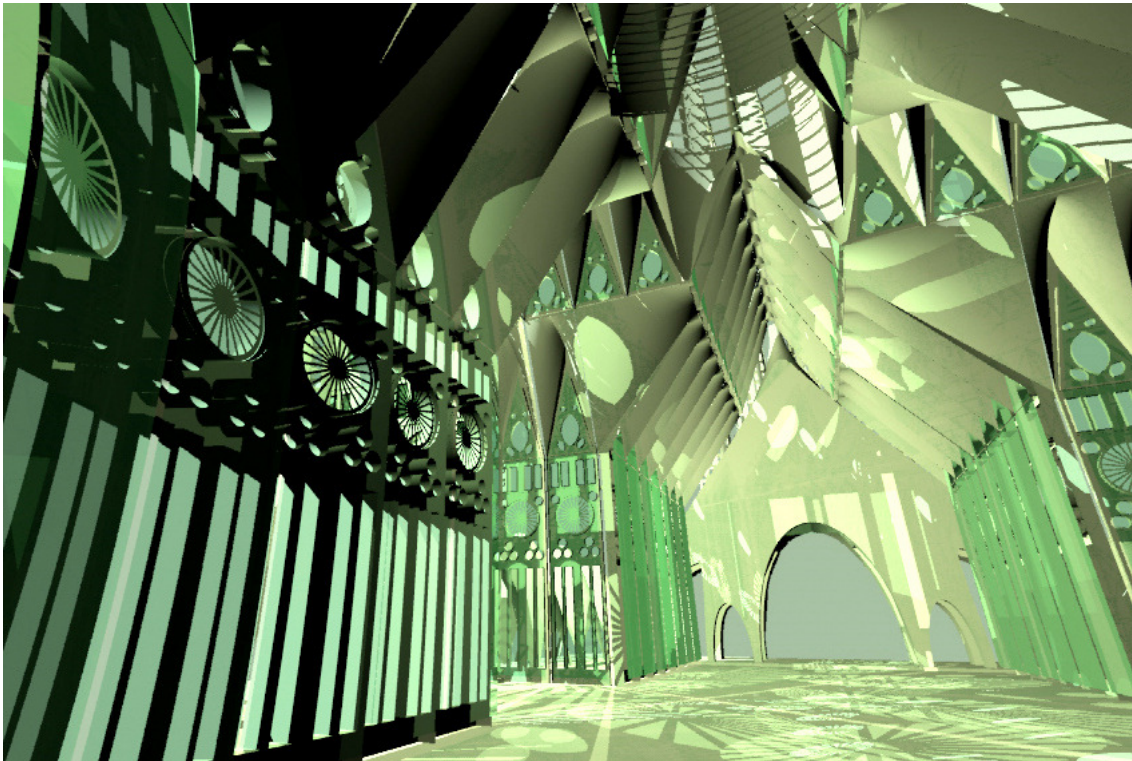








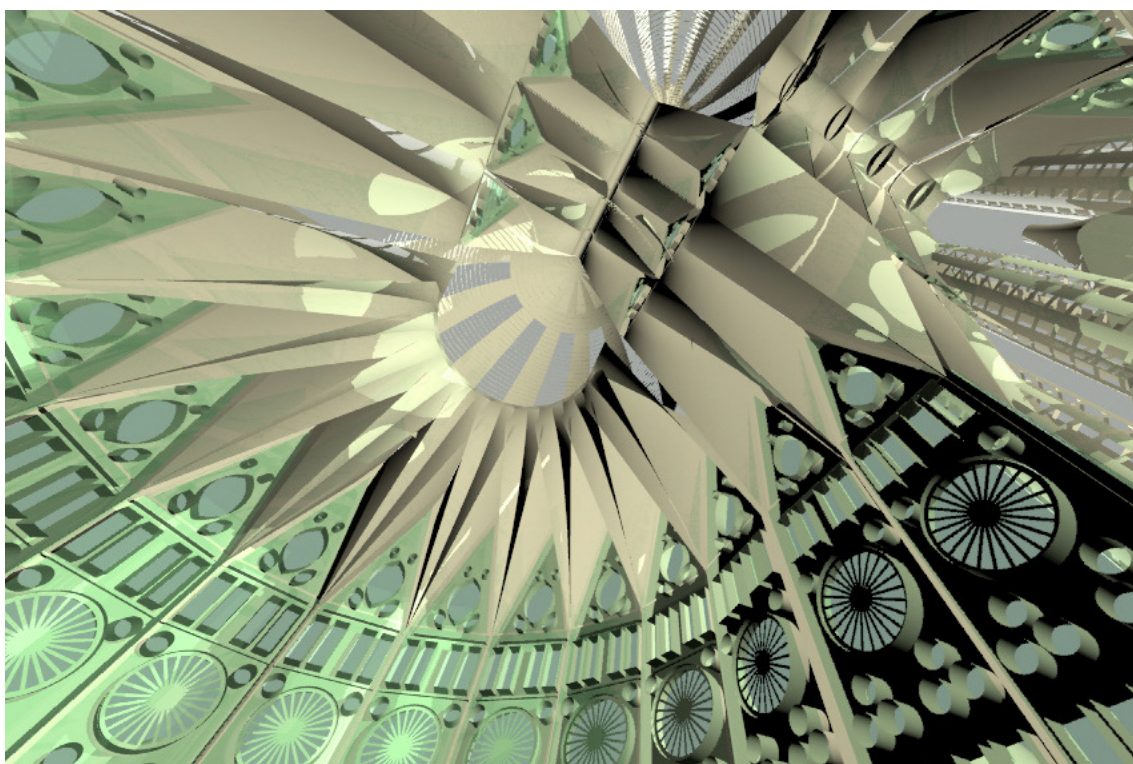
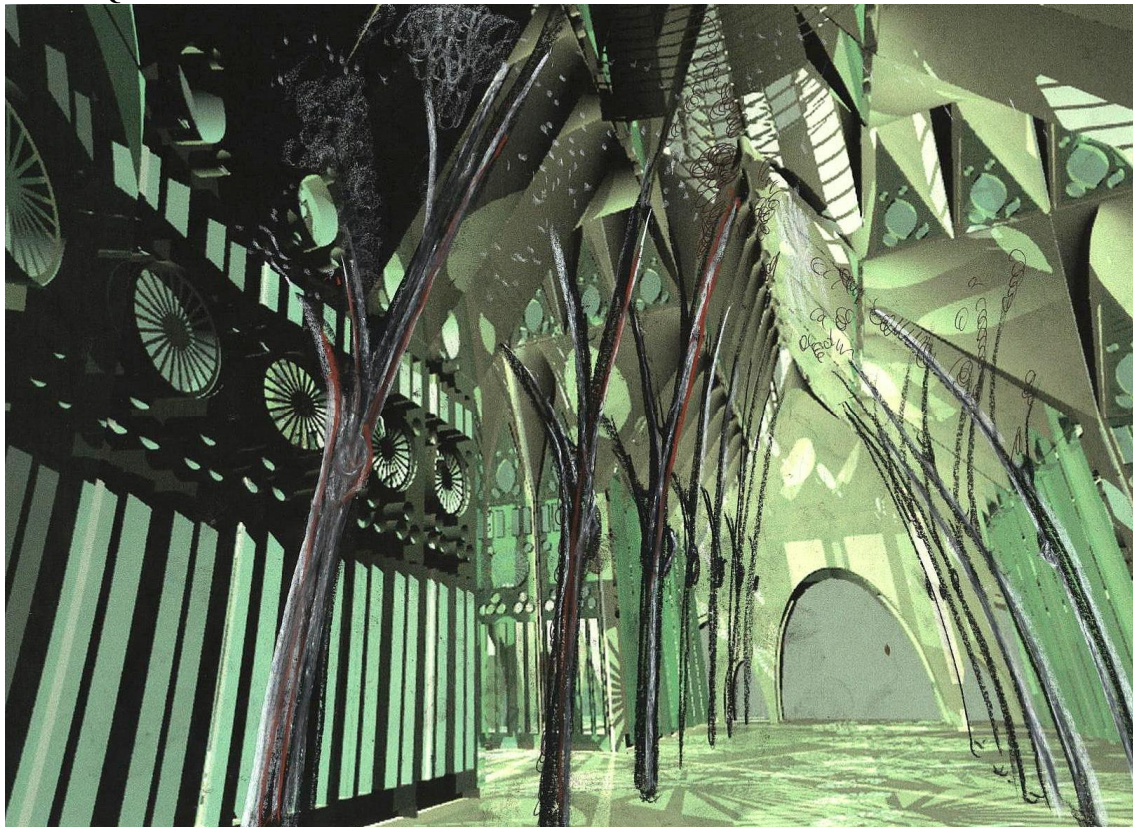




En esta última maquetación y aproximación supuesta , se ha añadido el “ atrio “ rectángulas , que unifica las tres portadas y el ábside . SE ha escogido una forma parabólica elíptica de revolución , por no cargar el fichero y creer que es una forma coherente con las torres bóvedas , asociando ó reforzando un cierto aire oriental izado , no lejano al Mediterráneo .

Finalmente se suministran varias composiciones interiores , para percibir ciertos espacios de transito y de interior . Una exterior de la nave y otra interior del crucero . En esta última se ha presentado un nave , primero sin pórticos ni columnas , imposible de ver en la realidad , pero que da una idea de sus iluminaciones . Después se ha sobre dibujado un esquema arbóreo , en lugar de porticos , para dar una idéa del concepto de bosque interior , que Gaudí trató muchas veces .

EL BOSQUE GAUDINIANO .



Por último una visión (sin bosque) del ábside verdoreo .

Manuel Hidalgo Herrera
Arquitecto

2008- MMVIII