

ELS EFECTES DE LA LLUM SOLAR A LA SEU DE MALLORCA

DANIEL RUIZ AGUILERA; JOSEP LLUÍS POL LLOMPART

SOCIETAT BALEAR DE MATEMÀTIQUES SBM-XEIX.

druiz@xeix.org

josepol@xeix.org

Resum: L'informe estudia l'orientació de la catedral de Mallorca en relació amb els efectes de llum i color que els raigs de llum causen amb les projeccions de la rosassa. Un d'ells, ben conegut i documentat, es produeix prop del 2 de febrer i de l'11 de novembre. Els raigs del sol travessen la rosassa de llevant (també anomenada Oculus Maior) i es projecten sobre el portal major i s'alineen per sota i de manera tangent a la rosassa de ponent. L'altre efecte estudiat a l'article es produeix a prop del Nadal els raigs del sol travessen l'Oculus Maior coincidint exactament amb la rosassa de ponent. En aquells dies, des d'un punt de vista apropiat fora de la catedral, es pot veure la rosassa de ponent com si estigués il·luminada des de l'interior. El fet és que l'absis de la catedral de Mallorca està orientat cap a la sortida del sol durant el solstici d'hivern. Els autors no han trobat cap documentació sobre aquest efecte. L'article analitza des del punt de vista arquitectònic i històric la possible intencionalitat d'aquest fet.

Paraules clau: efectes de llum, catedral de Mallorca, orientació

Sun light effects in the cathedral of Majorca

Summary: The article studies the orientation of the cathedral of Majorca related to the light and color effects that the light rays cause with the rose window projections. One such well-known and well-documented effect is produced around February 2nd and November 11th. The rays of the sun pass through the Eastern rose window (also called the Oculus Maior) projecting onto the main doorway and being aligned under and tangent to the Western rose window. The other main effect studied in the article is produced around Christmas: the rays of the sun pass through the Oculus Maior and coincide exactly on the Western rose window. During those days, the Western rose window appears to be lit from inside if viewed

from an appropriate point of view outside the cathedral. The fact is that the apse of the cathedral of Majorca is oriented to the sunrise during the winter solstice, and the authors have not found any documentation on this effect. The article analyzes the possible intentions of this fact from the architectonic and historic point of view.

Key words: *light effects, cathedral of Majorca, orientation*

1. Introducció

«La Seu sembla un bloc de pedra esculpit com una estàtua deixada en aquell cim perquè el sol vingui a besar-la totes les hores del dia per omplir-la de roentors i encendre-la com una flama cada vespre.» (Santiago Rusiñol, 1861-1931) (Llabrés, 2005: 7)

L'estudi que es presenta en aquest article nasqué arran d'una activitat que realitzà l'any 2007 la Societat Balear de Matemàtiques SBM-XEIX en el marc d'un seminari d'Art i Ciència organitzat per la Direcció General d'R+D+I de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació del Govern balear. En aquella activitat es proposava una mirada matemàtica a la Seu de Mallorca i es realitzà el 10 de novembre (el dia abans de Sant Martí, 11 de novembre) per poder veure l'efecte conegut com el de les dues rosasses. En la preparació de la visita, els autors pogueren gaudir del guiatge de mossèn Teodor Suau, vicari episcopal per a la Formació, professor de Sagrades Escriitures i canonge actiu de la Seu de Mallorca, i sentiren parlar per primera vegada del fet que, per Nadal, la rosassa de llevant es projectava sobre la de ponent. L'interès per conèixer més acuradament aquests dos efectes i les preguntes que anaren sorgint en són l'origen.

Cal dir que estam parlant de dos efectes lumínics puntuals al llarg de l'any i que no es coneix cap mena de línia meridiana o ús astronòmic de la catedral de Palma. (Altres temples arreu d'Europa, especialment a França i a Itàlia, sí que han registrat instal·lacions per mesurar la posició del Sol i deduir-ne, per tant, el calendari. És el cas de San Petronio a Bolonya, Santa Maria del Fiore a Florència, el Duomo de Palermo o Saint Sulpice de París (Heilbron, 1999).)

2. Dades històriques

A l'hora de presentar els efectes de llum que es produeixen actualment a la Seu de Mallorca i apuntar —fins on el sentit comú ens ho permeti— alguna explicació, és important tenir clares una sèrie de fites històriques pel que fa a la seva construcció, especialment en allò que afecta les seves rosasses. Aquestes són:

—1306: El 6 de febrer Jaume II mana construir, en el seu testament, una capella (la de la Trinitat) per a les seves despulles (Domenge, 1995: 24; Domenge, 1997: 133).

—1311: Aquesta capella ja estava en servei (Domenge, 1995: 24; Domenge, 1997: 133).

—1327: El sector conegut com a *Cap Nou*, format per la capella de la Trinitat i la capella Reial, ja estava ben avançat (Domenge, 1995: 24).

—1350: Un poc abans d'aquest any ja es devia treballar en els absis laterals (Domenge, 1995: 26).

—1369: Anotació de la compra de mitjans i *guix ops de tapar la finestra*, que significa que tapaven la rosassa de llevant en espera de poder comprar els vidres (Domenge, 1997: 149).

—1370: A l'entorn d'aquest any, en temps del bisbe Antoni Galiana, les obres d'ampliació i construcció de la gran nau fan necessària la incorporació de les tres rosasses (amb l'*Oculus Maior* central) per salvar el canvi d'alçada (Domenge, 1995: 26; Tous, 2008: 17; Llabrés, 2005: 16).

—1581: L'*Oculus Maior* amenaçava ruïna el juliol d'aquest any i s'esfondrà el desembre de 1588 (Coll, 1977: 40).

—1596: Es comença la rosassa de la façana traçada per Antoni Jover i feta pel vitraller barceloní Joan Jordà (Domenge, 1997: 179).

—1597: La rosassa del centre de la façana principal, on els vidres formen una gran rosa multicolor, es començà a construir el 15 d'agost d'aquest any, festa de l'Assumpció, titular de la catedral, i es concloué deu anys després (Coll, 1977: 40).

—1598: La rosassa de ponent queda enllestida (Domenge, 1997: 179).

—1599: La rosassa de llevant fou guarnida de vidres de colors després d'una restauració que fou menada fidelment per Gaspar Janer des del seu esfondrament i que havia durat més d'una dècada (Coll, 1977: 40; Llabrés, 2005: 16).

—1599: A ponent, a la part alta de la façana, estava oberta la rosassa del mestre Joan Jordà (Tous, 2008: 18; Llabrés, 2005: 16).

—1601: Benedicció del portal major (Llabrés, 2005: 11).

—1857: Els anys 1857, 1906 i 1936, per causa d'una tempesta, d'un llamp i d'una bomba respectivament, les 6.236 peces de colors simples de la rosassa de llevant sofriren grans desperfectes i van haver de ser naturalment reemplaçades (Coll, 1977: 40).

—1854: El setembre Peyronet presentava al Ministeri de Gràcia i Justícia el projecte de restauració, acompanyat d'un joc de plànols que mostrava l'estat de la catedral d'aleshores i la restauració i reformes proposades (Navascués, 1995: 192).

—Octubre 2008 - juliol 2009: La caiguda d'uns vidres de l'*Oculus Maior* a principis de 2008 impulsà la seva restauració integral i aquesta rosassa recuperarà molts de vidres que havien estat substituïts per pegats de ciment a les darreres restauracions del segle xx (seguint fet pels autors).

3. Efectes de la llum solar a la seu de Mallorca

3.1. La Candelera i Sant Martí

És prou conegut a Palma que dos dies a l'any es produeix a la Seu de Mallorca un efecte de llum ben curiós. Aquests dos dies són el 2 de febrer, festivitat de la Mare de Déu del Candelero (la Candelera) i l'11 de novembre, festivitat de Sant Martí de Tours (per exemple, Gené, 2006, Capítol Catedralici de la Seu, 2009).

L'efecte (que es produeix entre les 8:30 i les 9:00 hora local, segons el dia) consisteix en què els rajos de Sol que passen per la rosassa de llevant (l'*Oculus Maior*) es projecten sobre la paret del portal major. Aquesta projecció s'alinea amb la rosassa de ponent de manera que són tangents i la recta que uneix els seus centres és perpendicular a terra. Es pot observar aquest efecte a la fotografia de la figura 1.

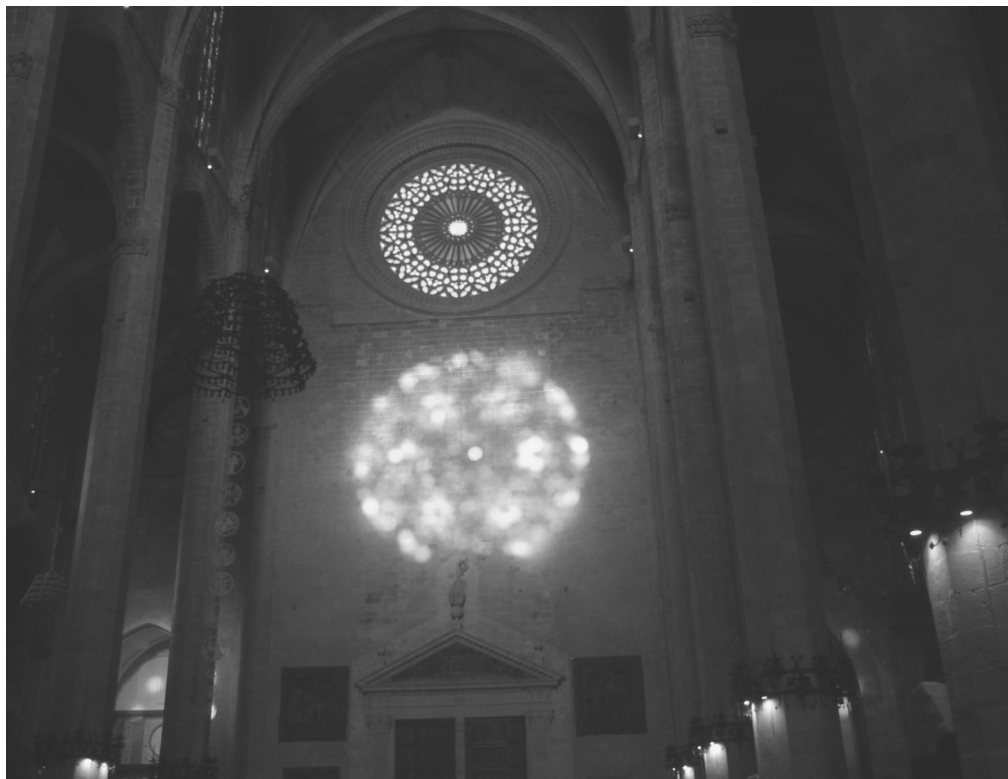


Figura 1. Efecte de llum de la Candelera (fotografia amb data 02/02/2006, fot. D. Ruiz).

Els dies 2 de febrer i 11 de novembre es troben, lògicament, en posicions més o menys equivalents respecte del solstici d'hivern, i és per això que es produeix l'efecte al voltant d'aquestes dues dates.

De les dues dates, té especial significació religiosa la de la Mare de Déu del Candelero.

Commemorant el ritu de la purificació que les dones feien a Israel, als quaranta dies del naixement dels seus fills, es presentaven, mare i fill al temple. Es tancava així el ritual de la llei judaica, i ara es tanca el cicle de Nadal. Candelero, ve del llatí «candere»,

brillar, candent. (...) La processó és desmesurada. Quasi ningú, a les vuit del matí dins l'enorme temple, l'orgue a tota, l'encens, amb aquella olor, omplint de fum els rajos de colors que el sol provoca travessant les rosasses. (Picornell, 2005).

El dia de la Candelera és, a més, la data del naixement de Jaume I el Conqueridor (1208) i, precisament, en aquesta mateixa data de 2007 s'inaugurà la Capella del Santíssim, a la dreta de l'altar major, obra en ceràmica i vidre de Miquel Barceló.

Càlculs

Les dades astronòmiques de què disposem en xarxa en l'actualitat per a qualsevol punt de la geografia del món, fan molt senzill el càlcul de l'orientació de la catedral de Mallorca, precisament gràcies a aquest efecte.

En el moment en què la rosassa de llevant es projecta per sota de la rosassa de ponent i els seus centres s'alineen verticalment, la direcció dels rajos solars coincideix amb l'orientació de la nau. Només s'ha de fixar doncs, amb un rellotge, el moment en què això passa i esbrinar l'azimut de la incidència solar per a aquest moment i punt geogràfic a partir de qualsevol dels programes que estan a disposició de tothom a la xarxa (per exemple, Giesen, 2008). El fet que la cadena que sosté el principal llum de sostre de la nau central projecti també la seva ombra, facilita en extrem la identificació del moment. La precisió que aconseguim amb aquest mètode és molt superior a la que podríem obtenir amb brúixoles o mesures de GPS (que, a més, no funciona bé per mor de l'apantallament dels edificis veïnals).

D'aquesta manera, obtenim per a l'orientació de la nau central de la Seu un valor de l'azimut de $122,4^\circ$ ($\epsilon < 0,5^\circ$) i un angle d'elevació solar de $10,2^\circ$ ($\epsilon < 0,5^\circ$). Aquests càlculs estan fets emprant com a latitud: $39,567^\circ$ N i com a longitud: $2,633^\circ$ E, just al bell mig de la Seu.

Les referències de què disposam dels gnomonistes mallorquins Joan Serra (2010) i Rafel Soler (1988), fetes a partir de l'ombra d'un gnòmon provisional a la paret, concorden amb les dades exposades.

3.2. Solstici d'hivern

Tal i com hem dit a la introducció, a partir de la preparació d'una activitat de divulgació per a famílies de l'efecte esmentat a l'apartat anterior que es realitzà el 10 de novembre de 2007 (dia abans de Sant Martí), es va saber pel canonge mossèn Teodor Suau que la projecció de l'*Oculus Maior* sobre la rosassa de ponent era total pels voltants de Nadal. La idea original fou pensar que aquest efecte es podia visualitzar des de fora. Després d'algunes proves fallides, es va trobar un punt de la ciutat des d'on, efectivament, es podia comprovar aquest efecte. Es tracta de les restes de la murada que es conserven a la plaça de Santa Creu i que formen part actualment del recinte del Museu d'Art Modern, al Baluard de Sant Pere.

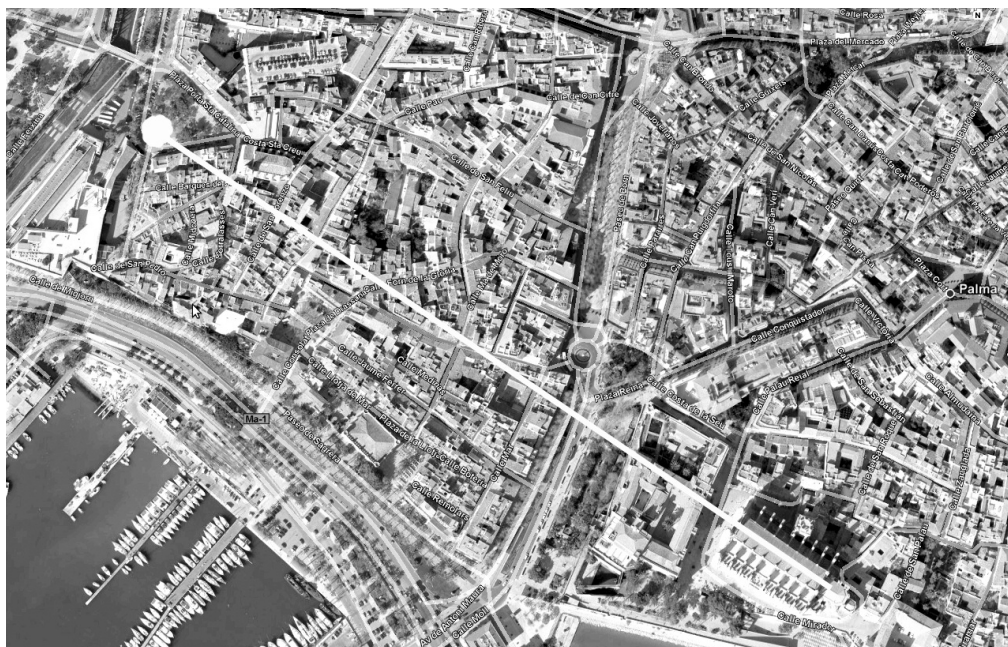


Figura 2. Eix de la Seu fins al Baluard de Sant Pere. (Google Earth, amb permís).

Durant uns vint dies a l'entorn del solstici d'hivern es pot contemplar (amb el permís dels núvols) la sortida del Sol a través de les dues rosasses de la Seu. Així, la nau central esdevé un gegantí calidoscopi que projecta el seu cilindre de llum en aquella direcció.



Figura 3. Efecte de llum visible des de la murada del Baluard de Sant Pere. (Fot. D. Ruiz).

Càlculs

A l'apartat anterior hem donat per bona una orientació per a la nau principal de la Seu de 122,4° ($\epsilon < 0,5^\circ$). També amb el programa citat (Giesen, 2008) podem mirar quin és el punt d'azimut de la sortida del Sol el dia del solstici d'hivern. El valor obtingut és de 120,3°.

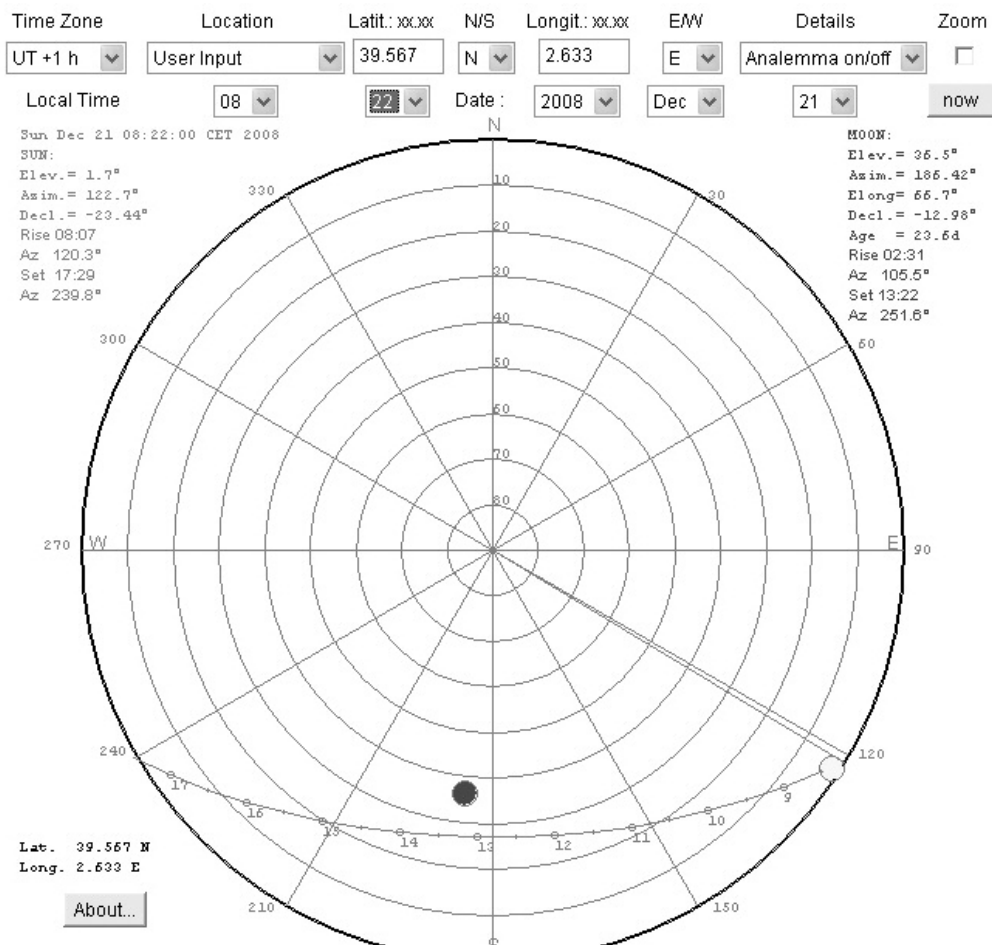


Figura 4. Circumferència goniomètrica centrada a la Seu de Mallorca. (Imatge Google Earth, amb permís. Croquis J. Giesen).

Curiosament, el campanar de base quadrada de la Seu no presenta cap eix de simetria paral·lel a la nau central de la Seu, sinó que està orientat aproximadament a 110° SE.

4. Conclusions

Després de l'estudi preliminar presentat, s'imposen necessàriament tota una sèrie de preguntes:

1. Per què el campanar i la Seu estan desquadrats uns 10° ?
2. Per què el campanar i la Seu tenen cadascun la seva pròpia orientació?
3. Cercaven els seus constructors alguns dels efectes de llum descrits?

Com en moltes altres esglésies o temples cristians construïts sobre mesquites, una de les coses importants a tenir en compte és la intenció dels edificis musulmans de tenir l'alquible (una paret) orientat a la Meca, exactament cap a la *Ka'ba*, seguint els preceptes de l'Alcorà.

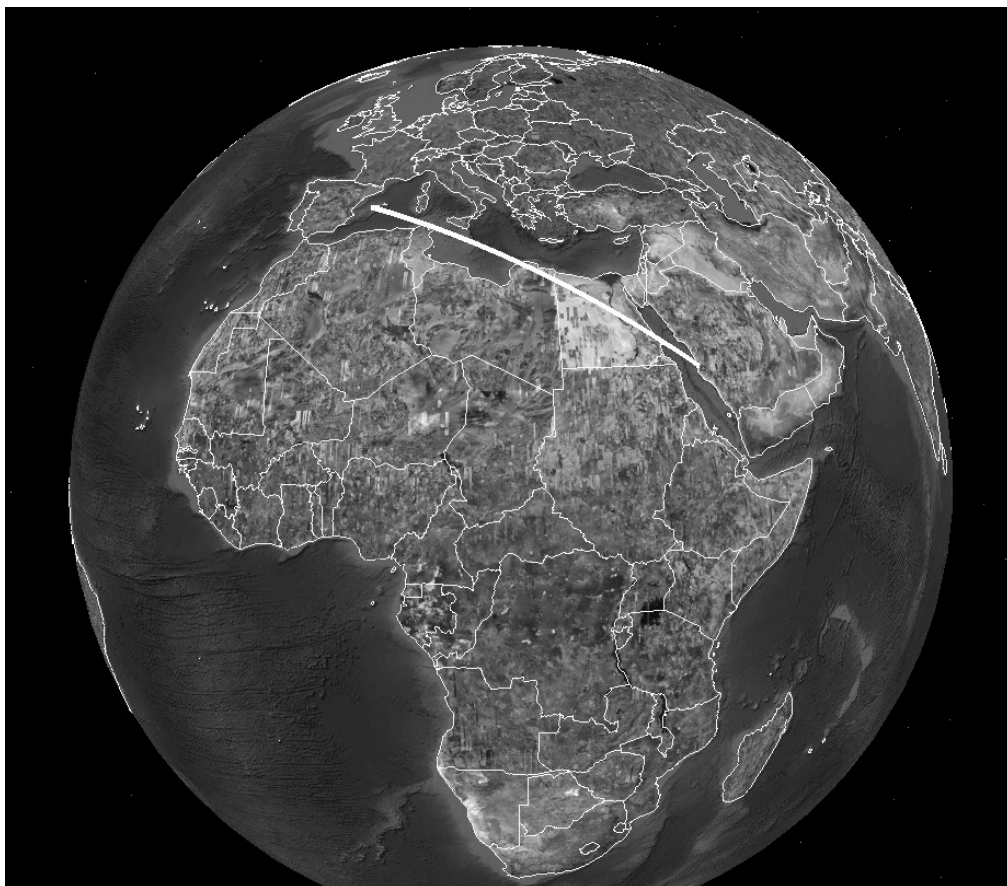


Figura 5. Unió entre el campanar de la Seu de Mallorca i la Ka'ba de la Meca. (Google Earth, amb permís).

una descripció rigorosa sobre les ortodròmiques i les loxodròmiques, vegeu Maor, 2002: Chap. 13.)

Se sap també pels llibres de factura que no es va esbucar la mesquita immediatament, sinó que una vegada beneïda, fou utilitzada per al culte cristià mentre avançaven les obres de la nova catedral.

Però hi ha una dada clau a l'hora d'interpretar la intencionalitat o no dels efectes descrits: el projecte inicial de la Seu com a capella mausoleu per a les despulles de Jaume II no contemplava la nau principal, sinó que acabava en allò que ara és el presbiteri o Capella Reial. Per tant, no podem sostenir que els efectes de llum fossin cercats, ja que l'orientació de la Seu ve determinada per l'orientació de les capelles de la Trinitat i Reial que es construïren primer, i que determinaren necessàriament l'orientació de la resta.

Per què, doncs, es canvià l'orientació de la capella de la Trinitat respecte de la mesquita? La hipòtesi que fem és de caràcter simbòlic. Pel mateix motiu que el naixement de Jesucrist es va fixar entorn del solstici d'hivern, aquest és un bon punt per orientar «el cap» de la catedral, allà on surt el sol el dia més curt, que en el paganisme ja es coneixia com el dia del naixement del Sol. I només cal recordar que un dels atributs del Déu cristià és la Llum.

Llavors, si l'orientació inicial de les obres era aquesta, els efectes de llum, més que una casualitat, en són una conseqüència. L'efecte del solstici ocorrerà necessàriament sempre i quan les dues rosasses tinguin una grandària semblant i estiguin a la mateixa alçada, cosa lògica en el disseny d'aquesta gran nau.

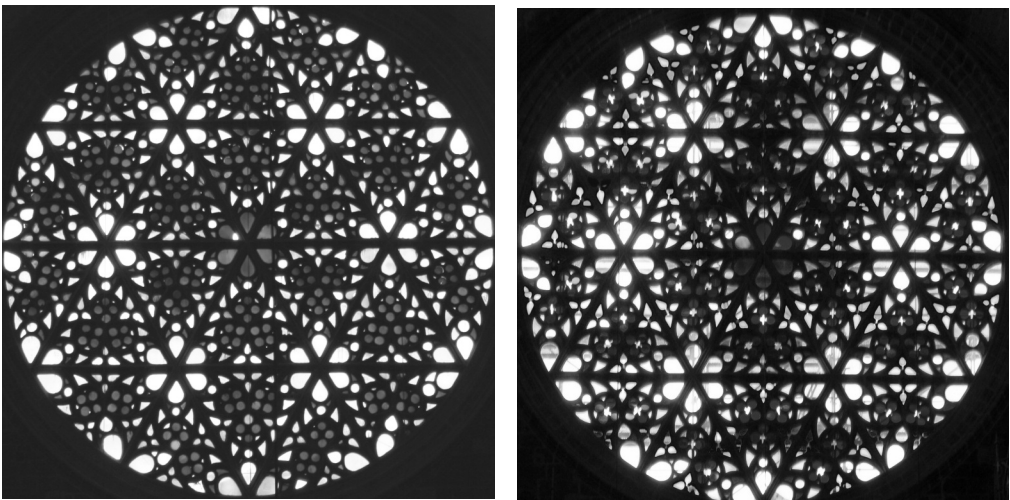


Figura 7 i 8. L'*Oculus Major* abans i després de la restauració integral de 2008-2009. (Fot. D. Ruiz i J. Ll. Pol).

5. Bibliografia

CAPÍTOL CATEDRALICI DE LA SEU (2009). Web <http://www.catedraldemallorca.info>

COLL, B. (1977), *Cathedrale de Mallorca*, Palma. (ISBN: 84-400-3136-X)

DOMENGE I MESQUIDA, J. (1995), «Tres segles d'obra a la Seu (s. XIV-XVI)». A: PASCUAL, A. (ed.), *La Seu de Mallorca*, Palma, José J. De Olañeta, editor, 23-36. (ISBN: 84-7651-196-5)

DOMENGE I MESQUIDA, J. (1997), *L'obra de la Seu. El procés de construcció de la catedral de Mallorca en el tres-cents*, Palma, Institut d'Estudis Balearics. (ISBN: 84-87026-63-X)

GENÉ I RAMIS, À. F. (2006), «Cent raons per preservar les trames medievals. Primera raó: La Seu i la llum de sant Martí», *El Mirall*, **173**, 32-35. (ISSN: 0214-784X)

GIESEN, J. (2008), *Sun & Moon Polar Applet*. Eina en línia per consultar dades astronòmiques sobre el Sol i la Lluna. Adreça: <http://www.jgiesen.de/sunmoonpolar>

HEILBRON, J. L. (1999), *The Sun in the Church: Cathedrals as Solar Observatories*, Harvard University Press.

LLABRÉS, P. J. (2005), *Gaudí a la Catedral de Mallorca*, Triangle Postals. (ISBN: 84-8478-146-1).

MAOR, E. (2002), *Trigonometric Delights*, Princeton University Press.

NAVASCUÉS PALACIO, P. (1995), «La façana nova de la Seu (1852-1888)». A: PASCUAL, A. (ed.), *La Seu de Mallorca*, Palma, José J. De Olañeta, editor, 187-198. (ISBN: 84-7651-196-5)

PASCUAL, A. et al. (1995), *La Seu de Mallorca*, Barcelona, José J. De Olañeta, editor.

PICORNELL, C. (01/02/2005), *La secta de la Candelera*, dins el blog Climent Picornell a <http://jcmllonja.balearweb.net/post/2619>.

RIUS, M. (2006), «La alquibla: ¿ciencia religiosa o religión científica», *Ilu. Revista de Ciencias de las Religiones*, **XVI**, 93-111. (ISBN: 84-95215-96-9)

TOUS, L. (2008), *Vitrales y Rosetones de la Catedral de Mallorca*, Palma, Capítol Catedralici. (Sense ISBN, edició preliminar)