

TESINA 2007-2008

TESINA

Master:

Arquitectura y Medio Ambiente: integración de las energías renovables en la arquitectura

TEMA:

ESTUDIO DE LA LUZ Y GEOMETRÍA EN LOS TEMPLOS CRISTIANOS,
TOMANDO COMO ELEMENTOS DE ANÁLISIS DOS ÉPOCAS RELEVANTES
EN EL CRISTIANISMO.

1. Románico
2. Gótico

Análisis del románico en Santiago de Compostela y San Vicenç de Cardona.

Análisis del gótico en Chartres y Santa María del mar.

INDICE

1. Introducción.....	6
2. Arquitectura Románica.....	8
2.1. Generalidades.....	8
2.2. Aspectos principales del pensamiento de la época.....	8
2.3. Concepto y utilización de la luz en los templos de la época.....	9
3. Arquitectura Gótica.....	12
3.1. Generalidades.....	12
3.2. Aspectos principales del pensamiento de la época.....	12
3.3. Concepto y utilización de la luz en los templos de la época....	13
4. Santiago de Compostela.....	16
4.1. Anexo: Información gráfica (plantas, alzados, secciones).....	20
5. San Vicenç de Cardona.....	23
5.1. Anexo: Información gráfica (plantas, alzados, secciones).....	28
6. Notre Dame de Chartres.....	29
6.1. Anexo: Información gráfica (plantas, alzados, secciones).....	35
7. Santa María del Mar.....	37
7.1. Anexo: Información gráfica (plantas, alzados, secciones).....	42
8. Comparativo de Modelos.....	45
9. Estudios Comparativos.....	49
10. Conclusiones.....	72
11. Anexos: Comparación de factores de cielo.....	75
12. Agradecimientos.....	79

La catedral, su volumen, el cielo

- Prólogo -

*“Una vez que la nueva parte posterior se une a la delantera,
El templo resplandece con su parte media iluminada.
Pues luminoso es lo luminosamente unido con lo luminoso,
Y luminoso es el nuevo edificio bañado en la luz nueva.”*

Suger (h. 1081- h. 1151)

¿Cómo cuantificar la abertura de los grandes templos medievales hacia el cielo? Los escritos del abate Suger no dejan lugar a duda: al principio del nuevo estilo – que los renacentistas italianos tacharán despectivamente de “gótico” – está la voluntad de entrar más luz en Saint-Denis, y luego en todas las catedrales europeas que emularán este modelo.

Erwin Panofsky¹ recordaba que “Dionisio el Areopagita, del que nada se conoce excepto que “se unió a san Pablo y creyó”, había sido identificado no sólo con el genuino San Dionisio, Apóstol de las Galias, sino también con un importantísimo escritor de teología (para nosotros un anónimo sirio de h. 500), cuyas obras se habían convertido por ello en un patrimonio de la Abadía” de Saint-Denis.

“Toda criatura, visible o invisible, es una luz traída a la existencia por el Padre de las luces... Esta piedra o ese pedazo de madera es una luz para mí... Porque yo percibo que es bueno y bello; que existe según sus propias reglas de proporción; que difiere en género y especie de todos los demás géneros y especies; que se define por su número, en virtud del cual es “una” cosa; que no quebranta su orden; que busca su lugar de acuerdo con su específica gravedad. Cuando en esta piedra percibo tales y parecidas cosas, éstas se convierten en luces para mí, esto es, me iluminan. Pues comienzo a pensar de dónde la piedra está investida de tales propiedades...; y pronto, bajo la guía de la razón, soy conducido, a través de todas las cosas a aquella causa de todas ellas que les confiere lugar y orden, número, especie y género, bondad y belleza y esencia, y todos los otros dones y propiedades”.

Es, pues, cuestión de proporciones, y luego de elección de los materiales, la piedra clara, las vestimentas ornadas y las joyas por cuyo aprecio superlativo Suger se mereció los reproches del austero Bernardo de Claraval, y las vidrieras, desde luego.

El sol, cuando entra, los filtros coloreados, los días nublados, las múltiples reflexiones,...

Y todo eso se ha modificado con el pasar de los siglos: los cristales empañados, o cambiados (y las épocas posteriores siempre los aclararon excesivamente), los edificios circundantes, enmascarando, o, al contrario, llegando a faltar...

¹ “El abad Suger de Saint-Denis”, Erwin Panofsky, 1947 en “El significado de las artes visuales”, E. Panofsky, trad. cast. de N. Ancochea, ed. Alianza editorial, Madrid, 1995.

Desde luego, se podrían hacer reconstrucciones virtuales, pero ¿cómo cuantificar, cómo comparar una visión de verano con otra de invierno, con el cielo más o menos despejado?

Sin cometer el anacronismo de medir, de simular la medición de magnitudes fotométricas o energéticas. El ojo medieval no medía la luz – no tenía con qué hacerlo –, la comparaba: establecía proporciones.

No basta con evaluar la superficie vidriada: en los templos del claroscuro, cristianos, musulmanes u orientales, la luz es volumen, haces, ángulos sólidos. Como en los bosques.

Entonces, pareció sugerente, para empezar, calcular el factor de cielo, o sea: el porcentaje de cielo visible, desde cada punto del volumen interior, para evaluar la porción de este volumen desde la cual se ve, por ejemplo, más de cinco o diez por cientos del cielo.

Por lo tanto, quedarse en el volumen, y quedarse en las proporciones, con la ventaja añadida de no depender, en este principio, ni de la latitud, ni de la orientación, ni del estado de las vidrieras: sólo se habla de una estructura de piedras más o menos perforada, de un interior más o menos abierto hacia el cielo.

Nos parecía que, entonces, tenía sentido comparar todas estas obras; verificar el salto operado desde el románico, averiguar si, de verdad, la catedral de León es la más luminosa (porque lo que se ha hecho, hasta ahora, es solamente comprobar que es la más acristalada),...

El trabajo aquí presentado es un inicio. Dependía del avance de la programación en la herramienta de simulación que iba a alimentar. Este avance no ha sido todo lo rápido que se hubiese deseado: los resultados actualmente disponibles están resumidos en el anexo. Son sugerentes, pero hará falta más trabajo para salvar todas las dificultades algorítmicas descubiertas en este primer intento, y precisar los parámetros pertinentes y discriminantes.

Y también, además de reunir la información, hizo falta crear los modelos tridimensionales de tres de los templos aquí estudiados. Sólo me queda felicitar el Autor de este trabajo por su empeño, por su entusiasmo y por la necesaria precisión, esperando que este estudio no acabe aquí, pues, más allá del interés histórico, hay algo en las cuestiones planteadas que toca directamente las más esenciales preocupaciones de la arquitectura contemporánea.

Compiègne, septiembre de 2008,

Benoit Beckers

1. INTRODUCCIÓN

Qué mejor manera de llevar a cabo una investigación corta y precisa sobre la luz, que buscando elementos y datos conocidos de manera muy superflua entre las personas que tenemos interés por el arte. Algunos más y otros menos, pero la gran mayoría de estos elementos no escapan a nuestro conocimiento.

¿Será la mejor manera de emprender un trabajo de investigación? La verdad no lo sé, lo que sí tengo claro es que no hay forma más contundente de investigar la luz, que en grandes catedrales. Si definimos que estas grandes catedrales son el resultado de una ideología, probablemente tengamos elementos interesantes que estudiar.

Ahora bien, para poder llevar el proyecto mediante un camino que nos arroje resultados, tendremos que analizar no sólo diferentes catedrales, también diferentes estilos o épocas de arte.

Centrémonos en dos estilos muy peculiares, muy próximos en el tiempo, pero, si analizamos con detalle, cada uno labró su propio camino. Como escribió Titus Burckhardt “El Gótico desechó tanto como conservó elementos Románicos, el progreso no se hizo de forma lineal, había que tomar algunas cosas y deshacerse de otras”...“esto generó que cada estilo tuviera evoluciones nunca más superadas”.

El románico será el primer estilo a analizar, de forma corta pero precisa, hay que descubrir elementos esenciales en su forma e ideología, que puedan darnos herramientas para estudiar su pensamiento sobre la luz.

En cuanto a la elección de este estilo, me baso en que fue una época muy definida en relación al arte y su concepción del mismo. Si recorremos de manera rápida la evolución cristiana, después de varios ajustes en cuanto al culto, ubicaciones, asentamientos, etc., podemos ver que el Románico clarificó todas las ideas de las cuales se podían gestar obras arquitectónicas de gran calidad y valor.

El Gótico, estilo de importantes avances, tanto como el Románico, y particularmente en cuanto al tema de la luz, ha dado logros conmovedores y significativos. Claro que aprovechaba una base artística fuerte y consolidada por el Románico.

La relevancia del Gótico es su capacidad de puntualizar la luz, de lograr visiones y efectos nunca antes logrados, a diferencia del Románico que enmarca sus obras mediante recorridos que hacen descubrir espacios.

Las diferentes escalas de proyección de estos dos estilos también son importantes, “La superioridad del Románico con respecto al Gótico se debe a que el primero lograba la secuencia espiritual del cristiano, siempre poniendo

a su alcance el templo, mientras que en el Gótico la Iglesia solo era majestuosa a escala humana.”¹

¿Por qué el motivo de realizar esta investigación con templos cristianos y no templos musulmanes o judíos? ¿Por qué elegir el Románico y el Gótico como ejemplos y no el Renacimiento o el Barroco? La respuesta es simple, pero no quiere decir que no tengan complejidad y gran desarrollo ideológico los otros estilos, pero no tienen la misma secuencia evolutiva.

Si hay dos épocas importantes de desarrollo cultural, ideológico y artístico a lo largo de los siglos, seguramente son estos dos estilos. Recordamos brevemente el paso hacia el cristianismo como una fe oficial en un mundo pagano.

Después del proceso de desmantelamiento del Imperio Romano, debido a su gran extensión de pueblos dominados, el desgaste entre los diferentes frentes de batalla terminó por dividir por completo todo lo que quedaba del Imperio. Si añadimos que un siglo antes el cristianismo había pasado de ser una religión perseguida a ser la religión oficial de los romanos, nos daremos cuenta de que al final del Imperio toda la segregación de pueblos en toda Europa llevaba consigo parte de esta ideología. Desde el siglo V al X se fue gestando en la cultura e ideología la verdadera fe cristiana.

Después de cinco siglos de gestación, tenemos un gran resultado, el cual resaltó de manera trascendental, han sido grandes periodos de gestación antes de llegar a consolidar un estilo muy marcado como es el Románico, aproximadamente 250 años después se empieza a desarrollar el Gótico.

Por este motivo, creo, estos dos estilos tienen las suficientes bases teóricas para descubrir su arquitectura, su juego de luz y sus geometrías. Sabemos que la arquitectura es básicamente el juego de claros y oscuros del espacio, y que además tiene una finalidad, en la cual aquí la ideología de la época y el uso del edificio jugaron el papel más importante, lo que llevó a plasmar todo esto en la obra más importante de cada época, y por la cual el pueblo entero se volcaba en su ayuda y construcción, la Catedral.

Abordaremos dos templos Románicos y dos templos Góticos, la elección de las Catedrales está condicionada a que debían cumplir unas características que las hicieran idóneas para su estudio. En cuanto al estilo, cada obra tenía que haber sido gestada dentro de la época que le correspondía. Como mínimo, su estructura principal, su juego de geometría. Además las obras estudiadas se encuentran en regiones muy representativas de cada estilo, por lo que nos ofrecen soluciones y detalles en muchos casos únicos e innovadores.

2. ARQUITECTURA ROMÁNICA

2.1. Generalidades

Estilo de arte, marcado principalmente por el reagrupamiento y asentamiento de la Europa Medieval. Entendamos que después de la dispersión y fin del imperio Romano, los flujos de gente con ideas nuevas fue muy común. Si aun estando Europa bajo el dominio de Roma ya se había logrado pasar del culto politeísta al monoteísta. Pues después del fin de este imperio de manera más clara se lograba asentar una idea cristiana en cada rincón del continente. El proceso fue largo y muy confuso. Desde el culto en las catacumbas hasta los grandes monasterios, que marcan ya el triunfo de un estilo, hay una serie de pasos que brevemente comentare más adelante.

El estilo Románico se puede datar desde el siglo XI hasta parte del siglo XIII, pero sabemos de construcciones puras y claras del estilo que terminaron en épocas posteriores, aun mas importantes fueron las obras anteriores a estos siglos, que ya enseñaban elementos fundamentales del Románico. Es un estilo con su propio lenguaje arquitectónico.

El tema principal de la arquitectura en este estilo fue por supuesto las iglesias, pero que estaban muy de la mano de los monasterios. Podemos encontrar monasterios tan innovadores como iglesias y por obvias razones era común que estuvieran juntos. En los monasterios empezó la evangelización, y el estudio en Europa, además que fueron las piezas claves de los asentamientos y repoblación del continente. Gracias a los monasterios podemos decir que se preservó la información y cultura de la antigüedad. Aquí se gestaban el conocimiento que siglos mas adelante estaría a la mano de todas las personas y empezaría a agrupar a la sociedad en gremios, como ocurrió ya en el Gótico.

2.2. Aspectos principales del pensamiento de la época

Durante los primeros años después de la dispersión del Imperio Romano, reinaba el caos en toda la Región Europea. Los asentamientos eran muy irregulares y las constantes luchas hacían difícil la organización de la sociedad. Por lo tanto no existía un estilo definido de arquitectura, menos de arte. Más adelante surgen los Monasterios, pieza importante para la nueva conciencia europea y más aún para difundir la religión por toda la zona.

Es la religión la base de todo gesto de arte en esos siglos. Con una breve cronología podemos entender claramente el proceso duro y desgastador que llevo al estilo Románico a considerarse un estilo claro y definido. El culto cristianismo efectuado anterior al edicto de Milán, (documento que permitía libre el culto a los católicos), dedicaba tiempo a la religión principalmente bajo tierra, en las antiguas catacumbas. Mas adelante, después del vigente documento anteriormente comentado, el cristiano buscaba la mejor manera de construir su propio espacio. La basílica romana era un espacio ideal. Sufrió

algunas modificaciones ya que el fiel católico debe llegar al espacio y vivirlo de manera lineal, no radial. Así que suprimían una de las entradas de las basílicas romanas y solo se accedía por una sola, de tal manera que se hacía un recorrido directo al altar.

La superioridad del Románico sobre el Gótico se debe a que la primera alargaba la secuencia espiritual del cristiano, siempre poniendo a su alcance el templo, en el Gótico la iglesia solo era majestuosa a escala humana". (2)

Podemos decir que en los tiempos del Románico, fue una época después de Roma, en donde toda Europa se revolucionaba a favor de una nueva forma de espacio arquitectónico. En las grandes obras al igual que el Gótico, el pueblo era partícipe de tales empresas, ya que las escalas eran monumentales y las técnicas y medios de la época pocos.

La sociedad medieval de estos siglos había sido preparada previamente en la enseñanza cristiana, los espacios iban evolucionando y cada vez se necesitaban más, había más fieles dispuestos a vivir de manera mas profunda y en total recogimiento sus religión. Entre los estilos bárbaros hasta el Románico, "...hay no solamente un aumento considerable de las dimensiones espaciales, sino de diafanidad, iluminación natural y ante todo, y sobre todo, la consecución de estos espacios subliminales que hacían a los hombres sentir su pequeñez frente a la del gran Dios al que rezaban". (2)

Las reformas de la fe también fueron constantes y cada orden monástica tenía sus propias ideas de cómo vivir en sintonía con Dios, algunas en contraposición con las demás, esto nos dejó un abanico mas amplio de ideas y soluciones arquitectónicas.

2.3. Concepto y utilización de la luz en los templos de la época

La forma de llegar al fiel era mediante recorridos desde oscuridad a la luz, expresamente hasta el altar. Las proporciones Románicas eran muy claras, planteaban ya de manera madura la subdivisión de los espacios, el acento puntual y la consecución de líneas imaginarias que se podían demarcar sobre la estructura.

Tenemos claro que aunque las bóvedas ya se habían usado para cubrir naves cristianas, el verdadero paso importante del Románico no solo fue usarlas para cubrir sus naves, sino que las usaba sobre un sistema articulado, un muro que pasaba de ser un elemento que sostenía la fachada central u otros elementos, a soportar bóvedas de todo tipo, tribunas y cualquier elemento que contenía la propia iglesia. El sistema estructural Románico denominado "el árbol portante Románico", que a diferencia del gótico el muro todavía baja las cargas de la estructura, por lo cual las grandes aberturas no son posibles, y se trabaja de otra manera para lograr efectos de luz en los interiores.

Analicemos la estructura Románica con la relación de la luz, por un lado esta claro que un templo de concepción Románica es un elemento uniforme, que cada parte de el es una pieza de un sistema de cargas y fuerzas. Primero que se conseguía con esto, pues lo más evidente es mayor altura. Segundo era mayor luminosidad gracias a la posibilidad de abrir más el muro para la entrada de luz. Y tercero, era capaz de dividir el espacio de forma simétrica, llevando al fiel a un recorrido de ritmos por el espacio, en donde ya la proporción era muy evidente y las relaciones de planta y alzado estaban estudiadas.

Un invento de Románico es la cabecera monumental, realizada por los benedictinos. Pieza importante evolutiva en los templos, ahí es donde se ha generado el efecto de luz más importante en los templos y que ha sido capaz, debido a las ideas de diferentes arquitectos y necesidades de las obras, de generar una mayor variedad de esquemas de planta en las Iglesias.



Imágenes con esquemas muy claros de los efectos de la luz y la sombra, la divinidad representada en la luz, solo como un destello de la misma y la sombra, un lugar para meditar y pedir perdón.

Pienso que como comentare en el sistema Gótico, todos los espacios habitables por el hombre marcan también su idea de espacio. Si sabemos que casi toda la gestación del sistema Románico se da en los monasterios, y si analizamos sus espacios, podemos ver que su idea de un lugar de meditación es además del templo, el patio del claustro y los jardines de los monasterios. La disposición espacial de cada elemento logra a mi parecer el mismo efecto que se logra dentro del templo.

Veremos que el exterior y en el interior se logran juego de luces y sombras, con concentraciones de luz en determinados puntos que te invita a atravesarlos. No se si es casualidad o que tenían claro que este contraste invitaba a la meditación. No hay que olvidar que en la edad media la luz era lo mas puro, por lo cual lo mas cercano a Dios.



Imágenes que nos muestran el místico sentido de la luz, y la relación de un paisaje exterior y el interior, ambos hechos y propuestos para meditar.

BIBLIOGRAFIA

1. Historia universal de la arquitectura, Arquitectura Románica. Hans Enric Kubach
2. La epopeya de la piedra "Evolución arquitectónica de la basílica cristiana desde roma hasta la catedral gótica" Juan Gómez y Gz. De la Buelga. Patrocina y edita COAM, Universidad de Alcalá, Fundación Antonio Camuñas. Madrid 2003
3. Saber ver la Arquitectura. Bruno Zevi. ED. Apóstrofe. Barcelona 2008.

3. ARQUITECTURA GÓTICA

3.1. Generalidades

Época del arte cristiano, que a lo largo de la historia tiene los elementos más icónicos de todas las etapas. Siempre distinguiremos una arquitectura gótica de cualquier otro estilo. Y no sólo por sus particularidades arquitectónicas, si no también por su forma de concebir su arquitectura. Probablemente un visitante común no sabe precisamente qué elementos de la arquitectura gótica la hacen original, pero están tan bien plasmados que inconscientemente se ve y se siente en un espacio pensado y hecho para la luz.

El estilo gótico lo podemos datar de 1130 hasta 1450 aproximadamente. El mayor exponente de este estilo fue la arquitectura religiosa y como obra maestra dentro de este género la Catedral. En una época marcada por los inicios de la escolástica, las grandes catedrales cumplían un rol didáctico muy importante, motivo por el cual la comunidad era partícipe de estas grandes obras. Eran del pueblo y para el pueblo.

La arquitectura Gótica al contrario de la Románica piensa el espacio y lo concibe no a escala humana, sino a escala monumental, esto quiere decir que como explicaré más adelante el espacio interior tiene connotaciones divinas y majestuosas, mas que humanas y de recogimiento. La arquitectura Gótica parte de la línea y con ella crea y modula espacios.

3.2. Aspectos principales del pensamiento de la época

En la edad media, en los siglos que comprenden el periodo gótico, el pensamiento fundamental en la sociedad estaba muy marcado y volcado a las creencias religiosas, una época de grandes peregrinaciones, veneración constante de reliquias y un profundo respeto por Dios. La gente apoyaba las empresas de las catedrales. Todas las clases sociales tiraban de carretas y ayudaban en la construcción de tan imponentes catedrales. Sin este esfuerzo hubiera sido económica y materialmente imposible levantar semejantes obras.

Hay que recalcar que los estudios que llevó a cabo Erwin Panofsky, en su libro, *Arquitectura Gótica y pensamiento escolástico*, nos menciona que iba muy de la mano la escolástica y la arquitectura, además la coincidencia de los procesos de gestación de cada uno, así podemos ver que la escolástica en su estado maduro o clásico, coincide en tiempo con la arquitectura Gótica clásica. Esto es muy importante, ya que da como resultado una profunda relación entre arte y técnica con creencia y fe.

Nos habla Panofsky de que se plantea en esa época, que debemos de usar la razón para comprender las cosas de Dios, pero no usarla para poner en dudas las cosas. Y como elemento importante que surge en la escolástica más avanzada y que se refleja en la arquitectura es el orden, el tener las ideas claras y organizadas. Por eso vemos como el gótico simplifica las cosas y las hace ser

parte de la función, quita el exceso de adornos y la propia arquitectura es un elemento en si escultórico.

El ideal religioso que llevó a concebir la arquitectura gótica y principalmente las catedrales fue la divinidad, el lograr que los templos gracias a los avances estructurales estuvieran más cerca del cielo. Y no sólo buscar la verticalidad en los espacios interiores, mayor altura y un gran misticismo. Se pretendía emular la Jerusalén celestial, descrita en la Biblia. Lograr esa ciudad llena de destellos luminosos y piedras preciosas. Vemos en los vitrales ese juego de luces, bien logrado y que con el predominio del color azul se magnifican los brillos y matices.

Al entrar en una iglesia gótica, el peregrino quedaba asombrado por la verticalidad. Nos damos cuenta que el entrar en un templo gótico, te lleva irremediamente la vista al cielo, a admirar ese gran espacio vertical y al mismo tiempo puedes ver de manera clara esa representación mística de la Jerusalén celestial.

3.3. Concepto y utilización de la luz en los templos de la época

La arquitectura gótica crea consigo una nueva formulación de espacio interior, ese juego de líneas creando un sistema espacial divisivo. En este sistema dinámico de formas y espacios empieza el gran protagonista del espacio, la luz.

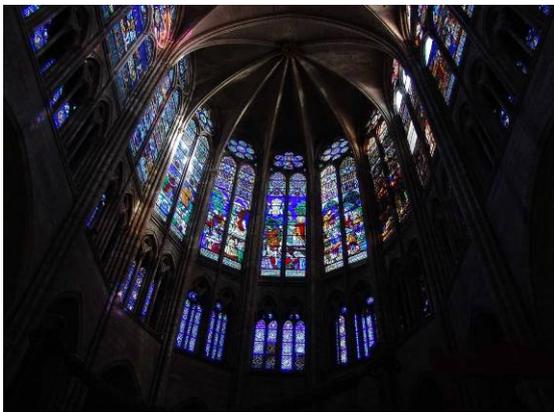
Como comenta Luís Godecky en su libro sobre arquitectura Gótica, “el espacio gótico no es un volumen cerrado y geoméricamente definido, está transfigurado por la luz, está concebido en función de la luz”.

Hablemos del sistema gótico, que es partícipe de manera fundamental en la luz. Como ya sabemos, el gran salto y cambio de la arquitectura gótica fue su sistema constructivo. El “árbol portante gótico”, pieza clave del desarrollo de la arquitectura de la época, es la base de este cambio. La arquitectura gótica cambia de elementos pesados y planos a elementos estructurales que en apariencia son ligeros y que concentran todas las cargas y fuerzas en puntos. Es un sistema puntual de cargas y esfuerzos. Si comenzamos de la parte alta, vemos cómo las bóvedas descargan sus esfuerzos en las nervaduras, que a su vez descargan en las columnas y transmiten al suelo.

No hay que olvidar que los contrafuertes y arbotantes cumplen también esa función de contrapeso, elemento que es fundamental para la gran altura de las Catedrales. Hasta los pináculos eran elementos que a la vez que decoraban las fachadas, ayudaban como elementos de contrapesos puntales y equilibrio de fuerzas. Los contrafuertes y arbotantes se han empleado en el gótico como elementos de una misma unidad estructural, pero no hay que olvidar que han sido ya piezas importantes en el románico, quizás principalmente el arbotante como elemento de refuerzo de Catedrales o iglesias que habían sido arriesgadas en su concepción y que requieran este tipo de implementos para mantenerse en pie.

Todos estos puntos nos llevan a crear el espacio de la luz, el espacio gótico. La liberación de las cargas en los muros permite abrir de manera total los muros, de lado a lado entre cada eje de pilar se puede introducir luz en el espacio. Y así las grandes Catedrales lo hicieron. La sensación mística de que más que algo sólido es un elemento translucido, una pared de luz, que hace que el exterior sea parte del interior.

Como ya hemos comentado la ideología de misterio divino de la época, ahora podemos comprender que esta Jerusalén celestial ha logrado una utilización de la luz, el color y la transformación del espacio como ninguna otra arquitectura hasta la fecha. Iluminar un espacio y hacerlo tan poderoso en materia de luz, siempre ha sido posible, pero que además refleje una idea tan clara y predominante sólo el gótico ha logrado tanta perfección y claridad en lo que buscó.



Imágenes que muestran el empleo y misticismo de la luz, la primera es de St. Denis en París y la segunda un bosque, nos muestran la igualdad en la forma de la luz. La similitud de ese juego de rayos de luz que penetran en el espacio y lo enriquecen.

Podría esta imagen parecernos una Catedral gótica, probablemente vemos la misma lógica, son líneas a partir de las cuales se genera y modula el espacio, que además no se pierde el elemento más importante, que es la luz. Se ha creado de manera fantástica el mismo efecto. O será que la gente de aquella época rodeada de este tipo de paisajes lograba captar estos fenómenos y transmitirlos a un espacio arquitectónico definido. No sabemos si este tipo de imágenes creadas por la naturaleza les transmitían momentos místicos, pero está claro que la naturaleza crea espacios góticos con la misma grandeza que los hombres las Catedrales.



Imágenes que muestran las dos comparativas interiores de un espacio gótico. Construido por el hombre en Notre Dame de Chartres y en la naturaleza.

BIBLIOGRAFIA

1. Historia universal de la arquitectura, Arquitectura Gótica. Louis Godecki.
2. Arquitectura Gótica y pensamiento escolástico. Erwing Panofsky
3. La epopeya de la piedra "Evolución arquitectónica de la basílica cristiana desde roma hasta la catedral gótica" Juan Gómez y Gz. De la Buelga. Patrocina y edita COAM, Universidad de Alcalá, Fundación Antonio Camuñas. Madrid 2003
4. Saber ver la Arquitectura. Bruno Zevi. ED. Apóstrofe. Barcelona 2008.

4. LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Localización Santiago de Compostela, España.

Años de construcción 1075-1211

Ubicada en una región con clima templado.

RESUMEN HISTÓRICO

Esta Catedral se encuentra en el corazón de Santiago de Compostela, en la región de la Coruña en Galicia, España.

El breve proceso histórico prerrománico de la Catedral de Santiago esta lleno de incertidumbre en cuanto a las formas y significado de su implantación. La leyenda nos relata la aparición de una extraña luz sobre donde descansaban los restos del Apóstol Santiago.

Desde la elección del lugar de la primera cripta, hasta todas las sucesivas capillas y lugares de culto que se fueron ampliando y remodelando a lo largo de los años, debido a la profunda fe de peregrinación, siempre construyendo cada espacio de culto en el mismo lugar. El poder de peregrinación y el contenido de la misma dieron lugar a que se pensara en construir un templo con la grandeza y fuerza de los restos que llevarían en su interior. Si entendemos que después de Jerusalén y Roma, Santiago era el tercer lugar de mayor peregrinación y que se habían generado grandes caminos que partían de centro Europa hacia Santiago de Compostela. Caminos de peregrinación con una gran riqueza cultural, con grandes Iglesias de peregrinación que pudieron en diferentes circunstancias influir el la arquitectura de la Catedral de Santiago.

La influencia arquitectónica de los caminos hacia santiago viene según se apunta en la historia, de las regiones de Armenia, las cuales al parecer estos elementos románicos estaban ya presentes y muy bien logrados en su arquitectura, hasta las regiones lombardas y francesas. Pero como catedral de peregrinación la de Santiago es majestuosa en su proporción y en su significado.

Se empieza a construir en 1075, cabe mencionar la impresión exterior ya que se ha situado en lo alto de una ladera, y todo su entorno, que es de gran valor pero de escala inferior, la enaltece.

“El interior no es de escala muy grandiosa, pero tiene una confortable majestad, debido sobre todo a la belleza de un cumplido juego de proporciones grandes y pequeñas” (1). Si comparamos la Catedral de Santiago con otras catedrales Góticas, seguramente que perderá grandeza de espacio, pero si lo comparamos con iglesias de su mismo genero y época, es realmente grandiosa en todos los aspectos.

Como elemento importante encontramos que la longitud de su transepto se diferencia de las demás Iglesias. La iluminación del edificio interior se hace sin luces altas directas, vemos casi todas las ventanas como iluminan atravesando tribunas para llegar a la nave principal. Solo el elemento del cimborrio es capaz de generar ese aspecto de luz muy directa sobre el cruce de la nave, y es junto con el ábside sobre el altar, el único lugar donde la luz superior entra de manera directa en las naves centrales.

“Lo cierto es que el ábside con cinco capillas es, desde el punto de vista artístico, el rasgo mas original de la obra” (1)

El desarrollo de la Catedral fue preciso, rápido y seguro, en sintonía con los cambios de la época. Como también la época obligo a colocar en la catedral grandes torres, que en principio funcionaban como puntos de defensa, sumando sus almenas en las cubiertas el parecido a un recinto amurallado.

Todos los elementos de esta catedral están perfectamente proporcionados. Los módulos tan bien elaborados se repiten por todo el templo, ya sea en la nave central y transepto, la tribuna o la cabecera con su girola. En tan pocas iglesias se puede ver el concepto de modulación como en esta catedral. No hay que olvidar que es un Románico muy rico en formas y decorado estructural.

El elemento estructural del Románico y por consecuencia en este templo es este muro musculoso, que esta lleno de elementos que lo rodean y que lo nutren, le dan solidez y esbeltez a la vez. De manera muy lógica y proporcionada logra abrir los muros, algunos con ventanas y otros con arcos que dan a la nave central desde la tribuna.

La Catedral se compone de una longitud de 97 metros en la nave central, 10 de ancho y 22 metros de altura. Vemos la proporción ancho y alto de la nave central es de uno a dos y el largo es diez veces la anchura. En transepto tiene un largo de 64 metros, el ancho de la nave central del transepto es de 10 metros y la altura de 22 metros. El perímetro de la iglesia es un gran pasillo, típico de las iglesias de peregrinación que tiene una misma anchura de cinco metros y la altura del mismo es de diez metros, otra vez observamos que la proporción es uno a dos.

Como nos comenta Jacobi “En esta iglesia no hay grieta ni defecto alguno, está magníficamente construida, es grande, luminosa, espaciosa, armoniosa, bien proporcionada en anchura, longitud y altura y de admirable e inefable fabrica” (3)

Vista interior desde la nave lateral donde se ven las bóvedas laterales y el sistema de muro y bóveda central.



Vista interior desde la nave central hacia la bóveda de cañón y el muro superior a la portada de la gloria.



Vista de la gran fachada barroca, que esconde como escenografía la iglesia y restos románicos.



Vista panorámica de Santiago de Compostela, con la catedral dominando toda la ciudad.



DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Para modelizar Santiago de Compostela utilice la planta, secciones y alzados. La información estaba dispuesta en un libro sobre la Catedral, en este libro se encontraban los primeros planos realizados de la catedral románica por Kenneth John Conant en el levantamiento que hizo sobre la catedral.

El siguiente paso fue medir cada tramo y sección. Había diferencias entre los tramos, supongo también que por temas de obra, por lo cual tome la medida más aproximada a cada tramo y la repetí de manera simétrica en tramos, alturas, etc. La Iglesia románica es simétrica, de tal manera que dibujé una mitad y después hice la simetría de toda la catedral. Solo algunos elementos como los campanarios (según los planos), los hice diferentes ya que tienen diferente altura.

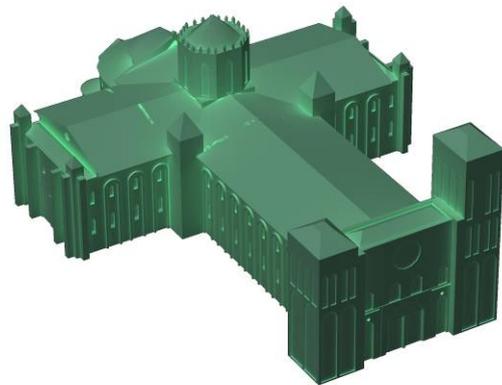
El proceso de modelado fue empezando por muros, arcos, triforios y columnas, después realicé el modelado de bóvedas y tejados, seguí con ventanas y terminé con las puertas.

El modelo lo realicé en su totalidad en AutoCAD, lo pasé a 3D Studio Max, para después enviarlo por capas al programa Heliodon.

La información gráfica usada en este modelo se anexa al final.

Características del modelo:

- 4 capas o grupos.
 1. Muros.
 2. Bóvedas.
 3. Ventanas
 4. Puertas
- El modelo cuenta con 171,955 caras.

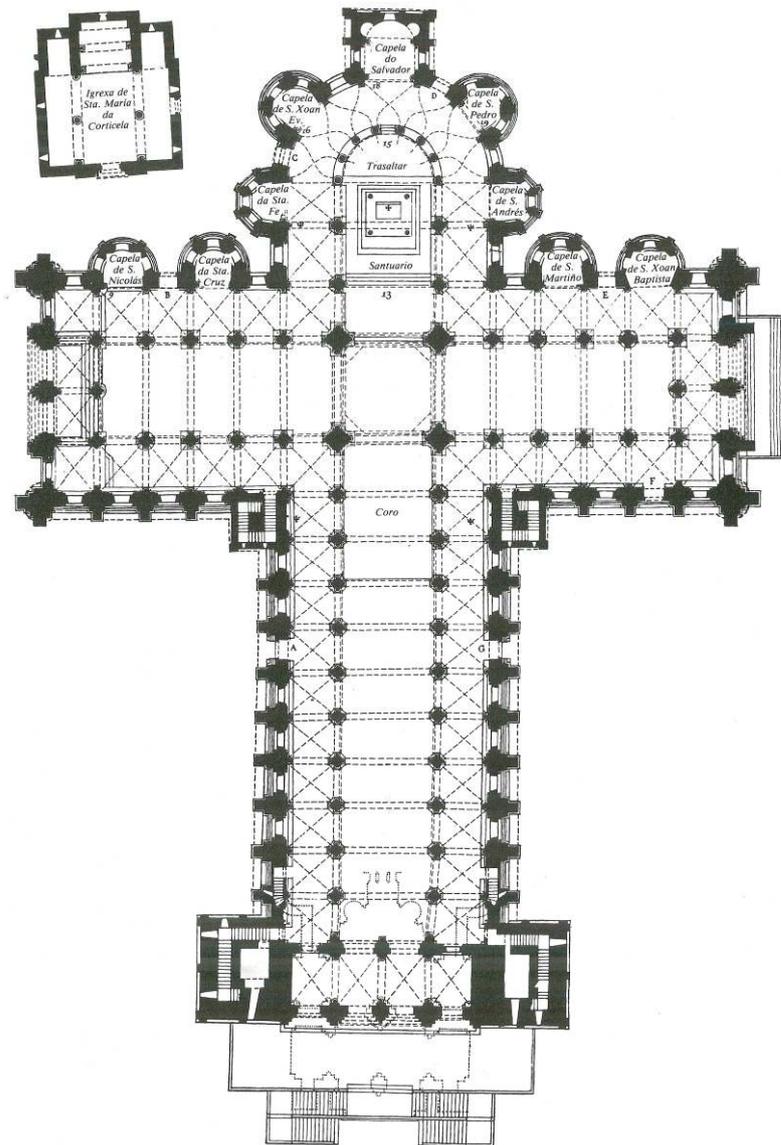


BIBLIOGRAFIA

1. Título Original: The early Architectural history of the Cathedral of Santiago de Compostela. Primera impresión: 1926, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts
Arquitectura Románica de la catedral de Santiago de Compostela
Kenneth John Conant 1983 Colegio oficial de arquitectos de Galicia, Santiago de Compostela.
2. La Catedral de Santiago de Compostela. Alfonso Rodríguez G. de Ceballos. Ed. Scala publishers Ltd . 2000, London.

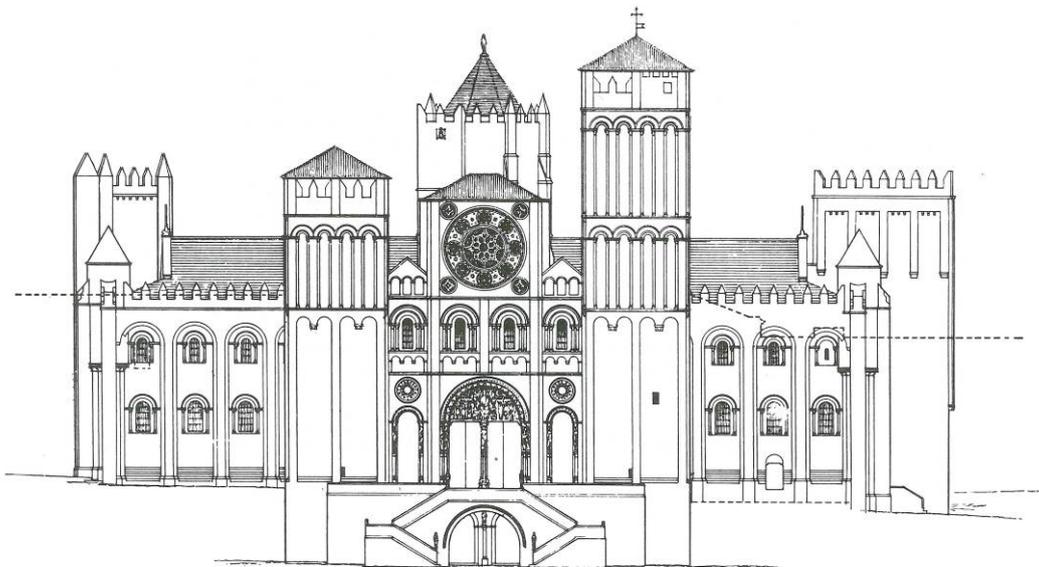
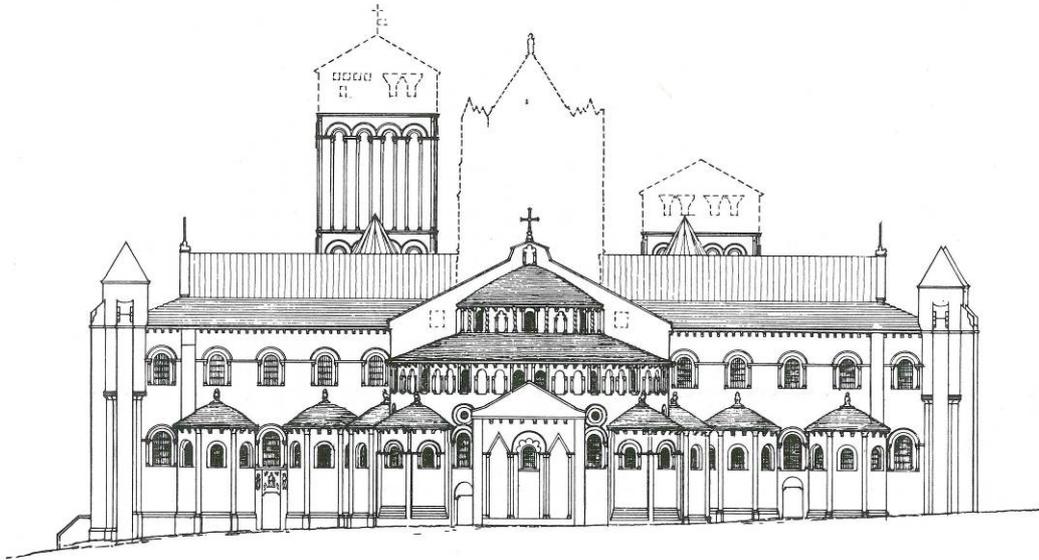
4.1 ANEXO - LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Documentos anexos

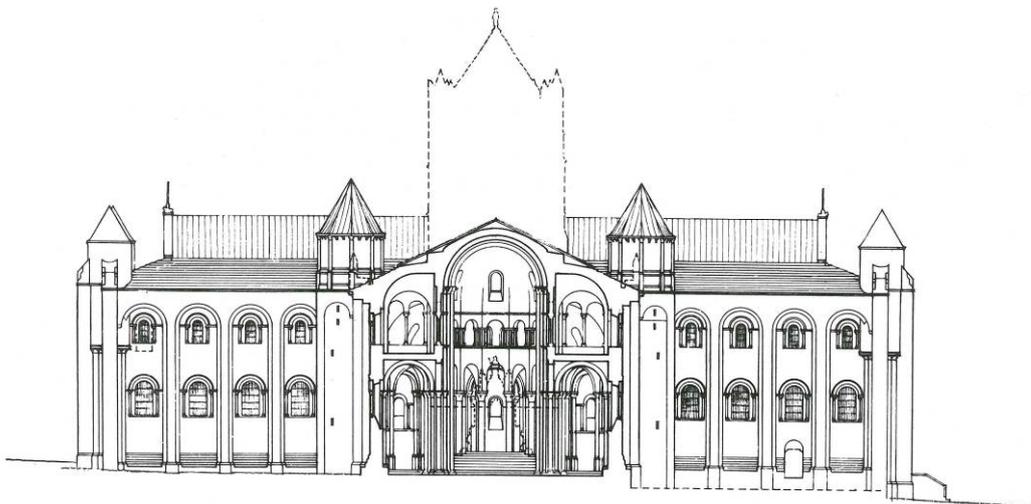
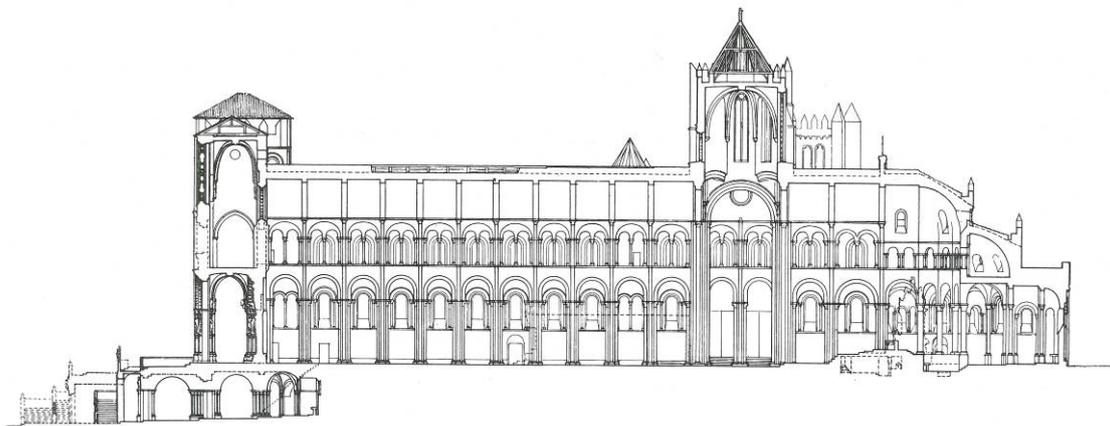
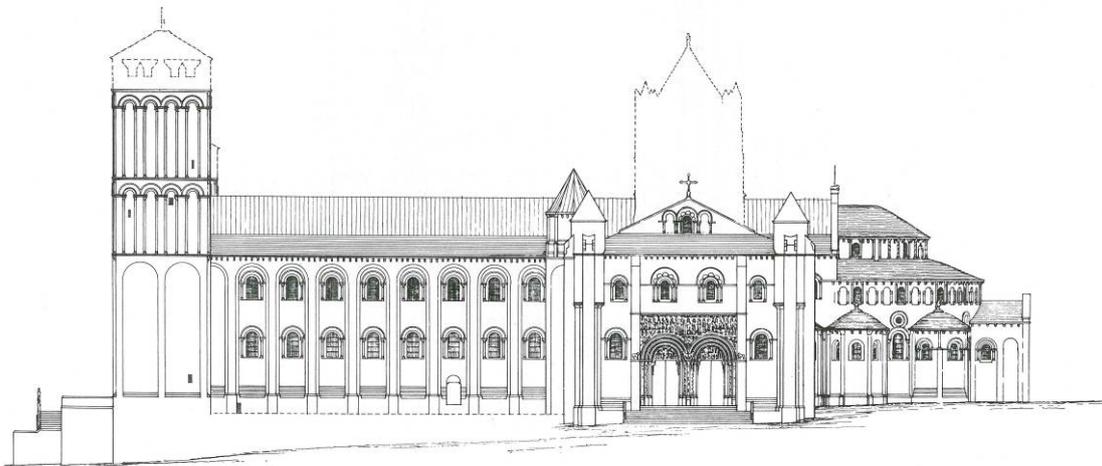


1. Planta

Autor: Carlos Villazón Laso
Tutor: Benoit Beckers



1. Alzado este
2. Alzado oeste



1. Alzado sur
2. Sección longitudinal
3. Sección transversal

5. SAN VICENC DE CARDONA

Localización Cardona, España.

Años de construcción 1019-1040

Ubicada en una región con clima mediterráneo.

RESUMÉN HISTÓRICO

La colegiata de San Vicenç, se encuentra en Cardona, un lugar que tuvo sus primeras ocupaciones ibéricas, pasando por romanos y que alcanzó una importancia mayor al ser frontera de dos imperios, el carolingio al que pertenecía con el Al-Andalus.

La iglesia de Sant Vicenç, ya documentada desde el año 980, se amplió y probablemente se reconstruyó alrededor del año 1019 bajo el impulso del vizconde Bermón, que llevó a cabo la reforma de la comunidad de clérigos que residían en la antigua iglesia con la aplicación del orden canonical. El año 1040, se consagra definitivamente el edificio. (3) EN 1794 es convertida en Colegiata.

Todo el recinto a lo largo de la historia sufrió transformaciones y cambios de uso, desde castillo militar, pasando por almacén y acabando en parador nacional, pero aun así, el estado de conservación principalmente de la Iglesia es impecable y digno de estudiarse.

La iglesia de la antigua colegiata ha sido catalogada por el arquitecto catalán Lluís Domènech i Montaner como ejemplo y prototipo de lo que consideró como primer movimiento románico en Cataluña. A partir de esto ha sido estudiada en varias ocasiones y ha servido como modelo de construcción románica, ya que maneja de manera simple las líneas, los arcos, las medidas y ausente decoración interior se suma a su simetría tan clara y coherente.

Estamos hablando de un templo románico lombardo de 51 metros de longitud y una altura aproximada de 19 metros. También el ancho es igual que la altura. Se compone de una planta basilical con tres naves, que culminan el recorrido en ábsides. Contiene un gran presbiterio y el altar, elevado sobre el pavimento, ya que alberga en la parte inferior una cripta. La cripta cuenta con bóvedas de arista y tiene aberturas de luz. Se accede por los lados laterales debajo del altar.

La nave central tiene un ancho de seis metros, que con los 19 de altura, genera una sensación de verticalidad, no muy común en el románico, pero además la nula decoración te lleva a sentir como esos arcos fajones, la bóveda y columnas pasan sobre ti como una estructura muy bien definida y clara.

El interior es imponente por el sabio equilibrio de magnitudes y de una austeridad absoluta, pues no existe figuración alguna como corresponde al estilo lombardo puro. (3)

Cuenta con un transepto casi imperceptible, solo es realmente reconocible en su parte exterior, el terreno ha influido en ello. En el cruce de la nave principal y el transepto se eleva el cimborrio sobre una cúpula central, apoyada en pechinas, que tiene aberturas laterales y una superior. Es un detalle algo elaborado pero que demuestra que una solución estética, también busca la entrada de luz. Y sería ilógico que se haya construido un cimborrio con esas grandes ventanas y que debajo existiera una cúpula totalmente ciega.

Longitudinalmente esta dividida en cuatro tramos, que son delimitados por los arcos fajones. La bóveda y los arcos son de medio punto y en las laterales las bóvedas son de arista y están dispuestas en tres tramos. En el área del transepto las bóvedas son de cañón. En el área del altar, se puede ver que la bóveda de cañón continúa de la misma manera que los tramos anteriores al transepto, pero que remata con un gran arco fajón que separa de la cúpula semiesférica en el ábside central.

En la zona de acceso vemos un atrio que genera un espacio interior cerrado y que en la parte superior sirve para lograr una tribuna, que es influencia de la arquitectura carolingia.

En el tema de la luz, vemos soluciones no muy comunes pero si coherentes con el románico, que en San Vicenç la nave central tiene aberturas superiores de luz, así como en las naves laterales, además que se abren ventanas en cada extremo del transepto y rematando en cada ábside. Los ritmos y repeticiones de las ventanas son simétricos y las sensaciones de claros y oscuros son típicas de estilo. Y como ya he comentado el cimborrio es un elemento con gran luz, pero que se tamiza por la existencia de la cúpula que solo tiene pequeñas aberturas en su estructura. Queda claro que en el tema de la luz, el pensamiento románico aun era conservador, sabían que la mejor manera de llegar al fiel era mediante una marcha de luz y oscuridad, y San Vicenç no es la excepción.

Estructuralmente no es muy diferente a cualquier otra obra románica de referencia, tiene grandes muros que se mantiene en cada tramo por igual, tanto en la nave central como en los muros que colinda con el exterior. La nave central esta enmarcada por los grandes pilares, de los cuales nacen los arcos fajones que dan rigidez y permiten una mayor altura a la bóveda. Funciona mediante masa y pesadez y genera espacios interiores, que bien modulados y estructurados dan amplitud. Hay que resaltar como he comentado antes que su altura y estrechez hacen ver una nave y espacios más amplios de lo que parece.

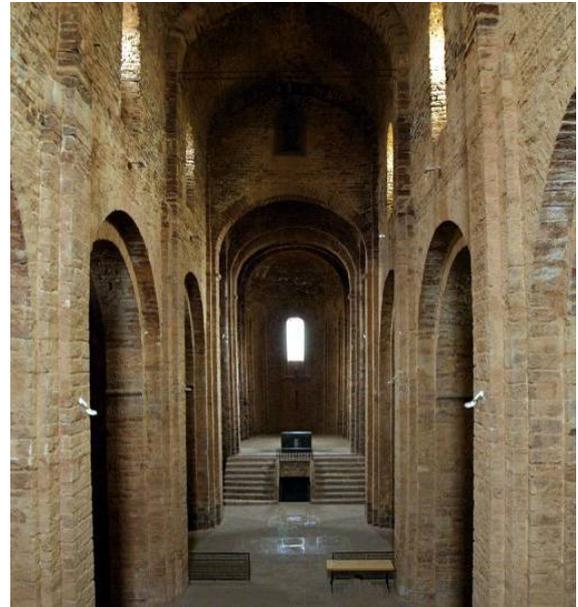
Tiene elementos muy conservadores en cuanto a estructura y el refuerzo en cuanto a muros y anchos es evidente, no hay gestos atrevidos ni en estructura, ni en aberturas de luz y tampoco elementos que en su forma y función sean

necesarios como basamentos. Esto es coherente y bien definido tanto en el románico, como en el tipo de arquitectura que se hacía en Cataluña.

Exteriormente, destacan a primera vista todos esos elementos de decoración lombarda, que son repetidos en cada muro y existen una serie de aberturas ciegas que rematan principalmente en el exterior de los ábsides y el transepto. En los exteriores de la nave central y laterales solo existen como elementos de fachadas, las aberturas de las ventanas y unos tímidos contrafuertes sobre los muros laterales que tienen también elementos lombardos.

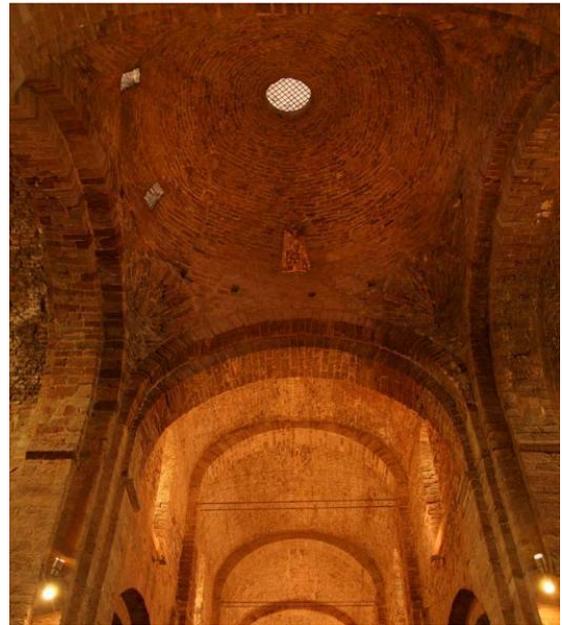
La fachada principal es completamente ciega en decoración, parece que esta lograda así para provocar mayor sorpresa e inquietud en su interior, si además sumamos que se accede por un espacio pequeño y cerrado.

No cabe duda que la iglesia de San Vicenç de Cardona es una de las obras maestras (si no la que más) del románico lombardo en Cataluña por su grandiosidad y equilibrio de espacios, su orden y elegancia y su uniformidad. (2)



Interior de la nave central con el remate del altar al fondo.

Vista interior de la cúpula sobre el transepto, detalles de los arcos fajones y aberturas de luz superiores.



Vista exterior de la zona de la cabecera, con los ábsides y vista del cimborrio.



Vista de la fachada sur, con sus poco detalle de decoración y la pureza de sus formas.



DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El proceso de modelizado de San Viceç de cardona fue mas complejo, aunque la iglesia era la mas simple, debido a la poca información disponible, que era la planta y la seccion longitudinal. Gracias a que no tenia realmente transepto la sección sirvio casi en su totalidad para poder modelar. Utilice la planta, la seccion y las fotografias para poder realizar el modelo, esta informacion la proporciono la enciclopedia de romanico catalan en su tomo XI.

Volvi a medir todos los tramos y alturas, en este sentido la información en cuanto a diferencias era mas precisa. Solo ajuste todas las lineas para que los tramos fueran iguales. Al ser simetrica, tambien hice la simetria de la nave para lograr el conjunto del modelo.

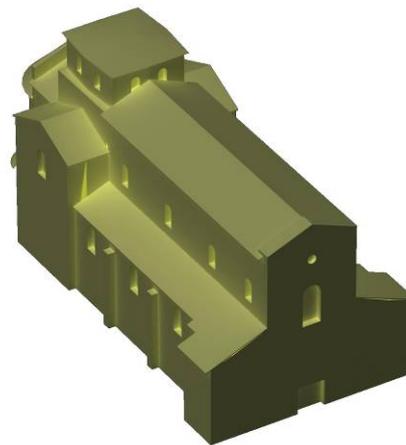
Empeze modelando muros, arcos y plataformas (de acceso y sobre la cripta), despues las bovedas y cubiertas y al final las puertas y ventanas.

El modelo lo realice en su totalidad en Autocad, lo pase a 3D studio max, para de ahi enviarlo por capas al programa Heliodon.

La información grafica usada en este modelo se anexa al final.

Características del modelo:

- 4 capas o grupos.
 1. Muros.
 2. Cubierta
 3. Ventanas
 4. Puertas
- El modelo cuenta con 8,628 caras.

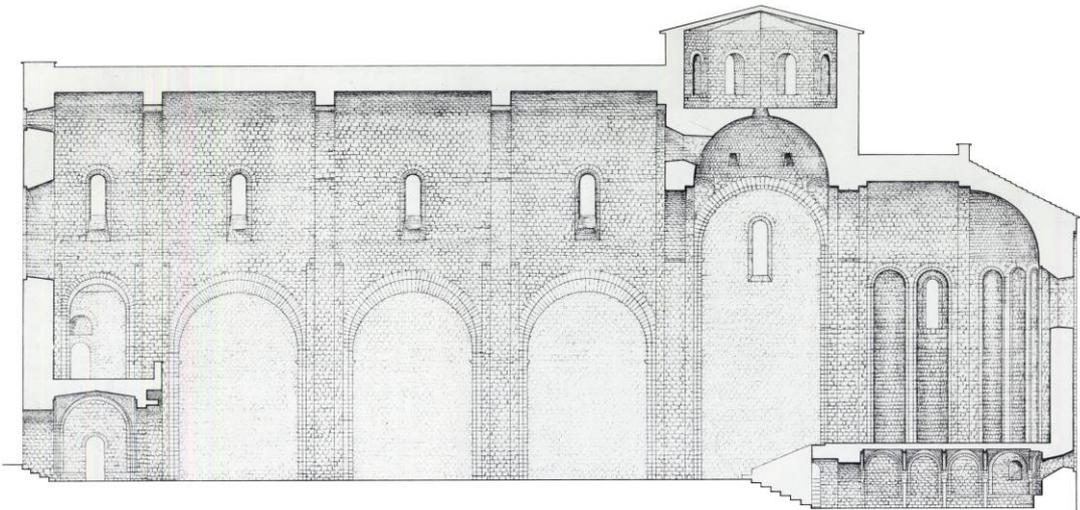
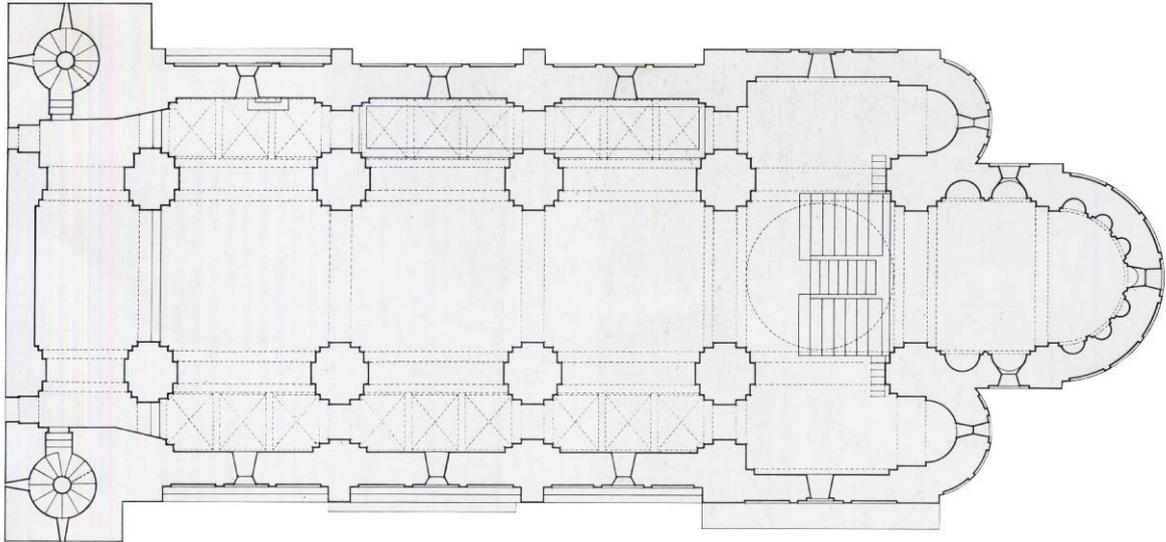


BIBLIOGRAFIA

1. El Bages Francesc Junyent i Maydeu, Alexandre Mazcuñan i Boix, Albert Benet i Clarà director de la obra: Jordi Vigué. Enciclopedia Catalana. Barcelona 1984.
2. <http://www.arteguias.com/catedral/colegiatacardona.htm>
3. <http://www.romanicocatalan.com/02b-Barcelona/Bages/Cardona/Cardona.htm>

5.1 ANEXO – SAN VICENC DE CARDONA

Documentos anexos



1. Planta
2. Sección longitudinal

6. LA CATEDRAL DE CHARTRES

Localización Chartres, Francia.
Años de construcción (1194-1260)1220
Ubicada en una región con clima templado.

RESÚMEN HISTÓRICO

Esta catedral se encuentra en la ciudad de Chartres, en el centro oeste de Francia.

La catedral románica de Chartres del siglo XI, ardió en el año 1194. Sobre esta obra se erigió una nueva catedral Gótica, debido a la importante tradición de culto en Chartres.

La nave se construyó antes de 1210, los cimientos del coro se terminaron en 1220 y los brazos del transepto en 1230. El programa hecho para esta catedral data de entre 1194 y 1195.

El alzado es de tres pisos, en el cual la gran arcada y las ventanas, elementos separados por el triforio tienen la misma altura.

Normalmente iglesias y catedrales incluían elementos en las partes altas de la misma y las ventanas se veían reducidas. En Chartes el arquitecto suprimió las tribunas. Así dio proporciones monumentales a su obra.

Además modificó de manera fundamental las proporciones entre sus elementos, que constituyeron la catedral gótica más lógica de su época. Como explica Louis Godecki “La catedral de Chartes se nos impone como uno de los monumentos más explícitos de las intenciones místicas y escolásticas del arte medieval”.

Se compone de cinco naves y tiene 134 metros de largo por 46 m de ancho en el coro, con una altura de 36,5 m en su nave central. Posee dos torres, una de 106 m y la otra de 115m. La cúspide de esta última representa por sí sola casi un tercio de la altura total, mientras que la parte de abajo equivale a la mitad de la fachada. Constituye un ejemplo de las relaciones precisas de la construcción.

Tiene además nueve portales, tres en la fachada principal, entre ellos el famoso portal real, y tres semiocultos por esplendidos arcos esculpidos, en cada uno de las dos fachadas del transepto.

La fachada está dividida por cornisas horizontales en tres pisos: en el de base, se abren los tres portales mencionados anteriormente, ricamente

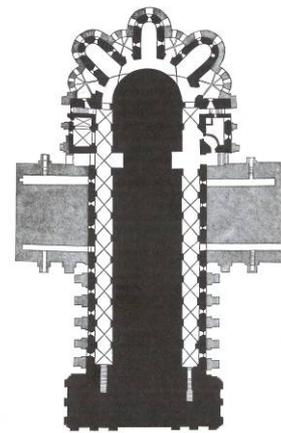
decorados por frisos y esculturas; en el piso del medio, tres grandes ventanales dan luz al interior; finalmente el piso superior está dominado por el rosetón. Éste, que es un elemento típico de la arquitectura gótica, de forma circular, está dividido por finos rayos de piedra. Constituye además una fuente de luz (durante la tarde ilumina el altar mayor) y aligera el espesor de la pared. La catedral de Chartres posee 175 vitrales- incluyendo los tres rosetones.

Esta catedral requirió un gran esfuerzo económico. Quizás mucho mayor al de cualquier otro proyecto público de la edad media. Algo impensable en nuestra época que una obra de arte religiosa o no mueva tantos recursos y energía como en aquella época.

Se construye sobre la misma traza del viejo templo románico. Incluso se temían derribar algunos muros por motivos religiosos (se decía que el propio cristo los había consagrado). El arquitecto intento mantener por todos los medios el contorno de la antigua catedral. Pero las formas que requería una catedral tan majestuosa impedían este hecho. Se añadió en transepto, elementos en la cabecera y los elementos góticos correspondientes. Debía ser el aposento de la Reina de los cielos, capaz de superar todo lo visto por el ojo humano.

Chartres, lejos de ser una obra suntuosa, es una catedral de grandes soluciones técnicas (Escondía la originalidad en lo tradicional).

- Silueta de la antigua catedral románica
- Silueta de la nueva catedral gótica



De la antigua catedral substituyó el deambulatorio simple por uno doble. Paso de tres a siete capillas en la cabecera y el segundo deambulatorio disminuyo casi en un 50% la profundidad de las antiguas capillas.

Las dimensiones de la antigua catedral románica eran demasiado grandes para su época. La nueva catedral tenia que cubrir ese gran espacio con bóvedas de crucería. Que era el mas ancho de todas las catedrales góticas que acaban de terminarse (Sens, Noyon, Paris, Laon). Además que arrancaba de una altura mayor.

Se realizó con magnífica sillería descubierta cercana a la obra y con la ayuda del suelo que permitió todos estos logros de ingeniería.

A pesar del peso de su gran bóveda, iba a ser luminosa como ninguna otra catedral hasta entonces.

El suprimir las tribunas (elementos que ayudaban al empuje estructural de las bóvedas de la nave central) que además ya eran innecesarias para el culto multitudinario, daba más altura a las naves laterales y menor profundidad e iluminarla con grandes ventanas haciendo esta obra con una piel luminosa.

Los arbotantes de Chartres son los primeros que se conciben no sólo con un objeto estructural sino también estéticamente como parte integral de una traza.²

Este fenómeno de transparencia permitió un ábside poligonal no circular, pero si expresó con mayor coherencia el fenómeno de transparencia del edificio.

En Chartres, el arquitecto abandonó la bóveda sixpartita ya anticuada para él y en su lugar usó la bóveda cuatripartita y sobre tramas rectangulares no cuadradas.

La arquitectura Gótica de la época está muy marcada por todo lo relacionado a la matemática, especialmente a la geometría. Toda construcción gótica tenía que estar relacionada a una proporción geométrica, en la escuela de Chartres la matemática era el lazo de unión de Dios con el mundo.

En cuanto a la luz, como ya he mencionado antes, el sustituir los muros por grandes ventanales con colores vivos, pero a la vez que mantenían serio respeto al espacio de culto, lograban cambiar en definitiva la piel opaca por una piel que irradiaba una luz, suficiente para lograr crear el misticismo, la verticalidad, el contraste y el brillo.

Entendamos que en la época medieval la luz estaba relacionada con Dios, se entendía como el fenómeno natural mas puro, mas simple, donde se manifestaba de manera mas natural la analogía de Dios, hecho que a su vez era interpretado como algo místico, todo objeto que recuperaba brillo o estaba iluminado tenía una connotación celestial.

Notas: Un dato importante es que para nosotros el símbolo es una imagen poética de la realidad, y para la gente medieval la realidad en sí no existe sino a través de un símbolo es la única interpretación de la realidad realmente válida.

La estructura gótica puede apreciarse diferente a la románica por varios aspectos, el primero era que todo sus muros, nervaduras, arcos la hacen ver como parte de un aparato muscular, todo un elemento estructural que cada parte tiene una función, en relación al románico en que sus muros y elementos son partes inertes, partes que sirven de lienzo para las pinturas y decorados del espacio místico.

Los elementos de la catedral gótica, a diferencia de la románica, están mostrando la perfección de la técnica, el detalle de cortado del bloque, la colocación de cada elemento como parte de una estructura, en la cual los decorados y las pinturas ya sobran ya que no hay imperfecciones que tapar, por tanto la iglesia se eleva hacia la búsqueda del cielo, la apertura mística y esos elementos nos llevan la mirada hacia arriba con tanta verticalidad que es un espectáculo, los marcos de las ventanas, esas nervaduras que viste de por sí los ventanales que a su vez son obras de arte, todo en la catedral gótica está decorado por sí mismo, cumple su función estructural y estética.

La utilización de la luz y la relación original entre la estructura y la apariencia.

En cuanto a la luz entendemos la gran diferencia del paso románico, de deja a un lado la pesadez, la relación sólido-vano, de tal forma que la pared Gótica se vuelve porosa, expresa la necesidad mucho mayor de la luz, por tal motivo las vidrieras góticas que compuestas por elementos oscuros dejan pasar una luz que transforma los muros, lo llena de un efecto penetrable.

El segundo punto es la relación forma y función. Mientras que el románico o bizantino la arquitectura era un gran andamio que se decoraba con grandes frescos, utilizando los grandes y sólidos muros para ello, el gótico pone su forma y función contra esta idea, su decorado se basa en su propia forma, su propia estructura de tal manera que sus elementos arquitectónicos son parte del decorado y la pintura termina siendo subordinada a la forma solo puntualmente se colocan frescos en las capillas, presbiterios, etc.

Unos de los aspectos por los que se cree que se dejó a un lado la importancia de la pintura fue por la imperfección en la construcción de aquellas épocas, por tal motivo las pinturas románicas y bizantinas lo que hacían además de cumplir su función didáctica religiosa, tapaban las imperfecciones en la construcción, en el gótico se supera la técnica y la perfección en el acabado, por este motivo la propia arquitectura es ya un elemento con destellos de perfección que en sí mismo es un decorado, de forma agradable y delicada en su trazo. (Existe un gusto por esa perfección y geometría, se hacen cortes perfectos y se preocupa de no dejar juntas, etc.)

El mural gótico no oculta los elementos arquitectónicos, los exalta, e incluso las vidrieras se adaptan a esta forma.

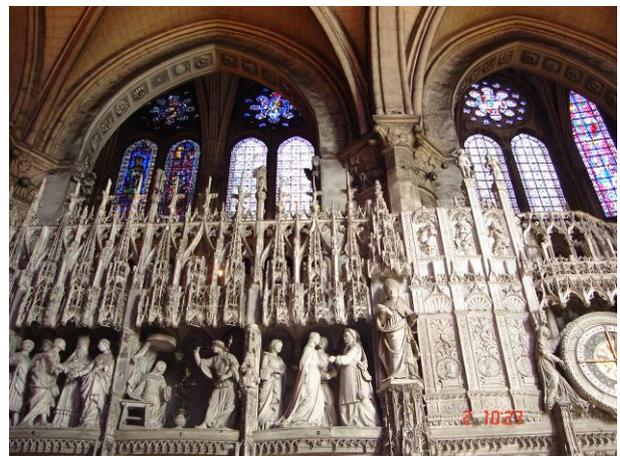
Vista interior de las bóvedas y
Los vitrales de la nave central.



Vista interior hacia el ábside y las
capillas de la cabecera y la magistral
escultura de la girola.



Vista interior de las esculturas de la
Girola y los vitrales sobre el altar de
Fondo.



Vista exterior panorámica desde el río
Y al fondo la Catedral de Notre Dame
De Chartres.



DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelado de esta catedral proviene de la siguiente página http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres_Cathedral.html

Para tener en condiciones optimas el modelos, se convirtió mediante un software llamado 3D object converter, pasando el modelo a formato .dwg.

El modelo mediante la información grafica encontrada (plantas, alzados, secciones a escala), se comprobó y escalo en autodad para poder usarlo en el proyecto.

Se corrigieron las escalas y las uniones de los vértices y sólidos del mismo.

Se añadieron ventanas y puertas.

El modelo lo corregí en su totalidad en Autocad, lo pase a 3D studio max, para de ahí enviarlo por capas al programa Heliodon.

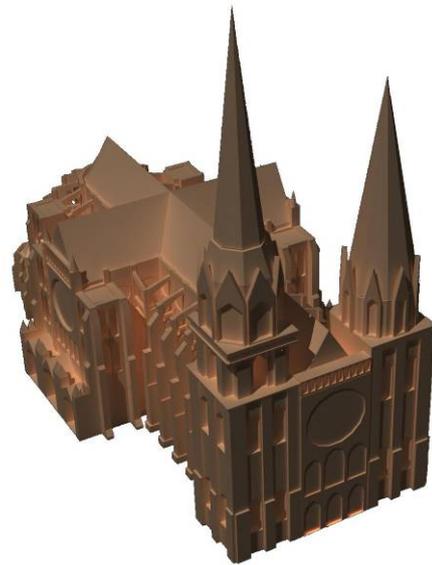
La información grafica usada en este modelo se anexa al final.

Características del modelo:

5 capas o grupos.

1. Muros.
2. Contrafuertes.
3. Bóvedas
4. Ventanas
5. Puertas.

El modelo cuenta con 25,226 caras.

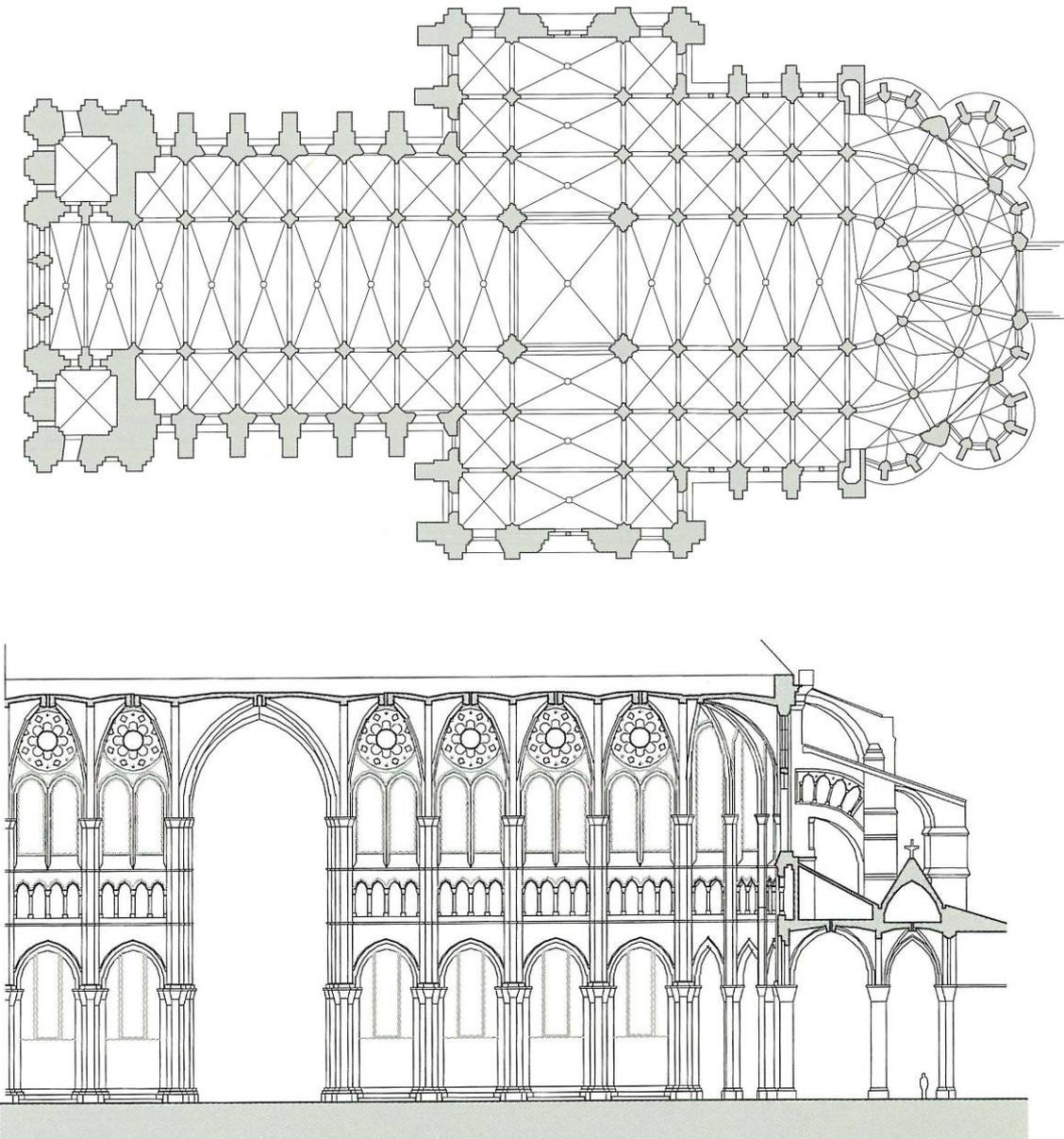


BIBLIOGRAFIA

1. Historia universal de la arquitectura, Arquitectura Gótica. Louis Godecki.
2. La catedral gótica, Otto Van Simson, 1980 Ed. Alianza Forma. Madrid 1980

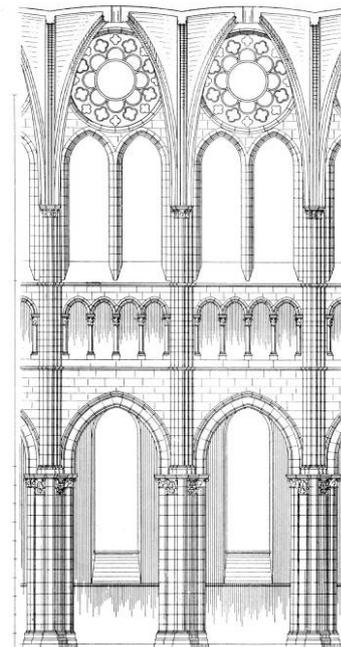
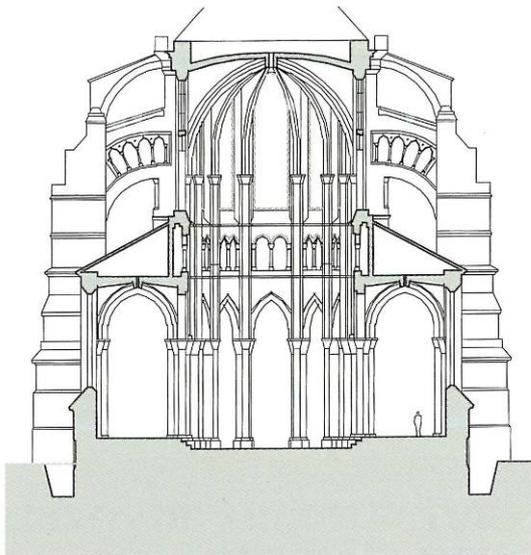
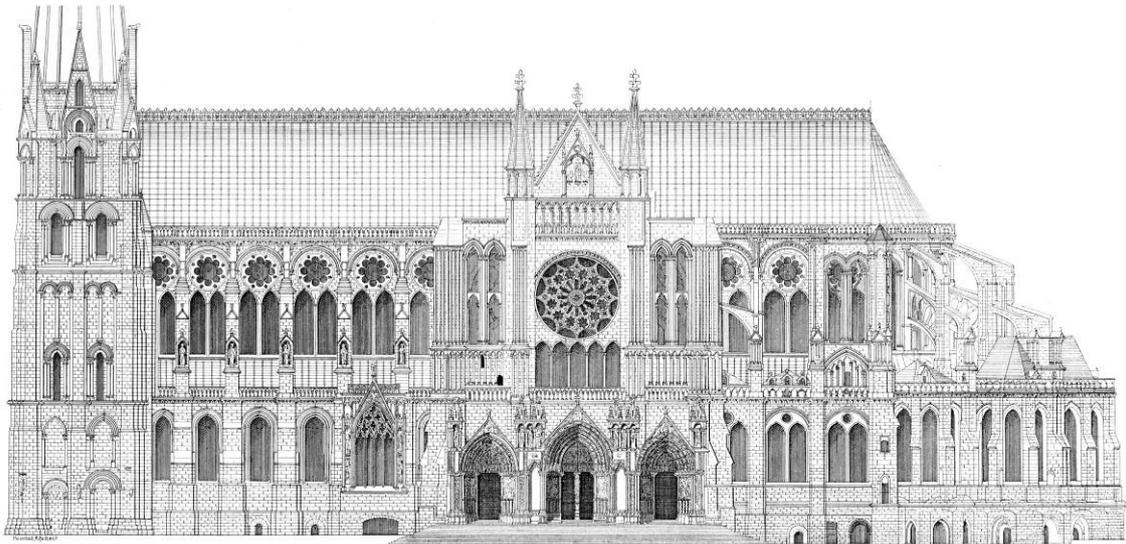
6.1 ANEXO - LA CATEDRAL DE CHARTRES

Documentos anexos



1. Planta
2. Sección longitudinal

Autor: Carlos Villazón Laso
Tutor: Benoit Beckers



1. Alzado sur
2. Sección transversal
3. Alzado interior

7. SANTA MARIA DEL MAR

Localización Barcelona, España.

Años de construcción 1329-1383

Ubicada en una región con clima mediterráneo.

RESUMEN HISTÓRICO

Santa María del mar surge a las orillas del mar, en una comunidad de comerciantes. Fuera de murallas. Se dice que en fechas posteriores al edicto de Milán existía una pequeña iglesia, donde se sepultaron los restos de Santa Eulalia. Ahí durante seis siglos acudieron los catalanes en auxilio y culto. En este lugar más adelante se edificaría la actual Iglesia Gótica de Santa María del Mar.

El erudito P. Villanueva la califica de: *“uno de los atrevimientos más brillantes y bien ejecutados de la arquitectura Gótica.”*(2)

Un poco el contexto nos habla de que el rey de Aragón, cedió las tierras de todo el arenal a la iglesia, esta zona debido a su ubicación, la cual estaba pegada al puerto y otros factores se fue poblando con gran facilidad. Se llenó de burgueses y comerciantes, esto traía dinero y opulencia. Aun así la gente que además tenía una gran fe, sintió la necesidad un lugar de culto de mayores dimensiones.

La iglesia tuvo varias ampliaciones, primero visigótica, luego románica y finalmente con el estilo gótico que predomina en la actualidad.

La importancia de este barrio fue notable, se llenó de comerciantes y la proximidad al puerto hizo que la prosperidad fuera en aumento, allí se asentaron además, lo más elevado de la nobleza, que sumado a lo anterior, el templo existente no daba cabida y ni el servicio necesario para la comunidad, la iglesia era llevada por los Agustinos.

Por lo cual debido al crecimiento de las necesidades, las autoridades eclesiásticas y valiéndose la recién entrada del gótico en Barcelona, aprovecharon para hacer una iglesia de mayores dimensiones.

Por ello exclamaba Campmany *“Que la obra de Santa Maria del Mar fue empezada sobre un plan más osado, ligero y airoso que el de la catedral, compitiendo en ella la gentileza Gótica con la ingeniosa y feliz ciencia del arquitecto; de manera que entre ambos edificios, diversos en estructura, dimensiones y distribución de partes, siendo una misma la forma o estilo, no sabe el expectante conocedor a cuál donar la preferencia; pues si en el primero hay más caudal para el juicio, en el segundo hay más campo para la imaginación. Fábricas son de las que no debe juzgarse por descripciones y relatos, sino de vistas, por el efecto que causa al ánimo del espectador.”*(2)

Los mercaderes contribuyeron económicamente y la mano de obra estuvo a cabo de parroquianos compuestos de pescadores, hombres de carga y descarga de barcos y la gente humilde. Se extraía la piedra de la montaña de Montjuic.

El Rey deseoso del desarrollo artístico de su reino contribuyó en distintas ocasiones a la continuación de las obras. De tal forma concede en 1368 a los Vicarios y obreros: *“Por la devoción que tenemos a la gloriosa Virgen María y para que más prontamente pueda concluirse y completarse la Iglesia del Mar que bajo invocación de la misma se está construyendo en la presente ciudad de Barcelona, que puedan cortar o hacer cortar y llevarse tanta piedra de la cantera que tenía en Montjuic, en el lugar llamado (la Roca).”*(2)

El hecho de que la iglesia se construyera durante 55 años ininterrumpidos, hace que sea una iglesia de ideas claras, bien concebidas, unidad y belleza únicas. Es considerada el mejor ejemplo de arquitectura gótica en Cataluña. Santa María del Mar, muestra la esencia del gótico catalán: torres octogonales, abundancia de superficies desnudas y contrafuertes macizos.

Las constantes expansiones de la corona de Aragón y los ataques árabes mermaron a la población y las epidemias hicieron su parte, pararon parte de las obras. Los incendios y las guerras también jugaron su papel importante, principalmente el producido en 1936 cuando la ira contra el catolicismo provocó grandes destrozos en la Iglesia.

Hecho trascendental en esta Iglesia, que a muy poco tiempo de la llegada del estilo Gótico, se pudiera levantar un templo con tanta libertad de idea y tan enraizado en los conceptos del propio estilo. La esbeltez de la Iglesia, propia del Gótico, la simpleza y simplificación de formas, propia de la arquitectura catalana, están muy ligadas en esta obra. Si observamos a detalle todos estos elementos, vemos que Santa María del Mar tenía estos dos conceptos perfectamente ensamblados en su forma y estructura. Además no deja a un lado en tema de la luz, que compone su belleza.

La orientación de 62 grados norte, marcada por el propio asentamiento, hace que su gran rosetón, genere una gran intensidad luz y color, al estar casi orientado al sur, no muy común en los templos cristianos.

No hay tiempo para grandes evoluciones del estilo, debido a su rápida construcción, por lo cual ayuda también en su unidad y su traza original.

Su concepto de luz a mi parecer es semejante a Santa Sofía en Turquía, como sabemos el Gótico no es semejante al estilo bizantino, pero en Santa Maria del Mar, esa sensación tan bien lograda en Santa Sofía, en la cual la cubierta parece que flota rodeada de resplandecientes rayos, y que se logra con la colocación de las ventanas al ras de las cúpulas.

La Iglesia del Mar ha colocado en la parte superior de todas sus bóvedas de crucería ventanales al ras de las mismas, esto se suma a la esbeltez de las

columnas, que además estorban muy poco a la visión global del espacio y simpleza de formas en la nave central. Nos produce una sensación de ligereza y que sus cubiertas con arcos apuntados muy verticales, se elevan solas sobre el Templo.

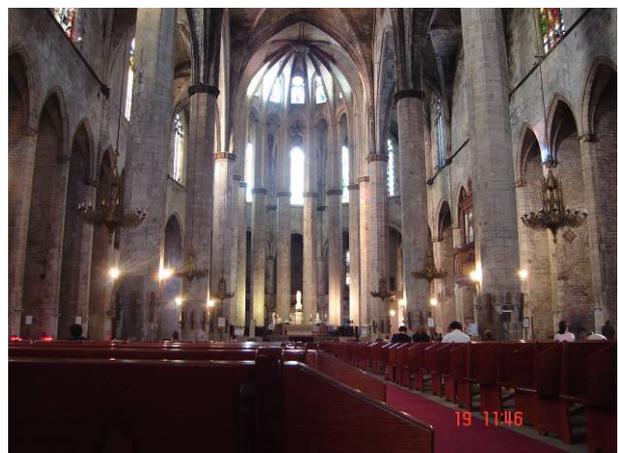
La Iglesia tiene muros de igual apariencia en la parte exterior e interior y el mismo grosor de muros. Existe una repetición constante de puertas y ventanas en toda la obra, las medidas son siempre las mismas y encajan en cada parte de igual manera.

Es probable que la pequeña disminución de vanos sea dada porque en la península ibérica existe mayor intensidad lumínica que en Francia, que es de donde se gesta y promueve el estilo Gótico.

El sistema lateral, de igual magnitud en cada lado y que utiliza las zonas bajas de los contrafuertes y arbotantes para crear capillas todas de igual tamaño, que se mezclan con las puertas con las mismas proporciones, hace que la iglesia no exponga por fuera los arbotantes y que tenga gran palanca, logrando así gran estabilidad y pueda lograr esa altura y esbeltez. Como sabemos en la edad media se buscaba siempre la proporción, se usaban unidades de medida. En este caso llamadas cana destre. La unidad de medida usada en Santa Maria del Mar fue de: una cana destre = 2.80 metros. (3)

Tiene dos torres de 42 metros de altura y cuenta con 4 entradas. El exterior no describe el interior, que al penetrar la iglesia se ven una esbeltez y ligereza, propia del gótico. Sus 16 columnas de 1,60 metros de grosor, que enmarcan los 12 metros de ancho de la nave central, y las laterales son de seis metros. Un hecho importante es que las naves laterales tienen una elevación de 27 metros y la central de 32 metros, por lo que esa semejanza de altura se refleja en la sensación de esbeltez. La longitud de la iglesia es de 80 metros. Santa Maria del Mar esta concebida con una proporción de 1/3, podemos distinguir sus partes en tercios de las demás, tanto en altura como en anchura.

Sólo algunas vidrieras se salvaron de las guerras e incendios.



Vista interior hacia el altar, visión de luz y sensación sobre la cabecera.

Vista interior hacia la cabecera, donde vemos las ventanas superiores en la cabecera y algunas laterales.



Vista de la fachada Noreste, vemos los ventanales, todos en simetría y proporción, así como los contrafuertes que se adentran en las capillas interiores.



Vista de la fachada principal, donde se ve el exterior la zona mas decorada del templo, además de apreciar sus esbeltas y bellas torres, así como su Gran rosetón.



DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Los documentos gráficos utilizados para el modelado fueron plantas, alzados y secciones. La información obtenida es del laboratorio de modelización virtual de la Ciudad de la UPC, en la cual ellos habían realizado un escaneo mediante tecnología laser en 3D. Del modelo 3D realizado mediante mallas tridimensionales, ellos tenían por separado las plantas, alzados y secciones, información que me proporcionaron.

Por este motivo tenía planos con mucha exactitud, comprobé que los tramos tenían variaciones desde 10 a 60 cm, imagino los errores cometidos en obra cuando se construía la Iglesia. La estrategia de modelado fue muy simple, tome un número intermedio y cada capilla para absorber esa diferencia y cada tramo tenía el mismo criterio. Así con cada elemento, ya sean tramos entre columnas, alturas de columnas, grosores de muros y amplitud de bóvedas y arcos.

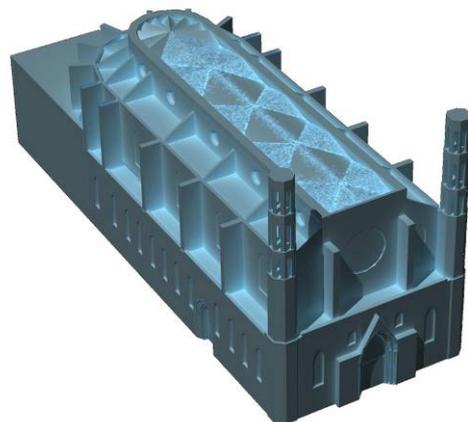
El paso siguiente fue dibujar la mitad de la Iglesia, ya que es simétrica y después hacer la simetría para completar la obra. Empecé por los muros y columnas, después arcos, cubiertas y bóvedas interiores y finalizando con ventanas y puertas. Se han simplificado formas en bóvedas principalmente ya que no afecta para el análisis en Heliodon. Se cuidó que cada ventana estuviera correctamente colocada para que el estudio de luz fuera fiable y coherente para su estudio.

El modelo lo realicé en su totalidad en Autocad, lo pase a 3D studio max, para de ahí enviarlo por capas al programa Heliodon.

La información gráfica usada en este modelo se anexa al final.

Características del modelo:

- 6 capas o grupos.
 1. Muros.
 2. Contrafuertes.
 3. Bóvedas.
 4. Ventanas
 5. Puertas
 6. Edificio colindante
- El modelo cuenta con 174,616 caras.

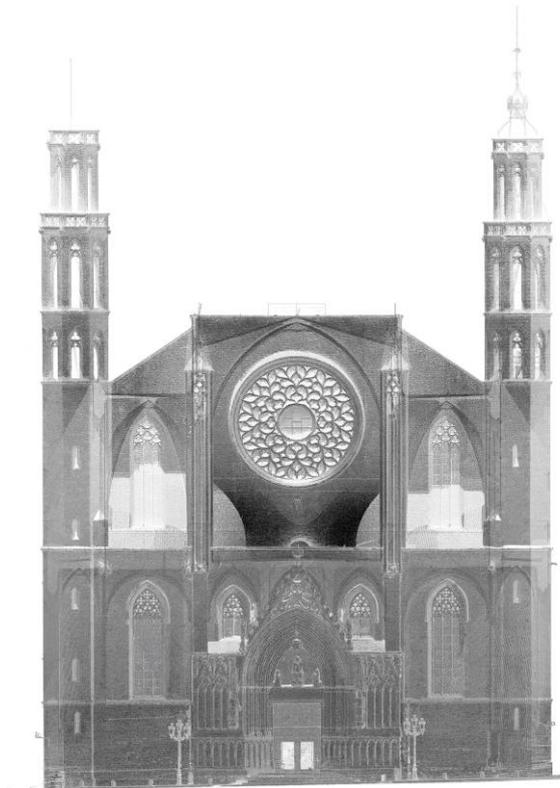
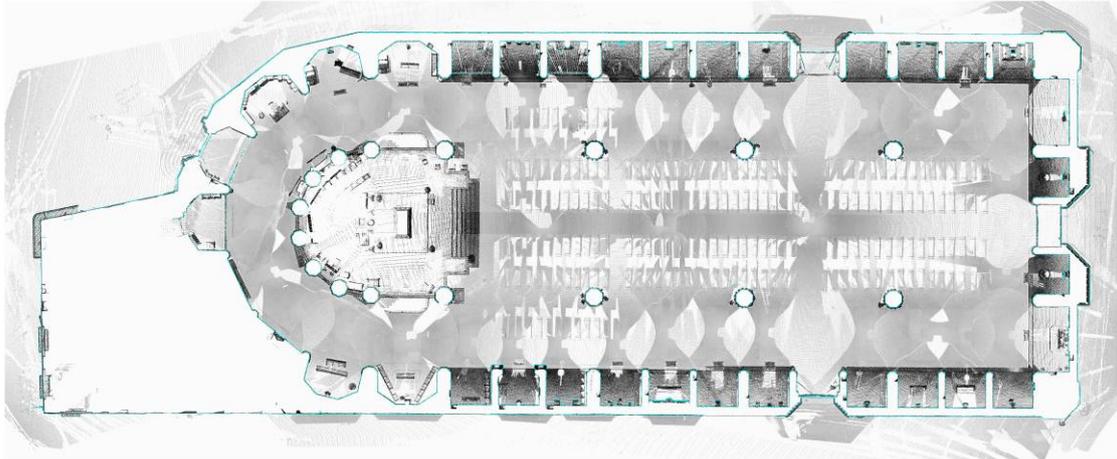


BIBLIOGRAFIA

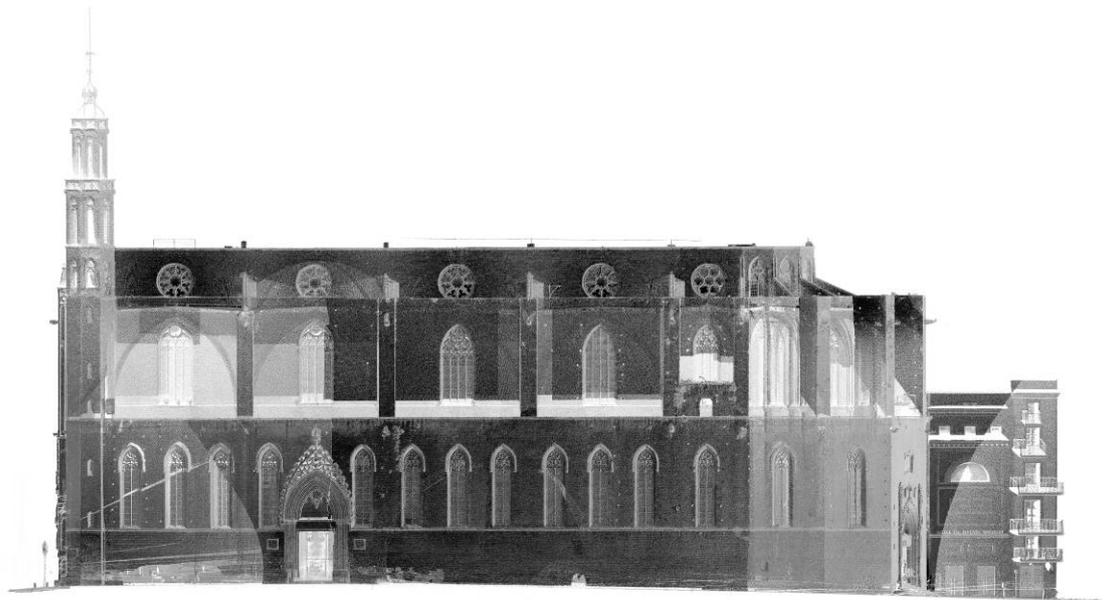
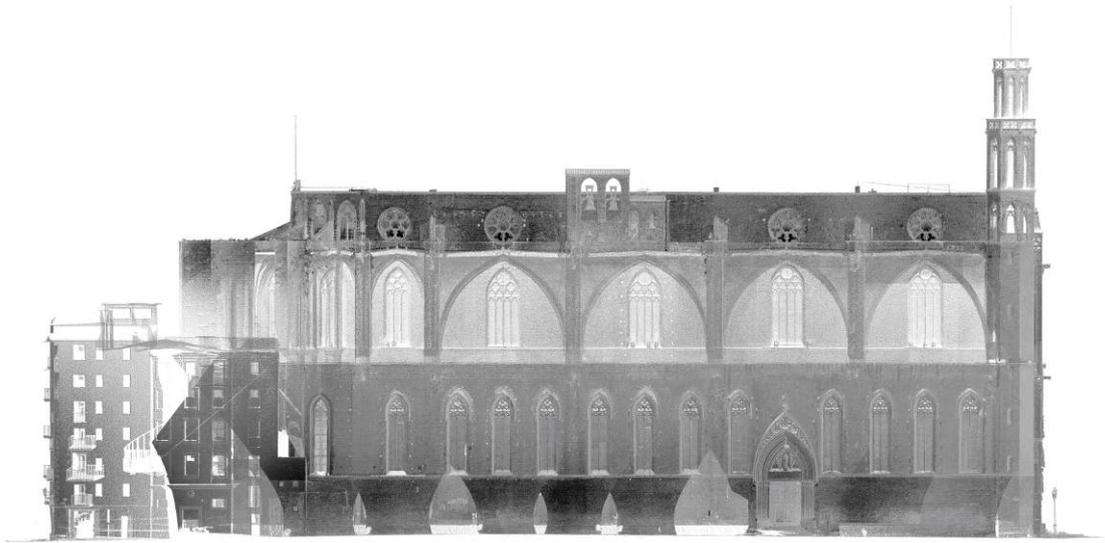
1. Santa María del Mar pasado y presente, Alberto Taulé Viñas. Párroco. ED. La hormiga de Oro S.A. Enero 1998 Barcelona.
2. La Iglesia y Heráldica de Santa María del Mar de Barcelona. D. Buenaventura Bassegoda y D. José Ma. De Alós y de Dou. Publicada por sociedad de atracción de forasteros de Barcelona. 1925 Barcelona.
3. "La estructura Gótica catalana: Sobre los conceptos de medida y espacio, el problema de la forma en la cubierta." Autor: José Carrasco Hortal. Director de Tesis: Antonio Millán Gómez. Barcelona, 2006.

7.1 ANEXO – SANTA MARIA DEL MAR

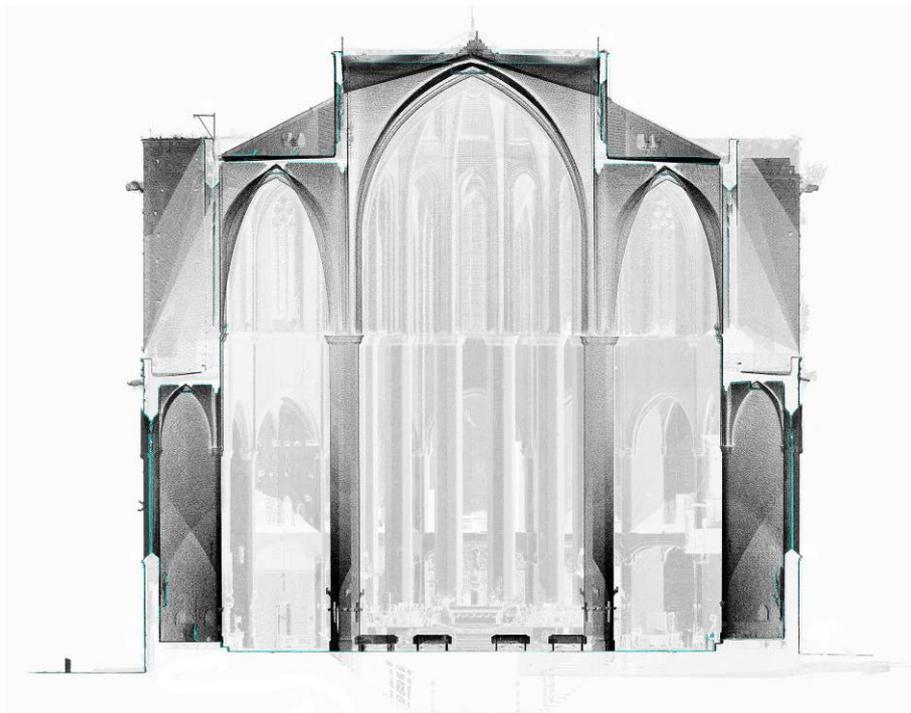
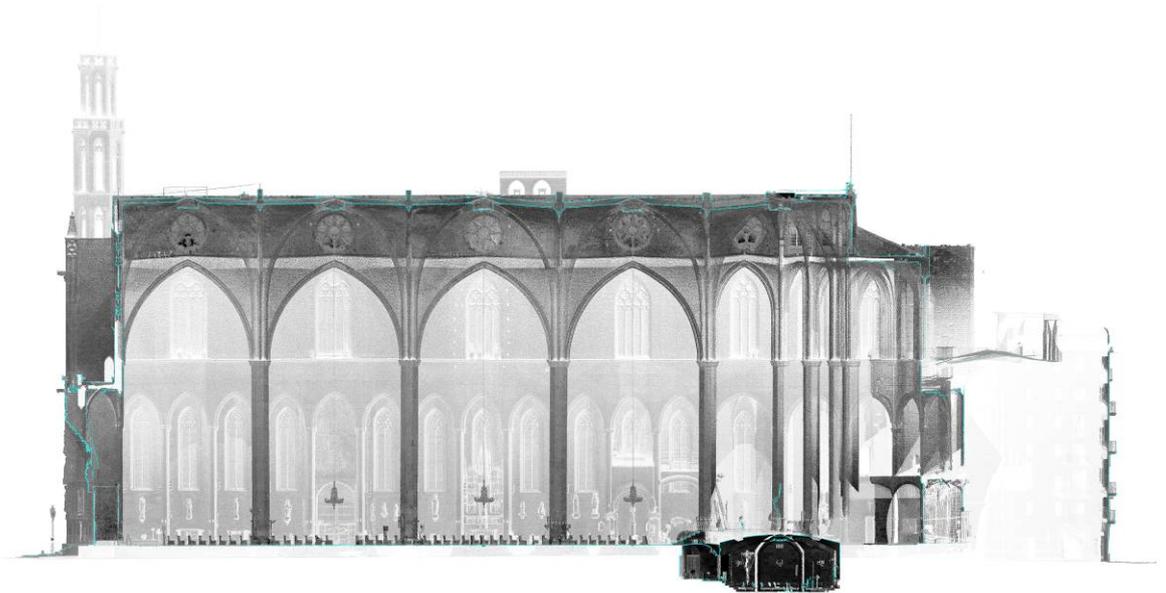
Documentos anexos



1. Planta
2. Alzado sur



1. Alzado noroeste
2. Alzado sureste



1. Sección longitudinal
2. Sección transversal

8. COMPARATIVA DE MODELOS

Para esta tesina, que trata del “estudio de la luz y geometría en los templos cristianos, tomando como elementos de análisis, dos épocas relevantes en el cristianismo.”, se ha pensado como explicaremos y analizaremos más adelante, los modelos de Iglesias o Catedrales relevantes de la época y con elementos trascendentales históricos.

Los modelos escogidos son cuatro, dos Románicos y dos Góticos. Como es sabido, la Catedral de Santiago de Compostela es una de las iglesias de traza y origen Románico más grandes e importantes que se conservan. Así mismo en lo que se refiere al Románico Catalán, la colegiata de San Vicenç de Cardona conserva la Iglesia Románica mejor conservada y de las más bonitas de la zona.

Esto en lo que se refiere al Románico, hablando del Gótico la Catedral de Notre Dame de Chartres es la obra Gótica mas impresionante y mejor conservada de aquella época de arte y siguiendo la misma lógica, en lo que respecta al Gótico Catalán tenemos la Iglesia de Santa Maria del Mar, a mi parecer la obra Gótica mejor lograda de Cataluña.

Que mas podemos ver en estos cuatro modelos que sea similar o en contraposición para que sea valido estudiarlas. En primer lugar tenemos que Santiago de Compostela y Notre Dame de Chartres son cada una en su época unas de las obras que mejor exponen y nutre de elementos al propio estilo.

No sobra decir que Santiago de Compostela es una de los templos Románicos mejor logrados y más lógicos en todas sus composiciones, modulaciones y soluciones constructivas. En algunos aspectos sus soluciones han sido innovadoras. Y Chartres para nada se queda atrás, si tenemos en cuenta que es la obra maestra del Gótico Clásico, que su belleza jamás se logro igualar y que además tuvo gestos arquitectónicos y de concepto que adentraron al Gótico mucho más a la divinidad y la luz.

Por supuesto que sabemos que la edad media era una constante búsqueda por las proporciones y medidas, de eso vemos una gran cantidad de ejemplos y tipos de medidas que se usaban para modular los templos.

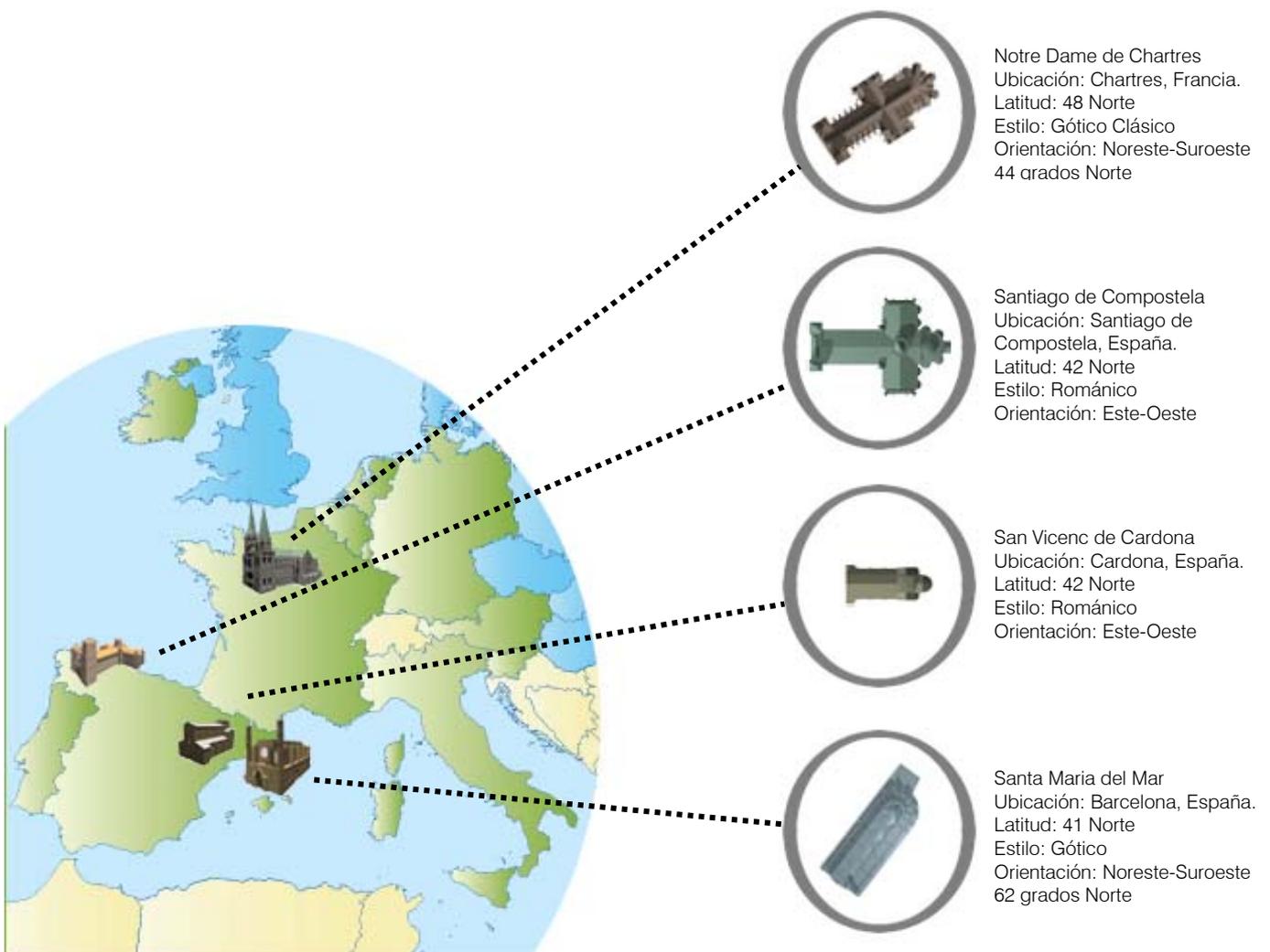
Si mira otra similitud en la Catedral de Santiago y Notre Dame de Chartres, veremos que eran dos grandes centros de peregrinación, especialmente Santiago de Compostela era un punto de encuentro de grandes caminos de peregrinación, que hasta la fecha se mantiene.

En contrapartida están las obras Catalanas, cada una en su estilo es de los mejores exponentes. Santa Maria del Mar como sabemos es una obra que en su realización y concepto, mantiene los ideales de construcción de la zona, pero que además es fiel reflejo de lo que vemos en la obra. Por último esta

San Vicenç de Cardona, gran iglesia para su época y además de estar en perfecto estado de conservación, es una gran síntesis de ideas y detalles que de igual manera, nos enseñan que las ideas en Cataluña estaban claras en cuanto a su racionalización, coste y ejecución de las obras. Son estas dos obras un ejemplo de simplificación de elementos, formas y por supuesto un gran ahorro económico, pieza clave en las obras.

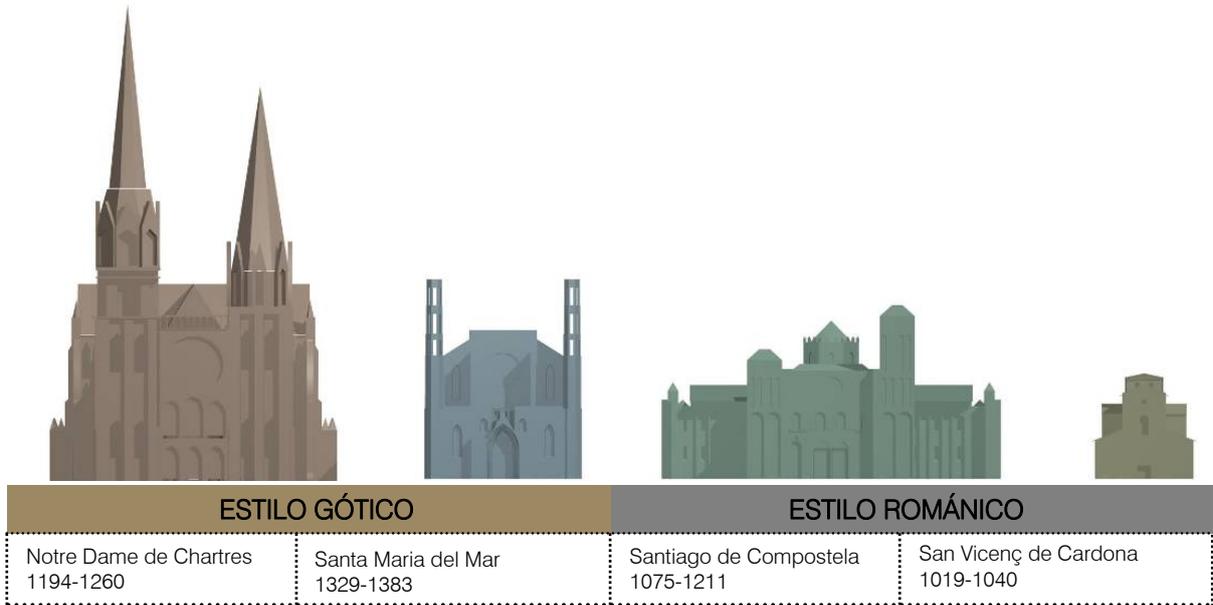
Por todo lo anterior comentado, esta por un lado Santiago de Compostela y Chartres y por Otro lado Santa Maria del Mar y San Vicenç, las dos primeras a nivel global y las dos segundas a nivel regional, específicamente en Cataluña.

No solo es interesante estudiar las dos Románicas entre si y las dos Góticas entre si, además se pretende estudiar el Románico con el Gótico, pero sumando también todos los elementos históricos que llevaron en su época a la creación de estas obras.

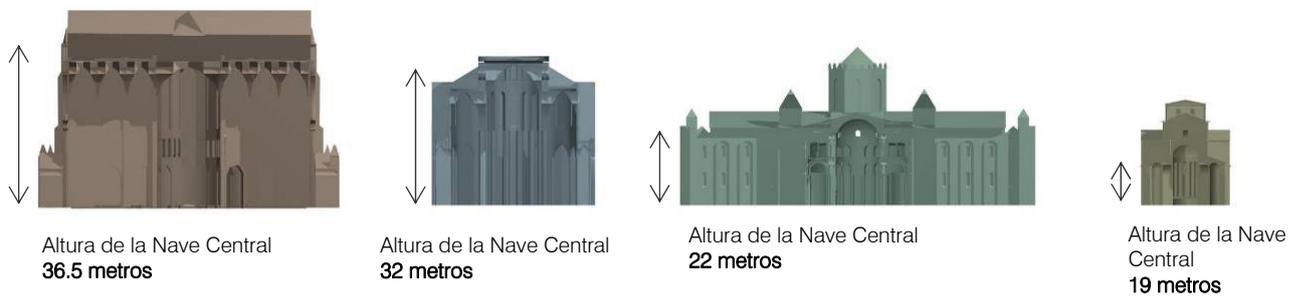


FACHADAS PRINCIPALES

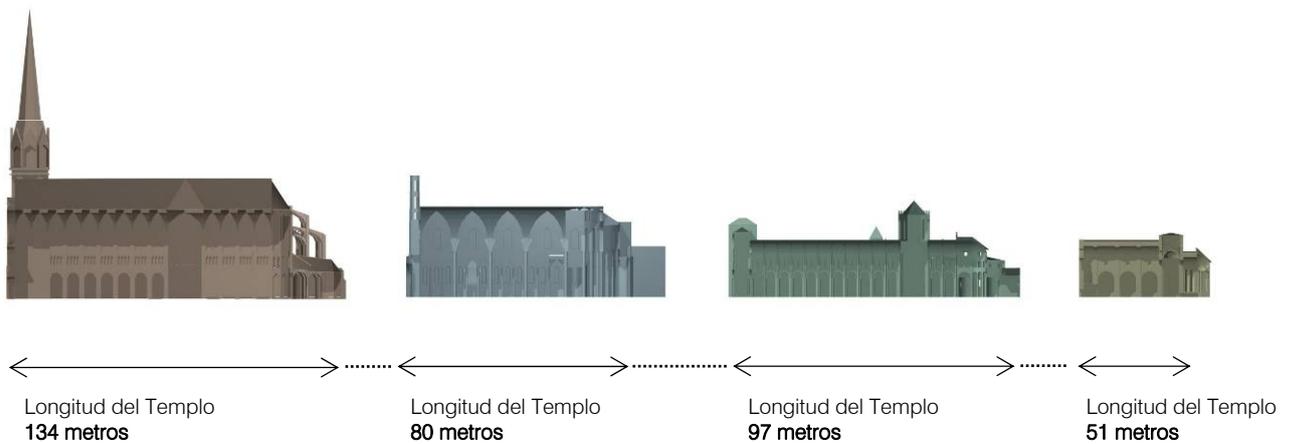
(Las fachadas en 3D, muestra la escala real entre cada Templo.)



SECCIONES TRANSVERSALES



SECCIONES LONGITUDINALES



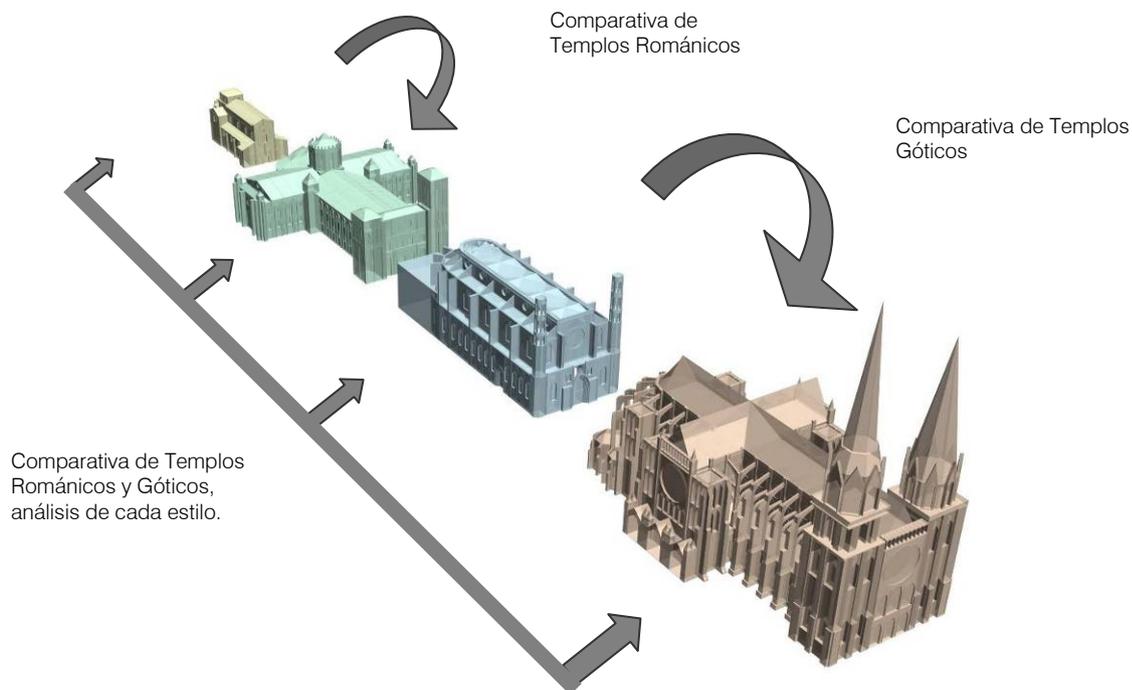
(Las secciones en 3D, muestra la escala real entre cada Templo.)

Curiosamente los dos Templos Góticos no están en una orientación Este-Oeste como sus antecesores Románicos, que estoy estudiando, estos se encuentran girados hacia el Norte. Esto tiene varias connotaciones, principalmente sabemos que son obras posteriores, que las pequeñas aldeas iban creciendo y la ubicación de las iglesias tenía mayores limitantes. Pero en el caso de Chartres que se eleva sobre la antigua Catedral Románica el significado y su ubicación tiene factores naturales y religiosos.

Además la orientación de las iglesias Góticas que estudio, no concuerda con la idea cristiana de orientación, la cual recogiendo elementos del pasado y usando la trayectoria solar, da un significado monoteísta al amanecer y al atardecer. Sabemos que también en la antigüedad desde los egipcios, tenían al sol como un dios, y lo usaban como medio de orientación y traza de sus templos. Los cristianos simbolizan la salida del sol con el resurgir de Cristo y el poniente con el Juicio Final. Por eso la lógica siempre de orientación Este-Oeste de los Templos cristianos.

Gracias a estas diferencias de orientación, esperamos sacar algún dato interesante del análisis en Heliodon, que nos de alguna pista del porque han cambiado las orientaciones de los templos Góticos, como ya he dicho hay factores justificantes, pero quizás exista algún otro motivo que pueda tener relación directa con la luz.

Los estudios comparativos de cada modelo, pretenden comprobar y sumar datos a los conceptos conocidos hasta la fecha. Luminosidades, misticismos, respuestas de proyectos, conceptos y fundamentalmente exponer la geometría de cada Templo.



(La perspectiva en 3D, muestra la escala real entre cada Templo.)

9. ESTUDIOS COMPARATIVOS

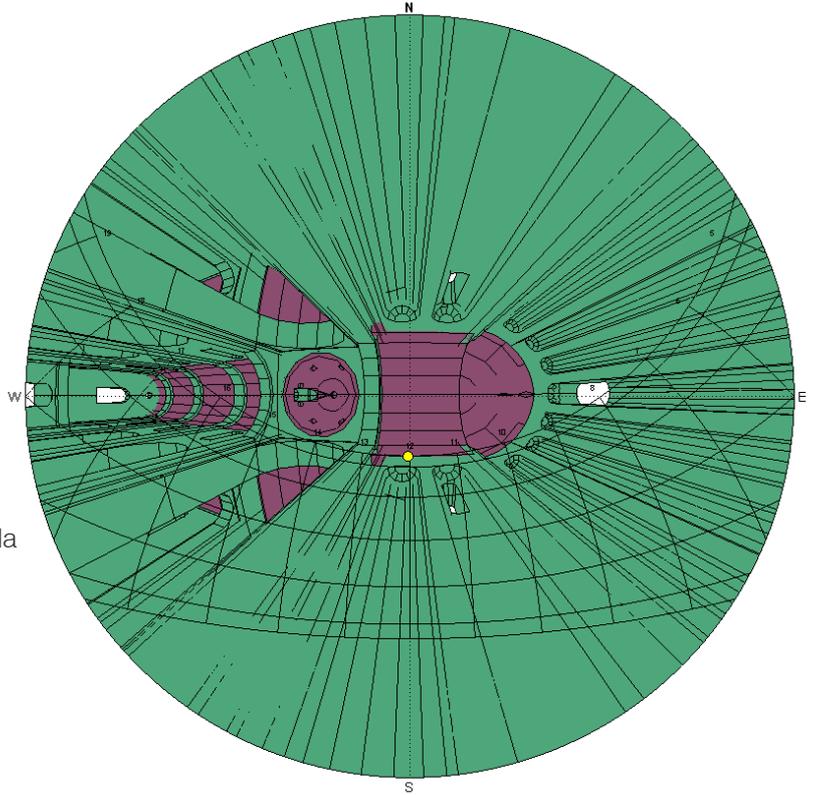
Analicemos unos de los puntos más importantes, sino el que mas significado tiene en las Iglesias que es el altar.

Iglesia de San Vicenç de Cardona

Estereografía de la zona del altar

El factor de cielo en este punto
Es de 0,3%.

Como algo característico en este tiempo es el hecho de que en ese punto solo en verano y unas horas llega la luz solar en la mañana, y la mayor aportación solar es por el poniente a media tarde en meses de otoño e invierno. Existen algunos destellos de luz proveniente de la fachada sur, pero muy poco. Los ritmos se ven muy claros en la imagen.

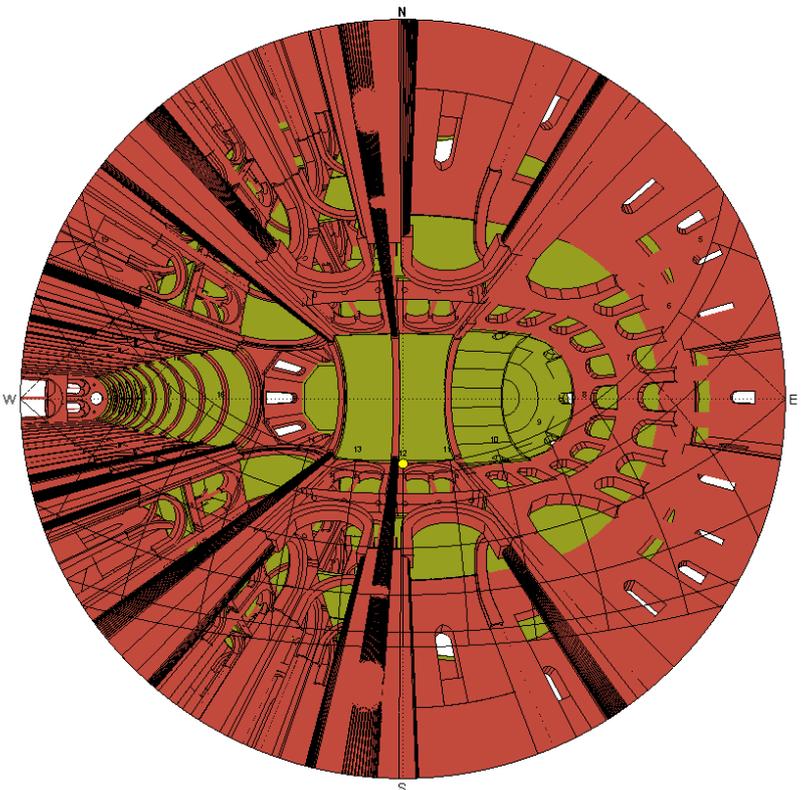


Catedral de Santiago de Compostela

Estereografía de la zona del altar

El factor de cielo en este punto
Es de 0,8%.

Aquí observamos que la zona del altar, tiene mayor luminosidad, debido a que la cabecera con sus capillas en forma circular, abre mucho la perspectiva, por consiguiente las aberturas en los muros aportan mayor cantidad de luz. El atardecer como vemos también, es luminoso a media tarde. Aquí los ritmos se ven todavía mas claros y mejor logrados.



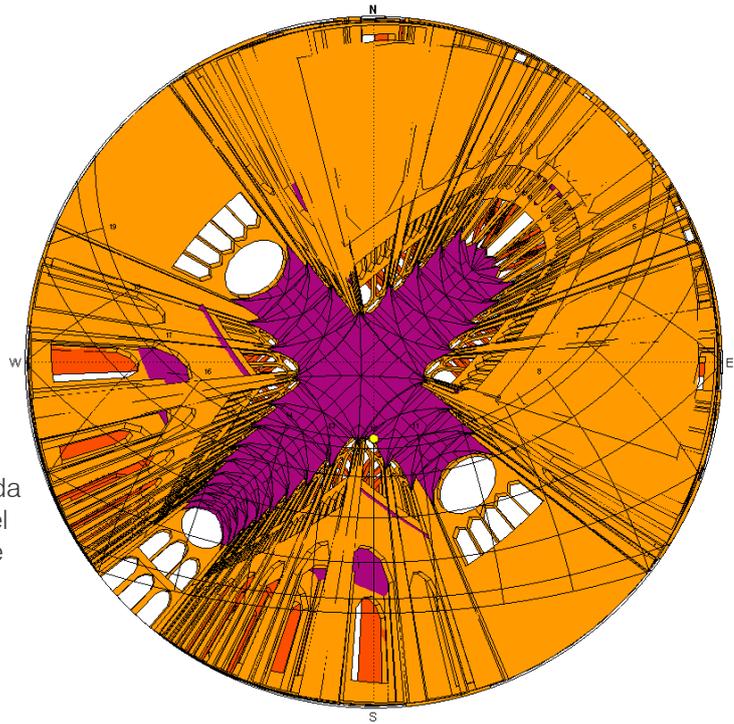
Catedral de Notre Dame de Chartres

Estereografía de la zona del altar

El factor de cielo en este punto

Es de 5,5%.

Bueno claramente la proporción de bóveda celeste que se ve desde el altar en Chartres es mayor por mucho que una iglesia Románica, vemos que aunque no esta orientado este-oeste, la fachada es un aporte importante a media mañana sobre el altar y la fachada oeste, la de los grandes vitrales sobre el juicio final, aporta en los atardeceres de invierno gran luz.



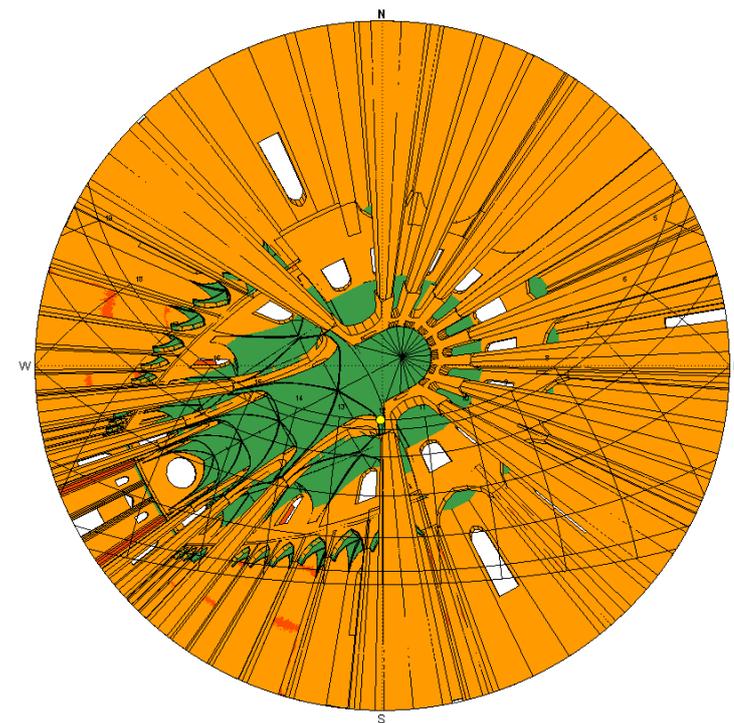
Iglesia de Santa Maria del Mar

Estereografía de la zona del altar

El factor de cielo en este punto

Es de 2,7%.

En Santa Maria del mar, la dispersión de luz y ritmos son mas constantes, podemos ver una buena luminosidad pero distribuida por épocas del año sobre el altar, así casi en el verano de mañana llega luz, después a media mañana del invierno también, a medio día llega a mitad del año y en invierno solamente en la tarde aporta esa luz.

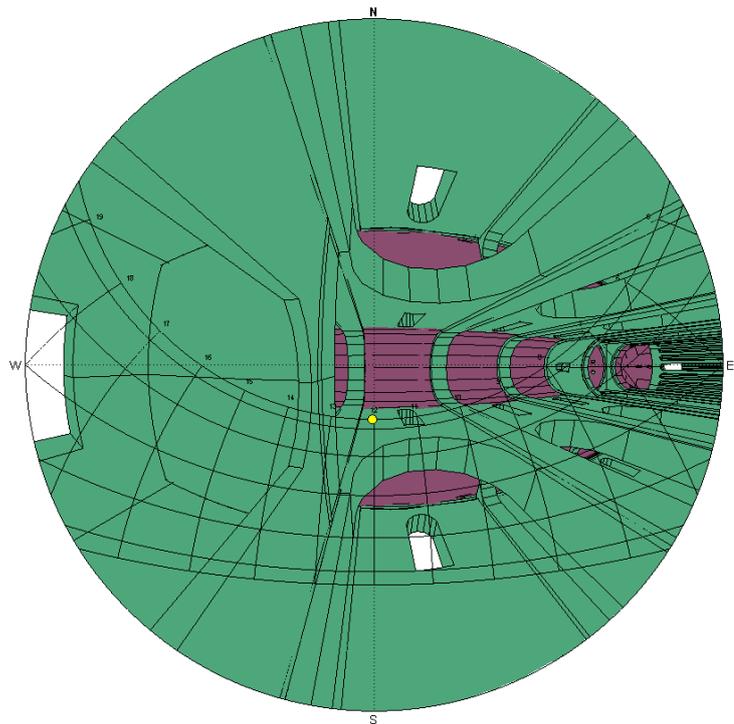


El resumen del análisis de la zona del altar entre estos cuatro templos, nos dice que claramente son más luminosas las dos iglesias Góticas sobre las Románicas en este punto. Pero además las concentraciones de luz son más evidentes. Mientras que las Románicas no pasan del 1% en factor de cielo, las Góticas sobre pasan una casi 3 y la otra casi 6% de bóveda celeste vista.

El siguiente análisis lo hacemos en la zona de entrada de las Iglesias, importante a mi juicio, es el primer contacto del fiel con el Templo, la primera impresión mística.

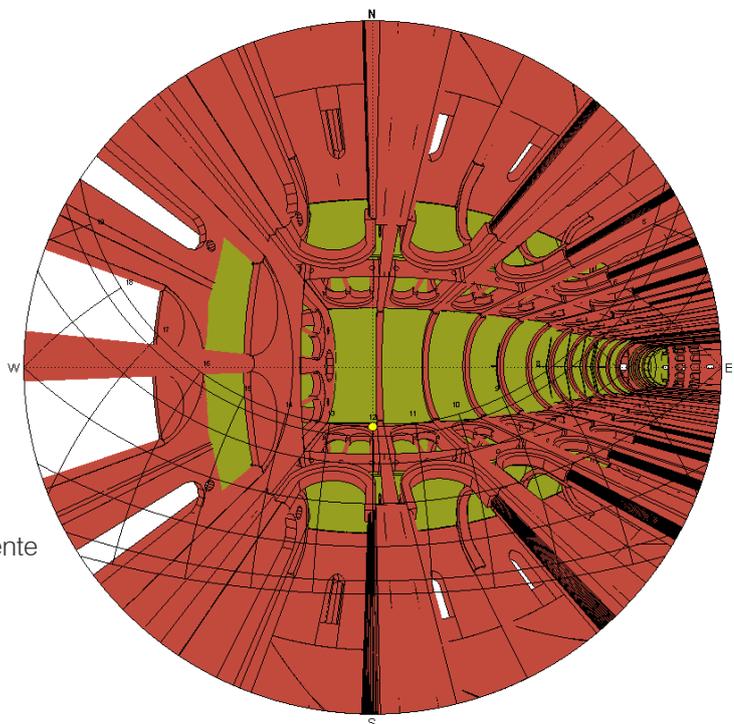
Iglesia de San Vicenç de Cardona
Estereografía de la zona de la entrada
El factor de cielo en este punto
Es de 1,3%.

En este punto como vemos el factor del cielo es mucho mayor al del altar, pero no olvidemos que es la entrada y su superficie es proporcionalmente mucho mayor a la de las ventanas. Pero es interesante ver que aquí a medio año llega luz desde el ábside central y que a medio día en invierno entra luz desde la fachada sur.



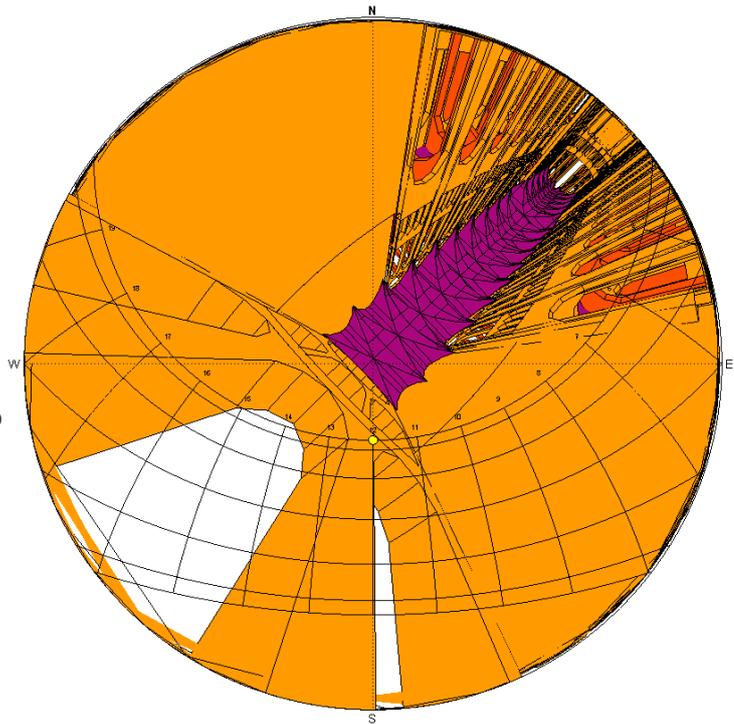
Catedral de Santiago de Compostela
Estereografía de la zona de la entrada
El factor de cielo en este punto
Es de 5,5%.

Volvemos a ver que el mayor aporte de factor de cielo es la entrada y las proporciones en las entradas son mayores. Al igual que en San Vicenç existe a medio año en la mañana un punto en donde la luz llega, lo demás se distribuye en la fachada sur al invierno y las entradas prácticamente todo el año arrojan luz a este punto.



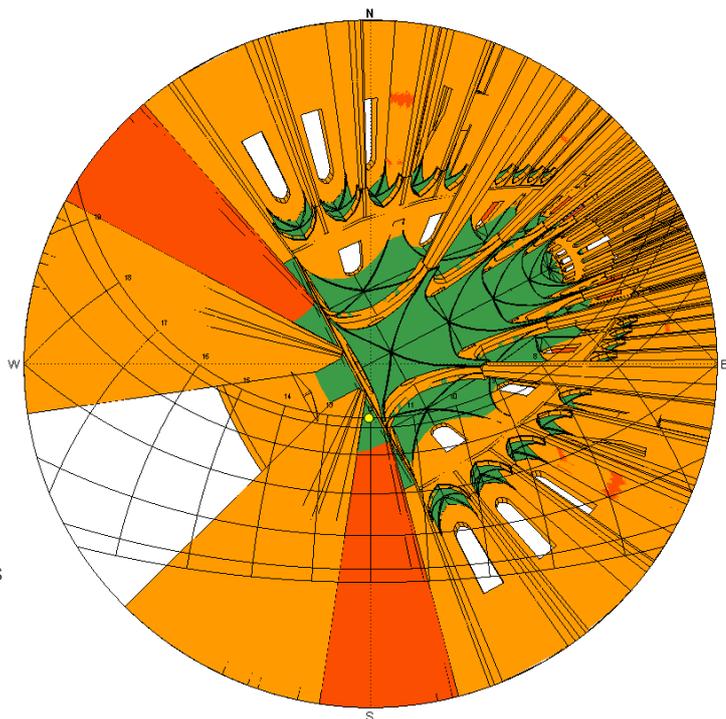
Catedral de Notre Dame de Chartres
Estereografía de la zona de la entrada
 El factor de cielo en este punto
 Es de 10%.

En Chartres la proporción no aumenta tanto como en las Románicas, ya que los ventanales en algunos casos casi son tan grandes como las puertas, pero si vemos que en este punto solo las puertas son las que aportan el factor de cielo, por lo tanto es solo en la tarde y una parte a medio día cuando se aporta esa luz en este punto.



Iglesia de Santa Maria del Mar
Estereografía de la zona de la entrada
 El factor de cielo en este punto
 Es de 9%.

El acceso a Santa Maria del mar, es en perspectiva el mas luminoso, pero los números no dicen lo mismo. Esta sensación engaña ya que en el punto analizado de la entrada, el aporte de luz esta mejor distribuido y la sensación de que una gran cantidad de aberturas son visibles nos hace creer eso. La entrada aquí si que es mayor en proporción a las ventanas y aporta casi toda la luz.

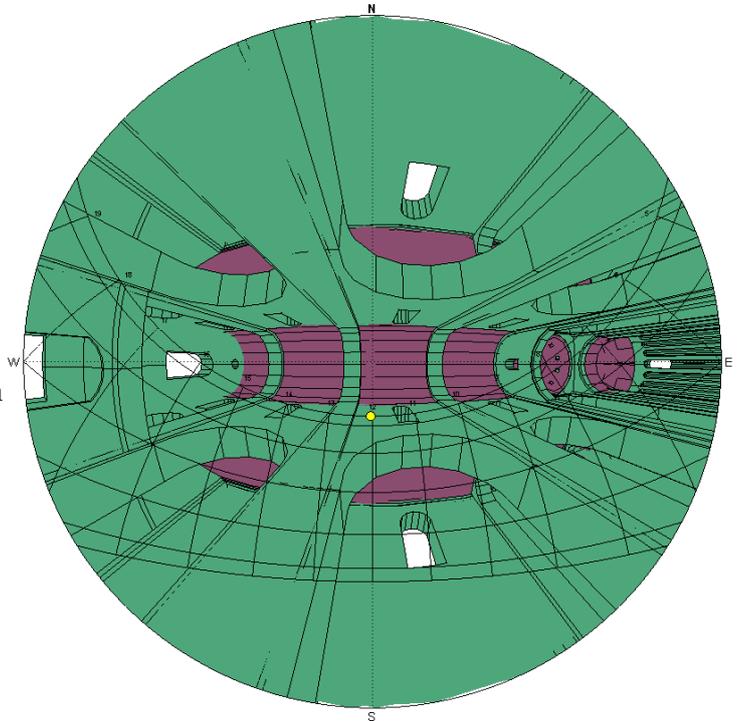


La zona de entrada analizada se resumen básicamente en dos cosas, mas del 80% del factor de cielo en los cuatro templos esta dado por la abertura total de las puertas. Ahora los porcentajes se mantienen superiores en las Iglesias Góticas sobre las Románicas. La segunda es que si entendemos que la puerta al entrar se cierra, veremos que el misticismo mejor logrado es el de las iglesias Góticas, ya que pasas de un lugar muy oscuro a uno mas luminoso en proporciones. Los fieles en la iglesia románica pasan de un espacio oscuro a uno que esta lleno de penumbras y claroscuros.

El tercer punto importante, es el lugar donde normalmente el fiel recibe la enseñanza y reza a su Dios. La zona central donde se concentran los fieles es la que ahora analizaremos.

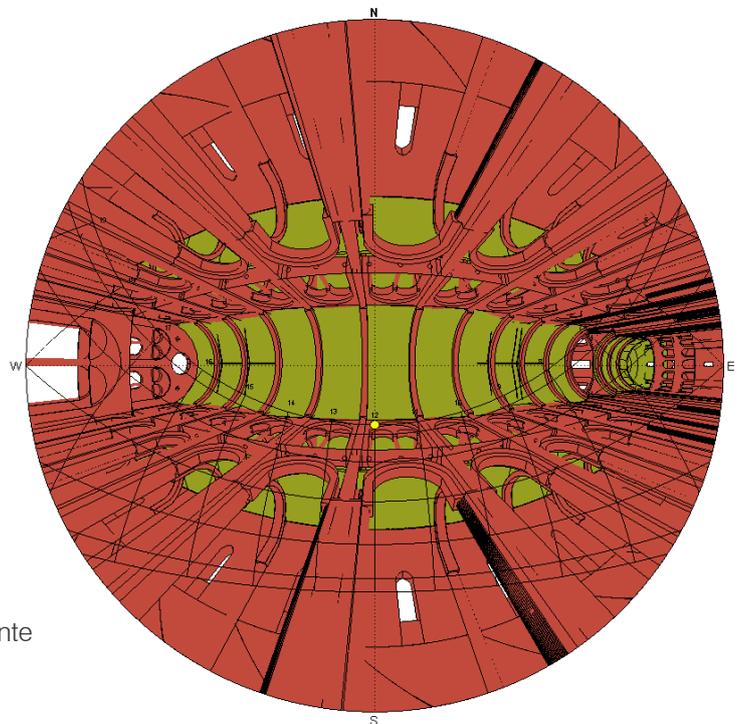
Iglesia de San Vicenç de Cardona
Estereografía de la zona de los fieles
El factor de cielo en este punto
Es de 1%.

La zona donde se concentran los fieles es ambigua, ya que hemos analizado solo un punto y como se ve en la imagen, si situamos este punto entre arcos, vemos que solo en la fachada sur el fiel recibe la luz puntual y muy poco desde el ábside principal y solo en la mañana. Si el punto estuviera justo en la columna la percepción de luz y el espacio sería otra. La luz desde la puerta la descartamos ya que a esta altura estaría ya cerrada.



Catedral de Santiago de Compostela
Estereografía de la zona de los fieles
El factor de cielo en este punto
Es de 1,1%.

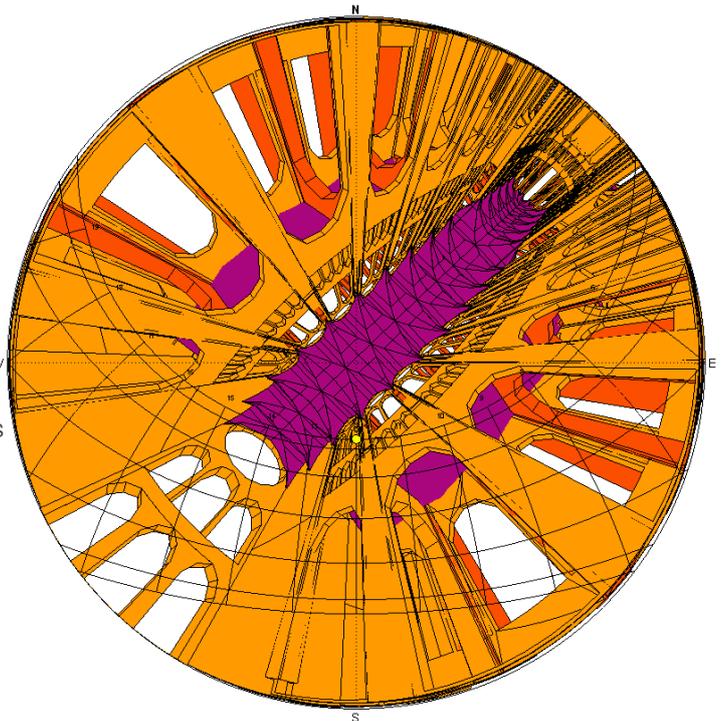
En Santiago el punto de análisis, es también un lugar donde se puede apreciar la ventana lateral de cada nave por lo cual el factor de cielo es mayor, pero en este caso ya el cimborrio nos da más elementos para una mayor luminosidad en la iglesia. Vemos que se recibe luz desde el ábside central, y el cimborrio, siempre en la mañana de verano en mayor cantidad y el atardecer mas hacia el verano en la fachada oeste. Nuevamente el acceso no debe lógicamente analizarse.



Catedral de Notre Dame de Chartres
Estereografía de la zona de los fieles

El factor de cielo en este punto
Es de 9,6%.

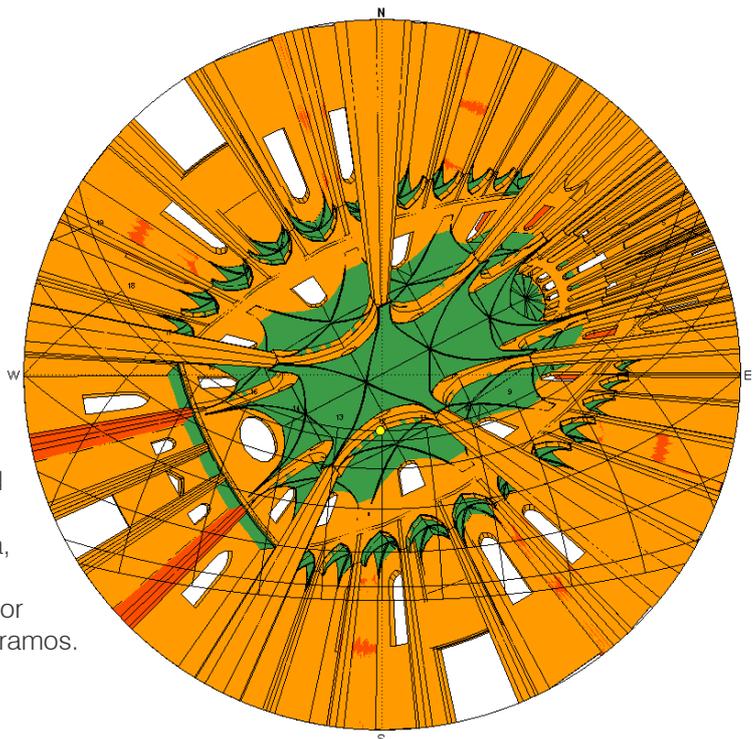
El centro de los fieles en Chartres es sin duda luminoso, porque abarca más superficie visible de ventanas. Distribuye la luz por la fachada sur de manera mas uniforme a lo largo del año en las mañanas y la fachada oeste también en la tarde abarca todas las fechas del año y mayor cantidad de luz en porcentaje total. Aquí la entrada no se aprecia.



Iglesia de Santa Maria del Mar
Estereografía de la zona de los fieles

El factor de cielo en este punto
Es de 5,3%.

Por ultimo vemos en Santa Maria que la superficie de ventanas, que son visibles es muy variada, abarcamos muchas ventanas, por lo tanto mucha luz y no solo a nivel total, sino que también en la franja de luz. Hay variedad en fechas del año que la luz hace su entrada. Un poco antes del medio día, hasta el final del día a lo largo del año la luz entra en la iglesia de forma puntual por diferentes ventanas. La puerta no la valoramos.

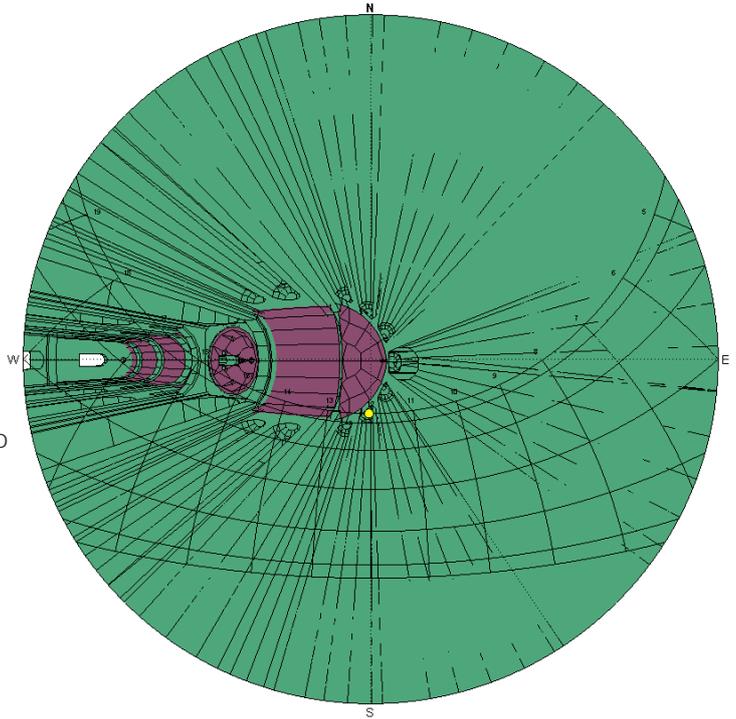


En resumen la zona analizada, que es donde un fiel normalmente estaría rezando o participando del culto, la luminosidad no es mala, pero si esta mas condicionada al lugar exacto donde se encuentre, este análisis si nos arroja principalmente que las zona dedicada para los fieles, no son exactamente las mas luminosas pero si en un global de la Iglesia, estos valores son muy cercanos. Pongamos como ejemplo si la luz global recibida en la iglesia es del 40%, pues el espacio para los fieles recibe en 35%.

El último elemento puntual a analizar es la girola, espacio fundamental en la cabecera monumental de las iglesias Románicas y Góticas.

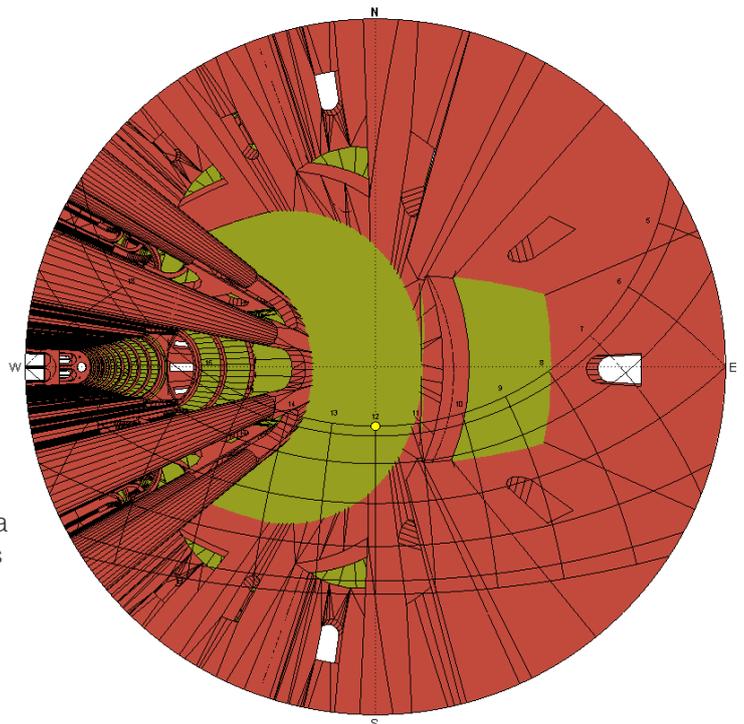
Iglesia de San Vicenç de Cardona
Estereografía de la zona de la girola
El factor de cielo en este punto
Es de 0,1%.

En San Vicenç no existe realmente una girola, pero no hay forma de poder comparar este elemento con las demás, así que el punto analizado es lo más cercano a donde debería existir una girola. Y bueno el factor cielo nos dice todo es un lugar muy oscuro, con algún rayo de luz en la tarde de verano.



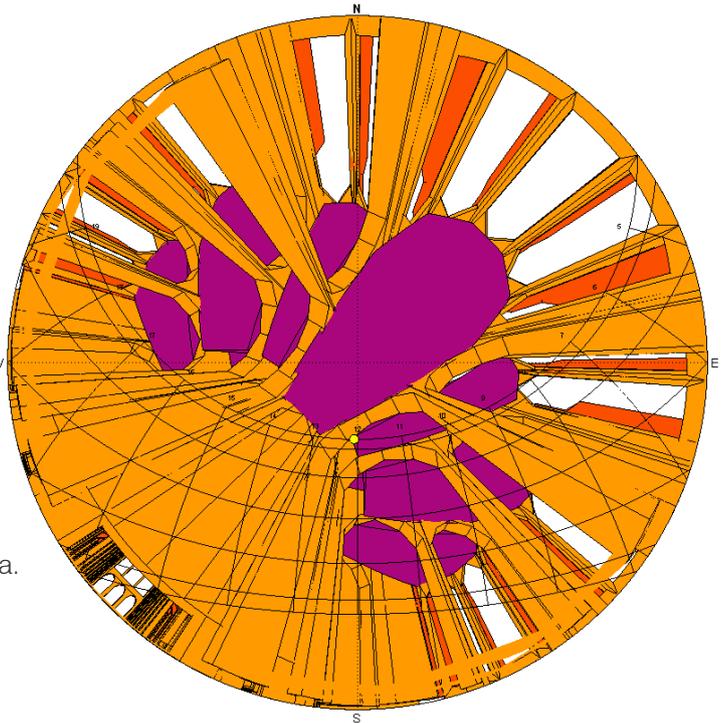
Catedral de Santiago de Compostela
Estereografía de la zona de la girola
El factor de cielo en este punto
Es de 0,73%.

Es esta catedral la girola no es de las mas luminosas del Románico, pero si de las más grandes, las 7 capillas a la vez de hacerla tan grande le quitan luminosidad porque el tipo de abertura empleada es de no mucha dimensión. podemos ver que aun así tenemos mas luz y factor de cielo desde el cimborrio y la fachada principal, que de todas las partes de la girola.



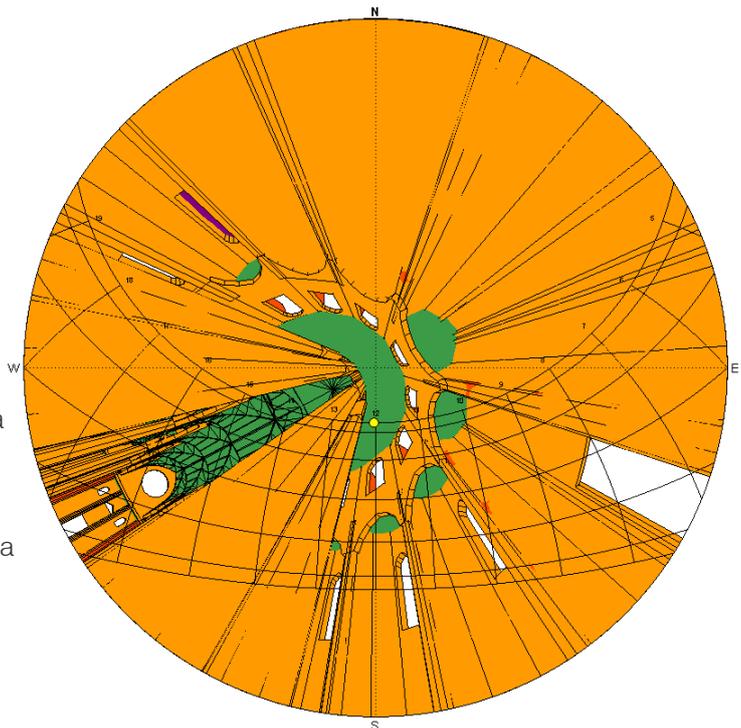
Catedral de Santiago de Compostela
Estereografía de la zona de la girola
 El factor de cielo en este punto
 Es de 8,8%.

Gráficamente en Chartres, la imagen nos muestra que podemos estar en la nave central sin problemas viendo esos grandes ventanales, porque en la girola el miedo a la luz se ha perdido por completo y las aberturas no solo son muchas, sino que de gran tamaño cada una, para ser una cabecera el porcentaje de factor de cielo es mucho, casi tanto como en la nave centra.



Iglesia de Santa Maria del Mar
Estereografía de la zona de la girola
 El factor de cielo en este punto
 Es de 1,8%.

Este es otro caso particular, aquí si esta la girola, pero existe una construcción colindante que limita la mitad de la luz que entra por las ventanas. Aun así supera casi al 2% de factor de cielo, ayuda la gran esbeltez de las columnas que permiten esa transparencia del espacio, además que aquí esta colocada una puerta de acceso al templo, que es la mitad del factor numérico analizado.



El resumen de análisis de la girola no puede juzgarse en lo que se refiere a números analizados, ya que las diferencias comentadas evitan que se compare lo mismo. Pero si es muy aclarador que la girola, no solo se usaba para tomarlo como recorrido a las capillas de la cabecera, sino que poco a poco se fueron dando cuenta que también la luz jugaba un papel importante en la creación de espacios. Al punto de mantener la misma proporción de ventanas en la parte radial, que como sabemos al curvar el muro, las ventanas se sitúan mas pegadas unas de otras, el efecto óptico es muy interesante. Los gráficos lo demuestran.

La siguiente tabla resume los datos expuestos en los gráficos anteriores, pero además cada punto muestra su equivalente en horas de sol recibidas y los Kw/m2 de energía también recibidos. Podemos ver que la relación de los datos es muy coherente, y que la información arrojada por el programa no nos miente en cuanto a corroborar que una Iglesia Gótica, es más luminosa que una Románica.

Creo que una muestra en cada punto es suficiente para saber que se pretendía en cada Templo, si vemos la maqueta de Chartres y la comparamos con Santiago de Compostela, el porcentaje de superficie se ve reflejado en cada punto estudiado. Podríamos haber tomado de cada zona 20 ó 30 puntos, pero sabríamos que el resultado comparativo sería el mismo.

Como he descrito en el resumen de cada templo, la lógica de proporción de cada uno, independientemente de sus diferentes criterios, nos facilita el análisis, si se que cada fachada interior de la nave centra, es un pedazo de solución constructiva y estética (previamente analizada y estudiada en su época como la mejor solución), se repite varias veces hasta formar todo la crujía, pues, ¿porque si analizo dos metros mas hacia delante o dos mas hacia atrás cambiarían mis resultados? Numéricamente podrán cambiar en decimales, quizás en unidades, pero proporcionalmente corresponderán unos con otros.

La idea de luminosidad de cada época esta plasmada a mí entender en esta tabla, y en los próximos análisis.

ANÁLISIS GLOBAL DE CADA PUNTO

	HORAS SOL	KW/M2	FACTOR DE CIELO %	ZONA ANALIZADA
CHARTRES	1	0,7	5,5	ALTAR
SANTA MARIA DEL MAR	0,15	0,2	2,7	
SAN VICENÇ	0,3	0,3	0,3	
SANTIAGO DE COMPOSTELA	0,15	0	0,8	
CHARTRES	2,45	1,8	10	ENTRADA
SANTA MARIA DEL MAR	3	1,6	9	
SAN VICENÇ	0	0	1,3	
SANTIAGO DE COMPOSTELA	1	0,5	5,5	
CHARTRES	1,3	0,9	9,6	FIELES
SANTA MARIA DEL MAR	0,15	0,2	5,3	
SAN VICENÇ	0,15	0,4	1	
SANTIAGO DE COMPOSTELA	0,3	0	1,1	
CHARTRES	1,45	0,3	8,8	GIROLA
SANTA MARIA DEL MAR	0,3	0,1	1,8	
SAN VICENÇ	0	0,4	0,1	
SANTIAGO DE COMPOSTELA	0,3	0,2	0,73	

Análisis seccional de las Iglesias con factores globales en cada cota.

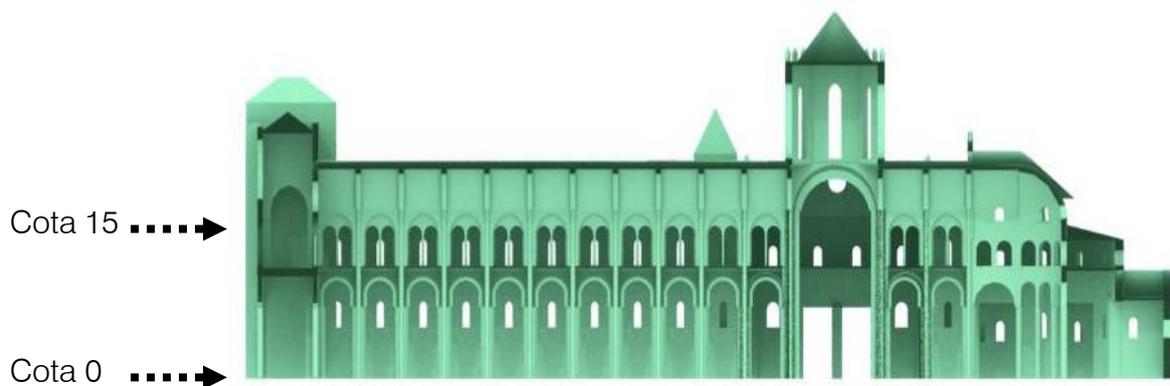
San Vicenç de Cardona

	Factor de cielo	horas	KW/m2
Cota de análisis 0 m	0,63	0,10	0,04
Cota de análisis 15 m	0,01	0,06	0,03



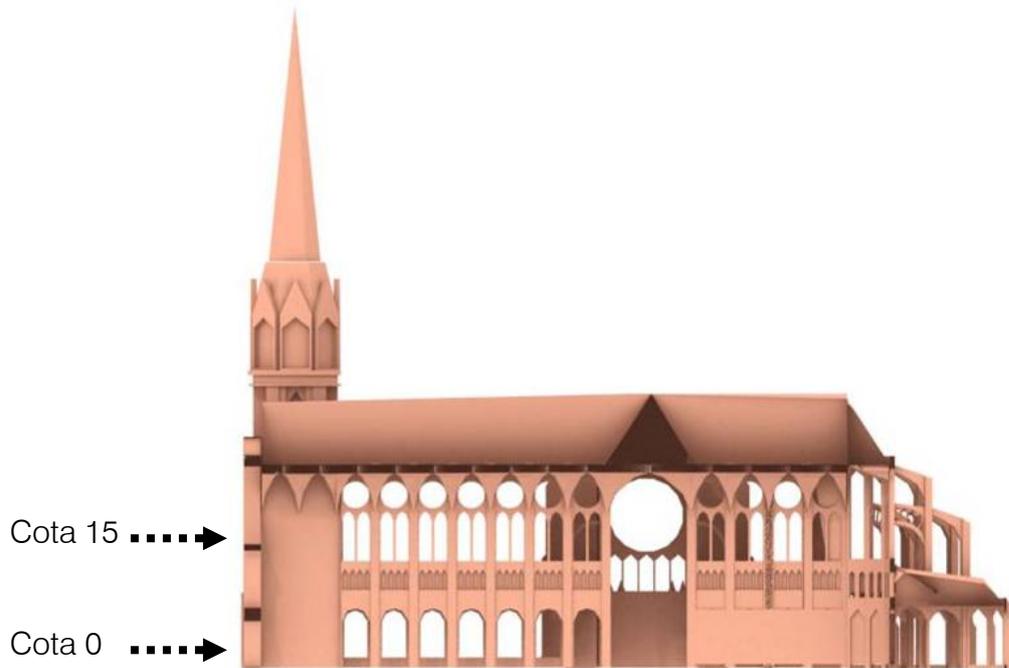
Santiago de Compostela

	Factor de cielo	horas	KW/m2
Cota de análisis 0 m	2,35	0,23	0,09
Cota de análisis 15 m	0,68	0,081	0,056



Notre Dame de Chartres

	Factor de cielo	horas	KW/m2
Cota de análisis 0 m	6,17	0,35	0,60
Cota de análisis 15 m	12,72	1,10	0,67

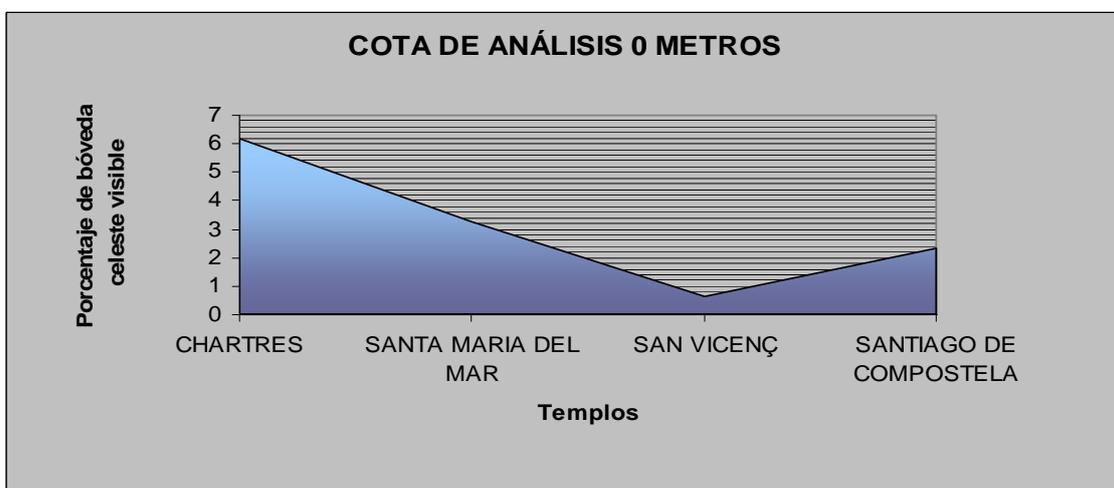
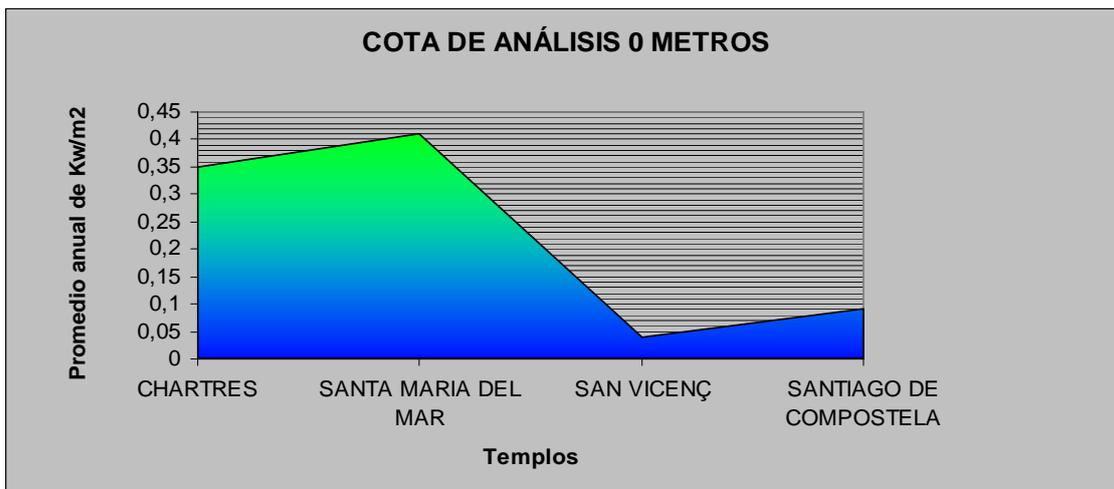
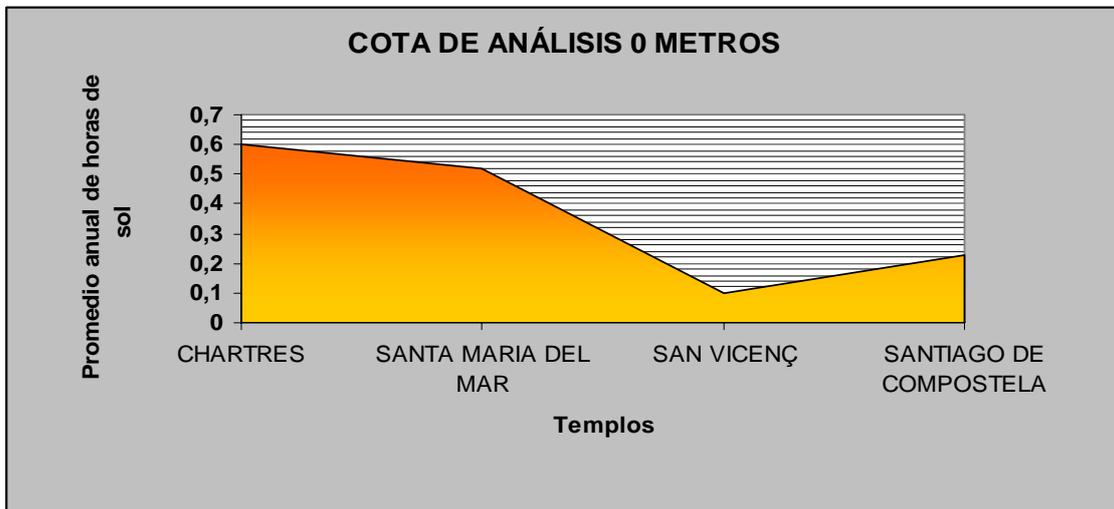


Santa Maria del Mar

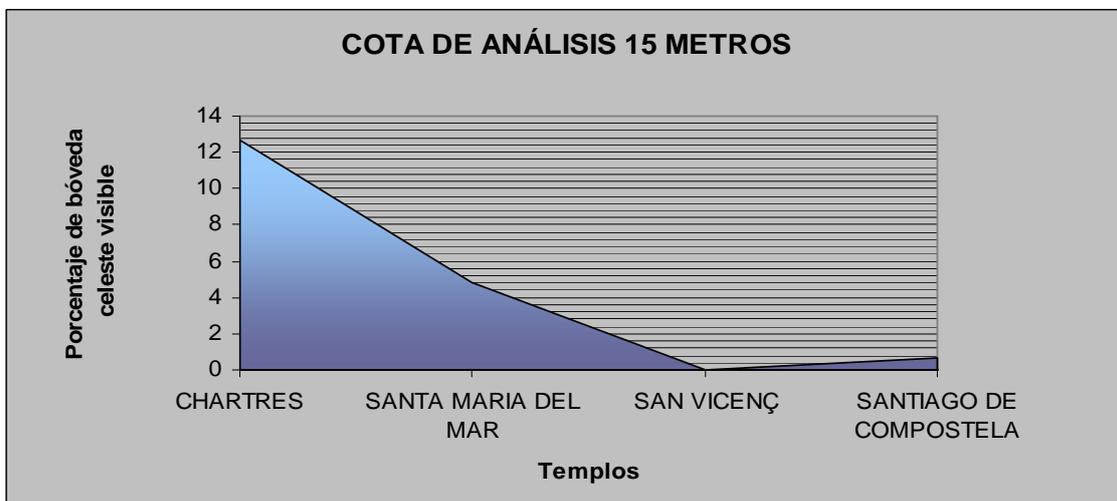
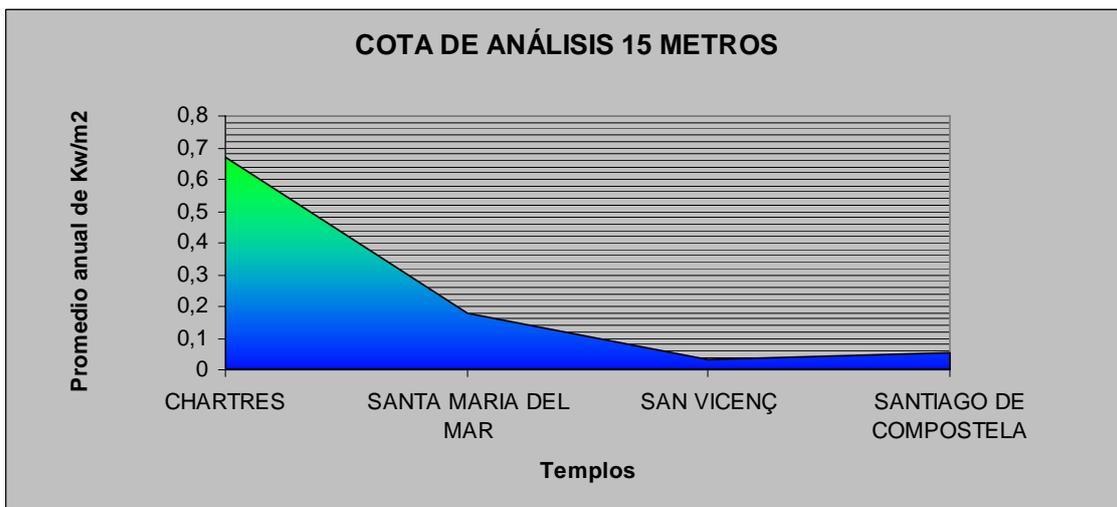
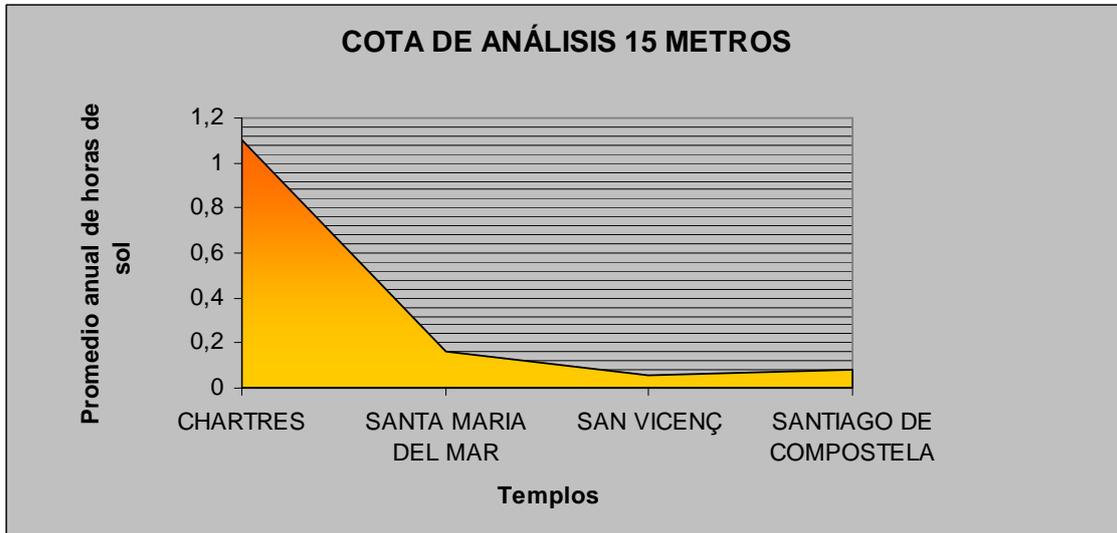
	Factor de cielo	horas	KW/m2
Cota de análisis 0 m	3,28	0,52	0,41
Cota de análisis 15 m	4,85	0,16	0,18



La siguiente grafica pretende resumir los datos de análisis en la cota 0. Vemos en las graficas que se muestran, primero los templos Góticos y después los Románicos y la constante es clara, el salto de luz y energía se ve claro. Se coloco la mas luminosa (Chartres) en un extremos y el salto entre el Gótico y Románico la menos luminosa (San Vicenç), así la grafica seria mas clara y delatadora de las diferencias.

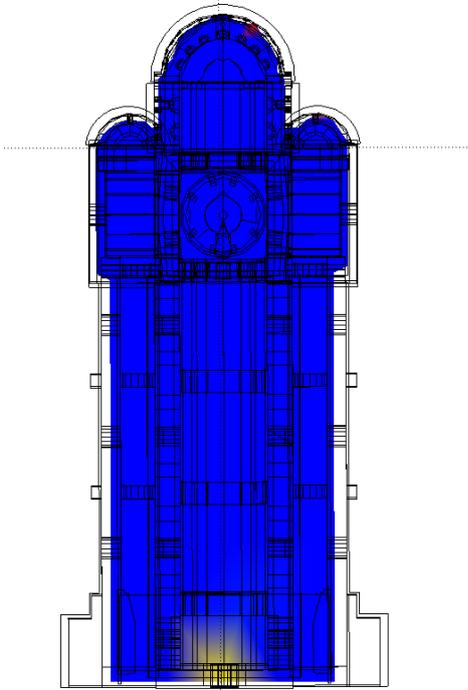


Bajo el mismo criterio de análisis, pero tomando como plano de referencia la cota numero 15, vemos que la diferencia crece, por obvias razones ya comentadas, unos de los mayores logros del Gótico es abrir completamente los muros superiores de la nave central y aproximadamente a los 15 metros de altura, podemos estar al nivel de esas grandes ventanas que van de pilar a pilar, que tocan cada nervadura de la estructura central.

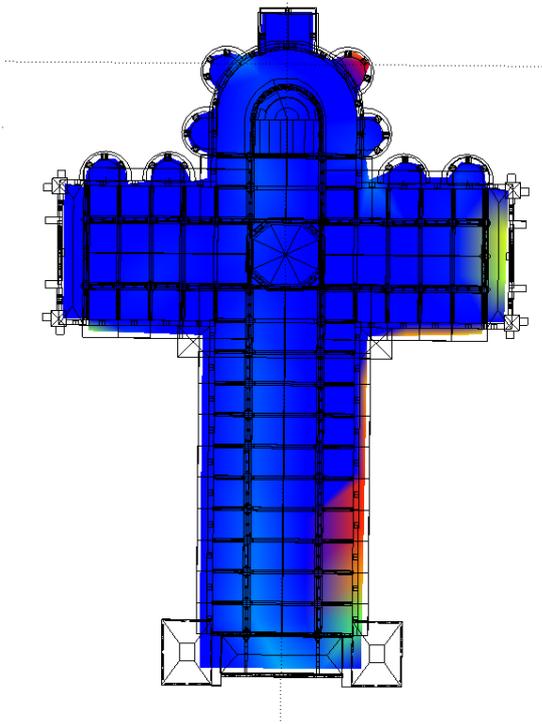


Análisis sobre la superficie de las Iglesias en el equinoccio de otoño. Estas graficas miden las horas que cada tramo del suelo recibe de sol. Observaremos que la distribución del sol es puntual en las Románicas y variable en las Góticas.

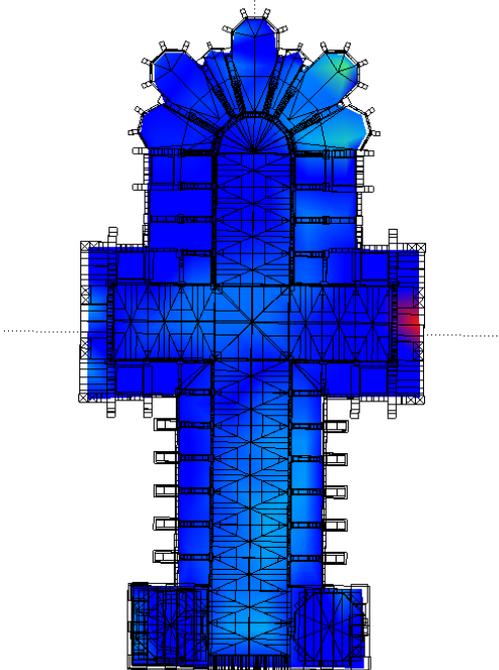
Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Sep | 24 hours | North at 270° | 15 min



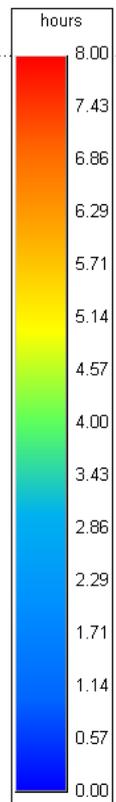
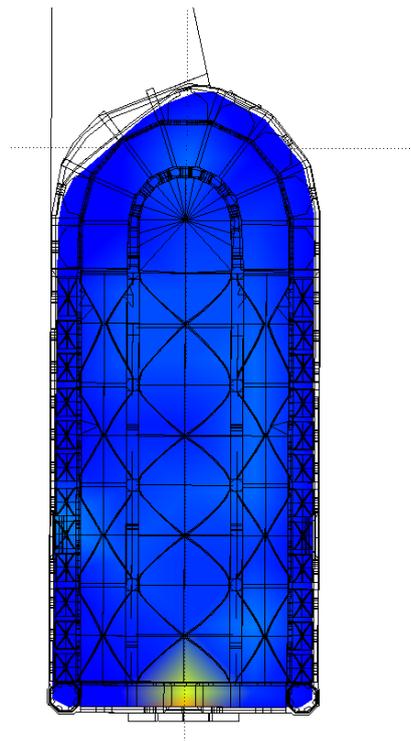
Sunny period | Santiago de Compostela (42° 52' N) | 21-Sep | 24 hours | 15 min



Sunny period | Chartres (48° 26' N) | 21-Sep | 24 hours | North at 44° | 15 min

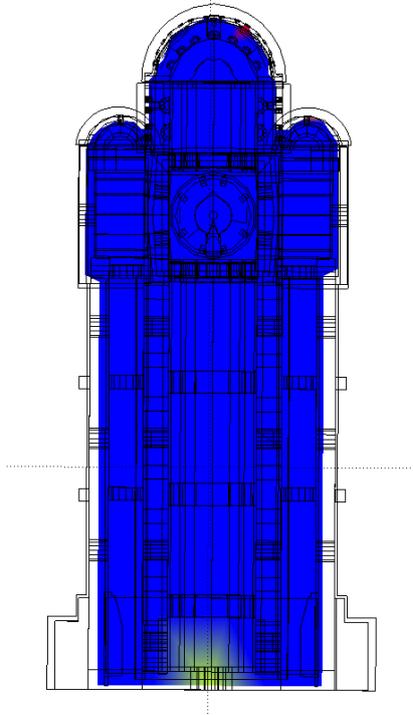


Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Sep | 24 hours | North at 208° | 15 min

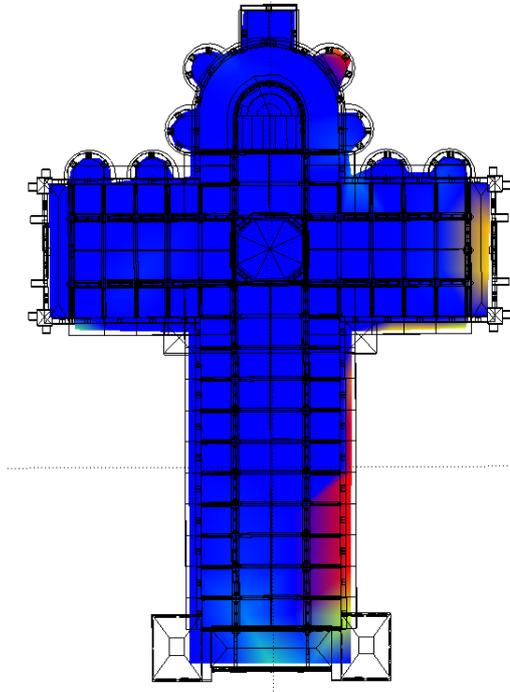


Estos gráficos nos revelan el que sobre una malla los Kw/m2 de sol durante el equinoccio de otoño, dan un dato muy parecido a las horas, las iglesias Románicas son puntuales en los picos de energía y las iglesias Góticas son más constantes en el reparto energético, con concentración en unas zonas.

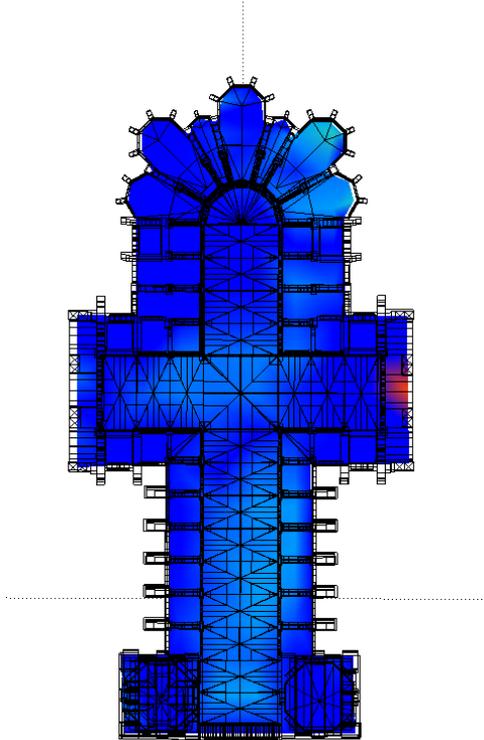
Sun flux | Barcelona (41° 23' N) | 21-Sep | 24 hours | North at 270° | 15 min



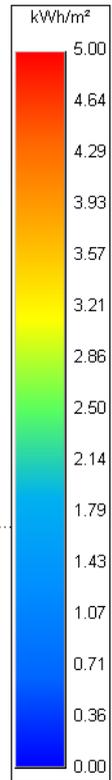
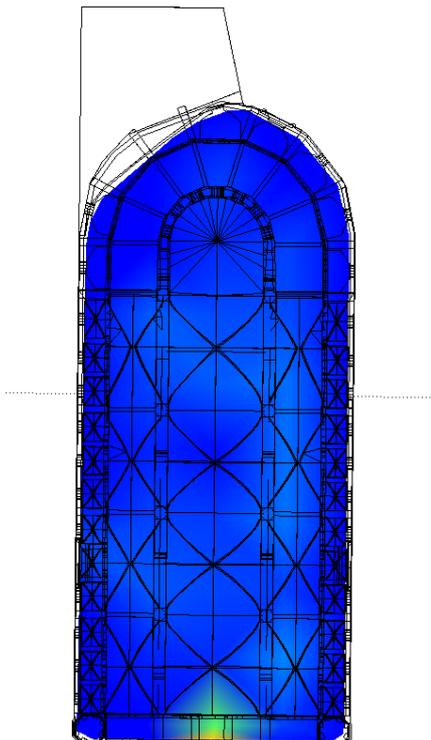
Sun flux | Santiago de Compostela (42° 52' N) | 21-Sep | 24 hours | 15 min



Sun flux | Chartres (46° 26' N) | 21-Sep | 24 hours | North at 44° | 15 min

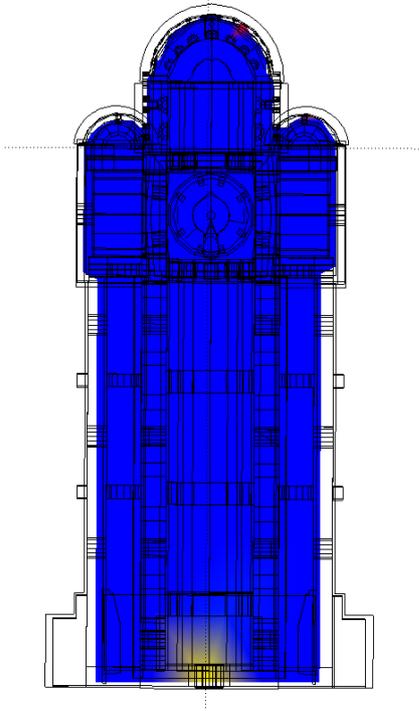


Sun flux | Barcelona (41° 23' N) | 21-Sep | 24 hours | North at 208° | 15 min

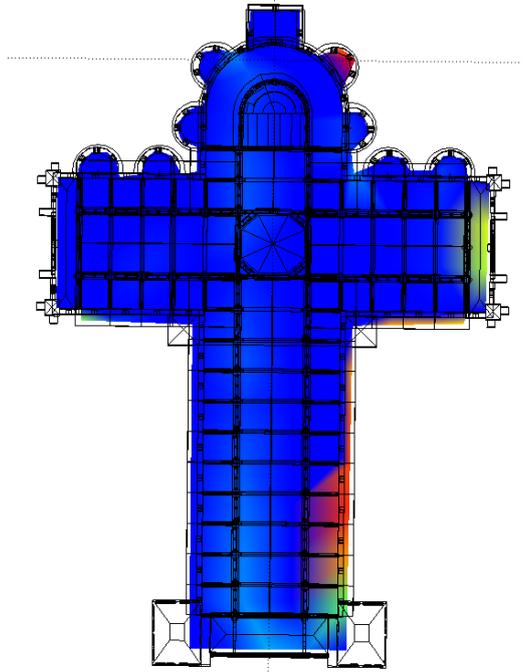


En el equinoccio de primavera, se repite el mismo patrón que en de otoño, las zonas puntales de mayor exposición al sol se encuentran en las fachas orientadas al sur. Aun así vemos que la distribución de las iglesias Románicas es en penumbra.

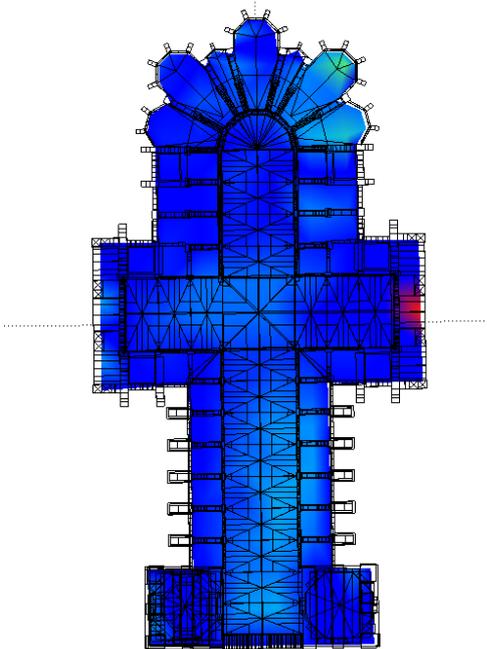
Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Mar | 24 hours | North at 270° | 15 min



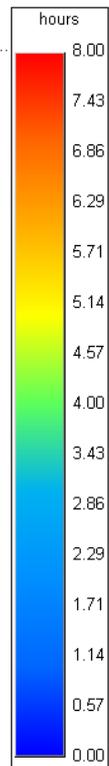
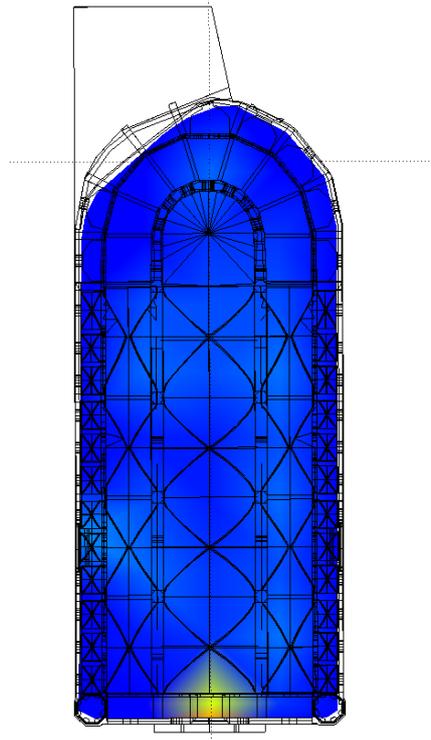
Sunny period | Santiago de Compostela (42° 52' N) | 21-Mar | 24 hours | 15 min



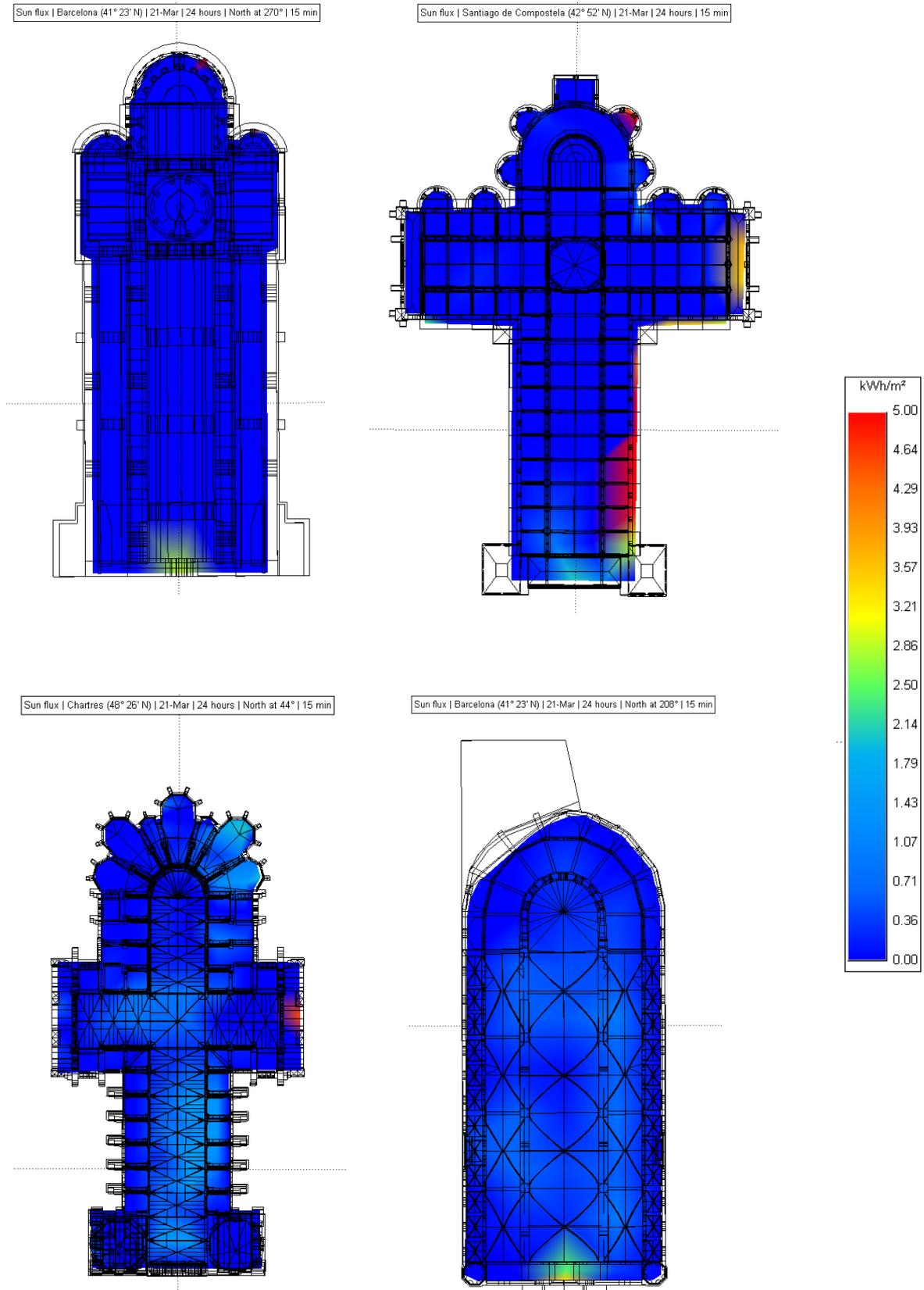
Sunny period | Chartres (48° 26' N) | 21-Mar | 24 hours | North at 44° | 15 min



Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Mar | 24 hours | North at 208° | 15 min

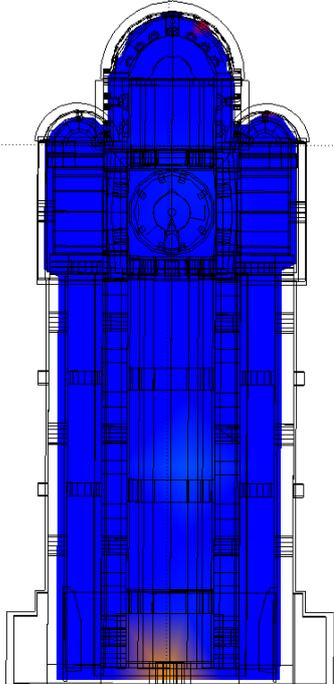


Análisis sobre una malla los Kw/m2 de sol durante el equinoccio de primavera. Es el mismo resultado que en el otoño.

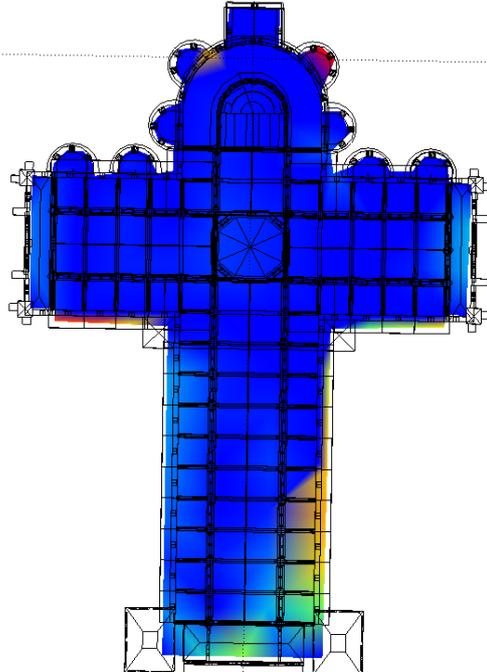


Sobre el análisis hecho durante el solsticio de verano, el reparto de horas es muy diferente, en primer lugar el largo recorrido del sol y la mayor cantidad de horas producen otro mapa sobre las mallas. En esta época del año es muy evidente la arquitectura realizada para la luz (Gótica) y la arquitectura gestada para la meditación (Románica).

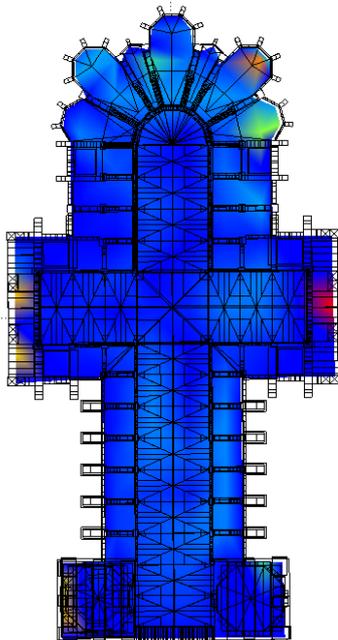
Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Jun | 24 hours | North at 270° | 15 min



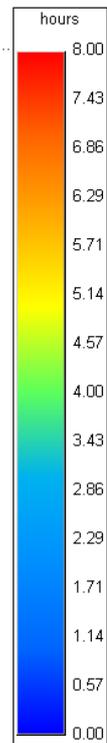
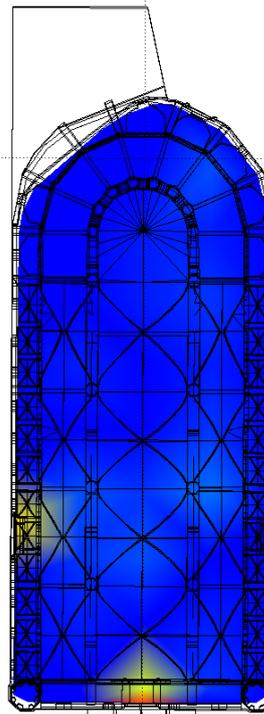
Sunny period | Santiago de Compostela (42° 52' N) | 21-Jun | 24 hours | 15 min



Sunny period | Chartres (48° 26' N) | 21-Jun | 24 hours | North at 44° | 15 min

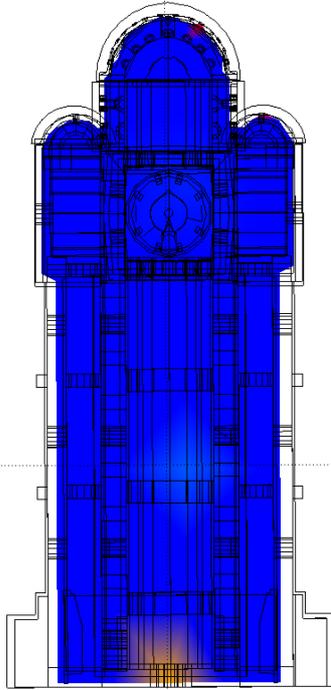


Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Jun | 24 hours | North at 208° | 15 min

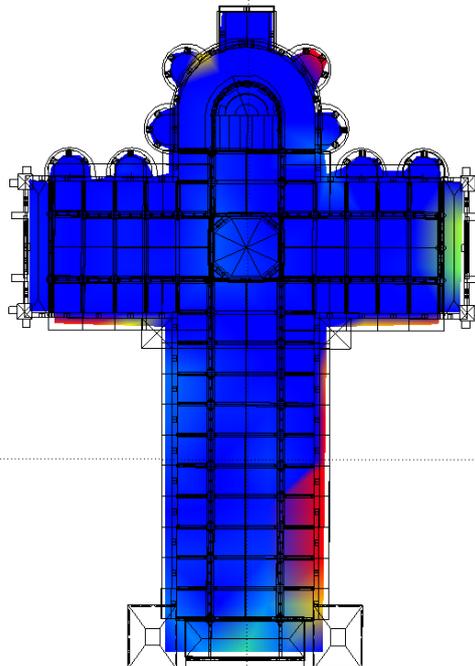


Análisis sobre una malla los Kw/m2 de sol durante el solsticio de verano. La malla energética esta llena puntos con saltos de energía, mucho mas en el Gótico, pero hay tal cantidad en las iglesias Góticas, que casi se unen los colores.

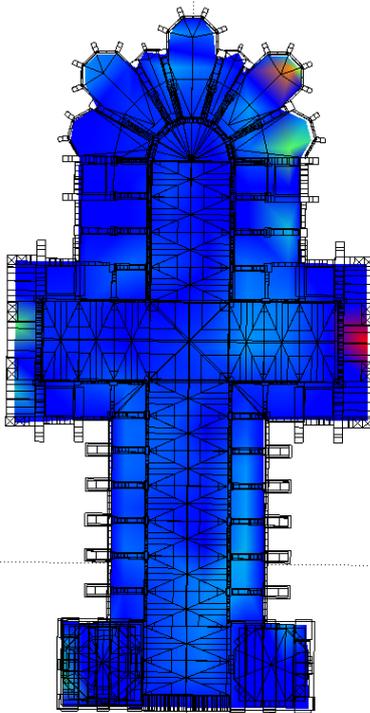
Sun flux | Barcelona (41° 23' N) | 21-Jun | 24 hours | North at 270° | 15 min



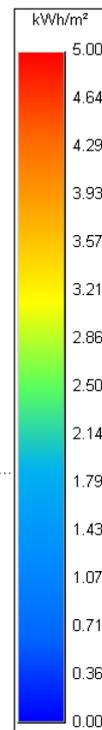
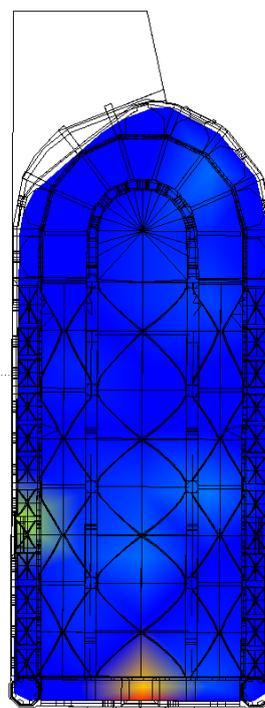
Sun flux | Santiago de Compostela (42° 52' N) | 21-Jun | 24 hours | 15 min



Sun flux | Chartres (48° 26' N) | 30-Jul | 24 hours | North at 44° | 15 min

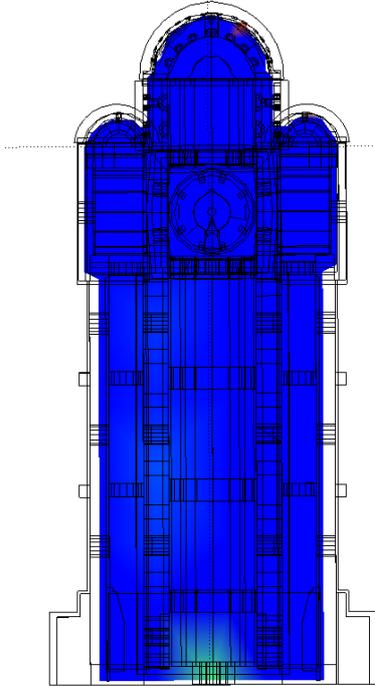


Sun flux | Barcelona (41° 23' N) | 21-Jun | 24 hours | North at 208° | 15 min

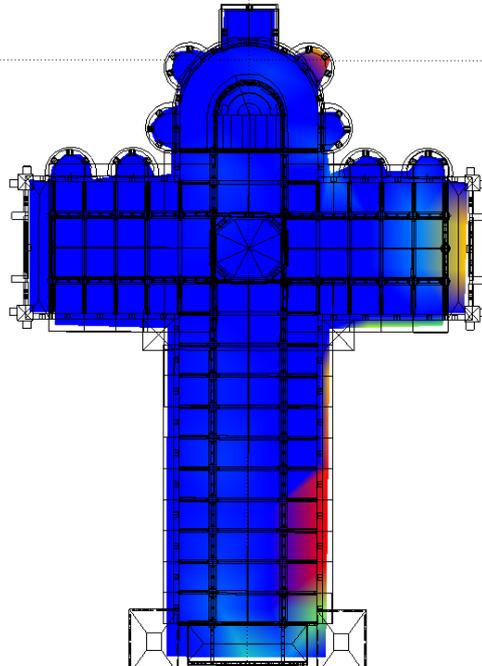


El solsticio de invierno, vemos que los Templos Románicos mantienen los periodos de mayor horas de manera puntual y que fuera de eso la malla es constante en valores y las Góticas concentran la energía pero de manera uniforme en el centro de la iglesia, la inclinación solar lo permite.

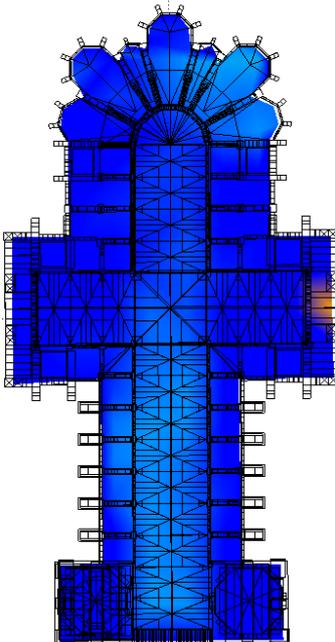
Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Dec | 24 hours | North at 270° | 15 min



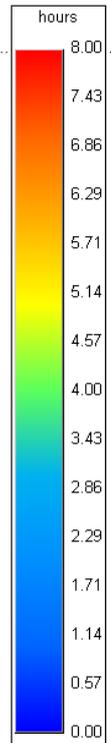
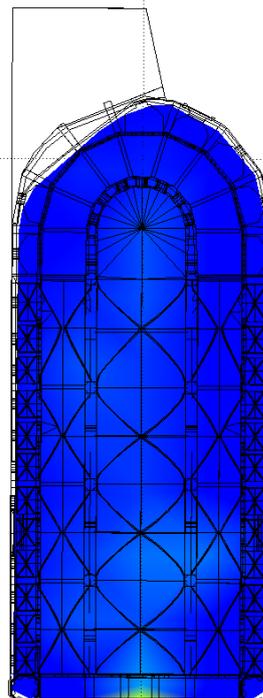
Sunny period | Santiago de Compostela (42° 52' N) | 21-Dec | 24 hours | 15 min



Sunny period | Chartres (48° 26' N) | 21-Dec | 24 hours | North at 44° | 15 min

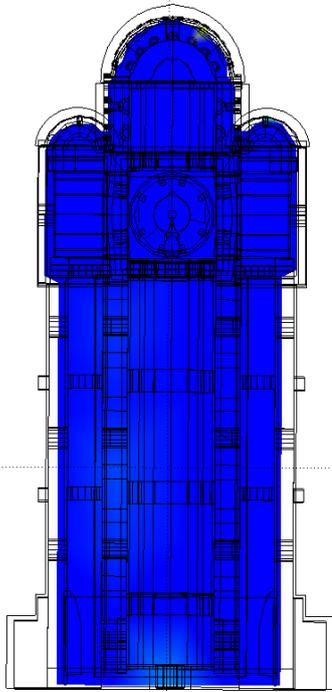


Sunny period | Barcelona (41° 23' N) | 21-Dec | 24 hours | North at 208° | 15 min

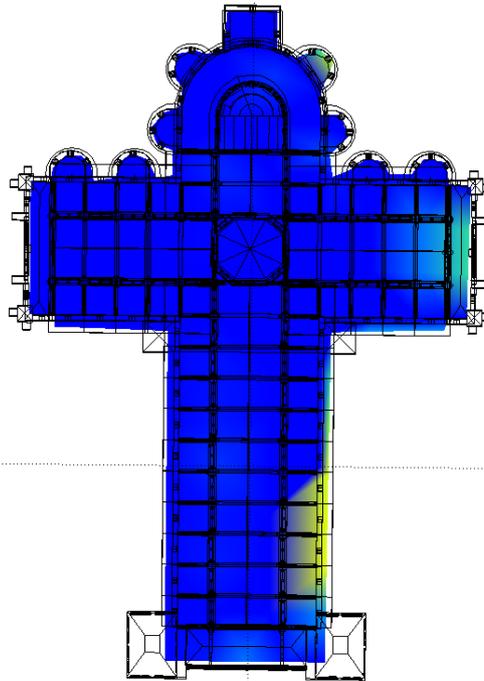


Los Kw/m2 mostrados en el solsticio de invierno, son también algo diferentes a las horas en la misma fecha, esto se debe a que el promedio de horas es bajo y la energía captada es menor, muy puntual en Santiago de Compostela se ven grandes concentraciones de energía, esto gracias a las ventanas bajas.

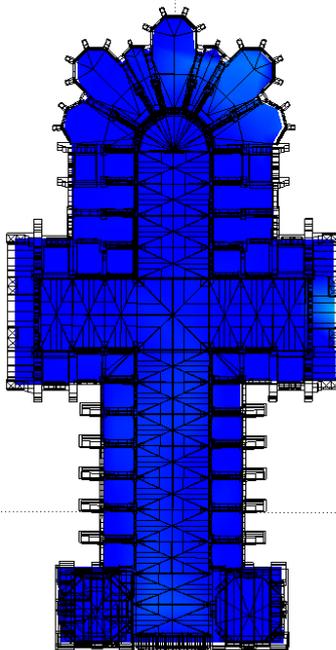
Sun flux | Barcelona (41° 23' N) | 21-Dec | 24 hours | North at 270° | 15 min



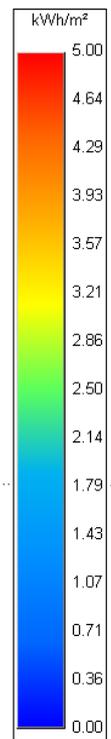
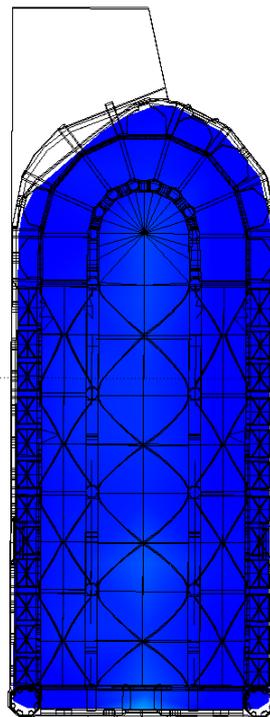
Sun flux | Santiago de Compostela (42° 52' N) | 21-Dec | 24 hours | 15 min



Sun flux | Chartres (48° 26' N) | 21-Dec | 24 hours | North at 44° | 15 min



Sun flux | Barcelona (41° 23' N) | 21-Dec | 24 hours | North at 208° | 15 min



Los puntos mas importantes de las graficas anteriores son evidentes, existen mas datos en las graficas que se podrían analizar pero estaríamos elucubrando. Primero exponer que estudie los cuatro puntos más lógicos y analizables en un año, los solsticios y los equinoccios. En los equinoccios, la información grafica era la misma, ya que son días con las mismas características, pero podemos saber que esa época del año tiene un patrón parecido.

En los equinoccios los Templos Románicos tienen una entrada de energía muy puntual, y casi el 90% de la superficie es constante, digamos que solo mediante la luz indirecta y los reflejos de la misma se logra llegar a cada lugar de la iglesia. El otro 10% esta repartido en las aberturas que se muestran al sur.

En los Templos Góticos el reparto de horas de sol y energía es diferente, la gran cantidad de aberturas, que además tienen tamaños considerables, reparte los datos en puntos muy largos y anchos llenos de valores parecidos, son manchas de color que nos es más difícil catalogar. Podemos decir que en general existe un 50% de media en los valores medios predominantes y el otro 50% se reparte entre los valores mínimos de energía y las energías puntuales sobre las fachadas orientadas al sur principalmente. Lo que si podemos saber es que en estas épocas del año las Iglesias Góticas son mas luminosas que las Románicas.

El resultado arrojado en verano e invierno es diferente entre si, así que analizaremos por separada cada parte. En el verano el recorrido y el ángulo de incidencia crece, por lo tanto el sol llega a mayor superficie y en el camino encuentra mas aberturas sobre los muros. Aun así en las iglesias Románicas siguen manteniendo esos puntos concentrados de luz y energía, las ventanas son solo un pequeño porcentaje de la piel, por lo tanto van concentrando la entrada de luz. Aun así, si súmanos en San Vicenç el porcentaje de energía concentrada y superficie uniforme veremos que el porcentaje es de 10% y 90% respectivamente y en Santiago de Compostela es de 20% y 80% también respectivamente.

Las iglesias Góticas en verano dejan muy evidente su abertura de luz y su construcción hecha y concebida para la luz. Hasta la malla generada en planta es un juego de luces de diferentes magnitudes y valores. En Santa Maria del Mar las concentraciones son mucho mas reducidas que en Chartres, pero abarcan mas zonas en las naves y se distribuyen mas, ya Chartres es un juego de luces impresionante, por algo es la iglesia Gótica mejor lograda que existe y por algo es la obra iniciadora y cumbre del Gótico clásico. Santa Maria del Mar tiene un 70% de energía estable o superficie con un mismo valor y un 30% repartido en diferentes valores, puntos de luz que se colocan a lo largo de las naves. Chartres nos lo deja más difícil, no solo es complicado catalogar las naves centrales que en teoría son las más luminosas, además las capillas radiales nos parecen trascendentales en el aporte de energía. Demos valores a estos colores, quizás un 40% de la nave tiene el valor mas bajo, pero después tenemos otro 40% de un valor medio y el restante 20% reparte en una gama de colores que representan los niveles de exposición, y además los encontramos en todas las fachadas.

El invierno no cambiara el juicio que llevamos hecho, porque de forma clara también, mantiene las diferencias. Aquí más que en ningún lado las ventanas bajas juegan un papel importante, y sabemos que las Iglesias Románicas las suelen colocar más bajas como ocurre en Santiago de Compostela y San Vicenç. Los niveles de luminosidad estadísticamente en invierno suben en relación con otras épocas y se acercan muy tímidamente a los Góticos, digo tímidamente porque la concepción de los espacios y el ideal es diferente, pero si los números cambian. En San Vicenç las proporciones de superficie con valores mínimos es de 95% y un 5% de energía puntual en el acceso, que como es lógico estaría cerrado por lo que podemos decir que el 100% podría estar bajo un mismo nivel de luz. En Santiago de Compostela si hay un incremento de colores, la gran cantidad de ventanas en su fachada, debido a la gran longitud y a su nave lateral que da la vuelta, hacen que sea este pasillo exterior de la nave central el que concentre los momentos más intensos de luz. Existe un 85% de energía con valor constante, en este caso inferior a una hora de luz al día y un 25% de picos de luz hasta de ocho horas al día.

En Santa Maria del Mar se vuelve a homogenizar la superficie y se divide prácticamente en 60% de valores bajos y 40% de valores medios, hay una pequeña parte de energía puntual, pero no sobre pasan las cuatro horas de luz directa. Chartres es sin duda la mas luminosa en todas las fechas analizadas y el invierno presenta gran luz en la parte centra y en las capillas radiales centrales. El 50% de la grafica es un valor bajo constante y el 50% es un valor mas alto menos constante pero si esta muy marcado por zonas, por ejemplo el espacio destinado para los fieles constantemente mantiene una cantidad determinada de horas de sol, aproximadamente unas dos horas al día.

Las cuatro iglesias esta analizadas en el mismo día para cada estación del año y bajo las mismas circunstancias, tanto en valores como en cota de suelo, que es la cero.

Un dato interesante al final, es que la orientación hacia el norte de los Templos Góticos, hace que el giro del sol en verano, llegue a todas sus fachadas, no se si es una casualidad, no creo que tenga que ver con el misticismo de la luz, pero si es un dato, que debemos de tomar en cuenta.

10. CONCLUSIONES

Es necesario pensar en estos análisis, pero sin distraerse, ya que podría existir una combinación mayor de partes a estudiar, podríamos estar años buscando diferencias, pero creo que de una manera rápida y veraz se pueden comprobar aspectos de cada época y los ideales que llevan a esa sociedad a la creación de semejantes Templos.

Tampoco podemos ser tan concluyentes con las ideas y formas que lo hicieron en el pasado, pensemos que no tenían herramientas de cálculo para las proporciones como las tenemos hoy, y menos programas de estudio para saber si lograrían una iglesia más o menos luminosa. Su conocimiento mucho o poco, su experiencia en la métrica y la proporción y sus avances técnicos en la estructura y manejo de los materiales, eran sus únicas herramientas.

En primer lugar el resultado obtenido del primer análisis, en el cual comparamos cada Templo con puntos específicos dentro de los mismos (altar, entrada, zona de fieles y girola), nos dice que la luminosidad entre San Vicenç y Santiago de Compostela es numéricamente semejante, aunque sus valores sean diferentes, el ritmo de crecimiento o disminución de estos mismos valores mantiene un mismo patrón. En cambio Chartres y Santa Maria del Mar, aunque vemos claramente que son mucho más luminosas que las Románicas, tienen saltos numéricos mayores entre ellas.

Otro punto muy interesante que podemos ver, es el hecho de que en las cuatro iglesias, la geometría global desde cada punto, todo esa bóveda sobre nuestra cabeza que se aprecia, todas las perspectivas nos dicen que todo tiene un inicio y final, todas las imágenes están marcadas por ritmos provocados por las columnas, las estructuras que van de abajo hacia arriba o viceversa. Si sabemos que en la edad media la búsqueda de proporción era continua, entonces nos damos cuenta como en alzado y planta estas plasmadas en las estereografías.

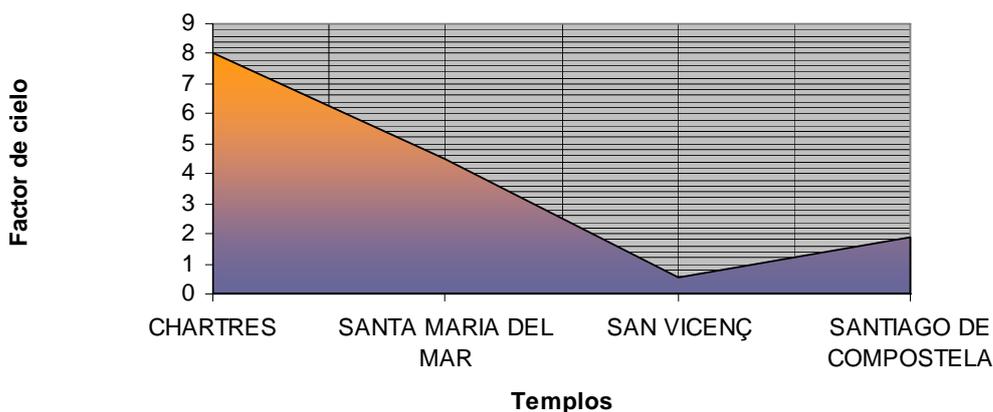
Y las estereografías por ultimo, exponen un pequeño dato mas, en las iglesias Góticas, los contrafuertes y arbotantes, muy útiles e indispensables para poder abrir y hacer esos muros transparentes, limitan casi un 3% del factor solar, en otras palabras, debido a su existencia y su robustez en Chartres y Santa Maria del Mar, la propia estructura detiene lo que podría ser mayor entrada de luz en los Templos.

Las conclusiones del segundo análisis, en el cual se miden un total de 15 puntos repartidos sobre una superficie perpendicular a los muros y se obtiene un valor global de cada iglesia, son más reveladoras en cuanto a la luz. Si bien las estereografías nos enseñan gráficamente que tanta superficie de cielo vemos y de toda esa superficie, cuanta es capaz de llegar con forma de luz directa a la superficie. En este segundo análisis los números más que las imágenes corroboran esto.

Pero no solo esta analizada la misma cota que las estereografías, además sabiendo las alturas de todas las iglesias, tome la cota 15, para poder hacer un estudio diferente y obtener otro tipo de dato. La cota 15, a mi parecer es interesante, en primer lugar, todos los Templos son mas altos que esta cota, siendo San Vicenç la más pequeña de las iglesias y aun así su altura es de 19 metros, estaríamos hablando de que todas las ventanas altas de las naves, están cercanas a esta cota, por lo tanto los números en los Templos Góticos debían de dispararse. Pero mantiene las diferencias, aun así son mucho mas luminosas las Góticas sobre las Románicas.

La siguiente tabla es un resumen global de todos los datos analizados en las dos primeras partes (estereografías y gráficos comparativos), es muy elocuente en cuanto a que los Templos Góticos mantienen una pendiente constante pero con mayor salto numérico entre ellas y las Románicas tienen una diferencia menor entre ellas. Así como se expresa en la energía, no es lo mismo el salto entre Chartres y Santa Maria del Mar que es de 3% a el que se da entre San Vicenç y Cardona y Santiago de Compostela de 1%.

RESUMEN DE FACTOR DE CIELO



El último bloque de análisis además de generar datos de los que ya he hablado, es, si hablamos de las ideologías de la época y su significado el mas importante. Todos estos mapas en planta que vemos de cada iglesia están muy claros.

Explico primero lo que nos enseñan los gráficos de San Vicenç y Santiago de Compostela. En los 16 gráficos que existen entre las dos, la ideología de la época Románica en el aspecto místico se ve plasmado, existe un mismo parámetro constante y que vemos que independientemente de la fecha del análisis, la malla azul es constante con un mismo valor y este valor es relativamente bajo (menor a 1 hora y menor a 0,5 kw/m2). Esto nos muestra que el lugar es de poca luz y que la meditación era pieza clave para el fiel. Los destellos de luz y energía que se ven son los elementos más místicos y que dan pequeños punto de divinidad, que es en toda la edad media la luz.

La luz pieza clave del Gótico, en los 16 gráficos de Chartres y Santa Maria del Mar, esta muy presente, y ese abanico de color principalmente en el verano es delator de que el siglo XII y los siguientes tenían ya otra idea de la fe, y que el factor místico no era fundamentalmente el espacio para la meditación, sino crear un espacio para la grandeza de Dios, para el asombro de lo magnifico que es un espacio divino y crecer en profundo respeto y admiración por lo celestial.

Como si de una coincidencia se tratara, en la planta de los gráficos Góticos reparten los colores y las formas al igual que esa luz entra por las vidrieras de colores y baña los muros. Entenderemos mas fácilmente que los porcentajes de color en Chartres están repartidos en 40%, 35% y 25% y en Santa Maria del Mar son de 50%, 40% y 10%. Además que la luz es capaz de abarcar mayor cantidad de ventanas y se refleja en el suelo con todos esos valores de colores.

Efectivamente la idea Románica y la ideal Gótica son muy claras en la realidad, en las fotos, en los gráficos y análisis usando programas como Heliodon.

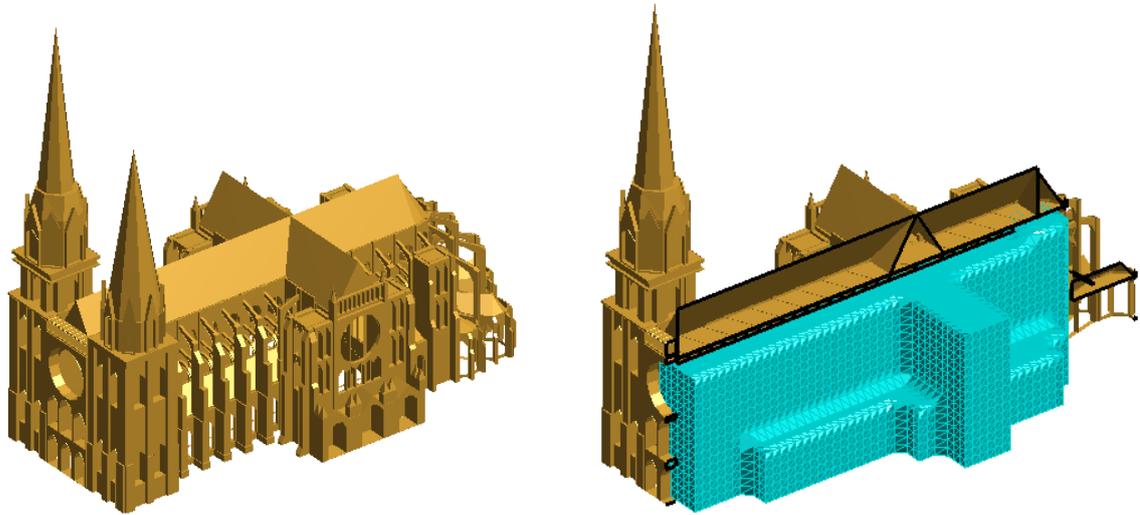
Quiero terminar diciendo que aun con este análisis y los avances en el software, no podemos todavía pensar que es un reflejo claro lo que vemos en las graficas, como lo que vemos en la realidad. Empecemos hablando de que solo se ha analizado imaginando que no hay ni ventanas ni puertas, por lo tanto la transparencia es total, no hay factores normales existentes en la época, como la ejecución del cristal, las vidrieras de colores, que como sabemos cada color limita una cantidad de energía, en algunos casos importante.

Creo firmemente que este es un gran comienzo y que las mejores en los programas y las ideas claras podrán alcanzar un nivel de análisis extraordinario, como extraordinaria es la arquitectura Románica y la Gótica.

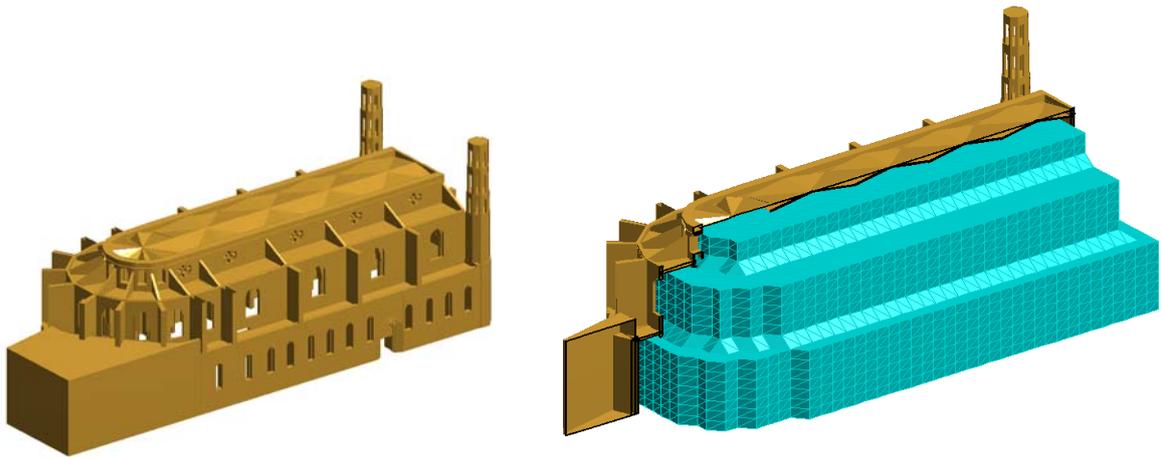
El siguiente anexo fue proporcionado por Benoit Beckers, y muestra los avances tan interesantes a los que se esta desarrollando Heliodon. Las conclusiones son interesantes y herramientas para un futuro.

11. ANEXO: COMPARACIÓN DE FACTORES DE CIELO

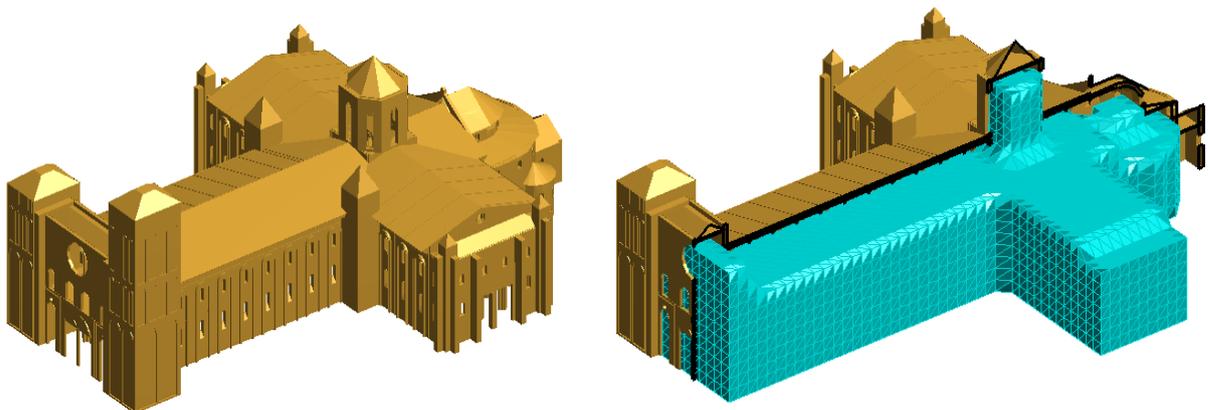
En la catedral de Chartres, el volumen evaluado a partir del número de puntos, debajo del límite superior de la ventana más alta, es de 78000 m³.



En Santa María del Mar, el volumen correspondiente es de 70000 m³.

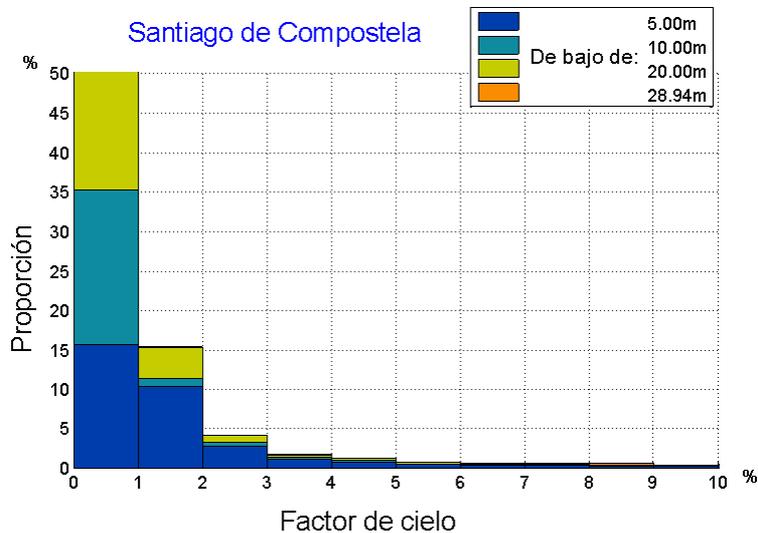
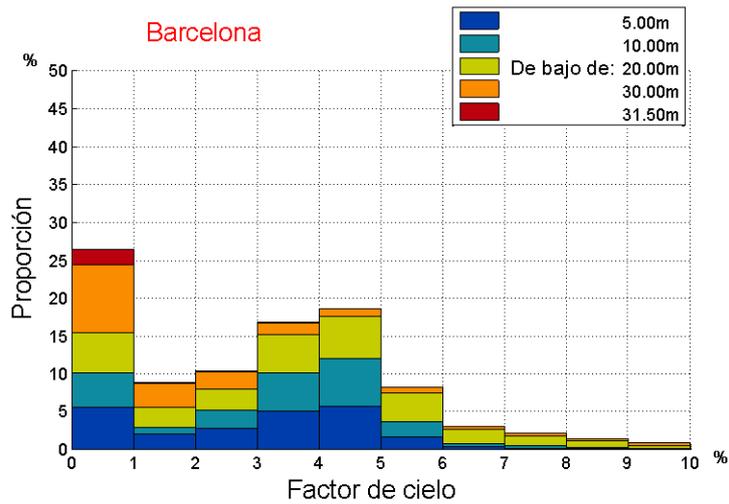
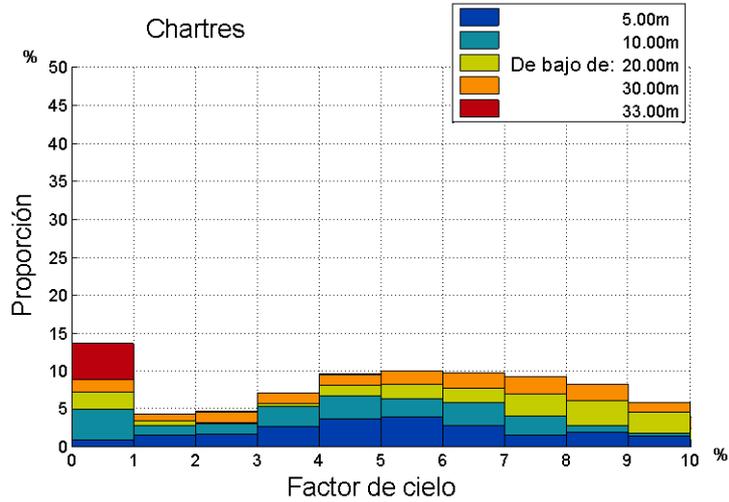


En Santiago de Compostela, el volumen correspondiente es de 60000 m³.



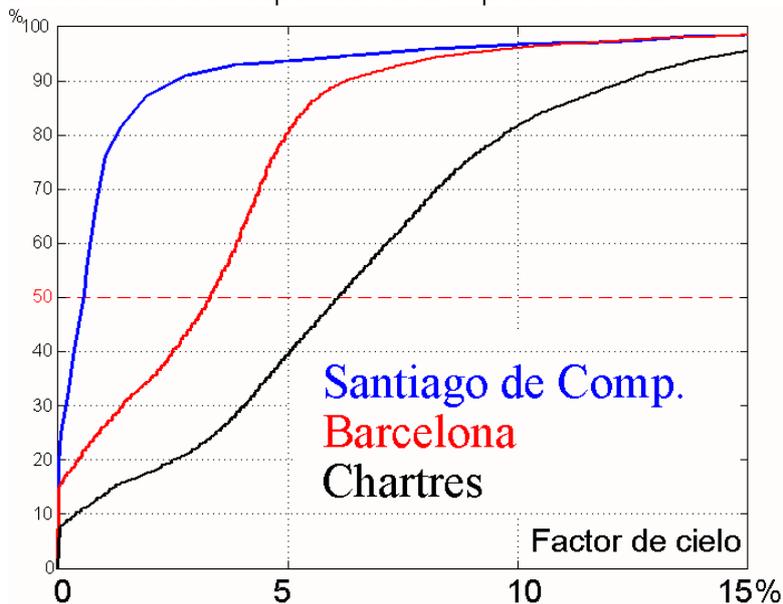
Se comparan las tres iglesias utilizando como criterio el factor de cielo, definido como la parte de la bóveda celeste visible desde un punto. El factor vale 100 % en un sitio totalmente despejado. El análisis se hace en todos los nudos de la malla tridimensional presentada en los dibujos anteriores.

Los tres histogramas muestran los factores de cielo de las tres iglesias con sus frecuencias. Los perfiles se diferencian muy bien.



Como esperado, los factores son generalmente muy pequeños, inferiores a los 15 % y, en la iglesia románica, tenemos casi siempre menos de 5 %.

El gráfico siguiente permite diferenciar los tres edificios. La ordenada muestra la proporción de puntos que tienen un factor de cielo inferior al valor dado por la abscisa x. Los resultados corresponden a la impresión visual.

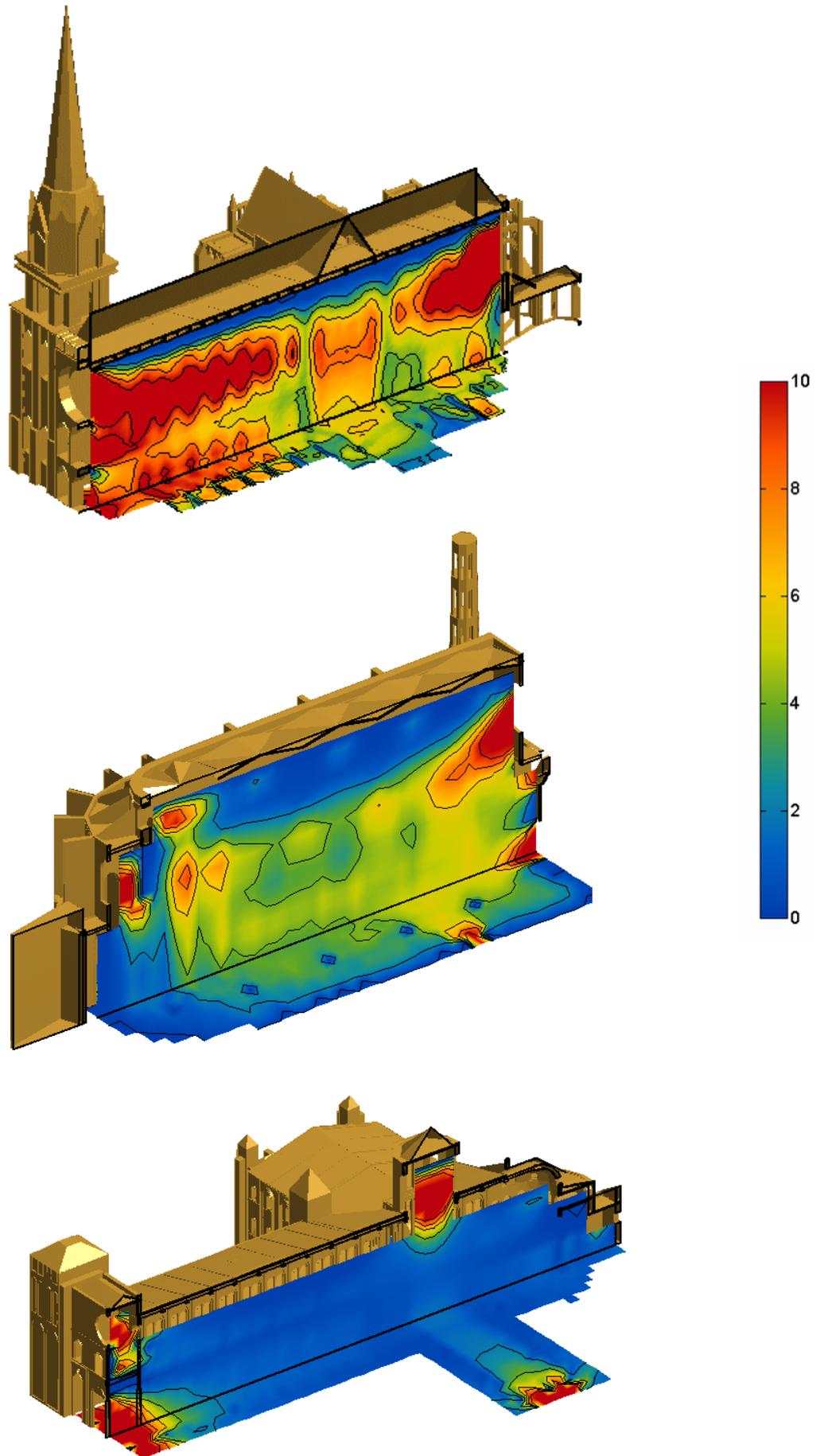


En la catedral de Chartres, la proporción de puntos o la parte del volumen estudiado que tiene un factor de cielo menor o igual a 5 % es del 40 %, la proporción que tiene un factor de cielo menor o igual a 10 % es del 82 %, y quedan 5 % de los puntos que tienen un factor de cielo mayor que 15 %.

En Santa María del Mar, la proporción de puntos o la parte del volumen estudiado que tiene un factor de cielo menor o igual a 5 % es del 80 %, la proporción que tiene un factor de cielo menor o igual a 10 % es del 95 %, y quedan 2 % que tienen un factor de cielo mayor que 15 %.

Si comparamos con una catedral de estilo románico, la Catedral de Santiago de Compostela, observamos que más del 90 % tiene un factor de cielo menor o igual a 5 %. Sin embargo, al nivel de los 15 %, el resultado es igual al de Santa María del Mar.

Los gráficos que siguen confirman los anteriores; muestran los factores de cielo en el plano de simetría y en el suelo: Chartres, Barcelona, Santiago de Compostela. Esta vez, se ven los factores de cielo entre 0 y 10 % ó más.



12. AGRADECIMIENTOS

Principalmente quiero agradecer a mi tutor Benoit Beckers, ya que este análisis no podría haber sido realizado sin su empeño y entusiasmo en el desarrollo de un programa informático, para el cálculo de todos estos parámetros que hemos estudiado. Además de las ganas de seguir desarrollándolo para lograr herramientas mas potentes y que faciliten las investigaciones y den respuestas mas rápidas.

También quiero agradecer al laboratorio de modelización virtual de la Ciudad de la UPC por la información proporcionada sobre Santa Maria del Mar.

- **Notas importantes:** Todas las anotaciones de la tesina, tanto si son textuales o no, están basadas en toda la bibliografía documentada en esta tesina, cualquier duda o confusión en la información se puede consultar y justificar en el libro de autor correspondiente, al mismo tiempo que se puede corroborar toda las notas e ideas textuales del proyecto.
 - Todos los anexos de información grafica sobre cada Templo, están puestos solo a nivel informativo, las escalas graficas no aparecen.
 - Todas las imágenes en 3D, así como las fotografías sobre Santiago de Compostela, Santa Maria del Mar y Chartres, las proporciono el autor de esta tesina.

BARCELONA, 2008.

