



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

# VITRALLS DE CIMENT

Avaluació d'un sistema de conservació preventiva  
al baptisteri de la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).



## TREBALL FINAL DE MÀSTER

**Marta Golobardes Subirana**

NIUB: 10141574

Tutor: Dr. Manel Iglésias Campos

Curs 2020 - 2021

Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració  
Facultat de Belles Arts

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

# Agraïments

Agraeixo l'aprenentatge adquirit durant aquest màster a tots els professors i professores, en especial al meu tutor del treball final de màster.

Als meus companys i companyes de màster, pel grup que hem fet durant aquest temps que ha durat el màster.

A la meva família, el meu pare, la meva parella, la meva filla i la meva germana petita, pel suport moral i per l'esforç que ha suposat per a tots ells que jo estigués fent aquest màster.

A tots els professionals, tècnics i investigadors especialistes que han col·laborat i participat en la investigació, en especial al Jordi Bonet.

A l'artista del cas d'estudi del treball pel seu temps durant l'entrevista, tot i la seva edat, i al seu fill petit per haver-ho fet possible.

Per últim, vull fer una menció i un record molt especial a persones que ja no hi son, però que m'han donat energia per a dur a terme aquest projecte:

A la meva mare i als meus avis, perquè en part gràcies a ells he pogut cursar aquest màster.

I també a Jaume Barrachina, mort recentment l'any 2020, pel seu acompanyament professional durant molts anys, la seva confiança, generositat i saviesa.

Amb tots ells m'hagués agradat compartir aquesta experiència i els seus resultats, tant personals com professionals.

Per aquests motius, els dedico aquest projecte del que estic satisfeta i que espero que segueixi creixent d'ara en endavant.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

# Resum

La conservació i protecció dels vitralls de ciment dels anys 1950-1970, un patrimoni poc conegut, però molt important a nivell històric, social, cultural i artístic, és l'objectiu principal d'aquest treball.

La història del vitrall tradicional o emplomat remunta al segle III d. C., però aquests vitralls contemporanis es comencen a utilitzar al voltant del 1930, i van arribar a la seva màxima esplendor entre els anys 1950-1970, amb artistes i vitrallers de gran qualitat que han esdevingut internacionals.

Les principals diferències entre els vitralls de ciment i els vitralls emplomats, són les característiques dels seus materials constituents bàsics: per una costat, estan formats per plafons amb estructura de formigó armat, enlloc d'una xarxa de plom, i per l'altra, els fragments de vidre són més gruixuts i no solen estar pintats. D'altra banda, també funcionen com a tancament arquitectònic, ja que, a banda de finestres, tenen funció de mur.

A partir dels anys 1970 ja es va començar a detectar la seva principal problemàtica de conservació, la corrosió i expansió de l'armadura del formigó que genera pressió a tot el seu entorn, arribant a afectar greument l'estabilitat de tot el vitrall.

En aquest projecte s'han avaluat les possibilitats d'aplicació real – econòmiques i tècniques -, d'un sistema de conservació preventiva, el *Sistema de Protecció Catòdica (SPC)*, per tal d'atenuar l'evolució de la corrosió del metall, i una anàlisi científicotècnica de recolzament d'aquest sistema, el *georradar d'alta freqüència*, posant-los al límit de les seves possibilitats per tal d'adaptar-los a les característiques d'aquest tipus de vitralls.

Aquestes investigacions s'han dut a terme a través d'un cas d'estudi de Barcelona, el vitrall central del baptisteri de la parròquia *Verge de la Pau*, de l'artista Joan Vila-Grau i el taller *Granell i Cia*.

Paraules clau:

Vitrall de ciment, formigó armat, *dalla* de vidre, conservació preventiva, georradar, protecció catòdica.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

# Abstract

Conservation and protection of concrete stained glass is the main aim of the present research work. Most of these objects were produced during the period 1950-1970 and they are still not well known. However, they are relevant for their social, cultural, artistic, and historic values.

The origin of traditional leaded stained glass goes back as far as the III a. C. Concrete stained glass use began roughly around the 1930s and its use reaches its peak of popularity in the period between the '50s and '70s when it was used extensively by a generation of glaziers, some of which became international.

The main difference between traditional stained glass and concrete stained glass start on their materials: concrete stained glass is built by a concrete structure, not by a lead net. The used glass is generally a thick slab instead of thin sheet glass, and *dalle the verre* is usually not painted. These concrete panels can be used as a wall being part of the architectonic closure, not only as a window.

During the '70s some concerns were risen pointing out that the most serious conservation issues could be: the metallic corrosion and the expansion of metal reinforcement of concrete, causing pressure to the other materials, and the apparition of cracks on glass and concrete that could damage drastically the stability of the panel.

The present project assesses the economic and technical viability of one preventive conservation system. The work focuses on a cathodic protection system, to stop, or slow corrosion speed, and also back the study using high-frequency georadar to analyse the steel reinforcement structure. The characteristics of concrete stained glass brings these technologies to their limits.

The research uses as a study case the central concrete stained glass of the baptistery of *Verge de la Pau* Church, designed by the renowned artist *Joan Vila-Grau* and *Granell i Cia* stained glass studio.

Keywords:

Concrete stained glass, *dalle de verre*, preventive conservation, georadar, cathodic protection.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

# Índex

Agraïments.	p. 3
Resum.	p. 4
<b>1.</b> Introducció i Justificació.	p. 7
<b>2.</b> Objectius.	p. 12
<b>3.</b> Metodologia general.	p. 14
<b>4.</b> Contextualització del projecte.	
El vitrall. Vitrall emplomat i vitrall de ciment.	p. 17
<b>4.1.</b> Descripció i metodologia de construcció del vitrall emplomat.	
<b>4.2.</b> Descripció i metodologia de construcció del vitrall de ciment.	
<b>4.3.</b> Breu història del vitrall.	
<b>4.4.</b> Artistes, tallers i fàbriques destacats a Catalunya, Espanya, Europa i internacionalment.	
<b>4.5.</b> Materials constituents del vitrall de ciment de les dècades de 1950 i 1970.	
<b>5.</b> Contextualització del cas d'estudi.	
Vitrall central del baptisteri de la Parròquia Verge de la Pau.	p. 73
<b>5.1.</b> Parròquia Verge de la Pau de Barcelona.	
<b>5.2.</b> Vitrall central del baptisteri. Descripció, materials, l'artista i el taller.	
<b>6.</b> Diagnosi d'estat de conservació i formes d'alteració dels vitralls de ciment.	p. 97
<b>6.1.</b> Diagnosticar l'estat de conservació dels vitralls de ciment dels anys 1950-1970 i la seva principal problemàtica.	
<b>6.2.</b> Estat de conservació del vitrall d'estudi i la zona de la mostra per a l'assaig amb <i>georadar d'alta freqüència</i> .	
<b>7.</b> Conservació Preventiva.	
<i>Sistema de Protecció Catòdica (SPC).</i>	p. 120
<b>7.1.</b> Sistema de Protecció Catòdica (SPC).	
<b>7.2.</b> Valoració de la possibilitat d'instal·lar un SPC al vitrall d'estudi amb empreses catalanes o espanyoles actualment.	
<b>8.</b> Anàlisi científicotècnica.	
Assaig amb <i>georadar d'alta freqüència</i> .	
Caracterització i diagnosi d'estat de conservació de l'armadura.	p. 137
<b>8.1.</b> <i>Georadar d'alta freqüència</i> .	
<b>8.2.</b> Assaig amb <i>georadar d'alta freqüència</i> aplicat al vitrall d'estudi.	
<b>9.</b> Conclusions finals.	p. 168
Bibliografia.	p. 170
Annex 1. Fitxa comparativa de cinc casos d'estudi de les pràctiques del màster.	p. 183

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

# 1. Introducció i justificació.

---

## Introducció

El projecte que es porta a terme en aquest treball final de màster és la continuació d'una recerca iniciada durant les pràctiques que es varen fer a l'empresa J.M. Bonet Vitalls<sup>1</sup>: *"Projecte teoricopràctic: Estudi per a la Conservació Preventiva i Restauració de Vitralls de Formigó Armat i Dalla de Vidre. Caracterització de 5 Casos d'Estudi."* (Golobardes, 2020:62)

"Vitralls de formigó armat i dalla<sup>2</sup> de vidre" és una terminologia que descriu els principals materials constituents, però que no és massa utilitzada ni per l'ofici de vitraller ni en la bibliografia. Per aquest motiu, a partir d'aquest moment, en tot el treball, la terminologia que s'utilitzarà per a denominar aquest tipus de vitrall serà: "vitralls de ciment", tal com son anomenats per molts vitrallers, i també per a la majoria de les referències bibliogràfiques. D'aquesta manera es fa referència al material de la xarxa de suport, igual que es fa per anomenar als vitralls emplomats. D'altra banda, aquest tret característic és el que més els diferencia entre ells.

També es podrien anomenar "vitralls tradicionals" i "vitralls contemporanis"; tot i que un vitrall emplomat també pot ser contemporani, per aquest motiu, no es farà servir aquesta terminologia de manera habitual.

*"Aquest tipus de vitrall també el podem trobar anomenat: "Dalle de Verre" [Llosa de vidre], fent referència a tot el vitrall."* (J.M. Bonet Vitalls, 2017), o vitrall de formigó.

---

<sup>1</sup> J.M. Bonet Vitall: Empresa vitrallera històrica, fundada l'any 1923. Actualment en mans de la 3a generació. Dedicada al disseny, elaboració, construcció i restauració de vitrall. (Es pot consultar la fitxa comparativa dels casos d'estudi, resultant del treball fet durant les pràctiques del màster, a l'Annex 1.).

<sup>2</sup> *Dalla*: És el terme francès que en català es pot traduir com a llosa o bloc de vidre. Són les peces de pasta de vidre de diferents colors emmotllades i/o tallades amb serra de diamant, d'un gruix d'entre 2 i 2,5 cm que s'utilitzen des de l'any 1929-1930 per a la construcció del tipus de vitrall d'estudi d'aquest projecte. Durant aquest treball utilitzaré el terme *dalla*, sense necessitat de posar la paraula en cursiva a partir d'ara, ja que és com es coneixen i s'anomenen aquestes peces habitualment pels vitrallers.

Es presenta doncs, un projecte d'investigació i també professional:

- D'investigació, per la recerca bibliogràfica desenvolupada i per la recerca desenvolupada sobre anàlisis científicotècnics de diagnosi d'estat de conservació i sistemes de conservació preventiva, que serveixin per a garantir la protecció d'aquest patrimoni i els seus elements i materials constitutius i evitar en la mesura del possible els tractaments puntuals i la substitució dels elements i els materials originals.
- Professional, per la possibilitat d'aplicació real, ja que el tema d'estudi dels vitralls de ciment ve impulsat per una necessitat empresarial de J.M. Bonet Vitralls. Aquesta empresa es troba des de fa uns anys amb casos que s'han d'intervenir de manera urgent i no troben recolzament bibliogràfic i científic, ja que hi ha relativament poques publicacions especialitzades, en comparació amb els vitralls emplomats.

Tampoc existeix cap *guia deontològica* ni *pla d'actuació* sobre l'estudi de diagnòstic d'estat de conservació, la conservació-restauració i conservació preventiva i protecció d'aquest patrimoni.

Per tal de poder-lo elaborar amb èxit, rigor i eficàcia, és necessària una investigació que englobi varis aspectes relacionats entre ells:

- L'històric.
- El constructiu.
- El dels materials constituents i les seves formes d'alteració en conjunt.
- L'anàlisi científicotècnica per a la diagnosi de l'estat de conservació de l'armadura d'acer del formigó.
- Un sistema de conservació preventiva i protecció efectiu i viable.

Aquests aspectes es descriuran amb el recolzament de l'estudi de cas d'un vitrall en concret, el vitrall central del baptisteri de la parròquia *Verge de la Pau* de Barcelona, de l'artista Joan Vila-Grau i el taller *Granell i Cia*, construït l'any 1966.

Els vitralls de ciment dels anys 1950-1970, són un important patrimoni monumental que ja té entre 50 i 70 anys d'història. Són obres d'art de gran bellesa artística i tècnica innovadora, al que fins ara no s'ha donat massa importància i que es vol posar en valor en aquest treball. Els trobem en una gran quantitat d'edificis, tant religiosos com civils.

El seu ús va començar entre els anys 1925 i 1930 i arriba fins l'actualitat.

En aquest projecte se citaran els artistes i tallers o fabricants més rellevants per a Catalunya, Espanya i Europa principalment, molts dels quals han esdevingut artistes internacionals, com el mateix artista del vitrall d'estudi Joan Vila-Grau, del que es parlarà de manera més extensa.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



El vitrall és un tancament decoratiu de finestrals o murs d'un edifici, que han esdevingut un art vinculat a l'arquitectura. L'estil ha anat canviant amb els moviments artístics i socials, tot i que ha estat molt lligat inicialment a l'Església, fins que a partir del moviment Modernista se'n va desvincular o va deixar de dependre'n totalment.

El més conegut per la societat és el vitrall emplomat, el vitrall tradicional, que està format per plafons constituïts per un marc i una xarxa de tires de plom, que sostenen entre elles una sèrie de peces de vidre de colors o incolores, que poden estar pintades. Aquestes peces de vidre tenen un gruix aproximat de 3 a 5 mm, i estan tallades en diferents formes, amb ganiveta de diamant. Els plafons estan fixats a l'arquitectura per una sèrie de barnilles d'acer que els donen rigidesa, i amb morter que els uneix a l'estructura i tapa les juntes d'entrada de llum perimetral.

Els vitralls de ciment, són menys coneguts i no s'han de confondre amb els murs de *Paves*<sup>3</sup> o murs de blocs o de vidre, que són estructures contínues, les quals es construeixen *in situ* a l'edifici, com un mur de *totxo*.

Igual que els vitralls emplomats, els vitralls de ciment estan formats per plafons, que es fabriquen al taller i es col·loquen després a l'obra arquitectònica.

Les diferències essencials amb els emplomats, són que la *xarxa* o estructura de suport està formada per formigó armat i no per plom, i que les peces de vidre són més gruixudes, d'entre 2 i 2,5 cm, les anomenades dalles de vidre. La majoria d'elles són de colors monocroms o semi-barrejats, fent aigües i bombolles internes a la pasta de vidre. El gruix els dona un aspecte i to més intens que les peces d'un vitrall emplomat.

Per últim, tornen a assimilar-se als emplomats en la fixació a l'arquitectura, ja que s'acaben unint a l'edifici igualment amb morter, i es reforcen amb una estructura externa de metall. Aquesta estructura però, és més robusta que la que es posa als emplomats.

Els elements més fràgils d'aquest tipus de vitrall són les dalles de vidre, i per aquest motiu en un principi el projecte es volia focalitzar en els tractaments per a la seva conservació-restauració. Però la investigació precedent, ens ha portat a centrar aquest projecte en el diagnòstic d'estat de conservació i la conservació preventiva de l'estructura interna del formigó armat, l'armadura d'acer.

---

<sup>3</sup> *Pavés o Pavé: "1009 Pavés m sin. Vidre emmotllat. (fr. Brique de verre; en. Glass Block)"* (Gual, 2008:71). Les diferències principals entre els vitralls artístics de ciment i els murs de pavé, recau en el sistema de construcció o mètode de col·locació a l'arquitectura i també en la fabricació i característiques de la peça de vidre. Per una banda, un mur de Pavé enlloc de construir-se en plafons i després col·locar-se a l'edifici, es poden col·locar directament a l'edifici, tal com es construeix un mur de càrrega amb totxos de ceràmica, tot i que també podent portat armat metàl·lic. I per altra banda, la fabricació dels *Pavés* té un enfoc més industrial, ja que estan pensats com a blocs amb la mateixa funció que un maó o *totxo* però constituït de vidre. En canvi una dall de vidre (bloc o llosa de vidre utilitzat per als vitralls de formigó artístics) està pensat per a poder ser tallat, si cal, i no per a ser col·locat com un element constructiu "en sèrie" i de manera metòdica i homogènia, com passa en un mur o finestral fet amb *Pavés*.

La corrosió de l'acer de l'armadura, conseqüència de la desprotecció d'aquest quan el formigó carbonata, juntament amb els factors ambientals, és la principal causa de degradació d'aquest tipus de vitralls i punt de partida d'altres formes d'alteració, que afecten la resta de materials constitutius. El procés d'expansió que experimenta el metall quan arriba a un nivell de corrosió elevat, provoca pressió al formigó que l'envolta, que es fractura i s'expandeix, i aquest al mateix temps traspasa pressió a les dalles de vidre, que es fissuren i es clivellen<sup>4</sup>.

Per tant, per a protegir tant les dalles com la xarxa de formigó, s'ha d'actuar sobre l'estructura que les sosté internament, l'acer de l'armadura, passivant o alentint la seva corrosió el màxim possible. Evitant la necessitat del seu tractament puntual i molt menys la seva substitució completa, amb la finalitat de conservar l'estructura i els materials originals.

L'equip de col·laboradors (professionals, tècnics i especialistes de diverses disciplines) que han participat en el desenvolupament d'aquest projecte, han estat molt importants. Per a ells també ha estat molt interessant fer l'avaluació de les diferents tècniques investigades, aplicades a aquest tipus de patrimoni, ja que les posa al límit de les seves possibilitats i els obra la porta a aplicar-les en un nou àmbit del patrimoni.

---

<sup>4</sup> Clivellat (*"Craquelado"* en castellà): *"Reticulació de petites esquerdes. Aquest terme hauria de ser utilitzat per a descriure el desenvolupament d'una ret de fissures en el vidre o terracota vidriada."* (ICOMOS, ISCS, 2010:10). *"Que s'esquerda en forma d'una xarxa o un reticle de clivelles que fan dibuixos característics, s'aplica a una superfície pintada."* (Vilaseca, 2019)

## Justificació

El projecte d'aquest treball se centrarà en l'avaluació de dues línies d'investigació per a l'aplicació d'un sistema de conservació preventiva adaptat als vitralls de ciment:

- Les possibilitats tècniques i econòmiques d'aplicar el *sistema de protecció catòdica (SPC)*, com a sistema de conservació preventiva d'aquest tipus de vitralls, a través de l'estudi d'un projecte europeu que s'està desenvolupant a Alemanya des de 2015, *Beglare II*; i la possibilitat de que empreses catalanes o espanyoles puguin aplicar aquest sistema o un de similar.
- La viabilitat tècnica i econòmica d'utilitzar la prospecció amb *georradar d'alta freqüència* per a l'estudi de l'armadura del formigó d'un vitrall de ciment, de manera que serveixi al mateix temps com a eina bàsica de suport per a la instal·lació del *sistema de protecció catòdica (SPC)* adaptat als vitralls de ciment.

A partir d'això s'elaborarà un document útil per a l'aplicació professional d'aquest sistema de conservació preventiva. De manera que es pugui assolir l'objectiu essencial de tot el recorregut de la investigació iniciat durant les pràctiques, que és protegir aquest patrimoni, donant eines als professionals com més aviat millor per a poder-ho dur a terme, a través de propostes científicotècniques testades.

Es deixaran de banda en canvi les línies d'investigació sobre:

- Consolidació de les dalles de vidre.
- Tractament puntual del metall.
- Reintegració de volums perduts de formigó.
- Anàlisis científiques de mostres dels materials constitutius.

ja que durant la recerca bibliogràfica s'ha constatat que en aquest sentit sí que hi ha molta investigació duta a terme i publicada, la qual es pot consultar. En el treball es deixarà constància i referència d'aquests estudis de referència consultats, però no se'n farà una síntesi, ja que no és l'objectiu d'aquest projecte.

D'altra banda, cap tractament puntual pot aturar l'evolució del seguit de problemàtiques de conservació que comporta la corrosió de l'armadura d'acer del formigó armat dels vitralls de ciment dels anys 1950-1970. És per aquest motiu també que és important centrar-se en trobar la manera de poder instal·lar un *sistema de protecció catòdica* a aquestes obres arquitectòniques i artístiques, que és l'únic capaç d'alentir la evolució d'aquest seguit de formes d'alteració, conservant i protegint el vitrall en conjunt.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## 2. Objectius.

---

### Objectius generals

Els objectius generals d'aquest projecte, pel que s'ha anat comentant en la introducció, es poden resumir en quatre grans qüestions:

1. Donar a conèixer el patrimoni dels vitralls de ciment, poc conegut fins ara per la majoria de la societat, ampliant la investigació iniciada durant les pràctiques sobre vitralls de ciment.
2. Donar arguments contrastats i científics per a posar en valor la necessitat de la seva conservació i protecció, sobretot per a aquells vitralls construïts entre els anys 1950 i 1970, que estan fets amb armadures d'acer que actualment estan ja molt corroïdes i perjudiquen greument l'estabilitat de tot el vitrall.
3. Presentar en detall la possible solució de conservació preventiva, un *sistema de protecció catòdica (SPC)* adaptat als vitralls de ciment, que s'està desenvolupant dins un projecte europeu, *Beglares II*, per un grup d'empreses i l'Estat Federal Alemany.
4. Testar mitjançant assajos empírics de camp l'anàlisi científicotècnica amb prospecció de *georradar d'alta freqüència*, per tal de caracteritzar, ubicar en detall i diagnosticar l'estat de conservació de l'armadura d'acer del formigó del vitrall d'estudi, i valorar si aquesta tècnica és viable i efectiva per aquestes finalitats.

## Objectius específics

Els objectius específics es poden resumir en set punts:

1. Contactar amb els responsables del projecte *Beglades II*, per tal de poder importar les seves investigacions a Catalunya i intentar portar a terme projectes en comú.
2. Contactar amb especialistes locals (catalans o espanyols), tant del sector de la instal·lació de sistemes de protecció catòdica, com de prospecció amb *georradar d'alta freqüència* i crear un equip de confiança durant aquest projecte.
5. Valorar econòmicament tant el *SPC* com la prospecció amb *georadar de molt alta freqüència*, de cara a poder-los incloure en un projecte i pressupost de conservació-restauració de vitralls de ciment.
6. Redactar un projecte que serveixi de base per a comunicar la importància de la conservació i protecció d'aquest patrimoni a institucions com el CRBMC (Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya), per tal de començar a implementar solucions l'abans possible, entre elles:
  - a. L'elaboració d'una "guia deontològica de conservació-restauració, conservació preventiva i protecció de vitralls de ciment"
  - b. L'elaboració d'un "pla director de diagnosi i conservació preventiva de vitralls de ciment", a nivell estatal o català, des de les institucions que correspongui.
  - c. L'elaboració d'un "inventari i una catalogació dels vitralls de ciment de Catalunya, començant per aquells realitzats pels artistes i tallers vitrallers més rellevants dels anys 1950-1970.
7. Aplicar i practicar les capacitats adquirides durant aquest màster, per a dirigir, gestionar i elaborar un projecte de conservació-restauració de béns culturals.

### 3. Metodologia general.

---

La metodologia general seguida en aquest projecte ha estat la següent:

1. Recerca bibliogràfica i oral sobre:
  - a. El vitrall de ciment i emplomat. (Descripció, mètode constructiu, materials i les seves possibles alteracions, context històric, artistes més rellevants).
  - b. El vitrall de ciment d'estudi del projecte, el seu context històric, l'artista que el va dissenyar i el taller que el va construir.
  - c. *El sistema de protecció catòdica (SCP)*, de manera general (l'utilitzat per l'enginyeria de l'edificació) i en particular per als vitralls de ciment (Projecte europeu desenvolupat a Alemanya, *Beglars II*, i patent *Grillo-KKS*).
  - d. *Prospecció de georradar d'alta freqüència*.

Aquesta recerca s'ha dut a terme entre els mesos de novembre de 2020 (iniciada dins el període de pràctiques) i fins al mes de juny del 2021.

Durant aquesta recerca, s'han consultat fonts d'internet i fonts escrites com:

- Diversos llibres, llibres d'actes i revistes de la biblioteca de J.M. Bonet Vitralls.
- La consulta d'alguns documents del *Fons Rigalt, Granell i Cia. (1890-1981)* del *Centre de Documentació del Museu del Disseny*, amb l'especial suport de la tesis doctoral sobre *Rigalt, Granell i Cia.* (el taller constructor del vitrall d'estudi) de la Dra. en Història de l'Art Núria Gil, amb qui també es va poder parlar personalment.

I també s'han consultat fonts orals com:

- La família Bonet.
- L'artista del vitrall d'estudi, Joan Vila-Grau, mitjançant una entrevista a distància, gràcies a l'ajut del seu fill Jordi Vila Delclòs
- La conferència de Roger Sala i Sílvia Llobet, del congrés "*XVI<sup>a</sup> Reunió tècnica de l'associació CRAC*", del mes de novembre de 2020.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

2. Creació de l'equip d'especialistes, mitjançant els contactes trobats durant la recerca bibliogràfica i oral (tècnics en *georradar*) i també mitjançant internet (tècnic en *SCP*), o col·legues professionals (tècnic en fotogrametria).

a. Especialista en vitrall: Jordi Bonet, de l'empresa J.M. Bonet Vitralls.

b. Especialistes en *georadar*:

- Roger Sala, de l'empresa *SOT. Prospecció Arqueològica*.
- Vega Pérez, doctora, investigadora i docent de la UPC.
- Alexander Novo, de l'empresa *Screening Eagle Technologies. Proceq. Dreamlab*.

c. Tècnic especialista en fotogrametria i conservador-restaurador: Jaime Salguero.

d. Especialista en *SCP*: Víctor de Gregorio, de l'empresa *IR Corrosion*, distribuïdora de *Vector Corrosion Technologies*.

3. Gestió i coordinació de visites al vitrall d'estudi.

S'han fet diverses visites al vitrall amb diferents objectius, entre els mesos de febrer i juny de 2021:

a. Estudis preliminar de diagnòstic d'estat de conservació i presa de dades per a la fitxa tècnica i el *mapping* i fotografies.

b. Realització de la *prova de la fenolftaleïna*.

c. Realització de la fotogrametria.

d. Test de prospecció amb *georradar d'alta freqüència*: presa de dades.

e. Test amb càmera tèrmica.

La coordinació s'ha fet entre les persones de l'equip, bàsicament cinc, i el mossèn de la parròquia Verge de la Pau on està ubicat el vitrall d'estudi.

La coordinació amb el mossèn de la parròquia l'ha dut a terme el Jordi Bonet, que és qui ja hi tenia contacte des de fa anys, ja que la seva empresa hi ha fet varis vitralls i alguna restauració de vitralls de ciment, i ha consistit en:

- Consultar al Mossèn de la parròquia Verge de la Pau si els interessava el projecte d'estudi del vitrall central del baptisteri.
- Demanar-li permís per a fer varies visites al visites durant l'estudi
- Concertar les cites amb el mossèn de la parròquia.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

4. Valoració de resultats del test de *georadar*, amb el recolzament de la Dra. Pérez, la qual es va anar a visitar al seu despatx de la UPC per tal d'estudiar-los i comentar-los.
5. Petició d'una valoració econòmica orientativa als tècnics principals de cada disciplina (*SCP i georadar*), Roger Sala i Víctor de Gregorio, respectivament.
6. Reflexió crítica per a l'extracció de conclusions, de cara a l'aplicació real en futurs projectes professionals.
7. Redacció i elaboració del projecte pel treball final de màster.
  - Per a la citació bibliogràfica s'ha utilitzat la sisena i setena edició del format APA. (American Psychological Association, 2021)



## 4. Contextualització del projecte.

### El vitrall. Vitrall emplomat i vitrall de ciment.

---

#### 4.1. Descripció i metodologia de construcció del vitrall emplomat.

---

Per a descriure un vitrall de ciment hem de conèixer el vitrall emplomat tradicional, el seu antecessor i el que la societat en general coneix més habitualment. Tot i anomenar l'emplomat tradicional i ser més antic, un no ha substituït l'altre, si no que se'n construeixen encara fins als nostres dies dels dos tipus.

#### Descripció del vitrall emplomat

Un vitrall emplomat té funció de *tancament arquitectònic decoratiu i funcional* i normalment se situa a les finestres o finestrals tant d'edificis religiosos com d'edificis civils, i està constituït bàsicament per peces de vidre de colors i pintades amb grisalla i esmalts i una xarxa de plom que els uneix. Aquests es fixen a l'arquitectura mitjançant barnilles de ferro o acer i morter de calç o ciment per unir-los al pedra.



Cara interior d'un plafó de vitrall emplomat de la Catedral de Barcelona.  
(Fotografia realitzada i cedida per J.M. Vitrells Bonet. Setembre de 2020.)



Cara exterior d'un plafó de vitrall emplomat de la Catedral de Barcelona.  
(Fotografia realitzada per Marta Golobardes. Setembre de 2020.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Metodologia de construcció del vitrall emplomat

Prèviament a tota creació d'un vitrall, l'artista o dissenyador fa un dibuix preliminar, normalment amb tinta xina negra per als perfils i aquarel·les per als colors.

Està format per plafons, constituïts al mateix temps per una xarxa de plom que sosté fragments de vidre de color i altres incolors pintats. Les pintures poden ser *grisalles* (òxids metàl·lics) i esmalts (*silicats o fluorosilicats mesclats amb pigments minerals*) (GEC, S.D.), que es couen al forn. Depèn del disseny del dibuix seran necessàries més d'una cuita.

El pintor de vitralls ha de conèixer i dominar el dibuix i la tècnica de la pintura amb grisalles i esmalts, que té una complexitat notable, per tal de que surtin els resultats desitjats. Primerament traspasarà el dibuix preliminar a mida real en el que s'anomenen "cartrons", i després de tallar els fragments de vidre necessaris per al disseny del vitrall, pintarà cada fragment amb els perfils, colors i formes que hi pertoquin.), i farà les cuites al forn que siguin necessàries, amb la temperatura i temps necessari, segons les capes de pintura i el tipus de grisalla i esmalt utilitzat en cada capa.

Els fragments de vidre tenen un gruix aproximat d'entre 3 i 5 mm, depenent de l'època, entre altres coses, i es tallen amb una eina que s'anomena *rulina*, que és un petit tallador circular de diamant.

Un cop entrellaçats els vidres amb la xarxa de plom, el vitraller posa massilla per a que els fragments quedin ben subjectes i el plafó agafi residència i també per evitar que entri la llum directe per algun forat.

Es construeixen per plafons individuals. Sobre la taula de treball el vitraller va construint el vitrall posant més o menys alternadament tires de plom i fragments de vidre, unint-los a mida que es va elaborant el vitrall i finalment se solden els nexes d'unió del plom.

El marc perimetral és també de plom. Després es reforcen pel revers amb una sèrie de barnilles (unes primes i de base circular, posades en horitzontal agafades per uns filferros soldats al plom, les quals quan es col·loca el vitrall a la finestra s'encastaran dins el galze de la finestra que és normalment de pedra; i unes altres de planes que ressegueixen alguns dels perfils del disseny del vitrall, les quals donen més resistència i força als plafons).

I finalment, se subjecten a l'arquitectura mitjançant morter de calç o de ciment.

És important dir, que els que tenen grans dimensions tenen un plafó practicable, normalment a la part inferior. És un plafó mòbil, a mode de finestra, per on normalment es comencen a desmuntar els vitralls emplomats en el cas d'una restauració completa, per exemple. (Els vitralls de ciment no en tenen, per les característiques de la seva estructura i materials constituents.)

El vitrall emplomat el trobem en un percentatge molt més elevat en edificacions religioses, que no en edificacions civils, tot i que també se'n troben, sobretot de l'època Modernista.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## 4.2. Descripció i metodologia de construcció del vitrall de ciment.

---

### Descripció del vitrall de ciment

La nomenclatura *vitral·l de ciment*, és tal com es poden trobar habitualment anomenats a la documentació bibliogràfica, als arxius dels vitrallers i també com els anomenen els professionals d'aquest art. Així doncs, veiem que la terminologia fa referència al material bàsic de l'estructura o xarxa de suport, que és al mateix temps el que diferencia més els dos tipus de vitrall.

La funció d'un vitrall en general és la de tancament de manera artística o decorada d'una obertura d'un edifici, principalment finestrals. Però el vitrall de ciment també pot fer arribar a fer funció de mur, a diferència del vitrall emplomat, que si és veritat que també en podem trobar tancant un pany de paret, no tindrà la mateixa rigidesa i força que un vitrall de ciment.

Un vitrall de ciment dels anys 1950-1970, que són les dècades en les que s'enfoca aquest projecte, està constituït principalment per formigó armat, amb armadura d'acer i dalles de vidre, enlloc del plom i el vidre convencional del vitrall emplomat.

Algunes cites que il·lustren molt bé aquest aspecte de la descripció dels vitralls de ciment:

*“El formigó o la finestra gruixuda, ja no és una finestra, sinó que forma una paret diàfana transparent (és part estructural de l'edifici), que ja no es pot desmuntar en les seves matèries primeres de vidre gruixut (dalla) i formigó, i es pot convertir en una estructura de càrrega. (Schupp 1966).”*

*“Els vitralls de ciment servien com a parets lluminoses enlloc de ser una finestra en el sentit real. Tant la decoració sagrada com el disseny arquitectònic es limitaven a línies i formes clares que, no obstant això, estan impregnades per un concepte metafísic de la llum i l'interiorisme.” (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:1)*



Cara interior i exterior d'un plafó de vitrall de ciment de l'església Sant Domènec, de Puigcerdà. (Primera fotografia realitzada per Marta Golobardes i segona realitzada i cedida per J.M. Vitralls Bonet. Setembre-October de 2020.)

L'estil artístic pot ser figuratiu o abstracta, com en el cas dels vitralls emplomats, però potser son una mica més habituals els abstractes a diferència del que ens trobem amb els vitralls emplomats. I el trobem en un percentatge bastant semblant, tant en edificacions civils (com hospitals, ajuntaments, o fins i tot a cases particulars), com en edificacions religioses.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Metodologia de construcció del vitrall de ciment

La metodologia de construcció del vitrall de ciment és una línia d'investigació oberta, ja que tot i poder conèixer la metodologia genèricament, gràcies a la informació directe de vitrallers com J.M. Bonet vitralls, segurament cada taller tenia el seu sistema, però hi ha molt poca bibliografia dedicada a l'explicació del mètode constructiu del vitralls de formigó contemporani en detall, des de la fabricació dels plafons fins a la seva col·locació a l'edifici.

El que si que podem consultar però son referències bibliogràfiques dedicades a estudiar la evolució i les patents presentades durant els primers anys d'existència d'aqueta tècnica com és per exemple: *"La manufacture de vitrail et mosaïque d'art MAUMÉJEAN. FLAMBE ! ILLUMINE ! EMBRASE !"* (Manuté, 2015), en el qual a més a més s'utilitza una frase molt descriptiva dels vitralls de formigó i dalla de vidre:

***"Une activite entre Art et Industrie."***  
**[Una activitat entre l'Art i la Indústria].**  
(Manuté, 2015:132-133)

En aquest llibre s'explica l'evolució dels vitralls constituïts per formigó armat i vidre, a través de les patents presentades al llarg dels anys, amb els diferents noms o terminologia que s'ha donat a aquest tipus de vitrall.

En termes generals, sabem que la metodologia consisteix en:

**1. L'artista fa un dibuix del disseny amb tinta xina pels perfils i aquarel·la per als colors, igual que pels vitralls emplomats.**

Per a crear els dissenys d'aquest tipus de vitrall, juguen amb els colors, textures i formes de les dalles, i no amb la pintura sobre els fragments de vidre com es faria en un vitrall emplomat (en els quals normalment el protagonisme normalment recau en el vidre pintat). Normalment no trobarem dalles pintades o esmaltades. Però si que podem trobar altres tipus de peces formant part d'un vitrall de ciment (per exemple vidres reciclats provinents d'objectes, com passa a l'església del Pare Claret de Sallent, de l'artista Grau Garriga i el taller *Regio Pistrina*), amb la característica bàsica de que siguin peces de vidre d'un mínim de gruix d'uns 2 cm.

**2. El vitraller traspasa el dibuix previ de l'artista a un cartró per a transformar-ho en vitrall, de la mateixa manera que es fa per a la creació d'un vitrall emplomat.**

**3. Després es passa a la construcció dels plafons individuals i després aquests plafons es col·loquen a l'arquitectura, tal com es fa en els vitralls emplomats. Però l'elaboració o creació dels plafons de formigó i dalla és molt diferent que els de plom.**

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Primerament es prepara un encofrat o motlle de fusta per exemple, dins del qual se situaran les dalles, amb la cara plana mirant a la base del motlle (aquesta serà normalment l'anvers del vitrall, la cara que se situarà a dins l'edifici). Les dalles se situen una mica alçades amb algun material que no s'enganxi al ciment i fixades amb un adhesiu reversible. Posteriorment es cola el formigó a tot el voltant de les dalles i se situa l'armat metàl·lic (intentant que quedi centrat en el gruix del plafó. El gruix serà d'entre 3 i 5 cm). L'armat quedarà embegut dins el formigó.

**4. Preparació de les barnilles per configurar l'armadura i col·locar-les entre les dalles:**

Anteriorment mitjançant el dibuix de l'esquema de cada plafó. Normalment se soldaven per tal que no es moguessin durant el colat del formigó. Però podem trobar algun cas que no s'haguessin soldat, només sobreposat, o que algunes puntuals no s'haguessin soldat.

Cada plafó té normalment una platina, és a dir un marc metàl·lic fet amb un llistó pla d'acer o ferro. (En alguns casos pot variar, hem trobat algun exemple que té una platina per dalla.).

**5. Tall de les dalles amb disc o serra de diamant,** en el cas que sigui necessari – en els

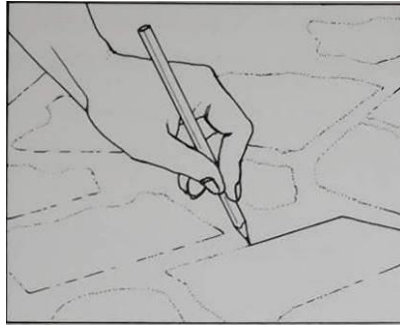
casos que es posen les dalles senceres amb la forma desitjada, no caldria aquest pas - . També hi ha la possibilitat de fer-los algunes textures o relleus amb finalitats estètiques, com els escantellats fets expressament per a que reflecteixin més la llum.

A continuació s'explica el procés d'elaboració de fragments de vidre amb la forma i característiques desitjades per a un vitrall de ciment fins a la seva col·locació, segons el llibre "*Vidrieras*", de Lee, Seddon, Stephens (1979:182):

### Tall i escantonat (*desportilladura*) de dalles de vidre:

- Elaboració de patrons. (o cartrons<sup>5</sup>, en la terminologia utilitzada pels vidriers)

*“S’elaboren patrons, possiblement de cartró, per a tallar definir les formes dels fragments de dalla o llosa segons el disseny o dibuix preliminar del vitrall.”*

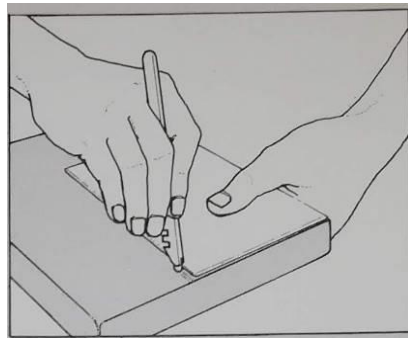


*“Es fa una plantilla del vitrall a escala real, deliniant totes les dalles i es retalla cada una individualment, i aquests seran els patrons per a tallar el fragment de dalla.” (Imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:182)*

Imatge que il·lustra com es dibuixen les dalles al patró.

- Marcar el tall amb disc de diamant.

*“Es marca la línia de fractura amb la ruleta o disc de diamant.”*



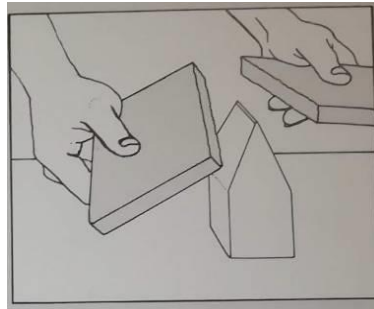
*“El patró es col·loca a sobre del vidre i, seguint el contorn d’aquest, es fa la incisió.” A la imatge es veu la rulina o disc de diamant.” (Imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:182)*

---

<sup>5</sup> Cartró: *“Dibuix preparatori efectuat a la mateixa mida que l’obra definitiva quan cal executar una pintura en ceràmica, tapisseria, vitrall i, especialment, al fresc.”* (GEC, S.D.)

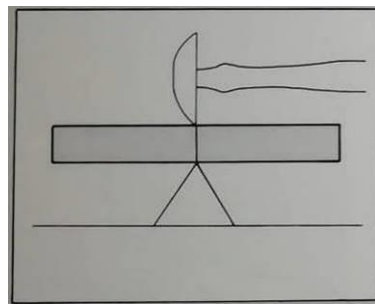
- Partir la llosa.

*“Es trenca o parteix la dalla pel tall fet anteriorment, utilitzant una enclusa (eina que consisteix en un peu de plom o fusta del qual sobresurt una ganiveta gruixuda. Serveix per a tallar peces gruixudes, que també s'utilitza per exemple per a partir tessel·les - peces petites d'un mosaic - de marbre, i també per a treballs de forja.). La llosa es partirà situant la línia de tall sobre la ganiveta de l'enclusa, i donant un cop sec agafant la llosa amb les mans o utilitzant un martell.”*



*“Si es pren la peça i se li dona un cop sec a la incisió amb la ganiveta de l'enclusa, s'aconsegueix partir-la netament.” (Imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:182)*

Imatge que il·lustra com es trenca una dalla amb les mans i l'ajut de l'enclusa.



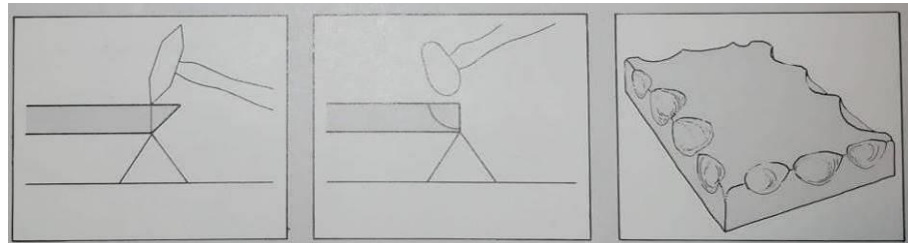
*“A vegades es recolza la incisió a la ganiveta i es colpeja amb un dels molts martells emprats en l'art del vitrall.” (Imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:182)*

Imatge que il·lustra com es trenca una dalla amb el martell, sobre l'enclusa.



- L'escantonat.

*“Com que les lloses no se solen pintar, a vegades el vitraller pot jugar amb l'escantonat dels cantos o vores interiors, de manera que es pot aconseguir una major brillantor.”*



1

2

3

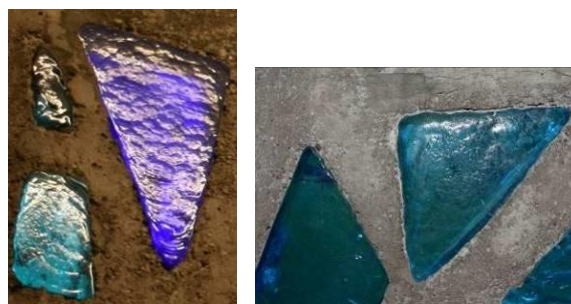
Imatges il·lustratives del treball de les dalles.

1. *“Quan s’ha de fer una vora vertical, es dona un lleuger cop sostenint el martell en posició inclinada.”*
2. *“Per a donar major brillantor a la peça s’escantonen les vores interiors amb un martell arrodonit.”*
3. *“Ja siguin petites o grans, superficials o profundes, les osques (petites ferides, trencaments o escantonats. En castellà: “muescas”) augmenten la llum reflectida per la llosa.” (Imatges i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:182).*

- Col·locació al vitrall.

*“Una cop tallades, la cara amb menys brillantor a causa del contacte del vidre fos amb el motlle, s’acostuma a posar a la cara interior del vitrall, és a dir a la banda que dona a l’interior de l’edifici.*

*D’aquesta manera la banda interior del vitrall quedarà més plana que la exterior, i com que és la banda per on està que s’observi el vitrall (l’interior de l’edifici), es pot dir que serà l’anvers del vitrall (tot i ser el revers, per dir-ho d’alguna manera, de la llosa o dalla.)”*



Exemples de dalles del vitrall d’estudi, vistes des de la banda interior de l’edifici (anvers del vitrall).  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes, 2021)

En el cas de la primera fotografia es pot veure de manera bastant clara que la base del motlle de la dalla tenia el relleu d’un vidre catedral (terminologia que se li dona a una textura de vidre de vitrall emplomat.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

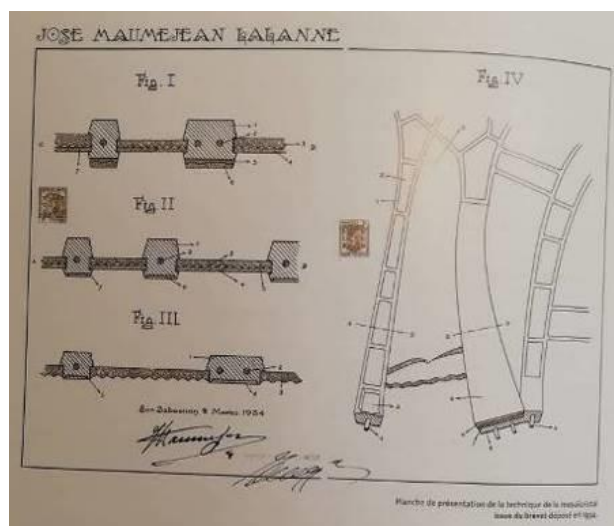
## 6. Fabricació dels plafons:

- Construcció de l'encofrat, amb la forma i mides necessàries, segons el disseny.
- Preparació de les dalles dins el motlle o encofrat.
- Preparació de l'armat d'acer amb el disseny necessari, segons la ubicació de les dalles, seguint el dibuix.
- Colat del formigó i col·locació de l'armat embegut dins el formigó.

A continuació es pot veure una imatge inclosa dins la patent de l'artista vitraller Joseph Mauméjean, de 1934, on explica esquemàticament com situar el forjat i construir el plafó.

*“La primera patent espanyola sobre aquest tipus de vitrall va ser la de Joseph Mauméjean a Madrid, també dipositada a Paris, anomenada:*

*“Nouveau procédé de fabrication de panneaux en mosaïque”, del novembre de 1934 (139) [Nou procediment de fabricació de panells de mosaic.], denominant la nova tècnica com a “mosaicristal” (140)”. (Manuté, 2015:131-133)*



*“Planche de présentation de la technique de la mosaicristal  
issue du brevet déposé en 1934.”*

[Tauler de presentació de la tècnica del “mosaicristal”  
resultant de la patent presentada el 1934.]  
(Imatge i text: Manuté, 2015:132)

El llibre *“Vidrieras”, al que es va fer referència, també dedica unes breus però clares explicacions sobre el mètode constructiu dels plafons dels vitralls de ciment en conjunt amb els vitralls de resina epoxídica, ja que se segueix el mateix procediment. I tot i que no forma part de l'objecte d'estudi d'aquest projecte, sortiran esmentats.*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Es descriu de la següent manera:

**Buidatge del panell o plafó:**

- *“Col·locació de les dalles a la seva ubicació, segons el dibuix preliminar.”*



*“Es disposen els fragments de llosa o dalla sobre una base especialment preparada, amb el disseny del plafó.” (imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:187)*

A la imatge es poden veure les mans del vitraller col·locant els fragments de dalla sobre la base amb un patró marcat per a situar les dalles.



*“El tall de les dalles de vidre”.*  
(imatge i text: Yoki, 1971:102)

A la imatge es veu un vitraller tallant fragments de dalla sobre l'enclusa amb un martell; rodejat de moltes dalles emmagatzemades al terra del taller.

- Elaboració del motlle o encofrat.  
*“Creació d'un marc amb les mides del plafó. Aquest després de colar-hi el formigó, es traurà.”*

Marta Golobardes Subirana.

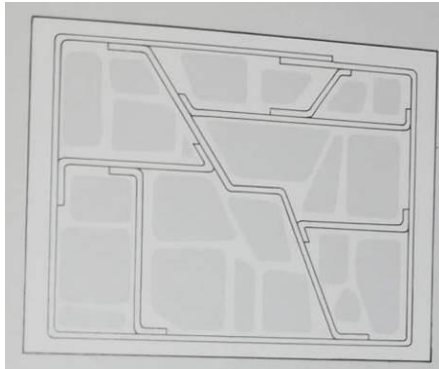
Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- Reforç del plafó.

*“Col·locació de les barnilles de l’armadura d’acer entre les dalles.”*



*“Un marc que després es treu i que tanca el panell, forma el motlle per al formigó. Primer s’ha de reforçar, incloent-se entre les lloses, barres metàl·liques.”*

(Imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:187)

A la imatge es pot veure el dibuix de l’encofrat o motlle i les barnilles de l’armadura.

- Col·lat del formigó.

*“S’aboca el formigó dins el motlle entre les dalles i deixant embeguda l’armadura.*

*El panell se sol sotmetre a vibració per tal que el formigó s’assenti i ompli tots els espais.”*

*Si es vol es pot donar color al formigó mentrestant la massa està humida, tot i que també hi ha algun cas, que pot estar pintat un cop endurit.”* (Exemple: Vitrall de l’Església Sant Domènec, de Puigcerdà, de l’artista Joan Montcada i el fabricant Regio Pistrina, un dels casos d’estudi de les pràctiques del màster. (Veure Annex 1)



Col·lat del formigó (o resina) dins el motlle del plafó, entre les dalles de vidre i per sobre les barnilles de l’armadura.

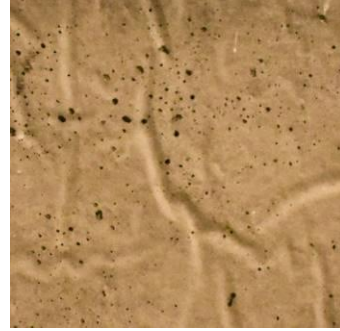
(Imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:187)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Detalls de la textura del formigó, des de la cara interior del vitrall d'estudi.  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

A les imatges anteriors es pot observar la textura en relleu que va deixar la base del motlle que segurament estava feta amb un plàstic que es va arrugar i van quedar marcades les arrugues en endurir-se el formigó. També es poden veure algunes bombolles d'aire que es van formar i quedar atrapades.

Al mateix temps, veiem la granulometria fina que ha quedat a la base del motlle, que ara és a la banda interior del vitrall.

- Enduriment o fragat.

A la següent imatge es veuen el que semblen varis plafons d'un vitrall de ciment, sobre les taules de l'obra del taller vitraller, durant el temps de repòs que necessita el formigó per a que endureixi. (En el cas del vitralls fets amb resina epoxídica enlloc de formigó es faria el mateix procés.)



*"El formigó i la resina tardaran tres o quatre dies en endurir-se per complet."*

(Imatge i text: Lee, Seddon, Stephens, 1979:187)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Una altra referència d'explicació de fabricació dels plafons, la trobem en un article de la Dra. Kristle De Vis, que fa una descripció amb alguna petita diferència amb l'anterior:

*“Les peces de dalla es dissenyen en un dibuix preliminar, igual que es fa en els vitralls tradicionals o emplomats.*

*Aquestes, després de ser tallades amb les formes necessàries, es dipositen en un llit de sorra, delimitades per un marc de fusta (motlle o encofrat).*

*S'afegeix un material d'unió, la sorra i el ciment o la resina epoxídica, i es deixa fragar o catalitzar. Habitualment requereixen entre 24 i 72 hores per endurir-se.*

*Es netegen les cares visibles del vidre.*

*I el panell sòlid que s'obté com a resultat es pot col·locar inserit a l'arquitectura d'un edifici, o penjat on calgui.” (De Vis, 2013:1)*

- 7. Col·locació a l'edifici,** és del que tenim menys informació, però sembla que el més habitual seria el següent:

Els plafons es van situant a l'arquitectura, per files, començant per baix.

Quedant situats un sobre de l'altre.

Aquests poden anar separats per una platina d'acer o simplement per ciment.

(Aquest últim punt, és important a determinar durant l'estudi d'un vitrall de ciment que s'ha de restaurar, ja que en cas d'haver d'actuar en un sol plafó, canviaria molt la manera de poder treballar-hi si els plafons tenen platina metàl·lica de separació o no. Però moltes vegades és difícil determinar-ho ja que l'estructura de suport externa tapa les zones d'unió entre els plafons, seguint els perímetres d'aquests, com ens trobem en el cas d'estudi d'aquest projecte.)

- 8. Un cop col·locats, es reforça la finestra o mur amb una estructura externa de platines. Aquesta es pot situar tant a la cara exterior com a la interior del vitrall, o només a una cara.**

Normalment son platines<sup>6</sup> d'acer amb forma de “T”, que s'uneixen entre elles mitjançant cargols. Aquestes platines poden ser d'entre 2 i 5 cm d'ample, depenent del disseny del vitrall, i poden tenir un gruix entre 3 i 5 mm.

D'aquesta manera s'assegura més la fixació del vitrall a l'arquitectura.

---

<sup>6</sup> Platina: “femení. Oficis manuals i tecnologia. Nom donat a diverses peces, o parts de peça, planes i llistes que, eventualment, formen part de diverses màquines, instruments, etc.” (GEC, S.D.)

Platina d'acer en forma de “T”: Les platines en forma de “T” son làmines estretes (*llistons*) d'acer, que duen un altre llistó adherit a la part central, en perpendicular, el qual es col·loca cap a l'interior del vitrall, podent-se unir amb la platina de reforç de l'altra banda del vitrall mitjançant un cargol que se situa a la part central, on hi ha el peu de la “T”.

Aquestes estructures normalment es pinten amb una pintura antioxidant d'un color neutre com el gris.

Aquesta estructura externa normalment segueix la forma perimetral dels plafons, com s'ha comentat anteriorment.

**9. I finalment es massissen o tanquen les juntes** entre l'estructura de suport extern i els plafons i entre els plafons i el forat del finestral o mur, amb morter de ciment.

Durant aquest temps de recerca però, s'han trobat algunes altres referències interessants, per exemple al llibre "*Vidrieras*" (LEE, 1987:182), o a un llibre sobre "*Mauméjean*", on hi ha referència d'una patent de Mauméjean mateix: "*Le brevet français, déposé le 6 octobre 1934, fut accordé le 12 avril 1935, à "M. Joseph Mauméjean désidant en France (Basses-Pyrénées)"*", entre altres patents (Manauté, 2015:138-139).

I altres referències, com en el llibre "*La Vidriera Española*" de Victor Nieto Alcaide, o la revista "*Art d'Église*" en publicacions de voltants dels anys 1960. Però aquests últims no parlen concretament i en detall de la tècnica constructiva en sí, si no que son més generalistes i històriques.

I també s'ha consultat el *Fons Rigalt, Granell y Cía.* del Centre de Documentació del Museu del Disseny de Barcelona (CDMDB) i l'esperat en aquest fons, la Núria Gil (persona que ha fet la tesi doctoral sobre el *Fons Rigalt, Granell y Cía.* del CDMDB, fins l'any 1923 i que coneix molt bé el total del Fons.), però aquest no conté cap document on s'expliqui el sistema constructiu que es feia servir en aquet taller. (Consulta del Fons i contacte amb la Núria Gil, dia: 17 de març de 2021).

Però he pogut parlar amb vitrallers com l'empresa J.M. Bonet Vitalls, els qual m'han explicat el seu mètode, que efectivament és semblant als explicats anteriorment, i també en fan referència a la seva web (J.M. Bonet Vitalls, 2017).

Els sistema o metodologia de construcció doncs, és similar, amb algunes detalls diferents, en cada taller.

És importants a tenir en compte, com ja s'ha comentat anteriorment, és que no s'ha de no confondre un vitrall de ciment amb els murs de "*Pavé*".

Finalment, una de les qüestions que queden més a l'aire, com he comentat anteriorment és el sistema de col·locació a l'obra arquitectònica, és a dir, sobretot la manera com es relacionen entre ells els panells (com es recolzen o s'uneixen entre ells), si estan separats per una estructura de platines de ferro o acer, o si recolzen uns sobre els altres per les arestes de formigó. Aquesta qüestió és important per tal de saber si és possible extreure un sol panell, en el cas d'una problemàtica molt greu en aquell punt, o si pel contrari s'hauria de desmuntar tot el vitrall per a restaurar-ne la part més malmesa. Aquesta opció només es contemplaria en el cas que fos absolutament necessari, a causa d'un estat ruïnós o molt deficient de l'estructura de formigó armat i/o les *dalles*.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

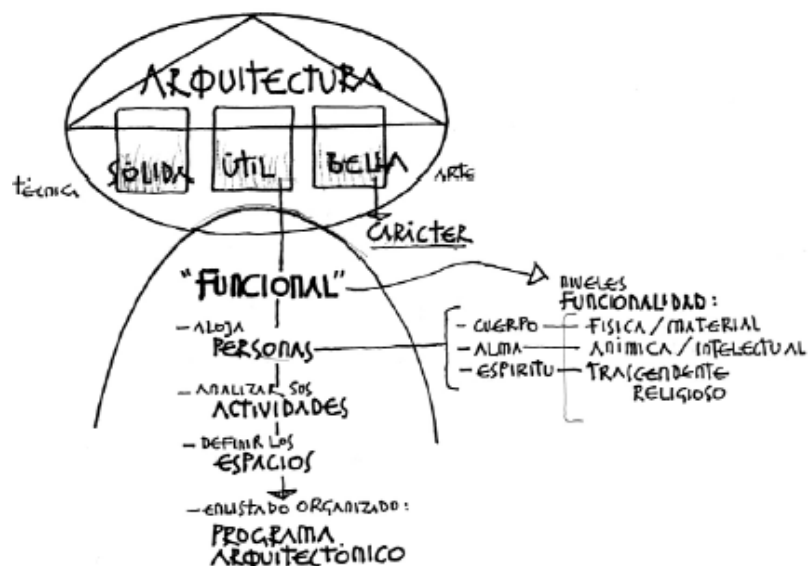
Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

### 4.3. Breu història del vitrall.

De la mateixa manera que per a la descripció, la història del vitrall de formigó i dalla de vidre també hem d'explicar-la en relació a la del vitrall emplomat tradicional.

L'origen del vitrall emplomat el trobem al segle III, amb la seva màxima esplendor tant a l'edat mitjana com en el Modernisme a tot Europa.

Mentre que l'origen del vitrall de ciment el trobem a principis de segle XX a França, al voltant dels anys 1920-1930, amb la seva màxima esplendor a les dècades dels 1950, 1960 i fins al 1970. Un moment de renovació i innovació tant de l'arquitectura civil, com la religiosa o sacra, amb la reconstrucció d'Europa després de la 2a Guerra Mundial. Sumat a aquest fet, l'Església, amb qui l'art del vitrall va íntimament lligat, vivia un moment de transformació profunda, arrel del Concili Vaticà II<sup>7</sup>, una renovació de normatives que també afectaven l'arquitectura.



*“L'arquitectura religiosa llegida des de la tradició de Vitruvi.”  
 (Imatge i text: Chávez de la Mora, 2015:233).*

A la imatge es pot veure un esquema de com s'estructurava l'arquitectura religiosa, vista des de les noves normatives del Concili Vaticà II.

<sup>7</sup> “Conclusió del “Concili Ecumènic Vaticà II” (8-12-1965). La Constitució sobre la Sagrada Litúrgia “sacrosanctum concilium” recull i adopta les tasques del Moviment litúrgic que comporta amb una nova tradició en la construcció d'esglésies. Tot i així les aplicacions pràctiques contingudes en la Instrucció de (26-9-1964) ja havien entrat en vigor durant el primer trimestre del 1965.” (Negre, 2015:4)

“Aquesta constitució va ser aprovada el 4 de desembre de 1963, publicada el 25 de gener de 1964 i posada en vigor el 16 de febrer d'aquest any, encara que va trigar més temps en aplicar-se gradualment”. (Chávez, 2015:10)

Ecumènic: “Que concerneix totes les confessions cristianes o representa l'Església catòlica.” (DILC, 2019)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Unes cites que resumeixen bastant bé la història del vitrall emplomat i de ciment son les següents:

*“El vitrall, des de la seva funció primigènia i senzilla de tancar un buit i millorar-ne la protecció envers els agents exteriors, ha experimentat al llarg del temps unes transformacions notables fins a esdevenir, gràcies als progressos tècnics i a l’interès i l’aportació d’arquitectes, artistes i artesans, una obra remarcable integrada en l’arquitectura, digna de figurar en la història de l’art. Tal com va ocórrer en la societat i en altres facetes de la cultura i de l’art.”* (Negre, 2017:3)

*“En el vitrall de ciment, el vidre com a cos lleuger i fràgil es veu compensat per la solidesa del formigó i l’acer (Schupp 1966). Potser aquesta combinació particular de materials, que va iniciar el seu màxim esplendor a partir dels anys 1950, va ser precisament el motiu pel qual es va experimentar sovint al llarg dels següents 50 anys. (Sander i altres 2011)”* (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:1)

A la taula que trobem a partir de la pàgina següent s’exposa de manera esquemàtica, l’evolució del vitrall al llarg dels anys, breument contextualitzada amb els esdeveniments socials, artístics, polítics i econòmics mundials, que van resultar ser més rellevants per a la història del vitrall de ciment. Centrant-nos sobretot en Europa, Espanya i Catalunya, i esmentant alguns dels artistes més rellevants.

## TAULA 1: BREU HISTORIA DEL VITRALL

Període	Informació
"Segle III d. C.	"A les <b>esglésies paleocristianes ja s'utilitzaven vitralls emplomats, sobretot muntats en marcs de pedra o estuc, però sembla que també podria ser que ja s'utilitzés també una armadura de plom. Tot i que a Catalunya no es coneix pràcticament res dels vitralls romànics o anteriors.</b> " (GEC, SD)
Segle XII	"Es comença a tenir <b>constància de vitralls importants a partir d'aquest segle a Santes Creus o a monestir de Poblet. (Catalunya)</b> " (GEC, SD)
Segles XIV-XVI Edat Mitjana	" <b>Una de les èpoques més reeixides d'aquest art a Europa.</b> " (GEC, SD)
F. s. XIX – p. s. XX Modernisme	Gràcies a l'interès per l'art gòtic d'aquests moviments artístics, es va recuperar l'esplendor de l'art del vitrall emplomat, tant a Catalunya com arreu d'Europa.
	<p>El Modernisme es pot considerar, després de l'edat mitjana doncs, l'època d'esplendor de l'art del vitrall emplomat a Europa. I es varen originar tècniques innovadores com: la tricomia<sup>8</sup> o els vitralls cloisonné<sup>9</sup>. (Manauté, 2015:139) (GEC, SD)</p> <p><b>Artistes del vitrall destacats</b></p> <p>Anglaterra: William Morris, Burne-Jones.</p> <p>França: Viollet-le-Duc</p> <p>Estats Units: Louis Comfort Tiffany.</p> <p>Catalunya: Agustí Rigalt i Cortiella, Mauméjean, Amigó.</p> <p><b>Col·laboracions entre arquitectes i artistes del vitrall catalans</b></p> <p>Domènec i Montaner (arquitecte) i Antoni Rigalt i Blanch (vitraller).</p> <p>Jeroni Granell (arquitecte) i Rigalt (vitraller).</p> <p>Entre altres com: Sagnier, Buigas, Puig i Cadafalc, Jujol o Gaudí." (Manauté, 2015:139) (GEC, SD)</p>

En aquest punt de la història ja trobem un punt d'enllaç amb la història dels vitralls de ciment a Catalunya, ja que l'empresa *Rigalt, Granell i Cía*, fundada l'any 1890 - amb el nom "*Antoni Rigalt & Cía*." inicialment -, també va ser molt important durant les dècades de 1950 i 1960 en la creació i construcció d'aquest tipus de vitrall. I per altra banda, és el taller que va construir el vitrall d'estudi.

<sup>8</sup> *Tricomia*: "Composició amb quatre gruixos de vidre plaqué superposats, un per a cadascun dels tres colors primaris (groc, blau cian i magenta) i un quart vidre transparent de tancament." (FJCTESF, SD)

<sup>9</sup> *Cloisonné*: "Els vitralls cloisonné es constitueixen amb diminutes contes (boletes) de vidre encaixades entre fines tires de llautó. Durant el procés no hi ha cap tipus de cocció ni soldadura." (J.M. Bonet, 2017)

Període	Informació
1914 – 1918	<b>Primera Guerra Mundial</b>
1920 – 1930 <b>Bauhaus</b>	Bauhaus: <i>“Corrent d’arquitectura racionalista, social, que va aparèixer a Alemanya després de la 1a Guerra Mundial.”</i> (Garcia, 2015:15)
1920 – 1940 <b>Art Déco</b>	Art Déco: <i>“L’Art Déco és un estil de decoració que utilitzava formes simples i línies amb colors forts, el qual va estendre’s a totes les disciplines artístiques.”</i> (Cambridge, 2021) (ArteAC, 2021)

A partir d’ara ja entrem a explicar concretament la història dels vitralls de ciment.

Període	Informació
1925	<p><b>“Exposició Internacional d’Arts Decoratives i Indústries Modernes”, de París.</b> Organitzada pel <i>Ministère du Commerce et de l’Industrie</i>. (ArteAC, 2021)”</p> <p><b>Labouret i Décorchemont</b> creen per primera vegada un vitrall de ciment per a presentar-lo en aquesta exposició.</p>
	<p><i>“Va ser precisament en aquesta exposició universal en la que es va començar a anomenar i es va difondre l’Art Déco a les noves tendències artístiques de la “belle époque”.</i> (ArteAC, 2021)</p> <p><i>“Tenia com a finalitat mostrar els avenços industrials i en les arts decoratives. La premissa primera del certamen era la modernitat.</i></p> <p><i>Era obligat acudir-hi amb creacions innovadores. En conseqüència, els projectes havien d’allunyar-se de la tradició, excloent-se les obres historicistes i les seccions retrospectives del passat. Només serien admeses les obres d’una “inspiració nova i d’una originalitat real”, i serien “rigorosament refusades les còpies, imitacions i derivacions d’estils antics o anteriors. (article 4 del Reglament de l’Exposició)”.</i> (Pérez, 2008)</p>

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Període	Informació
1925	<p><b>Labouret i Décorchemont:</b>  <b>Vitrallers que creen els primers vitralls de ciment</b>, amb formigó armat, però encara amb vidre prim. Els presentaren a l'Exposició d'Arts Decoratives de 1925 a París com a tècnica innovadora.</p>
	<p><i>“La primera vegada que es té constància que es va crear un vitrall de formigó va ser de mà dels mestres pintors de vidre Labouret i Décorchemont. Van presentar aquesta tècnica a l'Exposició Internacional de 1925 amb el nom de “concrete-glazing” en francès.</i></p> <p><i>Després, aquest tipus de vitralls es varen començar a produir a la <b>fàbrica de vidre i vitrall Saint-Just-sur-Loire (França)</b>, i per altres <b>artistes del vidre com Gaudin a París i Lorin a Chartres</b> van fabricar el seu primer vitrall de formigó.”</i>            (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, M. 2015:1)</p> <p><b>1826 – Actualitat</b>  <i>“La cristalleria de Saint-Just-sur-Loire, actualment La Verrerie de Saint-Just, filial del grup Saint-Gobain), és una fàbrica de vidre en funcionament des de 1826 fins l'actualitat. Té un coneixement ancestral en la fabricació de vidres estirats i bufats i encara elabora i ven vidre artesanal – bufat- i industrial –emmotllat i mecanitzat- (incloent dalles de vidre).”</i> (Vidreria de Sant Just, 2017)</p>

Entre els antecedents d'aquesta nova tècnica de vitrall, es pot trobar anomenada també com a "Mosaic de vidre o Mosaic transparent" o "Mosaicristal", com s'ha anat veient. I Gaudin el 1930 encara l'anomenà "mosaic transparent" a la patent.

Període	Informació
1929	<b>Jean Gaudin.</b> <b>Primers vitralls de formigó armat amb dalles de vidre.</b>
	<i>"Gaudin va variar una mica la nova tècnica del 1925, utilitzant vidres més gruixuts, les dalles de vidre."</i> (Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176-177)  <i>"Tot i tenir la mateixa finalitat - treballar amb llum de colors, transmesa per trossos de vidre-, les dalles van resultar ser més adients, ja que amb el seu gruix el joc de la llum es multiplica."</i> (Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176)
1930	<b>Patent de Jean Gaudin</b>
	<i>"Nº 131: Jean Gaudin, "La mosaïque transparente", Glaces et verres, nº 15, abril 1930, p. 21."</i> (Manauté, 2015:139) [El mosaic transparent, vidriats i vidres.]
	En els antecedents d'aquesta nova tècnica de vitrall, es pot trobar anomenada també com a "Mosaic de vidre o Mosaic transparent" o "Mosaicristal", com s'ha anat veient. I Gaudin el 1930 encara l'anomenà "mosaic transparent" a la patent.

Aquesta innovació que va aportar *Gaudin* l'any 1929 a la tècnica que van originar *Labouret i Décorchemont*, juntament amb la patent de 1930; és al que sembla que fa que en la literatura especialitzada, es parli de *Gaudin* i de l'any 1929-1930, com a inventor o creador i com a origen d'aquesta nova tècnica de vitrall, i no dels anteriors artistes que la van exposar per primera vegada l'any 1925. Un exemple el podem veure a la següent cita:

*"França ha estat el bressol de les dalles de vidre, una nova tècnica des de 1929, gràcies a la inspiració innovadora del vitraller Jean Gaudin."*  
(Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176)

Més endavant trobem també altres patents:

Període	Informació
1934	<p><i>"Joseph Mauméjean. Patent sobre la tècnica del mosaïcristal, presentada el 1934."</i> (Manauté, 2015:132)  <i>(Nº 139: Le brevet français, déposé le 6 octobre 1934, fut accordé le 12 avril 1935, à "M. Joseph Mauméjean résidant en France (Basses-Pyrénées)."</i>(Manauté, 2015:139))</p> <p><i>"Un dels antecedents dels vitralls de ciment era el mosaïcristal, que era com un mosaic amb peces petites de vidre, aglomerades amb ciment."</i> (Manuté, 2015:136)</p>
1934-1935	<p><b>Joseph Mauméjean. Patent sobre el procés de fabricació de panells de mosaïcristal.</b></p> <p><i>Nº 137: Joseph Mauméjean, Nouveau Procédé de fabrication de panneaux en mosaïque, brevet nº 779.759, Paris, 1935, p.1."</i> (Manauté, 2015:139)          [Nou procediment de fabricació de panells o plafons de mosaic, patent.]</p> <p>Aquesta patent també la va publicar a Espanya:</p> <p><i>"Nº 138: Le brevet espagnol, intitulé: "Procedimiento de construcción de vidrieras artísticas con empleo de cemento y mosaico de vidrio, est enregistré sous le nº 136.343."</i> (Manauté, 2015:139.)</p>

El llibre *"La manufacture de vitrall et mosaïque d'art. MAUMÉJEAN. Flambe! illumine! Embrase!"* és una gran referència bibliogràfica, en el qual B. Manauté ha fet un gran treball de recerca sobre patents relacionades amb la tècnica del vitrall de ciment constituït per formigó armat i dalla de vidre.

A continuació arriba l'etapa de les guerres i la posterior reconstrucció durant la qual l'art del vitrall de ciment va arribar a la seva màxima esplendor:

Període	Informació
1936-1939	<b>Guerra Civil Espanyola.</b>
1937	<p><b>Labouret i Cingria.</b></p> <p><b>Exposició Mundial de 1937.</b></p> <p><i>Labouret torna a presentar la tècnica del vitrall de ciment, però encara amb vidre prim, i juntament amb un altre vitraller, Cingria.</i></p> <p><i>"Labouret i Cingria van presentar vitralls de formigó a l'Exposició Mundial de 1937, encara no estaven segurs sobre l'efecte específic de les finestres, ja que encara utilitzaven vidre i formigó en la mateixa relació que en els vitralls fets de vidre i plom." (És a dir, vidres prims com els que s'utilitzen als vitralls emplomats amb retícula o xarxa de formigó.) (Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176)</i></p>
Des de 1940	<p><b>5 tallers europeus marquen aquesta nova tendència i tècnica del vitrall de ciment.</b></p> <p><b>Gaudin i Labouret, a París, i Turpin, Rault, i Loire, a Province."</b></p> <p><i>(Cuzange, Loisel, Marie-V., Faure, 2009:176)</i></p>
1940-1945	<b>2a Guerra Mundial</b>
A partir de 1945	<p><b>La reconstrucció d'Europa.</b></p> <p><b>Segones Avantguardes.</b></p> <p><b>Nou llenguatge de l'art del vitrall a esglésies i edificis civils.</b></p> <p><i>"Després del 1939 a Espanya i després del 1945 a tot Europa, la reconstrucció de les esglésies i edificis civils absorbí la producció dels industrials vitrallers." (UAI, 2015)</i></p> <p><i>"I el vitrall de formigó de ciment (constituït per formigó armat i dalla de vidre), coincidint amb els corrents abstractes de les segones avantguardes i per la seva fàcil integració en l'arquitectura, donà un nou llenguatge a l'art del vitrall." (G.E.C., SD) (Nuñez, 2013)</i></p> <p><i>"En els anys posteriors a la finalització de la Segona Guerra Mundial, amb l'esperit general d'optimisme social i econòmic, es varen desenvolupar noves formes d'art i arquitectura". (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, M. 2015:1)</i></p> <p>Un altre dels motius pels quals va ser més propici segons la bibliografia, aquesta tècnica, "és <b>pel cost, ja que era menor</b> i els materials presentaven una "unitat estimulante", ja que la construcció amb formigó estava aleshores en voga." (Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176)</p>
1950-1970	<b>Període d'esplendor d'aquesta tècnica.</b>

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

**Aquest últim període, és en el que ens centrarem més respecte a la història del vitrall de ciment, ja que el vitrall d'estudi hi pertany.**

Els vitralls d'aquest període son els que ens interessen més des del punt de vista de conservació-restauració, ja que els materials utilitzats tenen una problemàtica important, la qual és la que tractem en aquest projecte: la passivació de l'oxidació de l'acer de l'armat del formigó. I també perquè és la època en la qual se'n van construir més.

*“Juntament amb les noves tendències artístiques d'aquesta època, tant l'arquitectura civil -amb arquitectes joves amb ganes d'innovar-, com l'arquitectura religiosa i l'art sacre, comencen un procés de renovació.*

*A partir dels anys 1950 en el món artístic hi ha una voluntat de trencament vers al passat. En certa manera, semblant al que va passar durant el Modernisme, amb la recuperació dels vitralls després de la 1a Guerra Mundial.*

*En el cas de l'arquitectura religiosa i l'art sacre, va lligat també a una renovació de l'Església en general, arrel del Concili Vaticà II de 1963-1965.” (G.E.C., SD) (Negre, 2015)*

Període	Informació
Des de 1950	<b>Creació d'inventaris de vitralls de ciment a Alemanya, Estats Units i altres països d'Europa.</b>
	<i>“A <b>Alemanya</b> es desenvolupa un llarg inventari dels anomenats Vitralls de Formigó, igual que a altres països d'Europa i Estats Units d'Amèrica. Aquests treballs artístics compostos de vidre i formigó estaven elaborats amb detalls artístics en superfície i en relleu conscientment escollits. (...) (Sander 2011).” (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:1)</i>
1952	<b>Ús del vitrall de ciment com a mur complet.</b>  <i>“El desenvolupament de les habilitats de vitrall de formigó continua, de manera que Jean Bazaine crea per exemple una paret lluminosa (una paret diàfana) el 1952 que va generar una llum radiant brillant sense ser figurativa (Sander 2011).” (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:1)</i>
Amsterdam, 1952	<b>Creació de la organització <i>Corpus Vitrearum</i> (<i>Corpus Vitrearum Medii Aevi</i>, des de l'any 1979) (IEC, SD)</b>

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



El *Corpus Vitrearum* és una organització internacional, creada l'any 1952, dedicada a l'estudi i inventari dels vitralls. Inicialment estava enfocada als vitralls medievals i actualment a tots els tipus vitrall.

*"La iniciativa per al treball sistemàtic sobre els vitralls medievals va sorgir de la documentació fotogràfica en relació amb el rescat del vidre medieval durant la Segona Guerra Mundial. Tot i que, en alguns països europeus, l'examen científic d'aquest estoc de monuments històrics es remunta a finals del segle XIX, el contacte immediat amb les il·lustracions obres de vitralls monumentals va provocar alguns intents inicials de recollida de valors crítics, que van ser concentrades per l'historiador d'art suís Hans R. Hahnloser i dirigides el 1952 durant el Congrés Internacional per a la història d'art a Amsterdam, fins a la fundació del Corpus Vitrearum Medii Aevi (CVMA), la primera empresa d'història de l'art que es va organitzar a nivell internacional." (Corpus Vitrearum International, SD)*

Espanya va entrar a formar-ne part l'any 1965. (El president actual: Victor Nieto Alcaide).

Catalunya va entrar-hi l'any 1981, però *"l'any 1957 ja es va constituir el primer comitè a Barcelona per a presentar-se a la UAI l'any 1958."* (IEC, SD)

Actualment el president és Xavier Barral i Altet (Dr. en Història de l'Art i Arqueologia, per la Universitat de París-Sorbona)", entre altres membres com: Anna Santolaria (conservadora-restauradora de vitrall), Antoni Vila Delclòs (vitraller, fill de Joan Vila-Grau), o Sílvia Cañelles (Dra. en Història de l'Art), entre altres, que formen part de l'equip d'investigació. (IEC, S.D.)

*"Joan Vila-Grau, l'artista del vitrall d'estudi d'aquest treball, ha format part de l'equip d'investigadors de la branca del Corpus Vitrearum a Catalunya durant molts anys. Actualment també en forma part com a coordinador, el seu fill Antoni Vila Delclòs."* (Barral et al., 1981)

*"L'objectiu del Corpus Vitrearum és enregistrar acuradament tots els vitralls històrics, tant a Europa com als museus nord-americans i canadencs, sobre la base de pautes comunes i vinculants definides pel projecte."* (UAI, 2015)

*"L'organització del Corpus Vitrearum es basa en els comitès nacionals dels seus estats membres, formats per investigadors, restauradors i científics associats. Cada quatre anys, es tria un consell nou."* (UAI, 2015)

*"Corpus Vitrearum i ICOMOS (Internacional Council on Monuments and Sites.) també comparteixen un comitè internacional per a la conservació dels vitralls."* (UAI, 2015)

Aquesta organització també parla breument dels vitralls de ciment constituïts per formigó armat i dalla de vidre a la seva *guia deontològica* (Corpus Vitrearum, 2004), però fins l'actualitat encara no hi ha entrat en profunditat.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Període	Informació
Anys 1970	<b>Moment culminant de la nova tècnica de vitrall.</b>
	<p>Primers informes de conservació desfavorables del formigó armat en edificis.</p> <p>Inici de descrèdit de la tècnica amb formigó armat d'acer carboni.</p> <p>Evolució dels materials de construcció.</p> <p>Ciment blanc, polímers (o vitralls de resina epoxídica) i armats d'acer inoxidable i polimèrics.</p>

Cap als anys 1970, es varen començar provar altes materials per aquest tipus de vitrall, amb diferents objectius: millorar la conservació (tot i que en algun cas, com en les resines, varen sorgir altres problemàtiques de conservació intrínseques al nou material), ja que ja hi havia constància d'algunes degradacions causades per la corrosió i expansió de l'armat d'acer, per alleugerir el pes dels plafons, i per motius estètics. Amb la mateixa característica de la xarxa massissa de morter armat. Enlloc de formigó es va utilitzar ciment blanc i resines polimèriques, normalment epoxídiques. I es varen utilitzar altres materials per a l'armat, com acer inoxidable, de fibra de vidre o polimèric. (En aquest treball no hi entrarem en detall, però es vol deixar constància de la seva existència, com a evolució d'aquest tipus de vitrall, en aquesta breu cronologia històrica.)

*“La tècnica d’estructures de lloses de vidre va assolir el seu punt àlgid als anys setanta, amb l’estètica abstracta.*

*Però paral·lelament, apareixen els primers informes de conservació dels edificis en formigó armat, que deien el següent:*

*Són pesats;  
 les plafons de dalles de vidre semblen envellir malament  
 i la seva conservació és particularment delicada.*

*Combinats amb aquesta pèrdua de qualitat artística, aquests problemes de degradació primerenca participen en un descrèdit general d’aquesta tècnica.”*  
 (Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176)

Altres cites com la següent, corroboren també els canvis que s'estaven gestant:

*“Actualmente (1979), la resina està desplazando al hormigón y la baldosa (dalla de vidrio) comienza a usarse en el interiorismo moderno.”*  
 (Lee, Seddon, Stephens, 1979: 187-188)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Per una banda es va començar a utilitzar *“el **ciment blanc, més estètic, que va anar substituint el ciment gris.***

Per altra banda, *“els desenvolupaments tècnics en el camp dels **polímers** van conduir a la substitució de l'estructura de formigó per una estructura més lleugera i fina **a base de polièster o resines epoxídiques**, però que sovint és **poc resistent a l'envelliment ultraviolat (UV) o climàtic.**”*

(Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176-177)

I finalment, des dels anys 1970 fins l'actualitat:

Període	Informació
1970 - anys 2000	Anys de progrés tecnològic que permeten millorar la tècnica.
	<p><b>Alliberació del marc arquitectònic i aproximació a l'escultura i a altres disciplines artístiques.</b></p> <p><i>“Tot i el descrèdit que es va començar a generar en la dècada dels anys setanta, durant els darrers trenta anys (1970-2000 aproximadament), el progrés tecnològic ha permès millorar la pràctica dels vitralls amb dalla de vidre:</i></p> <p><i>Els fabricants de vidre han adoptat reforços metàl·lics més estables com l'acer inoxidable o l'acer galvanitzat o fins i tot reforços de fibra.”</i></p> <p>(Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176)</p>
2000-Actualitat (2020-2021)	<i>“La tècnica se segueix utilitzant-se, evolucionant i ampliant-se cap a altres disciplines artístiques i també s'allibera del marc arquitectònic.</i>
	<i>Aquesta forma, doncs, continua evolucionant, ara coquetejant amb l'escultura, alhora que s'allibera del marc arquitectònic que estava al seu origen.”</i> (Cuzange, Loisel, Marie-Victorie, Faure, 2009:176)

Podem dir doncs, tal com deia la cita de l'inici d'aquest apartat, que les principals característiques d'un vitrall no han canviat al llarg dels anys, però que per una banda l'aspecte artístic o decoratiu ha anat canviant amb els corrents artístics, i per altra banda, també han canviat els materials constituents, amb l'evolució de la tecnologia i la indústria, tot i que no s'han deixat de crear mai vitralls emplomats al llarg dels anys.

#### 4.4. Artistes, tallers i fàbriques destacats a Catalunya, Espanya, Europa i internacionalment.

---

La diferència entre un artista de vitrall, un taller de vitrallers i un fabricant rau en varis aspectes:

- L'artista, és qui fa el dibuix preliminar, el disseny del vitrall.
- El taller vitraller, és on es construeixen els plafons del vitrall i qui normalment s'encarrega de col·locar-los a l'arquitectura de l'edifici.
- El fabricant, és qui fabrica les matèries primeres, en aquest cas els vidres. Els altres materials no son tant especialitzats (plom o formigó) i provenen de la indústria en general, tot i que les tires de plom han de tenir unes característiques concretes, però aquestes es poden aconseguir al taller de vitraller amb una maquinària especialitzada.

Tot i aquesta diferenciació que s'acaba d'explicar, en alguns casos una empresa pot englobar dos o tres aspectes o perfils.

En el cas de J.M. Bonet Vitalls per exemple, n'engloben dos: la part artística, que desenvolupa un dels germans Bonet i la part de taller vitraller.

Per altra banda, també podem trobar-nos amb que un taller vitraller també té la capacitat de fabricar els vidres a més de tallar-los. I fins i tot, que ho pugui fer tot, des de crear la matèria primera, passant pel disseny dels vitralls i la construcció o creació d'aquests, fins la col·locació a l'edifici.

## Artistes destacats a Catalunya, Espanya, Europa i internacionalment

Els artistes i tallers que es varen dedicar a dissenyar i elaborar vitralls de formigó durant les dècades dels anys 1950-1970 provenien d'una tradició vitrallera, eren pintors i fabricants que anteriorment ja es dedicaven a dissenyar vitralls emplomats, i que paral·lelament, la majoria d'ells, ho varen seguir fent.

Entre els artistes també podem observar que n'hi ha que també tenien una trajectòria en el camp del mosaic de ceràmica monumental. Aquest punt és important per entendre perquè en un principi el vitrall de ciment també es va anomenar "*Mosaïcristal*" en algunes referències i patents (Manuté, 2015:132-133) tal com s'ha comentat a l'apartat d'història. I molts d'ells van arribar a ser internacionals.

En aquest apartat es presenten dues taules, a mode de llistat dels els artistes del vitrall principals més destacats per a Espanya i Catalunya, durant els anys 1950-1970.

A la primera, es presenten els grans noms d'Espanya, que van arribar a tenir renom a nivell Europeu i internacional. I a la segona taula, es destaquen els artistes vitrallers importants a nivell català.

És important tenir-ne constància de cara a entendre la importància d'aquest patrimoni.

Tot i que tenen currículums de vida i professió de tots aquests artistes son molt extensos i interessants, en aquest treball només es posen les dades més bàsiques. Ampliant només l'estudi de l'artista i el fabricant o taller del vitrall del cas d'estudi del treball.

## TAULA 2: ARTISTES DESTACATS A ESPANYA I CATALUNYA. (1950-1970)

### Artistes destacats a Espanya.

Artistes	Informació breu
<b>Will Faber</b> (Saarbrücken, Alemanya, 1901 - Barcelona, 1987).	Obra destacada: Dibuixos dels vitralls de la capella de Llars Mundet, 1967-68. (GEC, SD) (Tot Barcelona, 2017). Va guanyar varis premis nacionals i internacionals. (Medalla d'or de la Real Acadèmia Catalana de Belles Arts (1946), Gran Premi Sant Jordi de la Diputació de Barcelona (1957), i Premi Ciutat de Barcelona 1982) (EcuRed, SD). "També va ser un gran grafista i il·lustrador de llibres." (Miralles, 1987)
<b>Ángel Atienza.</b> (Madrid, 1931 - Barcelona, 2015).	Obra destacada: Iglesia de los R.R.P.P. Claretianos, León, 1973; Museo de la Rinconada, Caracas, 1981. (Arte aplicado a la arquitectura, S.D.). Durant una època va tenir fàbrica pròpia, creada per ell a Catalunya. (Pellicer, 2008:8)
<b>Carlos Muñoz de Pablos.</b> (Segovia, 1938).	Obra destacada: "Vidriera de cemento de la Parroquia de los Sagrados Corazones, de Madrid, de l'arquitecte Rodolfo García-Pablos (1961)." (Del Santo Valentín-Gamazo, 2020: 39,43-45). <i>Actualment té l'empresa Vetraria Muñoz de Pablos, s.l. (www.vetraria.es) i és membre del "Comitè per la conservació" del CVMA Espanyol. (Corpus Vitrearum International, SD). Té premis nacionals i internacionals. Membre de la "Real Academia de Historia y Arte de San Quirce. Instituto de España" durant uns anys, a partir de 1977. (RAHASQ, S.D.). Va ser president del "Comité Español de la Sociedad Internacional de Historiadores de Vidrio".</i>
<b>Arcadio Blasco Pastor.</b> (Muchamiel, Alicante, 1928 - Majadahonda, Madrid, 2013).	Obra destacada: "Vidriera del coro de la iglesia de Los Guadalperales, 1955-1970." (Bazan i Centellas, 2016). Va fer també molta obra monumental amb ceràmica.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Artistes	Informació breu
<p><b>Joseph Jules Mauméjean.</b>            (Pau, França, 1869 - San Sebastián, Espanya, 1952)</p>	<p><i>"Vitraller artístic, descendent d'una família de vidriers gals, amb una gran producció a nivell mundial (Europa, Estats Units, Àfrica, Àsia) entre finals de segle XIX i mitjans del XX. L'any 1897 va promoure la creació d'un taller propi a Madrid (instal·lat a la casa Wattler, fins el 1900), la Casa Mauméjean. Van anar-se creant més tallers al llarg dels anys, en els quals principalment creaven vitralls, però també van realitzar altres tipus de treballs decoratius (mosaics, ceràmica i bronze), per tota Espanya i proveïdor de la Casa Real. Obres destacades: Cubierta del patio principal del Casa de la Villa, Madrid, c. 1940. La Casa Mauméjean té innumerables treballs. "Hi ha treballs de la Casa Mauméjean en moltes catedrals Espanyoles (Ávila, Burgos, Cádiz, Granada, Jaén, Murcia, Oviedo, Palencia, Pamplona, Salamanca, Segovia, Sevilla, Sigüenza, Vitoria y la antigua colonia de Fernando Poo)." (DBE.RAH, 2018)</i></p> <p><i>"L'any 1905 va crear la societat "The Decorative Art", juntament amb l'arquitecte Juan Moya, amb la idea conceptual d'unitat artística de varies arts. Aquesta va acabar tenint sucursal a San Sebastian i a Barcelona. El nom de l'empresa va passar a anomenar-se J.H. Mauméjean Hnos. enlloc de Casa Mauméjean, i a partir de 1923 s'anomenà Mauméjean Hnos, S.A. Va guanyar nombrosos premis, entre ells un gran premi a la Exposició d'Arts Decoratives de Paris de 1925."</i></p> <p><i>Estava casat amb la filla d'un representant de la fàbrica de vidres francesa Saint-Gobain i d'una aristòcrata madrileña, des de l'any 1989). Durant la 2a guerra mundial va anar-se'n al Marroc amb la seva filla, després va tornar a França i finalment a San Sebastian."</i> (DBE.RAH, 2018)</p>

La majoria d'aquests artistes també feien obra amb altres materials, com murals monumentals de ceràmica, entre altres.

## Artistes destacats a Catalunya.

Artistes	Informació breu
<p><b>Domènec Fita.</b> (Girona, 1927 - 2020)</p>	<p>Obra destacada: vitralls de ciment i pom de porta de <i>Progrup</i>, Girona (1977/78); Banc de Girona, Palafrugell (1973); vitrall emplomat de la Catedral de Girona (1958); font amb vitralls de ciment a la Casa Roser, Cassà Selva (1978). (Vila-Grau i Carbó, 1988)</p> <p><i>"Va ser membre de la Reial Acadèmia de Belles Arts de Sant Jordi des del 1985 fins la seva mort, i se li van atorgar la Medalla d'Or de la Diputació de Girona (1991) i la Creu de Sant Jordi (2006)."</i> (Fundació Fita, FF., S.D.)</p> <p><i>"L'1 d'agost del 2000 es constituí la Fundació Fita, amb unes 12.000 obres de Fita fitxades i registrades, dividides en els dinou àmbits i modalitats: abstracte, rostre, autoretrat, nu, ceràmica, art integrat, tema religiós, vitralls, Girona, dibuix, pintura, escultura, fauna, ambientacions, blocs i quaderns, aspectes pedagògics, escrits, abstracte, cartells i obra gràfica."</i> (Fundació Fita, FF., S.D.)</p> <p>Cita de la descripció d'ell mateix com a artista:</p> <p><i>"La meua obra es pot distribuir en 19 apartats: art abstracte, art integrat, art religiós, autoretrat, blocs, cartells, ceràmica, dibuix, escrits, escultura, fauna, Girona, medi i art, nu, obra gràfica, pedagogia, pintura, rostre i vitralls. Un d'aquests apartats és l'art integrat, que ha conduït bona part de la meua tasca, perquè art integrat vol dir estudiar una obra per a un lloc determinat i una finalitat determinada, per la qual s'ha de buscar el punt de vista, l'espai ambiental, els materials i les expressions més adequades, a més dels diferents referents històrics."</i> (Fita, S.D.)</p>
<p><b>Joan Vila-Grau.</b> (Barcelona, 1932.)</p>	<p>Obra destacada: Vitralls de ciment de l'eucaristia i el baptisteri de la Parròquia Verge de la Pau de Barcelona. (El del baptisteri és el cas d'estudi del treball); vitralls emplomats del Temple de la Sagrada Família.</p> <p>És considerat un artista internacional, amb varies obres a diversos museus del món. (RACBASJ, 2009). Ha format part de la Reial Acadèmia de Belles Arts Sant Jordi i també del <i>Corpus Vitrearum</i>. I participà a la revista <i>Ars Sacra</i> entre 1960 i 1974. (En aquest cas s'ampliarà la informació sobre ell, a l'apartat "5.2. Descripció, Artista i Taller", ja que és l'artista del cas d'estudi.)</p>
<p><b>Joan Montcada</b> (1925-2017).</p>	<p>Obra destacada: vitrall de ciment de l'església Sant Domènec, de Puigcerdà, de 1963, i mural de l'altar de la Mare de Déu de Montserrat de l'església. Artista plàstic, que passà per l'estil <i>Ingres</i>, després per un expressionisme i constructivisme, que finalment derivà en abstracció. Té molta obra en pintura mural al fresc. Guanyà diversos premis. I des de 1960 també es va dedicar a la construcció d'estels tridimensionals, participant a festivals internacionals d'aquest art des del 1988. (Montcada, 2015)</p>

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Artistes	Informació breu
<b>Josep Grau Garriga</b> (Sant Cugat, 1929 – Saint Mathurin Sur Loire –França, 2011).	<p>Obra destacada: vitrall de ciment de l'església del Pare Claret, de Sallent, dècades 1950-1960.</p> <p><i>"Pintor de formació, va treballar la pintura mural, el vitrall i tapís. (Va ser un figura molt important en la renovació de l'art del tapís, al voltant dels anys 1957-1970). Ha rebut premis importants i les seves obres es poden trobar tant a Europa com a Estats Units."</i>(Canals, 2007)</p>
<b>Francesc Fornells Pla</b> (Barcelona 1921 - 1999).	<p>Obra destacada: vitralls de ciment de l'església de l'asil de Sant Rafael; i vitralls murals de ciment de les Piscines Picornell (1970) i del pavelló de gel del F.C. Barcelona (1971), de Barcelona.</p> <p><i>"Artista internacional amb obres arreu del món. Pintor, gravador i vitraller. Format a París (1945), Florència (1947) i Estats Units (1969). Als anys 1980 realitzà una innovadora experiència consistent en la síntesi de l'escultura, el mòbil i el vitrall, amb obres a Badalona (1981), Manresa (1982) i Girona (1984), i als anys 1990 creà una fundació dedicada a la difusió de l'art contemporani."</i> (GEC, S.D.)</p>
<b>Josep Maria Bonet.</b> (Seu d'Urgell, 1903 - Barcelona, 1988).	<p>Obra destacada: Taller vitraller dels vitralls de l'església de les Llars Mundet, amb Will Faber com a artista; Vitralls de les parròquies de Santa Maria de Vilanova i la Geltrú; Taller vitraller dels vitralls de la Sagrada Família, amb Joan Vila-Grau com a artista. Durant els anys 1960 treballà amb Will Faber i Domènec Fita.</p> <p><i>"Dissenyador de dibuixos preliminars, encara que també col·laborava amb altres artistes. I vitraller executor dels vitralls. Cofundador del primer taller artesà vitraller de Barcelona.", l'empresa J.M. Bonet Vitralls, l'any 1923, - juntament amb el seu germà Xavier Bonet (1897-1985)-, dedicada al disseny i creació de vitralls."</i> (Fernández, 2010:114) (J.M. Bonet Vitralls, 2017). Actualment encara funciona, amb el seus néts, els germans Jordi i Luard Bonet.</p>

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

### TAULA 3: TALLERS I FÀBRQUES DESTACATS A EUROPA, ESPANYA I CATALUNYA. (1950-1970)

En la següent taula faig un llistat d'algunes de les fàbriques i tallers més destacats del moment a Catalunya i altres llocs d'Europa, que eren proveïdors de vitrallers de Catalunya i Espanya.

Tallers i Fàbriques	Informació breu
<p><b>Fàbrica de "vidre d'art"</b>  <b>Manufacturas Regiopistrina.</b>            (Molins de Rei, Catalunya, 1948-1971).  <b>Regiopistrina SAL</b>            (1971-2006).            Artivi, SL (2006-2007), <b>Fàbrica del Vidre de La Verneda</b> (2007-actualitat).</p>	<p>La primera, fundada a l'estil de <i>Murano</i>, per Santiago Padrós (Pintor i mosaicista. Terrassa, 1918 - Vendrell, 1971), i el doctor Josep Pascó i Basora, com a capitalista, i Jordi Pascó i Massó (gendre de Santiago Padrós). "Hi van treballar varis experts vitallers, però bona part dels treballs vítrics principals de <i>Regiopistrina</i> es feien en col·laboració amb Josep Maria Bonet i Jiménez."</p> <p>També podem trobar , <i>Duxcrom</i> (fabricació de dalles a mida amb perímetre metàl·lic) i <i>Vitraico</i> (fabricació de tesselles de vidre per a mosaic), sota el nom de <b>Padrós, S.A. o amb el subtítol "Vidrieras en Hierro y cemento"</b>, vinculades a <i>Regiopistrina</i> (També es pot trobar escrit com a: <i>Regio Pistrina</i>).</p> <p>Després de la mort de Santiago Padrós l'any <b>1971</b>, els operaris de la fàbrica van crear la cooperativa <b>Regiopistrina SAL</b>, dedicada a la manipulació de ceràmica i vidre, la qual va seguir en funcionament fins l'any <b>2006</b>.</p> <p>Posteriorment es va convertir en <b>Artvi, SL</b> (2006-2007).            I finalment i fins l'<b>actualitat</b> es va transformar en l'actual <b>Fàbrica del Vidre de La Verneda</b>, al polígon industrial Rubí Sud. (Fernández, 2010:114-189).</p>
<p><b>Taller vitraller Rigalt, Granell y Cía.</b> (Barcelona, Catalunya, 1890-1984).</p>	<p>Va tenir varis canvis de nom durant els anys. Al Centre de Documentació del Museu del Disseny de Barcelona hi ha el <i>Fons Rigalt, Granell y Cía.</i> amb diversa documentació de l'empresa, alguna de la qual està digitalitzada. (Veure més informació a l'apartat de taller vitraller del cas d'estudi.)</p>
<p><b>Fàbrica i taller vitraller Saint-Just. Sait-Gobain.</b>            (França, 1826 – actualitat).</p>	<p>(Veure més informació a l'apartat d'història.)</p>
<p><b>Fàbrica Lambers.</b>            (Alemanya, 1886 - acutalitat).</p>	<p>"Fundada per l'enginyer Laurenz Lamberts. Fabrica vidres colats, és a dir vidres que s'emmotllen mitjançant el processos de laminat. Actualment encara fabrica vidre ornamental, com dalles de vidre per a vitralls de ciment. Però també altres tipus de vidre, per a altres finalitats, com: obtenció d'energia solar, des de 1993, entre moltes altres."            (Lamberts, S.D.)</p>
<p>Entre altres com:</p>	<p><b>Vetraria</b>, de Carlos Muñoz de Pablos.  <b>Módul. Vidrieras Artísticas al Cemento. Modul Decoración.</b>  <b>Raventós, S.A. Vidrieras de vidrio-cemento. Elementos prefabricados.</b></p>

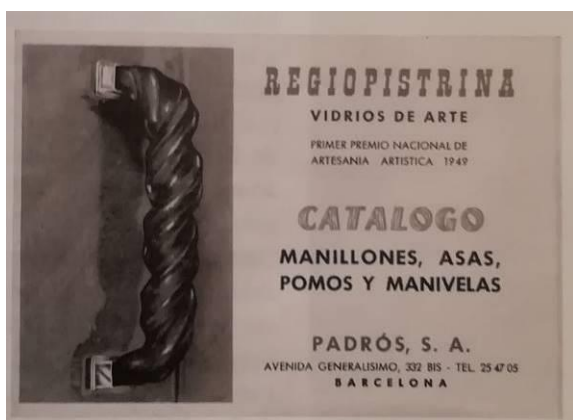
Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Imatges de fulletons i targes d'algunes de les fàbriques i tallers de vitrall esmentats anteriorment



“Catàleg dels vidriers d’art de Manufactures Regiopistrina. Col·lecció de Josep Pascó i Massó, Castellar del Vallès.”  
(Imatge i text: Fernández, 2010:113)

(Fotografia realitzada per Marta Golobardes. 2020. Biblioteca de J.M. Bonet Vitralls.)

Portada o primera pàgina del catàleg de la fàbrica *Regiopistrina, Padrós, S.A.*, un dels fabricants de dalles més habituals dels vitralls de ciment dels anys 1950-1970 a Catalunya.



Imatges d’una targeta i dos fulletons publicitaris informatius del taller vitraller “*Granell y Cia.*” i “*Rigalt, Granell y Cia.*”, de Barcelona.  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes.)

Els documents de les tres imatges anteriors pertanyen al *Fons Rigalt, Granell y Cia.* del Centre de Documentació del Museu del Disseny de Barcelona.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Imatges d'un fulletó publicitari informatiu de la fàbrica de dalles i altres materials per a vitrall de ciment, "Verrerie de Saint-Just. Saint-Gobain", de França.  
 (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. Març de 2021.)

Els documents de les tres imatges anteriors pertanyen al *Fons Rigalt, Granell y Cía.* del Centre de Documentació del Museu del Disseny de Barcelona.



Imatge d'un fulletó publicitari informatiu de l'empresa "Modul. Vidrieras Artísticas al Cemento. Modul Decoración", de Barcelona.  
 (Fotografia realitzada i cedida per Jordi Bonet, 2011.)

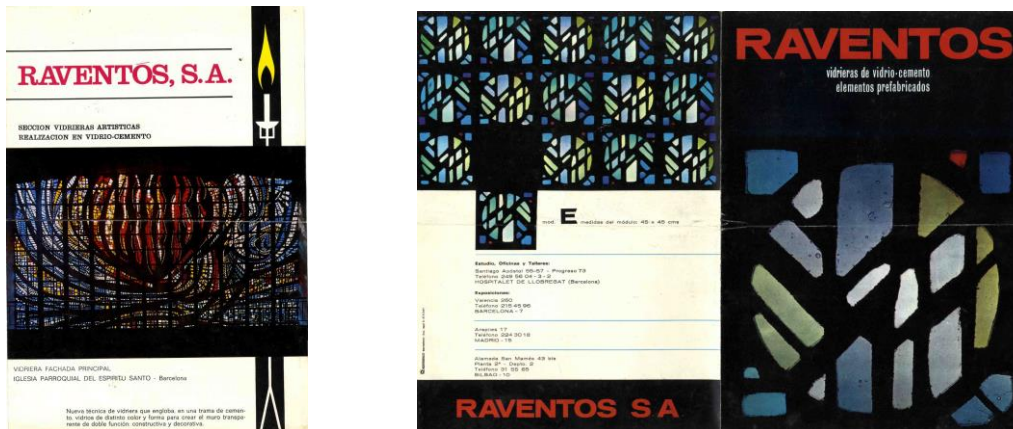
Mòdul va ser una de les empreses fabricants i distribuïdores dels materials constituents de vitralls de ciment (com les dalles de vidre i altres elements), que també tenia taller constructor d'aquest tipus de vitrall, durant les dècades dels anys 1950-1970. (Bonet, 2011)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Imatge d'un fulletó publicitari informatiu de l'empresa "Raventós, S.A. Vidrieras de vidrio-cemento. Elementos prefabricados.", que tenia Seu a Barcelona, Madrid i Bilbao, (Fotografies realitzades i cedides per Jordi Bonet, 2011.)

Raventós també va ser una de les empreses fabricants i distribuïdores dels materials constituents de vitralls de ciment (com les dalles de vidre i altres elements), que també tenia taller constructor d'aquest tipus de vitrall, durant les dècades dels anys 1950-1970. (Bonet, 2011)



Imatge d'un fulletó publicitari informatiu de l'empresa "Duxcrom. Padros, S.A. Vidrieras en Hierro y cemento." (Fotografia realitzada i cedida per Jordi Bonet, 2011.)

L'empresa l'empresa "Duxcrom. Padros, S.A. Vidrieras en Hierro y cemento" tenia la seva seu a Barcelona durant les dècades dels anys 1950-1970 i formava part de l'empresa Regio Pistrina, també de Santiago Padrós. (Bonet, 2011). Eren fabricants i distribuïdores dels materials constituents de vitralls de ciment i també tenien taller constructor d'aquest tipus de vitrall.

El terme *Duxcrom* és va utilitzar també per a identificar un tipus de dalla fabricada amb motlle fet a mida. Aquest motlle estava fet amb marc de platina d'acer i possiblement fusta com a material de base. La platina perimetral no s'eliminava, quedava adherida al vidre en calent i es col·loca al vitrall com un sol cos. Aquest tipus de fabricació és utilitzada habitualment quan es tracta de motlles exclusius i individuals per a cada dalla d'un disseny de vitrall.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauroció.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Dalles tipus *Duxcrom* del vitrall de ciment de l'església Sant Domènec, de Puigcerdà, realitzades per la fàbrica *Padrós S.A. o Regio Pistrina*. (Fotografies realitzades per Marta Golobardes, 2020.)

## 4.5. Materials constituents dels vitralls de ciment del període de 1950 -1970.

---

Els vitralls de ciment de les dècades de 1950 i 1960 fins al 1970, estan constituïts per uns materials que podem considerar bàsics o principals i uns altres que es poden considerar auxiliars o secundaris.

Materials constituents bàsics o principals:

Formigó armat  
Acer  
Vidre

Materials auxiliars o secundaris:

Morter de ciment  
Massilla

## Formigó Armat. Xarxa de suport dels plafons del vitrall. Disseny lineal i compositiu del vitrall.

El formigó armat és un material de construcció, constituït de formigó i estructural metàl·lica, a mode d'esquelet intern, que és l'armadura. Normalment, per a fer estructures amb aquest tipus de material, es treballa amb motlles o encofrats, per tal de poder colar el formigó en forma de massa semi-líquida i humida.

Aquest material el trobem com a cos, suport o xarxa dels vitralls de ciment, al mateix temps que com a part plàstica i estètica, ja que es dibuixen amb ell les línies del disseny de l'obra artística.

*“La tècnica constructiva del formigó armat consisteix en la utilització de formigó reforçat amb barres o malles d'acer, anomenades armadures.” (Lumitos AG, 1997-2021)*

El formigó està constituït per ciment<sup>10</sup> i àrids, que mesclats amb aigua experimenten una sèrie de reaccions químiques que permeten que aquests materials units adquireixin la força d'una pedra.



Granulometria gruixuda del formigó del vitrall d'estudi.



Granulometria fina del formigó del vitrall d'estudi.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021)

A les anteriors imatges es poden veure detalls del formigó del cas d'estudi, des de la cara exterior del vitrall (esquerra), on es pot veure la granulometria gruixuda dels àrids. I des de la cara interior del vitrall (dreta), on es pot veure una textura superficial més llisa i una granulometria més fina, ja que és la banda corresponent a la base del motlle del plafó, a la

<sup>10</sup> *“Es denomina ciment a un aglomerant hidràulic que, mesclat amb agregats petris (àrids gruixuts o grava més àrids fins o sorra) i aigua, crea una mescla uniforme, manejable i plàstica capaç de fargar i endurir-se al reaccionar amb l'aigua i adquirint per aquest procés consistència pètria, el formigó. El seu ús està molt generalitzat, sent la seva principal funció la d'aglutinant.”*

*“Existeixen una gran varietat de ciments, segons la matèria prima i els processos seguits per a produir-lo (via seca o via humida). El procés de fabricació té quatre etapes: extracció i molta de la matèria prima, homogeneïtzació de la matèria primera, producció de “Clinker”, molta del ciment. El temps de curat del ciment està establert en 28 dies, però després la seva resistència segueix augmentant.” (Lumitos AG, 1997-2021)*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



qual en aquest cas sembla que s'hi va posar un plàstic, com es veurà més endavant, a la descripció del vitrall de la parròquia Verge de la Pau.

Els ciments porten additius, que poden ser de diferents tipus (*accelerant, hidrofugant, plastificant, superplastificant, retardant, colorant, fluidificant, airejant*. (Construmática, SD)), per a diferents finalitats, normalment per a millorar les seves propietats. Aquests s'incorporen a la preparació del formigó i morters. (Lumitos AG, 1997-2021)

Per altra banda, l'addició de calç a un ciment, com a conglomerant, podria fer que el formigó carbonatés més ràpid, deixant desprotegit l'acer de l'armadura abans que amb el procés natural de carbonatació d'un ciment, donant peu a l'inici prematur de la seva oxidació. (Font: Daniel DiCapua. Dr. Enginyer civil, de la UPC.)

La carbonatació és una procés natural del formigó, però es converteix en una alteració intrínseca per al formigó armat que s'explicarà més endavant. És essencial conèixer-la per a l'estudi d'estat de conservació dels vitralls de ciment amb armadura d'acer, ja que és el punt de partida de la seva corrosió, la principal problemàtica de conservació d'aquests.

El *Ciment Pòrtland*<sup>8</sup> és el que trobem més comunament als formigons actuals i molt probablement a la majoria dels vitralls de formigó construïts durant els anys 1950-1970, com en el cas d'estudi d'aquest projecte. (Tot i que sense anàlisis científics o documentació de la construcció no ho podem confirmar.)

*“L'evolució cap als ciments actuals, parteix de mitjans de segle XVIII al Regne Unit (Ciment Català, 2017). Però no és fins a principis de segle XIX, l'any 1824, que James Parker i Joseph Aspdin patenten un nou ciment hidràulic artificial, fabricat per la combustió conjunta de calcària i carbó, que van denominar Portland Cement pel seu color fosc, similar a la pedra de l'illa de Portland. En els seus inicis aquest material no va ser massa empleat, a causa del seu complex procediment de fabricació, que encaria la seva producció.”* (Ciment Català, 2017)

*“Se sap de l'ús del formigó (entès com a material de construcció que adquireix la fortalesa i residència d'una pedra), des de l'antiguitat, tot i que abans del descobriment dels ciments, s'utilitzaven com a aglomerants la “Calç Grassa”, la “Calç Hidràulica” i els “Ciments Naturals”. (Construmática, SD).*

L'ús del formigó armat comença a finals del segle XIX:

*“A finals de segle XIX ja es va començar a utilitzar el formigó associat amb el ferro en forma de formigó armat a les obres arquitectòniques i es va estendre tant en obres públiques com en privades.”* (Construmática, SD)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

El formigó, des del punt de vista químic, és de naturalesa alcalina (Martínez, 2010), *el nivell d'alcalinitat inicial d'un formigó és de l'ordre d'un pH entre 12 i 13. A partir d'un pH de 8-9 es pot dir que ha carbonatat.* (Ycaza, 2020; Marrottico, 2014).

A partir dels anys 1970, com s'ha comentat a l'apartat d'història, es començaren a utilitzar altres materials per a l'armat, tals com: acer inoxidable, fibres plàstiques, fibra de vidre, o combinacions de barres d'acer i de fibres, depenent dels requeriments. Aquests canvis van ser sobretot deguts als mals resultats dels estudis d'envelliment de les armadures d'acer utilitzades als vitralls de ciment construïts a les dècades de 1950 i 1960. Els canvis però van lligats sobretot a l'evolució de l'enginyeria de l'edificació, ja que el formigó armat s'utilitza per a tot tipus de construcció. (Lumitos AG, 1997-2021)

**Acer. Armadura del formigó.  
Platines: Estructura de reforç externa  
i marc dels plafons i les dalles.**

L'acer el trobem en varies estructures dels vitralls de ciment:

- 1) L'estructura de l'armadura del formigó, constituïda normalment per barnilles d'uns 5-6 mm (segurament no corrugades, per tal de que tinguin certa flexibilitat per a corbar-se amb les formes del disseny), que poden estar soldades entre elles o no.



Parts de barnilles de l'armadura que han sobresortit a la superfície del formigó.  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021)

A les imatges anteriors des veuen detalls de la cara exterior del vitrall d'estudi, on les barnilles de l'armadura que s'han quedat a la vista, per la pèrdua del formigó que les cobria i a causa segurament també de la seva expansió en volum provocada per la corrosió de l'acer.

- 2) En l'estructura externa de suport, amb platines en "T", que normalment estan pintades amb una pintura antioxidant.



Imatges de diferents visions de detall, de parts de l'estructura de reforç externa del vitrall d'estudi. Es pot observar la col·locació, les dimensions relatives, l'ancoratge i fixació amb cargols a les platines en "T", i la pintura de protecció. (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- 3) En el marc dels plafons, que també poden ser platines en “T” o planes.



Detalls del vitrall de ciment de l'església de Sant Domènec, de Puigcerdà, de l'artista Joan Moncada i la fàbrica *Regiopistrina*, on es poden veure parts de les platines circumdants o que emmarquen el total del plafó, a diferència de les que envolten les dalles individualment.  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020.)

A vegades és difícil de determinar si hi ha les platines que envolten dels plafons o si només hi ha formigó fins al final del perímetre, ja queden tapades per l'estructura de suport externa.

- 4) I en les platines que envolten o emmarquen les dalles tipus *Duxcrom*, fetes amb motlle exclusiu per a cada forma concreta del dibuix del vitrall, que ressegueix la forma perimetral exacte de la dallà, ja que son les parets del motlle en sí, només se li ha tret la base i les parets queden unides a la dallà.



Detalls del vitrall de ciment de l'església de Sant Domènec, de Puigcerdà, de l'artista Joan Moncada i la fàbrica *Regiopistrina*, on es poden veure parts de les platines que emmarquen les dalles, resseguint el perímetre de cada dallà individualment.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

L'acer, és un aliatge del ferro amb altres substàncies, bàsicament carboni<sup>16</sup>, i n'hi ha diferents tipus.

*“En la indústria, pràcticament, no s'utilitza el ferro pur sinó en aliatge i l'element més utilitzat és el carboni<sup>11</sup>.”*

Segons la bibliografia especialitzada:

*“Es denomina acer a aliatge de ferro a partir d'un percentatge de carboni igual o inferior a l'1,76%. El ferro es transforma llavors en acer.*

*L'acer al carboni o acer carboni és l'acer pur sense cap altre aliatge.*

*Les diferents proporcions en carboni ens donaran productes diferents, dividits en cinc classes:*

- acers per a eines,*
- inoxidables,*
- de baix aliatge ultra resistents,*
- acers aliats*
- i acers al carboni.*

*El 90% dels productes d'acer són acers al carboni (acer per a la construcció, transport, etc...)” (Espairene, S.D.)*

### **Acer al carboni o Acer carboni**

Per aquests motius que s'han exposat anteriorment a les cites, podem estar bastant segurs que l'armat està constituïda d'acer al carboni. A més necessita ser dúctil per adoptar les formes necessàries del disseny del vitrall.

Per acabar-ho de corroborar en cada cas concret es podrien fer anàlisis científics per tal de constatar que trobem només ferro i carboni en les seves composicions i en quin percentatge, ja que en la majoria de casos no es conserven documents del projecte de construcció del vitrall o factures on surtin especificades aquestes dades. Tot i així no és imprescindible fer les analítiques per a decidir el tractament de conservació-restauració, ja que el tractament seria el mateix que es fa al ferro (fent referència sobretot a casos en els que no hi hagi facilitat d'agafar mostres o prou pressupost).

L'acer de les platines tant del suport extern com dels plafons podria ser que tingués algun component més.

---

<sup>11</sup> Carboni: *“És un dels materials més utilitzats en la metal·lúrgia del ferro.”* (Espairene, S.D.)

També es podria acabar de corroborar mitjançant anàlisis científics, tot i que pel mateix motiu exposat per l'armat anteriorment, no seria imprescindible fer-los per a la proposta de tractament de conservació-restauració, ja que es tractaria com el ferro.

Els vitralls dels anys 1950-1970, en els que ens centrem en aquest projecte, estaven fets amb acer carboni segurament. Encara no s'havien introduït altres materials més resistents a la corrosió com l'acer inoxidable o barnilles de fibra, que arriba a partir dels anys 1970.

*“L'acer inoxidable és un tipus d'aliatge d'acer al qual s'afegeixen proporcions d'altres materials com el níquel i el crom, aportant capacitat de resistència a la corrosió i altres prestacions higièniques.” (Espairene, S.D.)*

## **Vidre. Dalles o lloses (fragmentades o senceres). Disseny cromàtic del vitrall.**

El vidre en els vitralls de ciment, els trobem com a element principal decoratiu, les dalles o lloses de vidre, aportant el color i donant el joc amb la llum característic de l'obra d'art en vitrall, les dalles de vidre.

Un vidre és un material inorgànic, compost bàsicament per sílice (diòxid de sílice,  $\text{SiO}_2$ ). La seva estructura química interna no és cristal·lina, és a dir no està ordenada, sinó que és amorfa, a causa del seu refredament ràpid a partir de l'estat líquid a altes temperatures, és a dir fos.

Per aconseguir fondre vidre en els forns, s'ha de mesclar el  $\text{SiO}_2$  amb altres elements, els anomenats fundents. Els fundents ajuden a baixar la temperatura de fusió del vidre (normalment són el potassi (K) i/o el sodi (Na), es poden trobar els dos en diferents proporcions). Aquests però aporten solubilitat al vidre, i per tant inestabilitat química. Per això, s'han d'afegir a la mescla també els anomenats estabilitzants. Aquests estan en menor proporció que els fundents i poden ser diversos tipus d'elements, els més comuns són: Alumini i Bor, però també es troben: manganès (Mn).

Les proporcions també varien segon les èpoques, la geografia on es trobi el forn, entre altres coses, com el coneixement de la tècnica del mestre vidrier.

Les qualitats dels vidres resultants també varien a causa de varis factors, els quals poden ser motiu d'alteracions intrínseques, com un refredament massa ràpid després de treure la peça del forn (que pot deixar la peça "ferida", és a dir amb algun punt més sensible a fissurar-se que un altre. En resum, més fràgil); o una mala proporció de la mescla d'elements (que pot donar lloc a un vidre amb problemes de solubilitat, com per exemple emblanquiment o exsudació), entre altres.

*"Els vidres són sòlids no cristal·lins (o amorfs) formats pel refredament d'una matèria fosa de manera que arriben a l'estat sòlid (temperatura de transició del vidre) sense cristal·lització.*

*Antigament es definien els vidres com a líquids super freds com a conseqüència de la seva estructura desordenada atòmicament, mancant-li la característica més important dels sòlids cristal·lins, una estructura ordenada. (Vogel 1992; Shelby 2005).*

*Els vidres, per tant, resulten d'un procés cinètic i són termodinàmicament inestable, desordenada estructuralment i químicament complexa." (Pradell i Molera, 2020:2-3)*

*Els vidres històrics són "ulleres de silicat" basades en silici diòxid ( $\text{SiO}_2$ ), també anomenat sílice.*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



*Un vidre de silicat ideal es pot descriure com una xarxa 3D aleatòria de (SiO<sub>4</sub>) 4-tetraèdric unitats, que actuen com a blocs de l'estructura de vidre.*

*Les principals característiques del vidre de silicat són la transparència, resistència química i tèrmica, duresa i fragilitat.” (Pradell i Molera, 2020:2-3)*

## Les dalles de vidre

El vidre doncs el podem trobar en múltiples formes, per la seva característica plàstica i de possibilitat de treball en líquid (fos) i d'emmotllar-lo.

En el cas de les dalles de vidre, s'emmotllen en un motlle normalment d'uns 30x20 cm i un gruix d'entre 2 i 2,5 cm, i es tallen amb disc o serra de diamant, o bé es fan les formes exactes de les dalles amb el motlle (dalles tipus *Duxcrom*), tal com s'ha explicat anteriorment a l'apartat de mètodes constructiu dels vitralls de ciment.



Dalles emmotllades. (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020.)

La imatge de l'esquerra és una dalla tipus *Duxcrom*. (Església Sant Domènec, de Puigcerdà.)

La imatge de la dreta és una dalla emmotllada i col·locada sense tallar. (Vitrall d'estudi.)

Les dalles que no estan tallades es poden identificar pel contorn o perímetre de la dalla arrodonit.



Dalles tallades. (Vitrall d'estudi.) (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020)

Les dalles es tallen segons el disseny o dibuix preliminar del vitrall de ciment.

A les imatges anteriors es poden observar els contorns rectes i no arrodonits de les dalles tallades.

Al vitrall d'estudi es combinen: dalles tallades per tots els costats, dalles tallades només per un, dos o tres costats, i dalles sense tallar.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

En alguns casos ens podem trobar que s'han utilitzat altres tipus de vidre com a dalla, vidre d'objectes reaprofitats. Una mica com deia Gaudí entre el trencadís ceràmic i vitri, per exemple del Banc de la Plaça de la Natura o en la Sala Hipòstila, col·locant restes de copes i porrons, entre altres coses.

Tenim un exemple en els vitralls de ciment a l'església del Pare Claret de Sallent, de l'artista Grau Garriga i la fàbrica *Regio Pistrina*, en els quals "van utilitzar com a dalla o fragment de vidre", poms i tiradors o manetes de porta de vidre gruixut, entre altres coses:



Varis tipus de poms vists des de la cara exterior i la interior.



Plafó circular amb diferents poms, vist des de cara exterior.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020.)



Vista general del vitrall (d'uns 8x3 metres), on es pot veure que està a peu de carrer.

En aquest cas, es pot dir que l'anvers, la cara que es va dissenyar per ser més vista, és l'externa, ja que es varen posar les formes dels poms cap enfora, ja que aquest vitrall és un mur molt alt que està a peu de carrer.

Marta Golobardes Subirana.

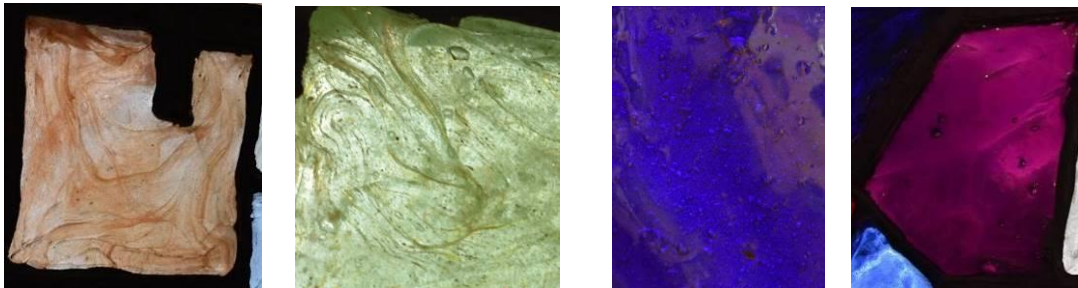
Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

### El color i les textures internes i externes en el vidre de les dalles de 1950-1970.

Les dalles que trobem als vitralls de 1950-1970, poden ser de colors uniformes o barrejats i amb diferents textures internes, com bombolles i aigües.



Detalls de colors i textures de dalles de vidre fabricades per *Regiopistrina*:

Aigües, bombolles internes i colors mig mesclats,  
que donen diferents efectes i opacitats.

(Vitrall de ciment de l'església de Sant Domènec, de Puigcerdà (1963).)

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020.)

*“L'ús de vidre més gruixut produeix efectes de color més intensos i profunds que els vitralls emplomats tradicionals, sobretot quan s'il·lumina amb llum natural o artificial brillant.”* (De Vis, 2013:1)

I poden tenir textures o relleus superficials, generats per la pasta vítria que no toca a les parets del motlle, refredada abans de dipositar-se plana. La fabricació en aquella època era més artesanal i menys mecanitzada i aquest detall no era un inconvenient, sinó que fins hi tot donava una possibilitat més a l'aspecte original del vitrall.



Textures en relleu de diverses dalles, fabricades per *Regiopistrina*.

(Vitrall de ciment de l'església Sant Domènec, de Puigcerdà.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. el 2020.)

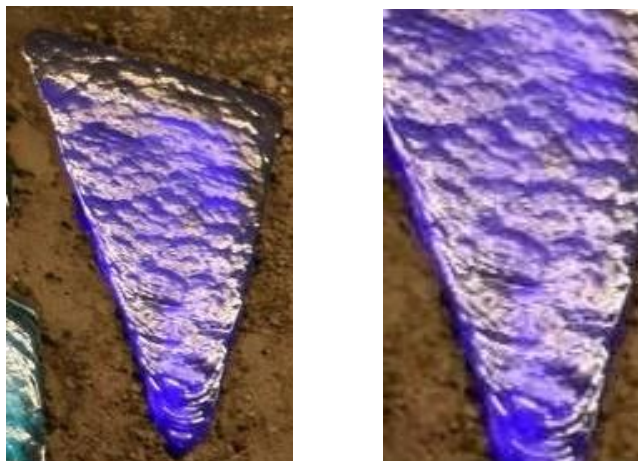
Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauroció.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Els motlles a vegades es feien amb materials reaprofitats, com bases amb motlles de relleu de vidres plans que servien per a fer vitrall emplomat. Per exemple amb relleu de “*vidre catedral*” (un dels tipus de relleu de vidre característic dels vitralls emplomats), de manera que la cara plana de la dalla podia tenir aquest relleu superficial.



Detall de la base d'una dalla on es pot observar el relleu superficial amb el dibuix característic de l'anomenat “*vidre catedral*”. (Vitrall d'estudi.)  
(Fotografia realitzada per Marta Golobardes. 2021.)

Les dalles més modernes, són més uniformes tant internament com en la superfície, ja que es fabriquen de manera més industrial.



Imatge de dalles senceres.  
Fotografia de mostra de dalles per vendre de la fàbrica Lamberts.  
(Peu de la imatge original: “*Dalla. 001. Vidrieras, Decoración.*” (Ilvetro, SD))

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).  
Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.  
Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Per a més informació sobre la caracterització de les dalles de vidre, es recomana consultar les següents referències, en les quals també es parla de la seva conservació-restauració. Entre altres que es poden trobar a la bibliografia.

Tesis doctoral de la Dra. Kristle De Vis, de la Universitat *d'Antwerpen*:

*"The Consolidation of Architectural Glass and Dalle de Verre; Assessment of Selected Adhesives."* (De Vis, 2014)

[La consolidació del vidre arquitectònic i dalla de vidre; Avaluació d'una selecció d'adhesius.]

O els articles següents:

*"Conserver les dalles de verre: un nouveau défi interdisciplinaire pour le vingt et unième siècle. The Art of Collaboration Stained-Glass Conservation in the Twenty-first Century."*

[Conservació de les dalles de vidre: una nova definició interdisciplinària pel segle XXI. L'Art de col·laborar en la conservació dels vitralls al segle XXI.], que Cuzange, Marie-Victorie, Loisel i Faure, van presentar a una conferència d'un congrés del *Corpus Vitrearum* al *Metropolitan Museum of Art* de Nova York, Estats Units, l'any 2009.

*"Conservation of Dalle de Verre at the New York Hall of Science. Conservation of dalle de verre."* [Conservació de "vitral de ciment" al *Saló de la ciència de Nova York*. Conservació de vitral de ciment.], que M. Pepi, N. Buchner, Gembinski, van publicar al butlletí *"APT Bulletin: Journal of preservation Technology"* (núm. 45:4), l'any 2014.

Tal com s'ha dit a la introducció en algunes referències bibliogràfiques també trobem el vitral de ciment anomenat *"Dalle de Verre"*.

## Morter de ciment. Unió amb l'arquitectura i tancament de juntes.

En el cas dels vitralls de ciment, el morter serveix per a tapar juntes de llum i unir el vitrall amb l'estructura arquitectònica, i també per unir l'estructura metàl·lica de suport extern amb el vitrall.

Segons el *Tesaurus del Patrimoni Cultural de Espanya*, un morter es pot definir com:

*“Mescla plàstica de calç o ciment, o de una combinació de ambdós materials, amb sorra (àrids) i aigua. Eventualment pot contenir algun additiu que millori les seves propietats. Els morters es classifiquen habitualment en aeris (els que endureixen a l'aire) i hidràulics (els que endureixen tant a l'aire com a l'aigua). Els morters s'han utilitzat com a material cimentant i com a revestiment de parets i murs.”* (Tesaurus, 2021)



Juntes de morter de ciment entre el plafó i l'estructura de reforç externa.  
(Vitrall d'estudi.) (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021)



Morter d'unió amb l'estructura arquitectònica.  
(Vitrall d'estudi.) (Fotografies realitzades per Marta Golobardes, 2021)

El vitrall d'estudi de cas, té un marc de morter de ciment per a unir el vitrall a l'edifici.  
La unió amb el terra està feta directament del plafó amb el paviment.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Massilla. Tancament de juntes entre les dalles i les platines individuals.

La *massilla de vidrier* la trobem en els casos que el vitrall de ciment està fet amb dalles tipus *Duxcrom*, és a dir quan les dalles son fetes amb un motlle exclusiu amb la mida i forma exacte per al dibuix del vitrall.

Serveix per a omplir o tancar les unions de les lloses de vidre amb les platines que les emmarquen, per a evitar que hi pugui passar la llum directa del sol.

Està constituïda per una càrrega que li dona cos, el *Blanc d'Espanya* i un lligant, l'oli de llinosa amb secant. Aquesta fórmula s'ha utilitzat des de fa molts anys en l'art dels vitralls emplomats, per a omplir els espais que queden entre les tires de plom de la xarxa i els fragments de vidre, amb la funció tant d'enfortir l'estructura com de tancar obertures per on podria passar la llum directe. En el cas dels vitralls de ciment, també serveix per a tancar les juntes per on podria passar la llum directa, i no tant per a enfortir l'estructura.



Detalls de la massilla aplicada entre les dalles i les platines perimetrals de dalles tipus *Duxcrom*.  
(Vitrall de ciment de l'església de Sant Domènec de Puigcerdà, de Joan Moncada i *Regio Pistrina*, 1963.)  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



# 5. Contextualització del cas d'estudi.

## Vitrall central del baptisteri de la parròquia Verge de la Pau.

---

### 5.1. Parròquia Verge de la Pau de Barcelona.

---

#### Ubicació i història de la parròquia

La parròquia la trobem ubicada a la Plaça Ferran Casablanca, número 4-6, del barri de Sant Gervasi – La Bonanova, districte de Sarrià-St. Gervasi, de la ciutat de Barcelona. Situada entre els carrers Ganduixer, Torras i Pujalt, Alacant i la mateixa plaça, i al costat dels consultoris de la Clínica Sagrada Família, orientada a Nord, on hi ha l'entrada principal. (Arquebisbat de Barcelona, 2021)

En les recerques bibliogràfiques, aquesta parròquia es troba identificada amb diversos noms que divergeixen lleument entre ells segons la font. Les nomenclatures més freqüents que s'ha trobat han estat les següents:

- “Parròquia Verge de la Pau”, a la pàgina web de la mateixa església. (Parròquia Verge de la Pau. Barcelona, 2017)
- “Verge de La Pau”, la pàgina web de l'Església Arxidiocesana de Barcelona i al llibre d'Alba Arboix. (EAB, 2021) (Arboix, 2018)
- “Parròquia de Nostra Senyora de La Pau”, en algunes altres referències com és el cas d'un article del *Punt Avui*. (El punt avui, 2016)

En aquest treball a partir d'ara se l'anomenarà de manera abreviada dins els textos: *Parròquia Verge de la Pau* o *Parròquia de la Pau*.

La història del barri remunta al segle XVIII:

*“El barri situat a la falda del turó del Tibidabo, durant molts anys va tenir un nucli urbà molt dispers per la seva geografia difícil, entre rieres, i estava molt poc poblat. Antigament se l'anomenava barri de Sant Gervasi de les Cassoles, per una petita església rural, però hi ha referències bibliogràfiques que també atribueixen el topònim a la contracció de “cases soles”.*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauroció.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

*L'any 1727 va ser declarat municipi autònom i no va ser fins l'any 1897 que no es va annexonar a Barcelona.*

*A mitjans de segle XIX hi va començar a anar a viure la burgesia barcelonesa, que hi va construir les primeres urbanitzacions, i al cap d'uns 50 anys, a principi de segle XX aquell petit poble rural, ja s'havia convertit en una zona residencial habitual i també d'estiueig dels Barcelonins.*

*Actualment aquest barri encara forma part de l'anomenada zona alta de la ciutat, per l'alt poder adquisitiu de la majoria dels seus habitants.” (Ajuntament de Barcelona, S.D.)*



Vista de satèl·lit de la parròquia Verge de la Pau, des de diferents angles.  
(Google Maps, SD).

El vitrall d'estudi està ubicat a la cara nord de la parròquia.

La situació dels punts cardinals a les imatges anteriors és la següent:

- A les dues primeres fotografies el nord està situat a la part superior de la imatge i l'est a la banda dreta.
- A la segona imatge, en nord se situa a la part inferior dreta.

A l'entorn més proper de la parròquia trobem la plaça de Ferran Casablanca i la Clínica Sagrada Família, que també es poden veure a les imatges anteriors.

Actualment aquesta parròquia està en ple funcionament, a càrrec de tres mossens, Mn. Antoni Maria Llompart Mas (rector), que és qui ens va atendre el primer dia que visitarem el vitrall amb Jordi Bonet, durant les pràctiques, i el Dr. Ricard Casadesús (vicari), que és qui ens ha atès en les següents visites, durant el TFM. I Mn. Bartomeu Palau Redón (diaca). (Parròquia Verge de la pau, 2017)

Sembla que la parròquia té una funció notable de dinamització i activitat veïnal entre els feligresos i feligreses, ja que s'hi veu bastanta gent a les misses i també participant de les decisions del dia a dia.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

La data del seva construcció coincideix bastant amb l'època d'estudi d'aquest projecte, quan hi va haver la remodelació de les lleis sobre l'arquitectura religiosa i *Art Sacra del Concili Vaticà II*, del que s'ha parlat a l'apartat d'història del vitrall, i en paral·lel també amb les noves tendències de l'arquitectura en general.

*“Els seus orígens es remunten a l'any **1945**, quan va ser fundada pel bisbe de Barcelona. La construcció es va executar en tres fases:*

*La primera, entre **1945 i 1953**.*

*Amb el projecte de l'arquitecte Pere Cerdà, i es va construir la cripta, que avui dia ja no existeix.*

*Segons la bibliografia es va beneir la primera pedra l'any 1953.*

*La segona, entre **1963 i 1966** aproximadament.*

*A partir de l'any 1963, amb el projecte de l'arquitecte Josep Miquel Serra Dalmases, es va construir el conjunt parroquial actual.*

*És l'època en que es varen construir els dos vitralls monumentals, el de l'eucaristia datat el **1964** i el del baptisteri datat del **1966** (cas d'estudi d'aquest treball). Tots dos de l'artista Joan Vila-Grau i el taller *Granell y Cía*.*

*I l'any **1966**, es beneïren tant la Capella del Santíssim com el baptisteri, i els locals parroquials varen començar les seves activitats.*

*I la tercera, entre els anys **1991 i 1993**.*

*Es va fer la reforma de la Capella del Santíssim, partint del projecte de la segona fase.*

*En aquesta fase, segons fonts orals, es quan es va annexar el baptisteri al conjunt parroquial.*

*L'Església Parroquial actual es va inaugurar i consagrar l'any **1993**.”*

*(Parròquia Verge de la Pau, 2017; Arboix, 2018)*

## Descripció de la parròquia

La parròquia o conjunt parroquial Verge de la Pau de Barcelona és d'estil *postconciliar*<sup>12</sup>, de planta rectangular, sòbria, de formigó vist. El toc de color i llum li donen diversos vitralls repartits entre la façana Nord i la façana Est. Trobem vitralls emplomats a la part del cor i vitralls de ciment monumentals de l'eucaristia i el baptisteri.

Està formada per:

- L'església principal
- La capella del Santíssim, annexa amb accés independent
- Unes dependències parroquials
- I una escola – ara ja només usada a mode d'esplai.

Aquests edificis estan articulats al voltant d'un pati interior amb jardí a mode de claustre modern. (Arboix, 2018)

Fins als anys 1990 hi havia un estany al voltant del baptisteri, que era una petita edificació independent de la parròquia.

El vitrall d'estudi està situat a la façana Nord, al costat de l'entrada principal de la parròquia.



Visió de l'entorn del vitrall d'estudi des de l'exterior i des de l'interior.

A l'esquerra, es veu des de l'exterior, amb el jardí davant.

A la dreta, es veu des de l'interior: la nau central de la parròquia, amb el baptisteri al fons a mà esquerra.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes el 6 de novembre de 2020.)

A la fotografia de la dreta també es poden observar els vitralls emplomats del cor (a la part superior) i altres vitralls de ciment de la nau de l'església (a la part superior esquerra).

---

<sup>12</sup> Postconciliar: "1. m. Època posterior a un concili, especialment la que va seguir al Concili Vaticà II. 2. m. Renovació o modernització experimentada per l'Església catòlica com a conseqüència del Concili Vaticà II." (DLE.RAE, 2021)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## El baptisteri

El baptisteri és l'espai on està ubicat el vitrall d'estudi d'aquest projecte, a la part central, i als laterals n'hi ha dos de més petits.



Imatges des de diferents punts de vista del baptisteri, des de l'interior de la parròquia.  
(Dues primeres fotografies realitzades per Marta Golobardes i la tercera realitzada per Jordi Bonet.  
Novembre de 2020)

És una edificació de base rectangular, de poca alçada i d'un sol pis, gairebé com un cub. Tot i que actualment està unit a la nau de la parròquia, *és considerat un conjunt arquitectònic separat del temple* (Parròquia Verge de la Pau, 2017) i envoltat per un estany (no podem assegurar si estava envoltat per tot el perímetre o només per algun costat, ja que tenim diferents fonts testimonials orals, però divergeixen en aquesta descripció).

Segons la informació bibliogràfica del llibre *Barcelona. Esglésies i construccions de la ciutat*, d'Arboix, abans dels anys 1990, aquesta petita edificació exclusiva per al baptisteri estava dins el *claustre modern* (Arboix, 2018), envoltada d'un estany d'aigua.

Sigui com sigui, el que podem deduir és que els tres vitralls de ciment del baptisteri (el central i els dos laterals, estaven molt exposats a la humitat per capilaritat.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).  
Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.  
Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Cap als anys 1990 es va ajuntar a la parròquia mitjançant l'ampliació de l'entrada per la banda esquerra i també per darrera mitjançant uns finestrals de vidre amb marcs de fusta.



Diferents punts de vista actuals del baptisteri des de l'exterior.  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020 i 2021)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## 5.2. Vitral central del baptisteri. Descripció, l'artista i el taller.

---

### Descripció del vitral d'estudi



Vistes generals del vitral d'estudi, des de la cara interior i l'exterior.  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2020-2021.)

El vitral central del baptisteri de la Parròquia Verge de la Pau de Barcelona és d'estil abstracta, amb línies i formes ondulants i en espiral, amb la predominança del color blau, tot i que hi trobem tons verds i altres colors més puntuals com el taronja, el groc, el rosat i el violeta.

Sembla que l'artista es va inspirar en l'aigua de l'estany que envoltava el baptisteri i els reflexes de la llum del sol en ella.

Segons el seu fill Jordi Delclòs, amb qui s'ha pogut parlar durant la realització d'aquest projecte: *"El vitral semblava que flotava sobre l'estany i donava una sensació molt especial"*. (Font: Jordi Vila Delclòs, fill de Joan Vila Grau. 7 d'abril de 2021.)

La seva estructura té orientació horitzontal. Està constituït per quinze plafons, els quals estan disposats en una relació de tres fileres per cinc columnes. La forma del plafó és irregular. És a dir, que no són línies rectes formant rectangles o quadrats, sinó que les línies dels ferros exteriors estan disposades una mica inclinades i en diferents direccions les unes respecte les altres.

Els marges, línies o juntes de formigó són d'entre 1 i 20 cm aproximadament d'ample, però es veu més percentatge de superfície de vitral formada per dalles de vidre que per ciment, amb un número total de fragments de dalla de 905, amb una mitjana d'uns 60 fragments per plafó, sent 100 el màxim en un plafó i 38 el mínim. Les dalles estan tallades amb disc o serra de diamant a diferents mesures, des d'uns 2 x 2 cm fins a fragments de dalla d'uns 20 x 15 cm aproximadament.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Aquest vitrall **no està signat** ni documentat de moment a cap arxiu municipal ni tampoc del *Bisbat*, però sabem l'autoria pels testimonis orals, entre ells el del mateix artista Joan Vila-Grau.

Joan Vila-Grau ha fet molts vitralls en aquesta parròquia durant tota la seva vida, entre els quals el de l'eucaristia (entre 1964 i 1966), el qual sí que està documentat a l'arxiu del Centre de Documentació del Museu del Disseny de Barcelona, dins el *Fons Rigalt, Granell y Cía.*, on es conserva el dibuix preliminar fet per ell mateix. Entre altres vitralls tant de ciment com emplomats, tant de la cripta antiga com de tota la parròquia.

Els més moderns sí que els trobem ja signats.

El fet que trobem tants vitralls de Joan Vila-Grau en aquesta parròquia, en part es deu a que ha viscut sempre molt a prop, i tal com diu el seu fill Jordi, aquesta parròquia és com un mostrari de l'evolució artística en vitrall del seu pare.

Les fotografies que es mostren a continuació, tot i no ser del vitrall d'estudi d'aquest treball sinó del vitrall de l'eucaristia de la mateixa parròquia, dissenyat també per Joan Vila-Grau, ens poden aproximar a la manera de treballar els dibuixos preliminars per part de l'artista.



Vitrall.



Dibuix preliminar.



Detall del dibuix preliminar.

A la primera imatge s'observa la vista frontal des de l'interior del vitrall de ciment de l'eucaristia de l'artista Joan Vila-Grau i el taller *Granell y Cía.* (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. Novembre de 2020 i Març de 2021.)

A la segona imatge s'observa el dibuix preliminar original de Joan Vila-Grau del vitrall de ciment de l'eucaristia, que mesura 287 x 240 mm, que es va poder consultar al *Fons Rigalt, Granell y Cía.* del Centre de Documentació del Museu del Disseny de Barcelona.

Sobre el dibuix hi ha diverses anotacions amb llapis:

- Números sobre les dalles (possible identificació del color)
- Una retícula numerada, possiblement per a traspassar-ho a escala a la parròquia.

La digitalització d'aquest dibuix es pot consultar a la pàgina web del Centre de Documentació del Museu del Disseny de Barcelona (Museu del Disseny, SD), tot i que els colors estan una mica modificats.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



A la tercera imatge es pot observar el detall de la cantonada inferior esquerra del dibuix original del vitrall de l'eucaristia, on es poden observar els materials utilitzats:

- Cartró, de base per donar rigidesa al dibuix.
- Paper d'aquarel·la, per a pintar els colors de les dalles.
- Llapis, per a fer el dibuix inicial i anotacions.
- Tinta xinesa, pels perfils de la xarxa de formigó armat i
- Aquarel·la i guaix, segons la informació del CDMDB (Museu del Disseny, SD).

De manera que, com s'ha dit anteriorment, ens podem fer una idea de com treballava els dibuixos preliminars l'artista Joan Vila-Grau.

## Caracterització dels materials constituents del vitrall d'estudi

### Formigó armat

El formigó armat d'aquest vitrall és de granulometria gruixuda. Això s'observa més clarament a la cara exterior dels plafons, ja que a la interior, coincidint amb la part que toca al motlle, queda més visible la possible abeurada<sup>13</sup> que es colava al motlle, que és de gra més fi.

Per altra banda, en el cas concret d'estudi, sembla que a la base del motlle, com a desemmotllant, es va posar un plàstic. Això es pot deduir de les petges que van deixar les arrugues d'aquest en algunes zones de la cara interna dels plafons.

El fet que fos un plàstic va fer que la part inferior del plafons quedés fina, és a dir amb granulometria fina del ciment, i hi hagi algunes bombolles i arrugues marcades.

Als voltants de les dalles de la part interior del vitrall però, és on li va costar més d'arribar al formigó, i també es pot observar la granulometria gruixuda del formigó.



Imatge on es pot veure la granulometria gruixuda i fina mesclada, de l'interior del formigó. Detall d'un fragment de formigó després.



Granulometria gruixuda, vista des de la cara externa del vitrall.

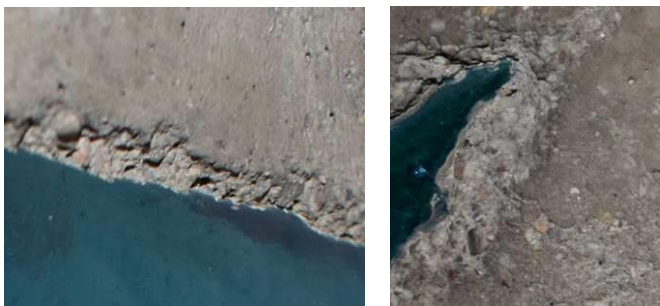


Granulometria fina, petges o arrugues marcades del plàstic arrugat i bombolles, de la cara interior del vitrall.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

---

<sup>13</sup> Abeurada: "2 CONSTR Pasta clara de ciment, guix, calç, etc., que serveix per a rejuntar carreus, rajoles, etc., d'una paret o d'un enrajolat en construcció." (Diccionari.cat., S.D.)



Imatges on es veu la granulometria gruixuda a les zones al voltant de les dalles. (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021)

## Acer

L'acer el trobem tant a l'armadura com a l'estructura de suport extern.

### Acer de l'armadura

L'armadura està formada per barnilles d'uns 5-6 mm de diàmetre. (El diàmetre habitual de les barnilles dels armats solen ser de 6 mm. (Font oral: Daniel DiCapua.). Visualment l'acer de l'armadura no sembla corrugat, si ho jutgem a través de les barnilles que han quedat exposades a l'exterior. Però podria ser que aquestes haguessin perdut el relleu, per la laminació superficial.

Tot i així, segons Jordi Bonet, podria ser que no fossin corrugades, ja que han de ser prou flexibles per aconseguir fer les formes necessàries del disseny del vitrall, i si fossin corrugats segurament serien massa rígids.



Barnilla de l'armadura del formigó que ha aflorat a la superfície a causa de l'erosió del formigó i de l'oxidació de l'acer.

A la imatge anterior es pot observar el diàmetre aproximat de la barnilla, per comparació amb la granulometria del formigó, i també la superfície llisa que té, per la qual cosa podríem dir que no és corrugada.



Mostra d'un tros de formigó després de la cara interior del vitrall. Una part de barnilla d'acer s'ha quedat adherida, perquè segurament estava laminada.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. Febrer-abril 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Cement. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Per altra banda, segurament són d'acer carboni, per la mateixa raó, per a que tinguin prou flexibilitat.

Per a saber exactament la seva composició s'hauria de fer un anàlisi amb *Reflectometria de RX*. Però en aquest treball no s'entra en aquesta línia d'investigació. (*Està previst poder fer anàlisis d'aquesta mostra, posteriorment a aquest projecte, si es pot dur a terme una intervenció del vitrall de manera professional.*)

A priori, no sabem si les barnilles estan soldades entre elles. Tot i que el més habitual seria que ho estiguessin, per evitar que es moguessin durant la decantació del formigó dins el motlle del plafó, però en aquests moments no ho podem assegurar. (Aquesta qüestió és una de les que intentarem interpretar amb els assajos de *georadar d'alta freqüència*.)

## Acer de l'estructura externa de suport

L'estructura de suport extern la trobem a la cara interior i també a la cara exterior del vitrall. Estan formades per platines en "T", soldades entre elles i unides per cargols entre l'estructura interior i l'exterior, a través de la tija de la "T". Els cargols estan introduïts des de la banda exterior.

Són platines de 5 cm d'ample per uns 5 mm de gruix. I estan pintades amb una pintura antioxidant de color gris.

Estan col·locades resseguint el perímetre i formes de cada plafó, que són tots diferents. Les línies verticals són totes rectes i les horitzontals estan disposades en diferents direccions, una mica inclinades, - per a donar moviment al disseny, segons ha informat l'artista-, seguint el perímetre dels plafons.



Visió de l'estructura de l'exterior.



Visió de l'estructura de l'exterior.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Zones d'unió de les platines de l'estructura de reforç extern, des de la cara exterior i des de la cara interior del vitrall i gràfic explicatiu de les platines en "T".  
(Fotografies i gràfica realitzats per Marta Golobardes. 2021.)

A la primera imatge s'observa una zona d'unió de platines de la cara exterior, on es veuen els cargols d'unió amb el suport de la cara interna, a través de la platina el "T".

A la segona imatge s'observa la vista lateral de la unió entre platines de la cara exterior, on es veu la soldadura entre dues platines superposades.

A la tercera imatge s'observa una zona d'unió de platines de la cara interior, on es veuen les soldadures.

A la quarta imatge s'observa la gràfica que il·lustra la unió entre la platines en "T" del reforç extern de la cara exterior i el reforç de la cara interior del vitrall. El cargol es posa des de la cara exterior. (En gris està representat el cargol, i en blau les platines.)

## Dalles de vidre

En aquest vitrall trobem fragments de dalla tallats amb disc o serra de diamant i també altres dalles fetes a mida, tant de dimensions petites com de grans.

En alguns casos els fragments tenen algun dels costats arrodonits i altres tallats, ja que s'ha aprofitat la forma d'un dels costats de la dalla d'origen sense tallar-lo.

Troblem fragments des de dimensions bastant petites, com 2x1cm, fins a dalles d'uns 20x15cm.



Dalles senseres, de dimensions petites (3x2 cm i 2x10 cm aproximadament.), vistes des de la banda exterior del vitrall. (Imatges de l'esquerra i a baix).

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Dalles sense reses, de dimensions més grans  
(entre uns 15x10 cm i uns 10x5cm aproximadament.)



Fragments de dalla tallats per un o més costats.  
(Totes les fotografies anteriors estan realitzades per Marta Golobardes. 2021)

A la primera imatge la dalla només té un costat tallat, i a les altres dues imatges tenen tots els costats tallats.

Normalment els fragments de dalla tallats per tots els costats són de dimensions més aviat petites (entre 5x3cm i 2x1cm), menys alguna excepció.

La gamma de colors és freda essencialment. Trobem uns tres blaus diferents i uns quatre o cinc verds una mica diferents (més clars o més foscos, o més opacs o menys, o de diferents tons). Però com s'ha dit anteriorment també trobem alguns fragments de colors més de gamma més càlida com: groc, taronja marronós o melat, rosat i violeta. I dins la pasta vítria trobem bombolles internes i aigües. I finalment l'incolor amb algunes aigües blanques en algun cas.



Els diferents blaus. (Fotografia realitzada per Marta Golobardes. 2021.)

A les imatges es poden observar: el blau fosc (1a), el blau intermig (2a) i blau més clar (3a) (el blau clar segons la llum també es veu una mica verdós.). Les tres primeres imatges són amb la llum directa i la última amb la llum reflectida.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Els quatre o cinc tipus de verd de més fosc a més clar.



Taronja marronós o melat.



Incolor amb aigües blanques.



Color groc (o groc-verd clar).



Color rosat-violeta.



Color violeta.



Color taronja.

(Totes les fotografies anteriors estan realitzades per Marta Golobardes. 2021)

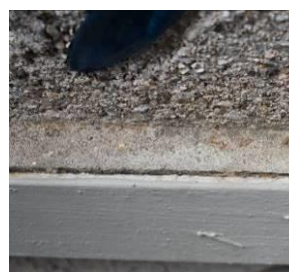
La composició química de cada color no la sabem, ja que en aquest treball no s'han fet analítiques de mostres de materials.

## Morter de ciment

El morter d'aquest vitrall és de ciment i el trobem a les juntes entre l'estructura de suport extern i els plafons. Per altra banda, tot el vitrall està emmarcat amb un marc de ciment massís, que a l'exterior està pintat. A l'interior s'ajunta amb la paret de l'edifici.



Marc perimetral extern de ciment massís pintat.



Junta de ciment entre el suport extern i els plafons.



Unió del vitrall amb la part interior de la paret o mur de l'edifici del baptisteri.



Junta entre el suport extern de reforç i el plafó, de la cara interior del vitrall.

(Totes les fotografies anteriors estan realitzades per Marta Golobardes. 2021)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



## Les dimensions del vitrall d'estudi

Les dimensions màximes son de: 3 x 5 metres (concretament: 4,679 x 2,773 metres).

I les dimensions dels plafons son totes diferents, no és una retícula quadriculada.

A continuació es mostra un esquema de les dimensions de cada plafó.

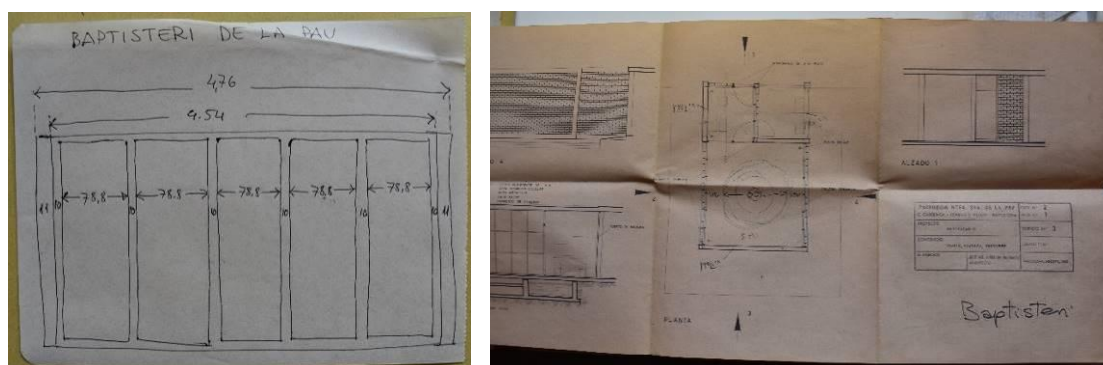
Les formes son les reals, s'ha simplificat en formes rectes per a donar la informació més ordenada i clara.

		5cm		5cm		5cm		5cm		
	97,5		84		84,2		84		97	
59	3	52	69	63	63,9	64	69	63	69	87
	97,5		84		84,2		84		97	
16	2	113	501	105	504,5	104	111	110	801	92
	97,5		84		84,2		84		97	
101	1	93	53,6	90,5	68	88	08	83,5	78	79
	97,5	5cm	84	5cm	84,2	5cm	84	5cm	97 cm	
4679 mm (467,9 cm)										
2773 mm (277,3 cm) (Mesurat fins al sostre, no fins al final del vitrall, menys 15 cm approx.)										

Esquema simplificat dels plafons del vitrall, amb la indicació de les dimensions de cada costat dels plafons. (Gràfic realitzat per Marta Golobardes. 2021.)

Gràcies a la recerca de Jordi Vila Delclòs s'han pogut trobar un planell de l'arquitecte i un planell preliminar per a la creació del disseny d'aquests plafons.

El dibuix previ no s'ha trobat encara, ja que Joan Vila-Grau recorda que el va fer a escala natural i no està dins l'arxiu que de moment s'ha pogut localitzar.



Imatges del planell preliminar de dimensions de Joan Vila-Grau i planell de l'arquitecte. (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

Les fotografies es varen realitzar durant la consulta de l'arxiu de Joan Vila-Grau, al despatx de Jordi Vila Delclòs. Maig de 2021.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## L'Artista

**Joan Vila-Grau** (Barcelona, 1932. Actualment té 89 anys.)

Joan Vila i Grau, és un artista meticulós, amb una gran sensibilitat compositiva, volumètrica i del color.

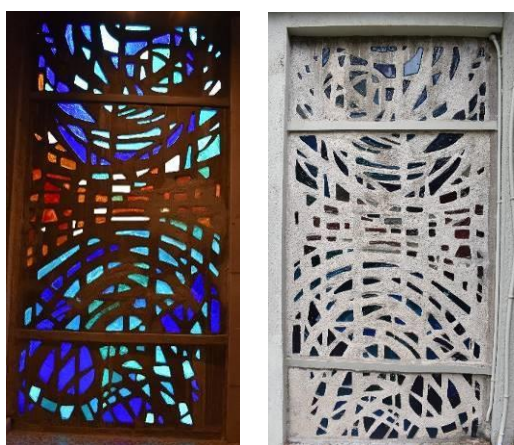
Durant l'entrevista realitzada, explicava que participava activament amb el taller vitraller el màxim que podia, per tal de que el resultat final fos el més semblant possible al seu disseny o dibuix preliminar, tot i que no recorda com col·locaven l'armadura del formigó o la col·locació del vitrall a l'edifici, ja que se centrava en la composició i en els colors.

Un exemple de com treballava el disseny a través dels dibuixos preliminars el tenim amb un dels vitralls laterals del baptisteri de la parròquia *Verge de la Pau*, ja que els té guardats al seu arxiu professional, el qual s'ha pogut consultar. Aquest disseny està inspirat en el mar vermell de la *Bíblia*, segons el mateix Joan Vila-Grau. Els dibuixos preliminars són els següents:



Dibuixos preliminars dels vitralls de ciment dels laterals del baptisteri de la parròquia *Verge de la Pau*, pertanyents l'arxiu professional de l'artista. (Fotografies realitzades per Marta Golobardes. Maig 2021.)

El dibuix preliminar del vitrall central, el vitrall d'estudi d'aquest treball, sembla que el va fer a escala real, però el mateix Joan Vila-Grau no sap si es va conservar. De moment no s'ha trobat, però veient els anteriors dibuixos preliminars, fets amb aquarel·la i tinta negra, podem fer-nos una idea de com treballava els seus dissenys.



Un dels vitralls ubicats als laterals del baptisteri de la parròquia *Verge de la Pau*. Es pot identificar molt bé el disseny dels dibuixos preliminars de Joan Vila-Grau.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. Febrer-març de 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Fill del pintor Antoni Arrufat, va iniciar la carrera d'arquitectura, però la va deixar per a dedicar-se exclusivament a la pintura.

Es considera essencialment pintor, però durant tota la seva carrera artística ha fet una gran quantitat de dissenys per a vitralls, per la qual cosa se l'identifica molt amb aquest art. Per altra banda, també va crear, juntament amb el seu cunyat Jordi Aiguadé i altres artistes, diversos murals ceràmics, com el mural ceràmic del *Col·legi de Metges de Barcelona* (de Jordi Aiguadé i Joan Vila-Grau).

Ha esdevingut un artista rellevant per la ciutat de Barcelona, per Catalunya i també internacionalment. Té obra a diversos museus del món i també a col·leccions particulars d'Espanya, Itàlia, Bèlgica, França, Suïssa, Anglaterra, Holanda, Brasil, Estats Units d'Amèrica i Nicaragua. *"I ha realitzat i participat a una gran quantitat d'exposicions."* (RACBASJ, 2009)

Durant els anys de més esplendor dels vitralls de ciment, 1950-1970, recorda que tot era molt nou, tant per a ell com per als altres artistes i artesans que en varen realitzar, però que amb esforç anaven experimentant i coneixent cada vegada millor la tècnica per a crear-los, ja que la seva voluntat era de canvi i innovació.

Comenta que en aquella època hi havia tres tipus de persones que feien vitralls de ciment:

- Artesans estrictes.
- Artesans creatius.
- Artistes que entren al món del vitrall.

Entre els artistes del moment es coneixien bastant, i eren molt amics amb Domènec Fita, mort recentment.

Explica que en el seu cas, per als primers vitralls de ciment que va fer, ell mateix va ajudar a elaborar algunes dalles al taller del vitraller, elaborant el motlles i colant la pasta de vidre a dins.

Diu literalment: "allò era vidre viu", ja que dins la pasta vítria de les lloses o dalles es creaven unes aigües i bombolles interiors que els donava un aspecte molt viu, tant des del punt de vista cromàtic, com des del punt de vista lumínic.

Recorda que el vitraller amb qui les feia era italià i que treballava per una empresa que estava ubicada fora de Barcelona, i es va arribar a la conclusió que molt probablement podria tractar-se de l'empresa *Regiopistrina*.

La seva obra més destacada és el projecte complet del disseny dels vitralls del *Temple Expiatori Sagrada Família* de Barcelona, realitzat i construït per J.M. Bonet Vitralls, que van acabar de realitzar i col·locar fa aproximadament un any.

Aquesta és potser l'última creació d'aquest gran artista que actualment té 89 anys. Ell diu que n'està molt satisfet com a culminació de la seva carrera artística, ja que ha tingut llibertat de

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

creació, pel fet de poder crear un projecte complet, de tot el conjunt dels vitralls de la *Sagrada Família*.

*“Ha tingut també una trajectòria teòrica amb la realització de llibres, articles, conferències, entre altres activitats i tasques, com:*

- *La creació del grup d'artistes: “La Cantonada”, juntament amb el seu cunyat i altres artistes, durant la seva joventut, els quals volien combinar varies arts i matèries o materials, ja que cada un era d'una disciplina artística diferent, i volien innovar dins la creació artística.*
- *Membre fundador de la revista “Qüestions o Quaderns d'Art”.*

Aquesta revista va ser creada pel grup *La Cantonada*, amb l'ajut de l'Abadia de Montserrat, i concretament de l'abat Josep M<sup>a</sup> Escarrer (que posteriorment va estar uns anys a l'exili), el qual va ser-ne el director.

Joan Vila-Grau es va encarregar de dissenyar la maqueta i fer la maquetació de cada número, ja que durant un temps va tenir un taller de maquetació, amb dos col·laboradors més.

Ell mateix portava l'edició de la revista, amb el consens de tot el grup. Mitjançant reunions de coordinació, es decidien els temes i els artistes o persones del món de la cultura – tant catalans com de fora de Catalunya –, que convidarien a participar en cada número.

L'objectiu era donar veu a sensibilitats molt diferents dins del món de l'art en general, l'art religiós i de la cultura en general. (Alguns exemples són: Ricard Salvat, amb el qual varen forjar una amistat, o Vázquez Montalban, entre molts altres.)

Cada número incloïa diversos temes, però també feien monografies. Una d'elles és la del número 5 de, l'any 1968, dedicada exclusivament a l'art del vitrall. Aquesta, segons diu el mateix Joan Vila-Grau, és una important referència sobre l'evolució del vitrall a Catalunya, que inclou també els vitralls de ciment. (Font oral: Joan Vila-Grau i Jordi Vila Delclòs.)

- *Va ser director de la revista “Arts Sacra” (entre 1960-1974) i va col·laborar en altres revistes com: Batik o Pro Arte.*
- *Va ser director de la “Galeria As” (1973).*
- *Ha format part activament del grup català del Corpus Vitrearum, i de fet encara en forma part juntament amb el seu fill gran Antoni Vila Delclòs, que és qui ha seguit la seva professió.*
- *Es va especialitzar en la història del vitrall i va participar en la redacció de llibres i articles sobre el tema.*
- *Va tenir una etapa com a professor a l'Escola d'Estiu de Prada de Conflent.*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- *Va crear la Fundació Privada Institut del Vitrall (1986-2005), juntament amb el seu fill gran Antoni Vila Delclòs.*
- *Ha col·laborat amb l'Enciclopèdia Catalana com a especialista en vitralls.*
- *Va participar a la Reial Acadèmia Catalana de Belles Arts Sant Jordi, de la qual va ser elegit com a acadèmic l'any 1982, i també de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.*
- *Va realitzar de programes de radio i televisió.*
- *Ha participat en congressos internacionals especialitzats i en la investigació del món del vitrall i la seva conservació i restauració, amb conferències com: "L'art del vitrall des dels seus inicis fins els nostres dies", realitzada al Cercle Artístic de Sant Lluc, Barcelona, l'any 1997.*
- *I ha estat guardonat amb diversos premis com: la Creu de Sant Jordi per part de la Generalitat de Catalunya." (RACBASJ, 2009)*

Durant la seva trajectòria artística, des de l'any 1954, ha realitzat una gran quantitat d'obres, de les quals en destaco només quatre per la seva importància en l'àmbit professional, artístic, històric, i des del punt de vista del cas d'estudi que ens ocupa:

Primer vitrall realitzat sota la guia tècnica del mestre vitraller Jeroni Granell, Barcelona, 1954. (Vitrall emplomat)

Vitralls per a l'eucaristia, la cripta, el cor i el baptisteri de la parròquia Verge de la Pau, Barcelona, entre els anys 1960 i 2000. (Vitrall emplomats i de ciment.) (Té molta obra en aquesta parròquia, ja que vivia molt a prop i tenia bona relació amb el mossèn, que li anava fent encàrrecs.)

Vitralls de l'església de les *Llars Mundet*, Barcelona, 1963 (Vitralls emplomats). (Va realitzar només alguns dels vitralls que hi podem trobar, ja que n'hi ha de varis artistes.)

Vitralls per a la Sagrada Família, Barcelona, 1999-2002. (Vitralls emplomats)

Entre moltíssims altres. (RACBASJ, 2009)

També s'ha escrit bastant sobre ell, com per exemple en un article del número 48 de la revista *Taüll*: "*Joan Vila Grau. Artista vitraller*" (Negre, 2017), a la portada del qual hi apareix com a fotografia principal precisament el vitrall del baptisteri de la parròquia *Verge de la Pau*, el vitrall d'estudi d'aquest treball.



Part de la portada del número 48 de la revista *Taüll*, en el qual es dedica un article a Joan Vila Grau, on surt la fotografia del vitrall d'estudi d'aquest treball. (Negre, 2017)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## El taller vitraller

### **Granell y Cía. (Barcelona, 1890-1984)**

*“L’empresa Granell & Cía. prové de la societat Riglat, Granell y Cía.*

*Aquesta empresa societària va canviar de nom varies vegades:*

- *Antoni Rigalt y Cía. (“Antonio Rigalt y Compañía, sociedad en comandita.”) (1890-1903)*

*És el nom de l’origen del taller o empresa, fundat pel vitraller Antoni Rigalt l’any 1890. Aquest taller inicial es podia equiparar en qualitat tècnica als grans tallers Europeus de França, Anglaterra i Alemanya.*

- *Rigalt, Granell y Cía. (1903-1923)*

*És el nom que va adoptar quan s’hi van associar l’arquitecte Jeroni F. Granell i Manresa i Josep Bartomeu i Baró. Es va anomenar així entre els anys 1903 i 1923.*

*Treballaren per a tot Catalunya, Espanya, i per tot el món, sobretot per Sud-Amèrica. Obres destacades: Vitralls del Palau de la Música, i de l’Hospital de Santa Creu i Sant Pau, entre molts altres.*

*L’any 1914 mor Antoni Rigalt i el succeeix el seu fill Lluís Rigalt i Corbella (1888-1960) dins l’empresa. Però l’any 1922 la deixa desavinences personals i obre un taller pel seu compte, una societat anomenada: “Rigalt, Bulbena y Cía.”, però que es va dissoldre el 1927.*

- *Granell y Cía. (1922-1948)*

*L’any 1923, després de que Lluís Rigalt deixés l’empresa, va entrar a la societat el fill de Jeroni F. Granell i Manresa, Jeroni Granell Bartomeu (Barcelona, 1892-1973), i l’empresa Rigalt, Granell y Cía. passà a anomenar-se Granell y Cía.*

*A partir de l’any 1931, quan mor Jeroni F. Granell Manresa, el seu fill Jeroni Granell Bartomeu, es fa càrrec de la gerència de l’empresa de vitralls, juntament amb el seu oncle Josep Bartomeu.*

*L’empresa societària seguí amb aquest nom fins l’any 1984, moment del seu tancament.” (Gil, 2013: 57, 148, 173-180)  
(Gil, 2011 i 2013)*

Aquesta última etapa és la que inclou el període durant el qual es va construir la Parròquia Verge de la Pau de Barcelona i el seu Baptisteri, entre 1945 i 1966.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

**Antoni Rigalt i Blanch** (Barcelona, 1850 – 1914)

*“Nasqué dins una família en la qual hi havia varis artistes i es formà com a artista a l’Escola de Belles Arts Llotja de Barcelona (1866-1873).*

*Va exercir de professor de dibuix durant molts anys i també va ser corresponsal artístic de la revista “La Il·lustración Española y Americana” (1870-1884).*

*També va ser acadèmic numerari de la “Academia de Ciencias y Artes de Barcelona”, fins l’any 1907.*

*La seva formació com a vitraller sembla que fou gràcies al seu cosí germà, Agustí Rigalt i Cordiella (1846-1898), que tenia un taller de vitrall, i l’introduí en el món d’aquest art, però no hi ha gaire constància documental sobre la seva formació.*

*Admirava els vitralls antics, sobretot els de l’època gòtica. Però fruit de la seva formació artística i no tant gremial o d’ofici, tenia una mentalitat més moderna respecte a l’art del vitrall, amb un equilibri entre la part artística i la tècnica, la qual lligava molt amb el moviment Modernista que estava començant a créixer a la societat de finals de s. XIX i principis del XX.*

*Va formar part de les indústries d’art de Francesc Vidal, com a projectista i encarregat de la secció de vitrall artístic i gravats. (La relació amb Francesc Vidal va seguir mentre ell ja s’havia associat amb Jeroni F. Granell.)*

*A més, també feia vitralls pel seu compte, ja que Núria Gil a la seva tesi doctoral, ha trobat documentació de vitralls signats per ell des de l’any 1884, i es relacionava i col·laborava amb grans personalitats de les arts i l’arquitectura.*

*Algunes obres destacades d’aquesta època son:*

- *Varis vitralls del Monestir de Montserrat*
- *Vitralls de la Capella del Sagrat Cor de Jesús del Monestir de Montserrat.*
- *Vitralls del Cafè-Restaurant de l’Exposició Universal de 1888, obra de Lluís Domènech i Montaner*

*Entre altres.*

- *També va obtenir una medalla d’or a l’Exposició Universal de Barcelona, per dos vitralls que hi va presentar.*

*La coneixença amb Jeroni Granell sembla que podria haver-se originat quan l’any 1889 va entrar a formar part com a membre de la Societat Econòmica Barcelonesa d’Amics del País, de la qual ja n’era soci Granell.*

*Fundà l’empresa Antoni Rigalt y Cía l’any 1890, la qual esdevingué l’empresa societaria Rigalt, Granell y Cía. al associar-se amb Jeroni Granell l’any 1903, i en va formar part fins la seva mort*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

*l'any 1914. El succeí el seu fill Lluís Rigalt Corbella fins l'any 1922, que deixa l'empresa.” (Gil, 2013: 162)*

**Jeroni F. Granell i Manresa** (Barcelona, 1868 – 1931)

Arquitecte de professió, amb nombrosos projectes privats per a la burgesia, sobretot durant el modernisme. Dissenyava tots els elements decoratius dels seus edificis, seguint la idea de l'art total del moviment Modernista.

Va fundar l'empresa *Rigalt, Granell y Cía.* associant-se amb Antoni Rigalt i Blanch, vitraller de professió, l'any 1890.

*“Des de l'any 1916, després de la mort del seu soci i director artístic de l'empresa, fins la seva mort l'any 1931 es va dedicar exclusivament a l'empresa de vitralls Rigalt, Granell y Cía.” (Gil, 2011)*



## 6. Diagnosi d'estat de conservació i formes d'alteració dels vitralls de ciment.

---

### 6.1. Diagnosticar l'estat de conservació dels vitralls de ciment dels anys 1950-1970 i la seva principal problemàtica.

---

Hi ha estudis bastant extensos i profunds sobre les formes d'alteracions, danys i degradacions que ens podem trobar als dels vitralls de ciment. Algunes pròpies de cada material i d'altres també del seu funcionament en conjunt. Algunes d'aquestes referències ja s'han anat citant i altres es poden trobar a la bibliografia. (Lee, Seddon, Stephens, entre altres).

En aquest treball no s'explicarà en detall cada una d'elles, sinó que ens centrem en un problema global, la principal problemàtica que pateixen sobretot els vitralls de ciment construïts durant les dècades dels anys 1950-1970, que és de la que s'ocupa la investigació d'aquest projecte.

És intrínseca a l'acer de l'armadura. La seva oxidació i posterior corrosió, que comporta augment del volum de les barnilles de l'armat. Es converteix en l'alteració extrínseca principal del resta de materials dels vitralls de ciment, tant del formigó com de les dalles. Provocant alteracions, danys i degradacions com: fissures, laminats i pèrdues.

Aquesta alteració al seu temps és conseqüència d'una alteració intrínseca al formigó armat, la carbonatació, la qual fa augmentar la porositat del formigó, i juntament amb la disminució del pH del formigó i els factors climàtics de l'entorn, l'armadura d'acer queda desprotegida. Aquest factor, unit amb l'aportació d'aigua de l'entorn per capil·laritat, provoca l'oxidació i posterior corrosió i expansió de l'acer de l'armat.

A més s'hi poden afegir altres possibles causes, com:

- La composició del formigó (presència de calç en la mescla), entre altres de caire constructiu o de formulació de les matèries primeres.
- La manufactura o fabricació dels elements constitutius d'un vitrall de ciment també pot afectar a la seva conservació, com per exemple la mescla del formigó o la fórmula de la pasta vítria o el refredat de les dalles.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauroció.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- L'entorn climàtic on es trobi un vitrall també és un factor important a tenir en compte, com en totes les obres d'art. En el cas dels vitralls de ciment, al formar part d'un edifici i tenir una banda exposada a l'interior i una a l'exterior, tindrà uns efectes diferents a cada cara d'aquest.

També serà important el grau d'humitat al que estigui exposat, si toca al sol o no, la variació extrema de temperatures (*diferència tèrmica*), i les partícules de l'ambient, com contaminants o restes orgàniques que es puguin dipositar a la seva superfície, l'afectació per eflorescències salines, o l'afectació per microorganismes.

- D'altra banda, hi ha els factors d'alteració intrínsecs de cada material, però sobretot pel que respecta a les dalles (com la composició química de cada color, entre altres), en els quals no entrarem en aquest projecte, ja que obriria unes línies d'investigació molt àmplies, que per una banda ja hi ha importants investigacions duts a terme, com la una tesis doctoral de la *Universitat d'Amberes*, de Kristels De Vis (De Vis, 2014).

Des del punt de vista del formigó armat, també hi ha molts estudis fets des de l'enginyeria de l'edificació als que podem consultar.

- Esmentar també les alteracions de caràcter antròpic que ens podem trobar en una obra exposada a la intempèrie, moltes vegades a peu de carrer, com: vandalisme, adhesió de papers o cintes adhesives, art urbà, entre altres. O degradacions a causa de les necessitats de l'ús de l'edifici, com: forats per passar tubs o instal·lacions.
- I per últim, l'afectació de restauracions antigues, en alguns casos, com la reacció desfavorable d'alguns materials de reintegració de volums perduts o d'adhesió de fragments.

## La carbonatació

La carbonatació del formigó és un fenomen que es produeix de forma natural (Martínez, 2010), fent disminuir el pH del formigó fins 9-8, i fent-lo més porós.

Quan es tracta de formigó armat, aquests dos factors anteriors (disminució del pH i porositat, causats per la carbonatació), juntament amb les variacions de la climatologia de l'entorn (humitat i temperatura), són els que poden convertir la carbonatació en una alteració intrínseca del formigó armat, ja que són l'inici del major problema de conservació i durabilitat del formigó armat, la corrosió i expansió de l'acer a l'interior del formigó.

A través de les següents cites s'explica el procés de carbonatació del formigó i com afecta al formigó armat:

*“La carbonatació és un procés lent que succeeix al formigó, on la calç apagada (hidròxid càlcic) del ciment reacciona amb el diòxid de carboni del aire formant carbonat càlcic.*

*Aquesta reacció, necessàriament es produeix en medi aquós, ja que el diòxid de carboni reacciona amb l'aigua formant àcid carbònic, el qual reaccionarà amb l'hidròxid de calci, obtenint com a resultat el carbonat de calci i aigua.*

*Reaccions que fan que el formigó pateixi una baixada de pH, i aquest passi a ser àcid, cosa que pot portar a la corrosió de l'armadura i en conseqüència a danyar la construcció de manera global.” (Teoriadeconstruccion, 2007-2021)*

El nivell d'alcalinitat inicial d'un formigó, és d'un pH al voltant de 12,5.

Quan el pH està per sota de 8 o 9, és a dir més àcid, vol dir que el formigó ha carbonatat.

*“El PH del formigó és del ordre de 12,5 i és el que proveeix a l'acer d'un ambient protegit de l'oxidació i corrosió de l'acer, el qual es denomina com a passivador en aquesta situació.*

*El període d'incubació de la corrosió depèn per tant, de la pèrdua de basicitat del formigó, conforme aquest baixa el pH degut a la carbonatació activada pel medi ambient en el que es troba l'estructura.*

*El risc d'oxidació de l'acer augmenta en presència de l'oxigen i de la humitat.” (Ycaza, 2020)*

**Procés de carbonatació:**

- a) Contacte amb l'aire (CO<sub>2</sub>) de la massa de formigó, a través dels porus.
- b) Canvi químic progressiu del formigó.
- c) Disminució del pH, de 12-13 a 8-9.

**Conseqüències per a un vitrall de ciment (de formigó amb armat d'acer):**

- d) Increment de la porositat del formigó.
- e) Entrada d'aigua per capil·laritat a l'interior del formigó armat.
- f) Contacte de l'aigua amb l'acer de l'armat.
- g) Oxidació i corrosió de les barnilles de l'armat. Aquestes s'expandeixen, augmenten de volum a un nivell alt de corrosió.
- h) Fissures i desprendiments (pèrdues) del formigó, per l'expansió de les barnilles de l'armat.
- i) Pressió del formigó a les dalles de vidre.
- j) Fissures al perímetre de les dalles de vidre

Al llarg dels anys, l'enginyeria de l'edificació ha elaborat tècniques per a comprovar el nivell de carbonatació del formigó en l'obra ja acabada i passats els anys, i la tècnica que s'ha assolit com a general per aquesta finalitat és: la "*Prova de la Fenofaleïna*". (RIARTE, 2018)

## Prova de la Fenolftaleïna

“La fenolftaleïna és un indicador de alcalinitat, un indicador de grups hidròxid (Miguel, 2013). És un compost químic inorgànic que s’obté per reacció del fenol ( $C_6H_5OH$ ) i l’anhidrid ftàlic ( $C_8H_4O_3$ ), en presència d’àcid sulfúric.” (Ycaza, 2020)

“Amb aquesta prova es determina si el pH del formigó a descendit i ja no protegeix les armadures d’acer.” (Santalla, 2012)

La Prova de la Fenolftaleïna és un anàlisi per a conèixer el grau de carbonatació del formigó. El resultat d’aquest anàlisi anirà directament lligat al diagnòstic de l’estat també del ferro de l’armadura intern del formigó.

Aquesta prova es pot aplicar tant al laboratori, extraient una mostra representativa, o *in situ*. (Teoriadeconstruccio, 2007-2021)

Com es du a terme la prova:

- a) Es necessita una solució de *fenolftaleïna* al 1% en etanol, que es pot comprar preparada o preparar-la un mateix.
- b) Es pot aplicar en esprai, a pinzell, o per degoteig.
- c) El formigó que protegeix les armadures en bon estat, agafa una coloració rosa-fúcsia intens, en cas contrari, quan el formigó està carbonatat, no agafa cap color, queda amb color de formigó humitejat.”  
(Ycaza, 2020)

d) Indicadors	pH	8,0	Incolor. (Carbonatat.)
	pH	10,0	Vermell violeta o rosa-Fúcsia. (No carbonatat.)



“Tros de formigó extret i impregnat amb *fenolftaleïna*.” El color rosa-fúcsia indica que el formigó encara no està carbonatat.  
(Ycaza, 2020)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Per altra banda, hi ha estudis que corroboren que:

***“La profunditat de carbonatació la podem calcular de forma aproximada, i es pot dir que un formigó estructural estàndard tarda uns 20 anys en carbonatar 2 cm, que és la mitja de recobriment geomètric de les estructures construïdes en el segle passat.***

***Aquesta dada ens pot servir per a determinar certs paràmetres com l’edat i resistència del formigó de la nostra obra en base als mesuraments que podem aconseguir amb la prova de fenolftaleïna.”*** (Ycaza, 2020)

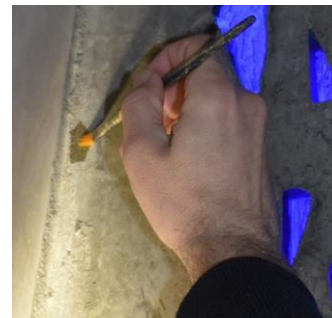
**Aquestes dada ens indica que tots els vitralls de formigó i dalla dels anys 1950-1970 estaran totalment carbonatats, ja que actualment tenen al voltant d’uns 70 anys.** Per aquest motiu no és essencial fer la *prova de la fenolftaleïna*, però s’ha fet en alguns punts del vitrall i a un tros després de formigó, només per corroborar que està carbonatat.



Ampolla de fenolftaleïna.  
preparada a l’1% en etanol.



Prova de la fenolftaleïna feta a un tros després de formigó (imatge central) i prova feta a una zona lateral del vitrall d’estudi (dreta), amb resultat és negatiu (el líquid no s’ha tornat fucsia).



(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

Això és molt important per al nostre estudi, ja que ens reforça en la idea de la importància d’alguns dels nostres objectius: la importància de l’estudi diagnòstic i del tractament de conservació preventiva, passivació i protecció del formigó d’aquests vitralls per tal de protegir i conservar els seus elements constituents de manera global i conjunta.

**La carbonatació doncs, per a un formigó armat amb acer dels anys 1950-1970, implica la desprotecció de l’acer, que provoca la desestabilització i degradació de tot el vitrall.**

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## 6.2. Estat de conservació del vitrall d'estudi i la zona de la mostra per a l'assaig amb georradar d'alta freqüència.

### Nomenclatura dels plafons

Abans de diagnosticar l'estat de conservació i elaborar el *mapping*, s'ha numerat els plafons, tal com es fa per a l'estudi preliminar dels vitralls habitualment, seguint la guia deontològica del *Corpus Vitrearum*: "de baix a dalt i d'esquerra a dreta". És a dir, mirant des de la cara interior del vitrall, començant per la cantonada de baix a l'esquerra, pujant primer per la primera fila, plafó per plafó, i a continuació tornant a començar pel plafó inferior de la segona fila, i d'aquesta manera consecutivament. La numeració mirada des de la cara exterior del vitrall és la mateixa, però la veus del revés.

A continuació es pot veure la nomenclatura del vitrall d'estudi des de les dues cares.



Nomenclatura dels plafons des de l'interior de l'edifici, cara interna o anvers del vitrall.



Nomenclatura dels plafons, vista des de l'exterior de l'edifici, cara externa o revers del vitrall.

(Fotografies i nomenclatura realitzats per Marta Golobardes. 2021.)

## Diagnòstic general d'estat de conservació del vitrall d'estudi

L'estat de conservació d'aquest vitrall és prou bo. Es pot dir que no està encara en un estat greu de conservació. Però podem fer varies observacions de les quals si que seria important ocupar-se'n el més aviat possible per tal de preservar en bon estat aquest vitrall.

A ull nu es pot observar que segurament tota la xarxa metàl·lica de l'armadura està oxidada i bona part d'ella corroïda, és a dir amb un nivell més avançat d'oxidació, en el qual es comença a expandir i ja ha fet caure lamines de formigó, sobretot a la banda externa, la qual està més exposada a la intempèrie.

A la cara exterior del vitrall també s'observa erosió del formigó i es veuen regalims d'aigua en alguns punts. També és important destacar que a la banda dreta hi ha un desaigua, el qual és un punt d'aportació d'humitat important.

S'ha de recordar que fins als anys 1990 la base d'aquest vitrall tocava a un estany d'aigua que rodejava el baptisteri, la qual cosa també era un font notable d'humitat per capil·laritat, amb la qual cosa també hi podia haver aportació de sals solubles al mur.

Trobem eflorescències salines a la part inferior de la cara interna del vitrall.

A continuació es presentaran les formes d'alteració, danys i degradacions, derivades principalment per l'expansió de l'armat en aquest vitrall.

Per a fer-ho ens hem recolzat en:

- *Projecte Coremans de material pètri* (Ministerio de Cultura y Deporte, 2021).
- *Glosari il·lustrat de formes de deteriorament de la pedra d'ICOMOS i ISCS<sup>14</sup>* (ICOMOS-ISCS, 2010).
- *Guia deontològica del Corpus Vitrearum* (Guidelines for the Conservation and Restoration of Stained Glass; Corpus Vitrearum, 2004).

Sense distingir entre alteracions intrínseques i extrínseques, ja que no sempre es pot distingir a priori quina és la seva causa d'origen o genètica, és a dir de manera descriptiva, tal com es fa al "*Projecte Coremans de pedra*" (Ministerio de Cultura y Deporte, 2021:111).

Els materials constituents dels vitralls de ciment no son específicament "pedra", però podem considerar que les alteracions que hi trobarem tenen característiques molt semblants al

---

<sup>14</sup> ISCS: *International Scientific Committee for Stone de ICOMOS*.



material petri (sobretot el formigó i el vidre), al tractar-se també de materials inorgànics amb característiques semblants en alguna mesura.

En el cas dels vitralls de ciment, a més, s'ha de distingir el diagnòstic des de l'interior i des de l'exterior de l'edifici, ja que poden haver patit diferents lesions, per estar exposats a factors diferents de l'entorn.

A continuació es pot consultar la fitxa tècnica de formes d'alteració del vitrall d'estudi.

FITXA TÈCNICA DE FORMES D'ALTERACIÓ VITRALL CIMENT PARRÒQUIA LA PAU	EXTERIOR						INTERIOR						SÍMBOLS / MAPPING
	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	ACER Armat	ACER Platines	PINTURA platines	Morter CIMENT	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	PINTURA platines	ACER Armat	ACER Platines	Morter CIMENT	
<b>Esquerdes i deformació</b> ( <i>Grietas y deformación</i> )													
<b>Esquerdes</b>													/
Fractura	x						x						--
Fissura	x	x	X			x	x	x	x			x	/
Clivellat													
Irisació/Iridesència ( <i>microclivellat característic de la degradació del vidre, que fa que provoca la difracció de la llum en diferents colors.</i> )		x											●
Disjunció en làmines.	x	x	X				x	x	x				//
<b>Deformació</b>													
<b>Despreniments</b>													
<b>Butllofes</b> ( <i>Ampollas</i> )					x								○
<b>Expansió</b> ( <i>Estallido</i> )	x						x		x				E
<b>Deslaminació</b> ( <i>Deslaminación</i> )	x					x	x		x				●
<b>Exfoliació</b>													

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

FITXA TÈCNICA DE FORMES D'ALTERACIÓ VITRALL CIMENT PARRÒQUIA LA PAU	EXTERIOR						INTERIOR						SÍMBOLS MAPPING
	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	ACER Armat	ACER Platines	PINTURA platines	Morter CIMENT	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	PINTURA platines	ACER Armat	ACER Platines	Morter CIMENT	
<b>Trets induïts per pèrdua de material</b> <i>(Rasgos inducidos por pérdida de material)</i>													
Alveolització													
Caracterització													
<b>Erosió</b>													
Erosió diferencial													
· Pèrdua de components	x												●
· Pèrdua de matriu	x					x							○
Arrodoniment													
Increment de rugositat	x					x							...
<b>Danys mecànics</b>													
Dany per impacte													
Incisió													
Excoriació <i>(ratllades)</i>													
Abrasió	x												//
Repicat													
<b>Alteració cromàtica i dipòsits</b>													
<b>Crosta</b>													
Crosta negra													
Crosta salina							x						XX
<b>Dipòsit</b> (Brutícia de l'entorn, dipòsits orgànics, silicona adherida, etc.) <i>("Dipòsit: Acumulació de material extern d'espessor variable. Alguns exemples de dipòsits: esquitxades de pintura o morter, aerosols salins marins, partícules atmosfèriques tals com sutge o pols, restes de productes o materials utilitzats en restauracions tals com apòsits de pasta de cel·lulosa, restes d'abrasius utilitzats en la neteja, etc." (ICOMOS-ISCS, 2010:44)</i>	x	x		x	x	x				x			●

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

FITXA TÈCNICA DE FORMES D'ALTERACIÓ VITRALL CIMENT PARRÒQUIA LA PAU	EXTERIOR						INTERIOR						SÍMBOLS MAPPING
	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	ACER Armat	ACER Platines	PINTURA platines	Morter CIMENT	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	PINTURA platines	ACER Armat	ACER Platines	Morter CIMENT	
<b>Alteració cromàtica</b>													
Coloració													
Decoloració (regalims) ( <i>"Modificació del color de la pedra en un dels tres paràmetres de color: to, lluminositat i saturació. - El to correspon a la característica més assenyalada del color (blau, vermell, groc, taronja, etc.). - La lluminositat correspon a la foscor o obscuritat (tons baixos) o brillantor (tons alts) d'un color. - La saturació o cromatisme correspon a la puresa d'un color, des de vius a apagats."</i> (ICOMOS-ISCS, 2010:46)	X						X						●
Taca d'humitat													
Tinció (Per l'òxid de l'armadura o de la platina)	X				X	X							●
<b>Eflorescència (salina)</b>													
<b>Incrustació</b>													
Concreció													
<b>Biocolonització</b>													
<b>Colonització biològica</b> (Teles d'aranya, etc.)	X		X				X	X					●
<b>Algues</b>													

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Es posen en dues petites taules a part, una pels metalls, per les seves característiques d'alteració específiques, i una altra per a les restauracions anteriors, ja que no formen part de formes d'alteració, però és una qüestió important a identificar a la fitxa tècnica i a l'informe gràfic.

FITXA TÈCNICA DE FORMES D'ALTERACIÓ VITRALL CIMENT PARRÒQUIA LA PAU	EXTERIOR						INTERIOR						SÍMBOLS MAPPING
	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	ACER Armat	ACER Platines	PINTURA platines	Morter CIMENT	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	PINTURA platines	ACER Armat	ACER Platines	Morter CIMENT	
<b>Metalls: alteracions, danys i deteriorament característic dels metalls</b>													
oxidació			x						x				--
corrosió avançada (Deixant parts de barnilles de l'armadura a la intempèrie)			x						x				/
pèrdua de pintura de protecció				x						x			XX

FITXA TÈCNICA DE FORMES D'ALTERACIÓ VITRALL CIMENT PARRÒQUIA LA PAU	EXTERIOR						INTERIOR						SÍMBOLS MAPPING
	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	ACER Armat	ACER Platines	PINTURA platines	Morter CIMENT	FORMIGÓ	VIDRE Dalles	PINTURA platines	ACER Armat	ACER Platines	Morter CIMENT	
<b>Restauracions anteriors.</b> (Canvis estètics. Aportació de matèria: Reintegracions de volum. Substitució de materials.)													
Adhesió													
Reintegració de volum							x						●
Substitució de materials o peces													
Reproducció de parts de l'obra													
Reintegració cromàtica (Integració de color o retoc pictòric)													

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Zona de mostra per als assajos científicotècnics amb *georradar d'alta freqüència*

El plafó que servirà de zona de mostra per les anàlisis científicotècniques amb *georradar d'alta freqüència* és el número: 4.1b1. Per als assajos s'ha decidit agafar només un plafó com a assajos pilot, i s'ha escollit aquest, ja que estava en un estat de conservació més dolent que altres. Està situat a la filera inferior, de manera que ha patit la humitat per capil·laritat, té diverses restauracions de reintegració de volum perdut de formigó i diverses barnilles a florades a la superfície per pèrdua de formigó, tant a la cara exterior com a l'interior.



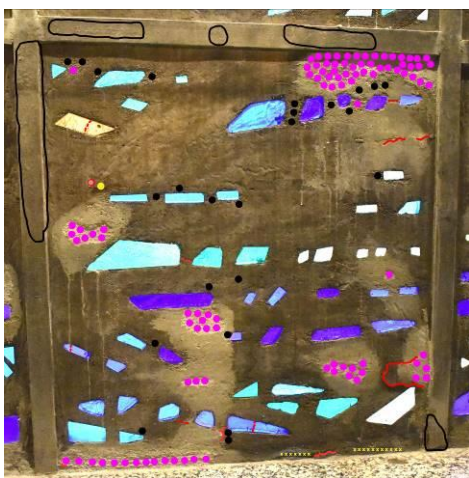
Plafó número 4.1b1 vist des de la cara interior i la cara exterior del vitrall.  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

## Informe gràfic (*mapping*)

Durant l'estudi, l'informe gràfic o *mapping* s'ha fet de tot el vitrall, de cada plafó individualment, per la cara externa i la interna, i posteriorment s'ha unificat en una taula per a veure el conjunt. D'aquesta manera era més fàcil treballar en detall ja que l'enfoc de les fotografies dels plafons individualment podia tenir més qualitat i facilitava el treball amb el *Photoshop*.

Tot i així al treball només es presenten els *mappings* de la zona de mostra on s'ha fet el test de *georadar*, el plafó 4.1b1 del vitrall d'estudi, des de la cara interior i des de la cara exterior, ja que és en el que es vol focalitzar l'atenció en aquest projecte.

### **Mapping de la cara interior del plafó número 4.1b1.**



Les formes d'alteració que trobem a la cara interior són:

- |  |    |
|--|----|
| 1. Fractura del formigó.   | -- |
| 2. Sals al formigó per capil·laritat.                              | XX |
| 3. Dipòsits brutícia. (Zones on hi ha irregularitats del formigó.) | ●  |
| 4. Restauració.  | ●  |
| 5. <i>Deslaminació</i> del formigó.                                | ●  |
| 6. Pèrdua de formigó.  | ○  |
| 7. Butllofes. (Pintura del metall de suport extern bufada.)        | ○  |

### **Mapping de la cara exterior del plafó número 4.1b1.**



Les formes d'alteració que trobem a la cara exterior són:

- |  |    |
|--|----|
| 1. Fractura vidre.   | -- |
| 2. Fractura del ciment d'unió.   | -- |
| 3. Dipòsits. (De ciment i orgànics.)                                   | ●  |
| 4. Pèrdua de components. (Erosió i rascades.)                          | ●  |
| 5. Pèrdua de formigó.  | ○  |
| 6. Pèrdua de components. (Bombolles superficials trencades de dalles.) | ●  |
| 7. Tinció. (Taca d'òxid)   | ●  |
| 8. Corrosió avançada.  | /  |
| 9. Butllofes.  | ○  |

(Fotografies i *mappings* realitzats per Marta Golobardes. 2021.)

Les formes d'alteració en detall es poden veure més endavant.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

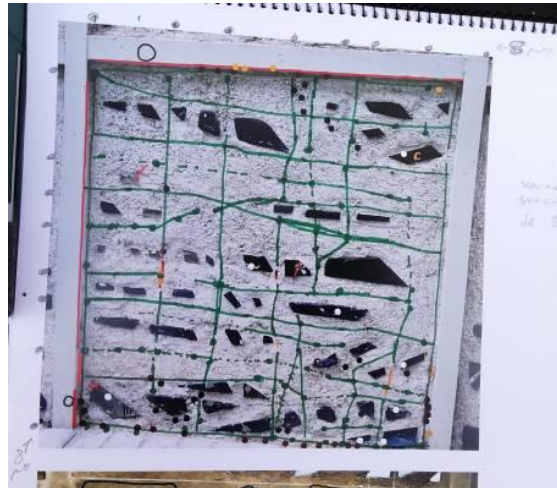
## Ubicació de les barnilles de l'armat amb *detector de metalls*

S'ha dut a terme l'estudi de la posició de l'armadura amb el detector de metalls, abans de fer l'anàlisi científicotècnic amb la *prospecció de georradar d'alta freqüència*, per tal de tenir una orientació inicial i també per a poder valorar l'efectivitat d'aquest aparell, comparant-ho amb els resultats que ens pugui donar el *georradar*.

S'ha fet només des de la cara exterior per la disponibilitat de la parròquia el dia de la visita, però es pot traspasar fàcilment a la visió des de l'interior.



Aparell detector de metalls.



Cara exterior del plafó amb les línies on es detectava metall marcades amb color verd al document de treball de camp.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes, entre febrer i abril de 2021.)

A la primera imatge es pot veure l'aparell detector de metalls, de la marca *Bosch*. A la segona imatge es pot observar el *mapping* de la ubicació orientativa de les barnilles de l'armadura del plafó d'estudi, ubicades amb el detector de metalls i marcades amb línies verdes al document de treball de camp.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Fotografies de les formes d'alteració de cada material del vitrall d'estudi

### Formigó armat de la xarxa de suport dels plafons

El formigó està en més bon estat a l'interior, però pateix algunes alteracions que no pateix a l'exterior com l'aflorament de sals.

#### Exterior



Fissura del formigó.



Tinció. (Taca d'òxid al formigó.)



Pèrdua de material. (Erosió del formigó.)

#### Interior



Dipòsit. (Silicona).



Efloracions salines.



Deslaminació del formigó.



Decoloració.  
(Regalims de la restauració).



Fissura del formigó.



Pèrdua de formigó (erosió)  
i deslaminació.

(Totes les fotografies anteriors han estat realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



## Acer del l'armadura

S'observen més barnilles vistes a la cara exterior que a la cara interior del vitrall. Això pot ser degut a que la cara exterior està més exposada als factors climàtics i per tant pot estar més malmesa i erosionada.

### Exterior



Barnilles de l'armadura que han aflorat a la superfície a conseqüència de la pèrdua del formigó que les cobria, per erosió i en part per la seva oxidació.

### Interior



Barnilla que ha quedat a la vista, desprotegida del formigó a conseqüència de la pèrdua d'un fragment de formigó que estava laminat, i tros que s'ha separat.

## Acer de l'estructura de suport extern i pintura de protecció

L'estructura exterior està en millor estat que la interior, sobretot pel que respecta a la pintura de protecció.

### Exterior



Tinció (taques d'òxid): pintura tenyida de taronja per l'òxid de la platina de l'estructura de suport extern.

### Interior



Tinció de la pintura de protecció (taques d'òxid).  
Inici de bufat o butllofes de la pintura i coloració negra.  
Butllofes de la pintura.  
Laminat de la pintura.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

## Dalles de vidre

### Exterior



Laminat amb perill de pèrdua d'un fragment.

Laminat a un lateral.

Laminat amb dipòsits de brutícia i possibles sals inserits entre la les làmines, i dipòsit de ciment.

Pèrdua de la làmina superior d'una bombolla superficial de la pasta vítria, on hi ha un niu d'aranyes, i dipòsit de ciment.

### Interior



Possible iriscació.

Fissures que comencen al perímetre i entren cap a dins el fragment de dalla.



Pèrdua d'un tros de dalla i fractura.

Fractures que travessen la dalla de banda a banda i també en profunditat.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Morter de ciment

### Exterior



Separació o descohesió entre la junta de morter de ciment i l'estructura de suport extern.

Tinció i separació entre la junta de ciment i l'estructura de suport extern.

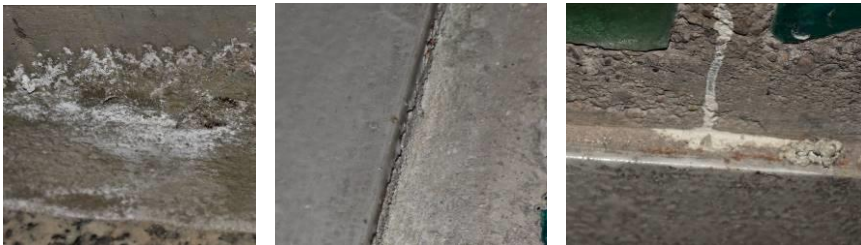
Dipòsits orgànics i de brutícia sobre la junta de ciment.

Separació o fractura entre de la junta de ciment i el formigó del plafó.

### Interior



Fractura de la junta de ciment que uneix el vitrall amb el mur, a la part superior dreta, des de la cara interior. Separació entre la junta de ciment i el plafó.



Eflorescències salines.

Fractura. Separació de la junta que uneix la platina de l'estructura de suport extern i el plafó.

Dipòsits (restes de ciment, brutícia) i tinció per l'oxidació de l'acer de la platina de l'estructura de suport extern.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Restauracions o reparacions anteriors

Només trobem intervenció de restauració al formigó, des de la banda l'interior del vitrall. A la banda exterior hi ha alguns regalims i esquitxades que semblen de ciment, però no es tantes intervencions com les de la cara interior. Només en destacarem una a la banda inferior dreta.

Les dalles i l'acer tant de l'armat com de l'estructura de suport extern, sembla que no han estat intervinguts anteriorment.

El marc de morter de ciment sembla que podrien haver estat repintat de color gris alguna vegada, segurament com a tasca rutinària de manteniment, ja que s'observen uns regalims sobre el formigó, a la part superior dreta, des de l'exterior.

### Exterior



Regalims sobre el formigó d'un possible repintat del marc de morter de ciment.



Possible intervenció de reintegració de volum de formigó.

### Interior



Plafó amb varies reintegracions de volum.

Reintegracions de volum amb morter de gra gruixut.

Reintegracions de volum fosques i de gra més fi. Aquestes sembla que podrien estar fetes just després de construir el vitrall.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Fotogrametria i ortofotografia

### Descripció de la tècnica.

*“El sistema fotogramètric permet crear models 3D a partir fotografies preses des de diferents punts de vista. Aquestes fotografies han de tindre un solapament de 2/3 de la imatge per tal que l'algoritme dels programes de fotogrametria puguin detectar i relaciona punts homòlegs en les diferents imatges, n'estima la posició i l'orientació a partir d'una perspectiva inversa i de la triangulació dels punts de la superfície de l'objecte, i crea un gran núvol de punts que en defineix la volumetria en 3D.*

*El núvol de punts genera un model tridimensional que proporciona una visió general de la volumetria de l'obra, així com de les particularitats i detalls de la superfície. Aquest model virtual ens mostra amb tota claredat les irregularitats de la superfície amb una alta definició (un marge d'error de  $\pm 0,25$  mm), així com la seva aparença visual a partir de les imatges preses en alta qualitat. Si traiem el color de la textura i li donem un efecte de llum rasant ens aporta una informació del relleu*

*A partir del model 3D, es pot obtenir la documentació 2D, sia en plànols vectoritzats a escala en format CAD, o bé confeccionant ortoimatges, que són imatges amb una projecció ortogonal a escala i sense deformació de la perspectiva.” (Font: Explicació de Jaime Salguero.)*

En el nostra cas d'estudi, la fotogrametria serveix per a recolzar els tècnics del *georradar* durant el processat de les dades.

### Metodologia

En aquest projecte s'han contractat els serveis de Jaime Salguero, per a que realitzés la fotogrametria i *ortofotografia* del vitrall, ja que els tècnics de *georadar* varen dir que era una tècnica complementaria a la seva, que ajudaria per al processat de les dades obtingudes.

Les fotografies es varen realitzar durant un matí i el cost ha estat de 240 € amb l'IVA inclòs.

## Resultats

A continuació es poden veure les fotografies obtingudes amb aquesta tècnica.

En el cas de la cara interior, aquesta tècnica ens ha permès eliminar el baptisteri que quedava al centre del vitrall, i d'aquesta manera podem tenir una visió sencera i completa del vitrall.

La *ortofotografia* ens dona el relleu precís del vitrall, de manera que serveix també com a document de control de conservació, ja que al cap d'uns anys se'n podria fer una de nou i comparar si s'ha perdut material o si han aparegut noves esquerdes.



*Fotogrametria i ortofotogrametria de la cara interior del vitrall.*



*Fotogrametria i ortofotogrametria de la cara exterior del vitrall.*

(Fotografies realitzades i cedides per Jaime Salguero. Març de 2021.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

# 7. Conservació Preventiva.

## *Sistema de Protecció Catòdica (SPC).*

---

Dins l'àmbit de la conservació preventiva hi diversos temes a tractar:

- Estudi de la climatologia de l'entorn de l'obra.
- Estudi de les variacions d'humitat i temperatura de l'obra, de mitjançant monitoratge.  
(Recopilació i estudi de dades periòdiques, per tal de diagnosticar les necessitats concretes de l'obra.)
- Elaboració d'un "pla de conservació preventiva i manteniment de l'obra".  
(*Guia del Corpus Vitrearum, 2004*).

En aquest projecte ens centrarem en un sistema de conservació preventiva concret per als vitralls de ciment, el *Sistema de Protecció Catòdica (SCP)*, mitjançant el qual s'intervé sobre el factor més perjudicial d'aquest tipus de vitrall, la corrosió de l'acer de l'armadura, ja que és el factor catalitzador de danys irreversibles al resta de materials constituents.

Amb aquest sistema s'intentarà passivar (alentir o atenuar) al màxim possible la corrosió del metall, ja que aturar-la totalment no és possible.



## Objectius d'aquest apartat

- Explicar en què consisteix el SPC i per què és tant important i interessant per a la conservació preventiva i protecció dels vitralls de ciment.
- Argumentar perquè és important l'estudi d'una tècnica innovadora de diagnosi d'estat de conservació i de caracterització de l'armadura del formigó armat del vitrall, com el *georradar d'alta freqüència*, la qual s'ha testat durant aquest treball.
- Conèixer el projecte europeu *Beglades II*, que s'està desenvolupant a Alemanya des de l'any 2015, enfocat en l'adaptació d'uns SPC específic per a la conservació preventiva dels vitralls de ciment, i que parteix d'una patent de SPC anomenada *Grillo-KKS*.  
Es resumirà l'article que s'ha agafat de referència en aquest treball, on s'explica aquest projecte.
- Conèixer la patent del SPC en la que es basa o de la que parteix el projecte *Beglades II*, la patent *Grillo-KKS* (Patent d'un SPC relativament poc invasiu, que utilitza ànodes de zinc aplicats en esprai, amb una capa orgànica de recobriment que serveix d'electròlit, la qual també pot donar un aspecte estètic superficial similar al formigó, i que per tant es podria adaptar bastant bé als vitralls de ciment.).
- Trobar alguna empresa catalana o espanyola a qui li interessi aquest tema, demanant-los una proposta i oferta pressupostària orientativa de SPC per a l'estudi de cas, per tal de valorar si seria factible incloure-ho en un pressupost de conservació-restauració de vitralls de ciment com a estudi científicotècnic preliminar.
- Saber si l'empresa contactada i interessada, coneix la patent *Grillo-KKS* i el projecte *Beglades II*, i saber si tenen la capacitat i tecnologia per a instal·lar aquest tipus d' SPC, o un amb característiques similars.

## 7.1. Sistema de Protecció Catòdica (SPC).

---

### Descripció

*“El Sistema de Protecció Catòdica (SPC) – en anglès: Cathodic protection System (CPS) - és la protecció més eficient contra la corrosió de les superfícies metàl·liques, sobretot per a les que es troben permanentment en contacte amb l’aigua, com és per exemple el cas del casc dels vaixells.” (ITCSA, 2016)*

*“En el camp de la enginyeria naval i també de l’edificació, fa molts anys que s’està investigant sobre aquest tema, tant per raons de seguretat com per raons econòmiques a gran escala (El ritme de corrosió de l’acer pot ser molt elevat i si no es possible tractar-lo, comporta la producció de més acer per a substituir-lo. De manera que genera una gran quantitat de producció i per tant despesa econòmica i energètica.).” (Miguel, 2013)*

### Funcionament d’un SPC:

*“S’aplica una tensió directa entre el reforç i un elèctrode (ànode) instal·lat addicionalment sobre el qual es polaritza catòdicament el reforç.” (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:87)*

### Tipus de sistemes, segons el tipus d’ànode:

- *“Sistemes amb ànodes de corrent impressonat o imprès, que consisteix en utilitzar materials nobles i anòdicament carregables (per exemple: titani i platí).”*
- *Sistemes amb ànodes de sacrifici, que consisteix en l’ús de metalls com el zinc o els seus aliatges.*  
*En aquest mètode, el SPC es produeix mitjançant una connexió elèctrica de la capa de zinc aplicada a l’acer de reforç com a ànode de sacrifici. El circuit elèctric es tanca a través del formigó que actua com a electròlit. Així es desenvolupa un procés en el qual el metall menys noble (zinc) se sacrifica en el procés anòdic i l’armadura té funció de càtode i es conserva millor, s’atenua la seva corrosió.”*  
(Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:87-88)

Aquest últim tipus és el que ens interessa per a l’adaptació als vitralls de ciment, i és el que s’està investigant en un projecte europeu dut a terme a Alemanya, *Beglars II*, del qual parlaré més endavant, ja que ha estat el referent inicial d’aquest treball.

Per a entendre la importància d'aquest sistema de protecció, a continuació s'explica breument en què consisteix la corrosió dels metalls, els seus mecanismes i les maneres de combatre-la o atenuar-la:

### La corrosió dels metalls

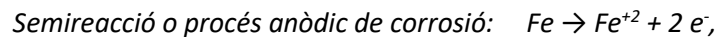
*“Els metalls es troben a la naturalesa de forma oxidada i nosaltres els utilitzem de forma reduïda.*

*Per a realitzar aquesta transformació, s'ha de gastar una gran quantitat d'energia. Per tant, els materials en forma reduïda tendiran a anar cap a formes més estables, i una forma de fer-ho és a través de la corrosió. - El metall gasta la mateixa energia per a corroir-se que la que ha estat necessària per a reduir-lo.” (Mellado, 2011)*

*“La corrosió és la reacció dels materials metàl·lics amb el seu entorn, amb pèrdua de les seves propietats específiques.*

*La forma de produir-se la corrosió més habitual dels metalls és a través d'un procés electroquímic (corrosió electroquímica), que succeeix a escala microscòpica.*

*El ferro (Fe) passa a ferro II ( $Fe^{+2}$ ), deixant lliures electrons:*



*aquests electrons son capturats per l'aigua i l'oxigen, donant lloc a la formació de grups  $OH^{-}$  : Semireacció o procés catòdic de reducció:  $O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 4 OH^{-}$*

*A més a més, es necessita un electròlit (o agent oxidant) per a que es produeixi la mobilitat electrònica.*

*L'agent oxidant més habitual és l'oxigen, però per a certs materials com és el ferro, l'oxigen no és suficient, sinó que a més fa falta la presència de l'aigua. Per tant, l'aigua serà el principal electròlit.” (Miguel, 2013)*

### L'ànode i el càtode en un procés de corrosió electrolítica

*“Els electrons presents als àtoms de les peces o estructures metàl·liques viatgen d'una banda a l'altra d'aquests, degut a la diferència de càrregues electromagnètiques del material, igual que passa dins una pila.*

*Els electrons són atrets per càrregues positives al costat (o pol) oposat de l'estructura (com un imant).*

<i>“L'ànode o pol negatiu, és la zona que perd electrons.”</i>	És el material que <b>s'oxida</b> . Funciona com a material de sacrifici en un SPC.
<i>“El càtode o pol positiu, és la zona que rep electrons.” (ITCSA, 2016)</i>	És el material que <b>es redueix</b> . És el material a conservar o que es conserva en millor estat en el cas d'un SPC.

### El potencial de corrosió

*“El potencial de corrosió és l'energia a la qual la densitat de corrent passa de ser catòdica a ser anòdica.” (Mellado, 2011)*

### El potencial electroquímic

*“El potencial electroquímic (E) ens indicarà quins materials es corroun més fàcilment, ja que quant major sigui el potencial, el procés de corrosió serà més espontani.*

*Per exemple (Assaig de piles de corrosió fet pel Dr. Santiago Miguel Alonso, al que estic fent referència en aquestes descripcions.):*

<i>Potencial electroquímic (E) de l'acer inoxidable:</i>	<i>Fe/Fe<sup>2+</sup> E = 0,32 V</i>
<i>Potencial electroquímic (E) del zinc:</i>	<i>Zn/Zn<sup>2+</sup> E = 0,8 V</i>

*Aquests resultats ens indiquen que el zinc es corrourà abans de manera espontània que l'acer inoxidable, ja que té el potencial més alt.” (Miguel, 2013)*

*Per tant, en un SPC funcionaria com a ànode o metall de sacrifici, per a protegir de la corrosió a l'acer inoxidable.”*

És en aquest sistema de pila o diferències de potencials, en el qual està basat el *Sistema de Protecció Catòdica*.

És a dir, que el SPC consisteix en aportar un ànode que s'oxidi abans que el metall que es vol conservar, de manera que es corroeixi aquell material de major potencial (que funcionarà d'ànode o metall de sacrifici), que no pas el de menor potencial (el que es vol conservar).

La dificultat que trobem en aquest projecte sobre vitralls de ciment, ve donada pel fet d'adaptar aquest sistema industrial (per a tractaments d'estructures de grans dimensions), a murs de formigó armat estrets o prims, com son els vitralls de formigó, d'uns 2,5-3 cm de gruix.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## **Adaptació del sistema de protecció catòdica als vitralls de ciment: Projecte Beglares II.**

### **Descripció resumida del projecte *Beglares II***

El *Projecte Europeu Beglares II*, d'Alemanya, és un projecte d'investigació publicat l'any 2015, enfocat a tractar aquesta dificultat o limitació comentada anteriorment. Està impulsat per la cooperativa d'empreses o grup de treball d'investigació industrial AiF (*Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke"* [Grup de treball d'associacions d'investigació industrial "Otto von Guericke"])<sup>15</sup> i en col·laboració amb el Ministeri Federal d'Economia i Tecnologia (BMWj) de l'Estat Alemany. Té l'objectiu principal de conservar els materials constitutius dels vitralls de ciment *in situ*, per evitar al màxim possible la necessitat de desmuntar aquest tipus de vitralls quan estan en un estat avançat o greu de deteriorament.

A partir d'aquesta referència bibliogràfica, s'han investigat les possibilitats i inconvenients de dur a terme la instal·lació d'un SPC adaptat al vitrall d'estudi en aquests moments per part d'empreses de Catalunya o del resta d'Espanya.

### **Referència bibliogràfica de l'article de presentació del projecte:**

"Busse, F.; Heidrich, C.; Kleine, M.; Sander, C.; Ünal, M. (2015).

**Beglares II protection and restoration of monumental concrete-glazing with cathodic protection systems.**

[Beglares II protecció i restauració de vitralls de formigó monumentals amb sistema de protecció catòdica.]

---

<sup>15</sup> Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF): "*Grup de treball d'associacions d'investigació industrial. AiF s'ha compromès a promoure la investigació industrial conjunta (IGF), en la qual es produeixen principalment petites i mitjanes empreses (pimes) en una indústria o en un camp tecnològic, en estreta col·laboració amb el Ministeri Federal d'Economia i Tecnologia (BMWj). El paraigua de l'AiF col·labora de manera precompetitiva amb el propòsit d'investigar conjuntament. Des de 1978 ha actuat com a gestor de projectes de mesures federals específiques de l'empresa per a promoure la R+D a les pimes. Actualment la filial AiF, AiF Projekt GmbH, és el patrocinador del projecte BMWj per al mòdul de cooperació del Programa Central d'Innovació per a Pimes (ZIM-KOOP).*"

"Otto von Guericke" eV (AiF): *Grup de treball de les associacions de recerca industrial fundat el 22 de juny de 1954 com una organització de 20 associacions de recerca industrial que hi havia a la República Federal d'Alemanya en aquell moment. El 2010 la seva oficina de Berlín es va separar com a AiF Projekt GmbH i, el 2011, el patrocini del projecte de recerca FH com a AiF Reserch · Technology · Communication GmbH. Totes dues empreses segueixen estretament relacionades amb AiF eV com a filials de propietat integral. Membres: Al voltant de 100 associacions de recerca de diferents indústries i camps tecnològics interdisciplinaris amb 48 institucions de recerca pròpies i un total de més de 1.200 centres integrats de recerca són ara membres de ple dret de l'AiF. Finançament: En total, l'AiF atorga cada any uns 0,500 milions d'euros de finançament públic. Estructura: Els estatuts de l'AiF estan ancorats als següents òrgans: Assemblea General, Presidència, Patronat, Consell Científic, Consell Consultiu de Gestió, Comitè d'Investigació de la Comunitat Industrial.* " (Bundesministerium für Bildung und Forschung. [Ministeri Federal d'Educació i Investigació.], S.D.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

9<sup>th</sup> Forum for the conservation and technology of historic stained-glass. Stained-glass: how to take care of a fragile heritage?

[9è Fòrum per la conservació i la tecnologia dels vitralls històrics. Vitralls: Com tenir cura d'un patrimoni fràgil?]

ICOMOS<sup>16</sup> France, Paris, Corpus Vitrearum, LRMH., 83-90.”

### **Antecedents del projecte *Beglares II*: *Beglares I*.**

“*Beglares I* és un projecte promogut també per AiF, en el qual es varen desenvolupar tècniques i un morter especial per a la restauració de vitralls de formigó del segle XX.

En el context d'aquest projecte, la corrosió de l'armadura induïda per la carbonatació de la xarxa de suport de formigó es va determinar com a principal causa de danys d'aquest tipus de vitralls. Durant l'estudi es varen trobar amb diferents nivells de degradació del formigó:

Estat lleu:	Petites esquerdes i petites zones amb esclats superficials.
Estat greu:	Zones totalment destruïdes.

En aquest projecte es va documentar la restauració de vitralls parcialment i substancialment destruïts, mitjançant el desmantellament de la finestra i el perfilat o reintegració de volums perduts amb morters de restauració especialment desenvolupats en el projecte de recerca.

O fins i tot es van documentar intervencions de reproducció de zones del vitrall de formigó perdudes, fetes al taller. Es va decidir fer una intervenció d'aquestes característiques als vitralls en pitjor estat, els quals si no s'haguessin intervingut s'haurien degradat molt en poc temps.

Van arribar a la conclusió que les principals causes de la corrosió de l'armadura eren, per una banda la poca o mala selecció dels materials (o matèries primeres) i per altra banda les deficiències de qualitat.” (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015)

### **Descripció de la investigació del projecte *Beglares II***

En aquest segon projecte, s'investiga com atenuar la corrosió de l'acer de l'armadura d'un vitrall de ciment, adaptant el SPC utilitzat per l'enginyeria civil o de l'edificació al tractament dels vitralls de ciment, partint de la “*patent de Grillo Herstellerangaben*” i intentant-la millorar.

---

<sup>16</sup> ICOMOS: “ICOMOS (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios) és una organització internacional no governamental associada a la UNESCO. Està dedicada a la promoció de la teoria, la metodologia i la tecnologia aplicada a la conservació, protecció i posada en valor del patrimoni cultural. Els seus treballs es basen en els principis consagrats a la Carta Internacional de 1964 sobre la conservació i la restauració de monuments i llocs, denominada Carta de Venècia.” (ICOMOS, 2021)

**Patent: Grillo-KKS-Beton (Grillo - cathodic corrosion protection):**

*“Consisteix en aplicar una capa de sacrifici feta de zinc, mitjançant arc elèctric, aplicat en esprai.”*

(Grillo, S.D.) (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:87-88)



Esquema del sistema de protecció catòdica patentat per Grillo.

(Font de la imatge: Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015; <http://kks-beton.de/imagesprinzipgrillokks.jpg>)

**Característiques específiques d'aquesta patent i el sistema catòdic patentat:**

- *“El sistema serveix contra la corrosió d'acers en formigó.*
- *La patent va ser desenvolupada per Grillo-Werke AG.*
- *Patentat a tot el món.*
- *Combina una capa de zinc polvoritzada tèrmicament i un revestiment superficial addicional que s'aplica sobre formigó armat.*
- *El sistema de la patent “Grillo-KKS – Beton” us proporciona una solució per a la protecció duradora i segura del formigó armat ja danyat, però encara funcional.*
- *El sistema només requereix breus treballs de rehabilitació. Això estalvia molt de temps en comparació amb altres mètodes de reparació.*
- *L'ànode de zinc es pot aplicar de manera automatitzada, cosa que permet reduir els costos d'instal·lació.*
- *El sistema també s'instal·la amb molt poc soroll.*
- *Una característica especial del sistema és la seva “funció de manteniment baix”, ja que no requereix cap control i operació que requereixi molt de temps.” (Grillo, S.D.)*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

### **Objectius específics del projecte *Beglars II***





- a) *Aconseguir un sistema de protecció de la corrosió pels vitralls de formigó<sup>17</sup> que estigui desenvolupat i especialment adaptat per a les necessitats de la preservació i la conservació-restauració d'aquests béns culturals, ja que molts SPC utilitzats per a grans estructures no són fàcils d'aplicar en vitralls de formigó, degut a que estan parcialment compostos per vidre i per capes o barnilles primes de metall.*
  
- b) *Aconseguir una protecció de llarga durada contra la corrosió i la corrosió avançada de l'armadura del formigó, ja que si es pogués trobar la manera de fer-ho, la vida aproximada de la capa de zinc aplicada (d'unes 250 micres) seria entre 25 i 30 anys, segons Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015.*
  
- c) *Aconseguir una instal·lació del sistema el menys invasiva possible, per evitar fer més danys a l'obra.*
  
- d) *Millorar la patent de Grillo, a través dels següents punts:*
  - d.1) Reduir la perillositat per a la salut dels operaris en l'aplicació del SPC.*
  
  - d.2) Reduir el cost econòmic de l'aplicació del SPC.*
  
  - d.3) Reduir l'esforç físic dels operaris per a l'aplicació.”*  
(Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015: 89)

---

<sup>17</sup> “Vitralls de formigó”: Dins la redacció del resum de l'article, enlloc d'utilitzar els termes “vitral·l de ciment”, com al resta de treball, utilitzaré “vitral·l de formigó”, ja que és com l'anomenen en aquesta referència bibliogràfica.



**Resum dels principal tipus de restauració coneguts, que exposen a l'article:**

Principis de la c-r	Principis de la protecció contra la corrosió	Representació gràfica
R	Protecció de la corrosió a través de restaurar l'alcalinitat de l'entorn, re-passivació.	
W	Protecció de la corrosió mitjançant la minimització del contingut en aigua en el formigó.	
C	Protecció de la corrosió mitjançant una capa de reforç en les àrees crítiques.	
K	Protecció Catòdica. (PC)	

Taula comparativa de diferents tipus de protecció de la corrosió d'una armadura d'acer.  
 (Títol original de la taula: "Taula. 1 Principis de la restauració d'acord amb "DAfStb RL SIB<sup>18</sup>"  
 (Part 1).") (Text i imatges: Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:87).

**Característiques del SPC investigat en el projecte *Beglars II***

- "Es produeix mitjançant una connexió elèctrica de la capa de zinc ruixada (aplicada amb esprai) com a ànode de sacrifici a l'acer de reforç (armadura).
- El circuit elèctric es tanca a través del formigó que actua com un electròlit.
- Si al recobriments de zinc es proporciona a més amb un recobriments orgànic, la seva vida es pot allargar significativament (Patent de Grillo Herstellerangaben)".

<sup>18</sup> RL-SIB: "(Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen = directriu per a la protecció i restauració d'elements de construcció de formigó). Aquesta directriu té quatre principis bàsics. És responsabilitat dels experts seleccionar el principi adequat per a cada cas, tècnicament i econòmicament." (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:86)

### Mètode d'aplicació del SPC segons Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:

- *“El mètode d'aplicació depèn de varis factors:*
  - *L'estat de conservació del vitrall,*
  - *Les dimensions de la superfície de formigó,*
  - *La posició: si la superfície a tractar està en horitzontal, vertical o inclinat;*
  - *La textura o relleu de la superfície (si és relativament pla o si hi ha zones convexes i còncaves);*
  - *L'aparença desitjada, depenent del tipus de formigó que es tracti;*
  - *Les característiques del material on s'aplicarà: viscositat, temps de processament, modificabilitat, etc.”*  
(Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:89)
  
- L'aplicació desenvolupada en el projecte *Beglares II* fins l'any 2015 és bastant complexa i tenen com a objectiu seguir desenvolupant-la per a aconseguir un mètode d'aplicació més senzill i eficient per a un tractament de conservació-restauració *in situ*, de baix cost, amb baix esforç físic i amb seguretat per a la salut, partint de la patent Grillo-KKS. Com a experts han decidit que serà una convenció dels principis de restauració R i K de la taula que s'ha vist anteriorment.

#### Passos a seguir:

##### Preparació prèvia:

- *“Tractar les dalles de vidre amb exfoliacions o components susceptibles de perdre's, mitjançant adhesió o fixació amb resina epoxídica Araldite Set 2020, segons la referència de De Vis et. al. 2010.*
  
- *Protecció de les dalles de vidre, mitjançant pel·lícules de plàstic protectores. Per a protegir-los de l'impacte de partícules sòlides del feix de polvorització de l'arc elèctric.*
  
- *Eliminar els components solts del formigó de les zones on han quedat barnilles una mica vistes, amb eines giratòries o calefactades o amb eines elèctriques o pneumàtiques, deixant exposats uns 3 cm aproximadament d'acer corroït.*
  
- *Eliminar el material de sota les barnilles de l'armadura i l'òxid de l'acer, mitjançant projecció de partícules en sec.*
  
- *Soldar uns contactes a l'acer (unes planxes fines d'acer inoxidable, col·locades en forma de “U”, envoltant la barnilla), que després de tapar-lo amb formigó, serviran d'unió amb la superfície exterior.*

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- *Aplicar una capa d'anticorrosiu a aquestes planxes (o contactes).*
- *Aplicar el morter de restauració adequat.*  
*En aquest moment tota la superfície de formigó s'ha convertit en una superfície de contacte inclusiva, que ara forma una capa amb la superfície externa del formigó.*
- *Projectar partícules o "sorrejar" la capa superficial del formigó.*
- *Aplicació d'una capa o revestiment de zinc de 250 micres de gruix, mitjançant un procés de polvorització amb pistola d'arc elèctric.*
- *Protegir de la intempèrie de la capa de zinc, amb un recobriment orgànic transpirable per a que hi pugui haver difusió de la humitat i no es quedi encapsulada, que per altra banda també dona un aspecte estètic o òptic semblant al formigó original.*
- *Netejar la superfície del vidre, eliminar les proteccions plàstiques.*  
*(Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:87-88)*

Aquest mètode és el que durant el projecte *Beglars II* volen desenvolupar i millorar, facilitant la forma d'aplicació, utilitzant possiblement un ànode flexible de guix, que es pogués assimilar estèticament al formigó.

Malauradament, després de l'any 2015 no s'han trobat més articles sobre l'evolució d'aquesta investigació. També s'ha intentat contactar amb els seus autors principals i de moment no s'ha rebut resposta.

En l'apartat següent es farà una valoració de la possibilitat que hi ha a Catalunya i al resta d'Espanya de poder aplicar aquest sistema en el cas d'estudi del treball, amb les tècniques disponibles actualment per les empreses consultades.

## 7.2. Valoració de la possibilitat d'instal·lar d'un SPC al vitrall d'estudi amb empreses catalanes o espanyoles actualment.

---

### Metodologia

- **Recerca d'empreses d'instal·lació de sistemes de protecció catòdica (SPC) a Catalunya i Espanya:**

Entre els mesos de novembre i desembre de 2020, ja durant les pràctiques del màster, es contacta amb diverses empreses especialitzades en SPC demanant un estudi i proposta d'instal·lació d'un sistema de protecció catòdic a vitralls de formigó armat.

Respon positivament Víctor de Gregorio, de l'empresa *IR Corrosión*, distribuïdora de l'empresa internacional *Vector Corrosion Technologies*, amb seu a Madrid:

*IR CORROSION S.L.* és una empresa especialitzada en la instal·lació de sistemes de protecció catòdica de diferents tipus. (IR CORROSION, S.D.)

És una de les empreses distribuïdores de l'empresa internacional *Vector Corrosion Technologies (VCT)*. *Innovation Solutions for Corrosion Problems*.

Una altra de les empreses distribuïdores és l'Alemanya *Protector KKS GmbH*, que és la que està vinculada amb el projecte *Beglades II*, en el que s'ha recolzat aquest treball.

(Vector Corrosion Technologies, 2021)

El mes de febrer s'explicà més detalladament el cas d'estudi concret per a que poguessin fer una proposta i pressupost orientatiu. Ha de ser orientatiu perquè encara no s'ha fet la prospecció amb *georadar d'alta freqüència* que ens hauria de donar la informació de la caracterització, ubicació i estat de conservació de l'armadura. (Els tests amb *georadar* i el pressupost orientatiu del SPC es varen demanar en paral·lel per tal de que es pogués tenir una orientació de resultats en els dos sentits per aquest treball.)

Finalment també s'ha intentat contactar tant amb els autors de l'article de referència (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015), com amb el responsable de la distribuïdora Project KKS (Michel Sauer) de *Vecor Corrosion Technologies*, per tal de saber si el SPC del projecte s'havia seguit desenvolupant i si hi havia nous resultats, però encara no s'ha obtingut resposta.


Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Cement. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

A continuació es pot veure el pressupost orientatiu enviat per l'empresa IR Corrosión, el 16 de febrer de 2021, que s'ha transcrit a continuació per tal de que es pugui llegir correctament.



IR Corrosión S.L.  
+34 918 120 023  
+34 918 738 279  
info@ircorrosion.com

### PRESUPUESTO ORIENTATIVO

#### ÁNODOS GALVÁNICOS EN VIDRIERA DE HORMIGÓN ARMADO

---

A la atención de: 16 de febrero de 2021  
Ref: PR21-1161

**Marta Golobardes Subirana**  
**Conservadores-Restauradores d'obres d'art i béns culturals**  
**Barcelona**

+34 619 253 812  
 martegolobardes@gmail.com  
 Su Ref.:

Item	Descripción	ud.	Cantid.	Precio ud.	Importe
1.	<b>Materiales</b>				
1.1	Ánodo Galvanized N. (Caja de 30 unidades) Dimensiones del ánodo: 25x25x125 mm. Nº de ánodos: 6 - 12 unidades por m <sup>2</sup> . (Depende de la distribución y continuidad de la armadura)	ud.	1	369,00 €	369,00 €
1.2	Ánodo Galvanized XPT. (Caja de 50 unidades) Dimensiones del ánodo: 34x28x100 mm. Nº de ánodos: 4 - 9 unidades por m <sup>2</sup> . (Depende de la distribución y continuidad de la armadura)	ud.	1	1.025,50 €	1.025,50 €
2.	<b>Transporte y embalajes</b>				
2.1	Embarques	ud.	1	0,00 €	0,00 €
				1. Subtotal Materiales	
				2. Subtotal Transporte	
				Subtotal	NA
	Los precios no incluyen IVA u otros impuestos.				
				Total	NA

Disponibilidad: 1-2 semanas desde aceptación del pedido.  
 Validez de la oferta: 30 días.  
 Forma de pago: 100% a 30 días de fecha factura, por transferencia.

**Nota:**  
 Los precios unitarios son exclusivos para el total del presupuesto.  
 No se incluye ningún material o servicio no indicado expresamente en el presupuesto.

**COVID-19**  
 El brote actual de COVID-19 está afectando a muchas empresas mundiales. Por lo tanto, los costos de transporte tienen gran cantidad de retrasos que aumentan día a día en todo el mundo. Desafortunadamente, tenemos poco control sobre esta situación, pero hacemos todo lo posible para mitigar los retrasos cuando sea posible. IR Corrosión no será responsable por demoras fuera de nuestro control.

En caso de aceptar el presupuesto, por favor, remitir firmado como pedido formal. Al firmar este presupuesto se aceptan los términos y condiciones expuestos en la oferta.

Firma o sello del cliente.  
Fecha:

PR21-1161
1 de 1

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Cement. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Transcripció del pressupost de IR Corrosión

### IR CORROSION. PROTECCIÓN CATÓDICA.

IR Corrosión S.L. 918 322 023. 618 709 219. [info@ircorrosion.com](mailto:info@ircorrosion.com)

16 de febrero de 2021.

A la atención de: Marta Golobardes Subirana. Barcelona.

Ref.: PR21-1161

Conservadora-Restauradora d'obres d'art i béns culturals.

### PRESUPUESTO ORIENTATIVO

#### ÁNODOS GALVÁNICOS EN VIDRIERA DE HORMIGÓN ARMADO

Item	Descripción	ud.	Cantid.	Precio ud.	Importe
1.	Materiales				
1.1	Ánodo Galvashield N. (Caja de 30 unidades) Dimensiones del ánodo: 25x25x125 mm. Nº de ánodos: 6 - 12 unidades por m2. (Depende de la distribución y continuidad de la armadura)	ud.	1	369,00 €	369,00 €
1.2	Ánodo Galvashield XPT. (Caja de 50 unidades) Dimensiones del ánodo: 24x28x100 mm. Nº de ánodos: 4 - 9 unidades por m2. (Depende de la distribución y continuidad de la armadura)	ud.	1	1.035,50	1.035,50
2.	Transporte y embalajes				
2.1	Ex-works	ud.	1	0,00 €	0,00 €
		1. Subtotal			
		2. Subtotal			
				Subtotal	NA
	Los precios no incluyen IVA u otros impuestos.				
				Total	NA
	Disponibilidad:	1-2 semanas desde aceptación del pedido.			
	Validez de la oferta:	30 días.			
	Forma de pago:	100% a 30 días de fecha factura, por transferencia.			
	Nota:	Los precios unitarios son exclusivos para el total del presupuesto.			
		No se incluye ningún material o servicio no indicado expresamente en el presupuesto.			
	COVID-19	El brote actual de COVID-19 está afectando a muchas empresas mundiales. Por lo tanto, las redes de transporte tienen gran cantidad de retrasos que aumentan día a día en todo el mundo. Desafortunadamente, tenemos poco control sobre esta situación, pero haremos todo lo posible para mitigar los retrasos cuando sea posible. IR Corrosión no será responsable por demoras fuera de nuestro control.			

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- **Valoració de la oferta feta i consultes posteriors.**

En la oferta orientativa, *IR Corrosión* proposa instal·lar de 6-12 o de 4-9 segons el tipus d'ànode utilitzat.

- Des del punt de vista de la conservació-restauració, el nombre d'ànodes per plafó és massa elevat i els ànodes tenen unes dimensions molt grans respecte a les dimensions del mur del vitrall (2,5 x 2,5 x 12,5 cm o 2,4 x 2,8 x 10 cm, respectivament).
- El tècnic de *IR Corrosión* informa que l'oferta és una estimació orientativa, tant econòmicament com en nombre d'ànodes per plafó, i que un cop es tingui l'estudi de les característiques, la ubicació i estat de conservació de l'armadura d'acer, es podria ajustar a les necessitats específiques del cas, amb la possibilitat d'instal·lar menys ànodes per plafó.

El cost econòmic no és molt elevat, i sembla assumible dins un pressupost de conservació-restauració d'aquestes característiques. Es consulta aquest aspecte amb J.M. Vitralls Bonet.

Sobre les possibilitats d'ànodes més petits, sembla que es complica trobar-ne al mercat, però que es podria estudiar.

**Consulta 1: Possibilitat d'utilitzar un tipus de SPC per capa de zinc:**

En la seva opinió, segons la experiència que tenen des de la seva empresa, l'aplicació de làmines de zinc no es prou efectiva i s'ha de canviar cada menys anys que l'altre tipus d'ànodes, de manera que això pot causar més danys a l'obra. No la recomanen.

**Consulta 2: Possibilitat d'utilitzar ànodes de zinc en esprai i el coneixement de la patent Grillo-KKS:**

El tècnic coneix la patent i el sistema. L'empresa l'ha utilitzat, però només per a protecció de metalls a la intempèrie, en zones properes al mar, mai per a formigó armat.

Diu que duren poc, ja que és una capa molt fina, i que per tant s'han de canviar abans que altres tipus d'ànodes. És a dir que tenen un rendiment baix, en la seva opinió.

Preguntarà a col·legues d'altres empreses, per saber si tenen experiència de l'ús de l'esprai de zinc en formigó armat, i intentarà passar-me una oferta orientativa també. (De moment no es té resposta, però està en curs. Com que aquest projecte és també d'aplicació professional, la investigació seguirà també després d'aquest TFM.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Cement. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- **Reflexió crítica. Valoració personal.**

Seria molt interessant que des de les institucions espanyoles i/o catalanes dedicades a la conservació i protecció del patrimoni, com per exemple el CRBMC de la Generalitat de Catalunya, s'interessessin per la conservació i protecció d'aquest patrimoni i per l'estudi i implantació d'aquest SPC adaptat als vitralls de ciment.

Seria interessant també que s'intentés obrir una via de diàleg institucional amb els responsables d'aquest projecte *Beglars II* i amb empreses que el puguin desenvolupar i implementar. (Durant aquest treball s'ha fet a nivell personal, però seria interessant fer-ho amb el recolzament institucional.)

I per últim, s'hauria d'acompanyar amb la dedicació de subvencions o fons econòmics per a aquest objectiu.

## **Conclusions de l'estudi sobre el sistema de protecció catòdic (SPC)**

En primer lloc s'ha explicat de manera genèrica i específica el SPC i la importància per a la conservació preventiva i protecció dels vitralls de ciment.

El més positiu com a conclusió d'aquest apartat, és que s'ha trobat almenys una empresa que s'ha estudiat el cas i que està oberta a implicar-se en aquest estudi de recerca de SPC per a vitralls de ciment, l'empresa *IR Corrosión*, de Madrid.

Se seguirà el contacte amb la empresa *IR Corrosión* per aconseguir saber si serien capaços d'instal·lar un SPC amb esprai de zinc i capa orgànica, com el de la patent de Grillo-KKS al vitrall d'estudi d'aquest treball, la qual cosa ja estan estudiant, ja que la tècnica és a l'abast de les empreses espanyoles i es fa servir habitualment, tot i que no gaire en formigó armat i segurament mai s'ha utilitzat en vitralls de ciment.

Si finalment veiessin possible instal·lar els SPC de la patent de Grillo-KKS, se seguiria l'estudi de prospecció amb *georradar d'alta freqüència* iniciat en aquest TFM, per tal de tenir la caracterització completa i el diagnòstic concret de l'estat de conservació de l'armadura del vitrall d'estudi, per tal de que ens puguin fer una oferta pressupostària concreta i aplicable. Segurament seria la primera aplicació d'aquest sistema a Espanya.

Se seguirà buscant empreses més properes, d'aquí Catalunya, amb el mateix objectiu.

I per últim, per una banda, se seguirà intentant contactar amb els desenvolupadors del projecte *Beglars II*, per saber si tenen nous resultats sobre el desenvolupament del SPC especialitzat per a vitralls de ciment. I per altra banda, s'intentarà presentar la proposta de fer-ho conjuntament amb institucions oficials com el CRBMC.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



## 8. Anàlisi científicotècnica.

### Assaig amb *georradar d'alta freqüència*.

Caracterització i diagnosi d'estat de conservació de l'armadura d'acer.

---

Al projecte *Beglades II* es fa referència a l'estudi científicotècnic de l'armadura d'acer del formigó armat del vitrall de manera genèrica (*"Per a l'anàlisi de la construcció s'utilitzen nombrosos mètodes de recerca i proves, destructives i no destructives"* (Busse, Heidrich, Kleine, Sander, Ünal, 2015:86), sense especificar les tècniques utilitzades, ni els seus resultats concrets. De manera que en aquest treball, s'han fet tests bàsicament amb dues tècniques, sobre una zona de mostra del cas d'estudi (un plafó):

- Detecció de metalls mitjançant un detector de metalls.
- Prospecció amb *georadar d'alta freqüència*, que s'explica més endavant.

També es va provar amb càmera tèrmica, però no vam obtenir resultats rellevants.

Amb la finalitat següent:

- Caracteritzar l'armadura d'acer.
- Ubicar amb precisió l'armadura d'acer i les soldadures si n'hi ha.
- Diagnosticar l'estat de conservació específic de l'armadura d'acer.

La indústria de l'edificació ha investigat molt sobre com analitzar les estructures de formigó armat, però sempre es parla de grans estructures amb uns gruixos considerables i en el cas dels vitralls de ciment, ens trobem davant d'una estructura d'entre 2,5 i 3 cm de gruix.

Alguns dels estudis científicotècnics per a l'estudi una estructura de formigó armat, de manera genèrica són els següents:

- *"Determinació de la velocitat de transmissió del so mitjançant ultrasons,*
  - *Determinació de la profunditat de carbonatació (Prova de la Fenoftaleïna)*
  - *Determinació de l'índex de rebot,*
  - *Extracció de mostres testimoni,*
  - *Verificació amb un escàner de la posició de l'armadura i la seva profunditat,*
  - *Extracció de mostres d'acer de l'armat si és necessari,*
  - *Determinació de les característiques mecàniques,*
  - *Observació al microscopi de presència de microfissures.*
- Entre altres."* (PASCUAL, 2019:73-83)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Entre ells no s'esmenta el *georradar d'alta freqüència*. Però la gran diferència de gruix que hi ha entre el mur d'un edifici i un vitrall de ciment, juntament amb la necessitat de saber la ubicació de les barnilles i les soldadures (si n'hi ha) i l'estat de conservació específic de cada zona de l'acer de l'armadura, de manera molt exacta, em va impulsar a investigar la possibilitat de provar d'analitzar-los amb aquesta tècnica que ja fa anys que s'utilitza en el camp de l'arqueologia, la prospecció amb *georradar*, però en aquest cas, *d'alta freqüència*.

Això va ser després de saber que s'estava utilitzant amb bastant èxit per a la diagnosi de mosaics romans del jaciment arqueològic d'Empúries, alguns dels quals tenien una malla metàl·lica fina que s'havia detectat amb aquesta tècnica, dins la investigació per a la tesi doctoral de la conservadora-restauradora Sílvia Llobet (Sala, Ortiz-Quintana, Rodríguez, García, Llobet, Tamba, 2020:219-236).

Es va contactar amb Roger Sala, el tècnic de la investigació, per proposar-li aplicar-ho al cas d'estudi d'aquest treball i li va interessar molt, ja que es posava la tècnica al límit.

Per altra banda, s'ha fet en la *prova de la fenoftaleïna* en varis punts del vitrall d'estudi i en un tros després de formigó, tal com s'ha mostrat anteriorment, donant negativa en tots els punts. Aquests tests només s'han fet per a corroborar que el formigó està carbonatat, basant-nos en els anys que fa que està construït, tal com s'ha explicat a l'apartat d'estat de conservació de l'estudi de cas.

### **Objectius d'aquest apartat**

- Conèixer la tècnica del *georradar d'alta freqüència*.
- Provar si pot ser efectiu com a anàlisi científicotècnica d'estudi diagnòstic pels vitralls de ciment, mitjançant un test al vitrall d'estudi.
- Saber si el cost econòmic d'aquest tipus d'anàlisi seria assumible dins un projecte i pressupost de conservació-restauració real de vitralls de ciment. (Recolzant-nos en el punt de vista de l'empresa col·laboradora J.M. Vitralls Bonet i amb l'experiència pròpia.)

## 8.1. Georradar d'alta freqüència.

---

La tècnica de prospecció amb *georradar d'alta freqüència* és l'anàlisi científicotècnic escollit com a estudi de diagnòstic previ i necessari per a la instal·lació del sistema de protecció catòdica (SPC) de manera efectiva en un vitrall de ciment.

L'elecció d'aquesta tècnica va ser arrel de la recerca d'una tècnica analítica més precisa que les ja existents per al formigó armat de l'edificació, per tal de poder detectar i estudiar l'armadura del vitrall de ciment, constituïda per barnilles primes, d'uns 0'5-0'6 cm de diàmetre, i que es troben a molt poca profunditat, entre 1 i 2 cm. A més, la profunditat pot ser variable, ja que pot estar més enfonsada per una zona que per una altra dels plafons que constitueixen el vitrall.

Per altra banda, la conferència<sup>19</sup> conjunta que varen fer Roger Sala, arqueòleg geofísic de l'empresa SOT Prospecció Arqueològica, i Sílvia Llobet, conservadora-restauradora de l'empresa ÀBAC SL, amb altres autors (Sala, Ortiz-Quintana, Rodríguez, García, Llobet, Tamba, 2020:219-236), sobre l'ús d'aquesta tècnica per a la investigació de la tesis doctoral de la Sílvia<sup>20</sup>, va fer que s'incorporés a la investigació d'aquest treball la possibilitats d'aplicar-la als vitralls de ciment.

Es va contactar amb ells i es va començar a tirar endavant la investigació.

Segons l'expert Roger Sala, pocs estudis d'enginyeria es brinden a fer aquest tipus de proves per a patrimoni cultural encara. Però com s'ha dit abans, ell ja tenia certa experiència en l'aplicació d'aquesta tècnica a l'estudi i diagnòstic de patrimoni, i li va interessar molt participar en la investigació d'aquest treball, també des d'un altre punt de vista: posar els instruments i la pròpia tècnica al límit de les seves possibilitats estudiades fins al moment.

Es va decidir fer una col·laboració desinteressada econòmicament, a través d'un test puntual i acotat al vitrall d'estudi.

Posteriorment, Roger Sala va contactar amb dos experts més: la Dra. Vega Pérez de la UPC, especialista en *georadar* i Alexandre (Àlex) Novo, especialista en *georradar*, que actualment

---

<sup>19</sup> La conferència es va presentar al congrés: "*XVI Reunió Tècnica. Conservació-Restauració. Documentar en la conservació-restauració. Mètodes i noves tecnologies.*", de l'associació de conservadors-restauradors associats de Catalunya, del més de novembre de 2020.

<sup>20</sup> Sílvia Llobet està desenvolupant la seva tesis doctoral sobre els mosaics romans del jaciment d'Empúries i està utilitzant la tècnica del *georadar d'alta freqüència*, amb la qual han pogut observar algunes xarxes metàl·liques amb barnilles de poc diàmetre, que podrien ser semblants a l'armadura d'un vitrall de ciment.

treballa per a un fabricant de *georradar* d'última generació (*Screening Eagle Technologies*), que també hi varen estar molt interessats i van entrar a l'equip col·laborador de la investigació.

En aquest equip també hi ha en Jordi Bonet, de l'empresa J.M. Bonet Vitrells, com a expert i principal impulsor i interessat en l'estudi i la conservació-restauració d'aquest tipus de vitrells.

## Objectiu

L'objectiu principal del test és saber si la tècnica de *georradar* ens pot ajudar a obtenir la següent informació - necessària per al diagnòstic d'estat de conservació de l'armadura del formigó del vitrell de ciment -, per tal de poder instal·lar de manera efectiva un SPC:

- Caracteritzar l'armadura. (Ubicació, formes, dimensions.)
  - Estudiar:
    - Si les barnilles són corrugades o no.
    - Les dimensions exactes – diàmetre-.
    - Si la xarxa és continua o no dins de cada plafó del vitrell, és a dir, si totes les barnilles estan soldades entre elles o no (molt important per a la instal·lació del SPC.).
    - La ubicació i formes precises de les barnilles, que segueixen el disseny del vitrell (tant en sentit vertical o profunditat, distribució dins el gruix del mur); com en horitzontal (saber la forma exacta de l'armat, per on passen exactament les barnilles). (Aquest punt també és molt important per a la instal·lació del SPC.)
- Diagnosticar l'estat de conservació general i específic de cada barnilla o zona. És a dir, el nivell de corrosió de l'armadura metàl·lica (si és homogeni o no, per exemple), la qual cosa també és essencial per a poder instal·lar el sistema de protecció catòdic.

## La tècnica

*“És un sistema d’imatge d’alta resolució no invasiu, que es pot aplicar a la caracterització no destructiva d’elements constructius.*

*És sensible als canvis de composició dels materials i a la presència de cavitats, i dona perfils de les estructures, en segments (com una tomografia aproximadament). En sòlids influencia molt la presència d’aigua i la porositat, ja que el sistema ens avisa del canvi de medi.” (Sala, Ortiz-Quintana, Rodríguez, García, Llobet, Tamba, 2020:219-236)*

Aquest sistema de emissió i recepció de polsos electromagnètics utilitzat per a la geofísica i l’arqueologia, *que es va començar a utilitzar durant la Segona Guerra Mundial per a la localització d’avions o vaixells (Pérez, 2001:75)*, ens pot ajudar a situar l’estructura metàl·lica o armadura de dins el ciment del formigó armat i ens pot donar pistes de l’estat de conservació del metall, és a dir del grau de corrosió.

### Aspectes bàsics sobre la tècnica de prospecció amb *georradar*:

De manera molt simplificada i resumida, a continuació es presenten alguns punts bàsics per a que un/a conservador-restaurador/a pugui tenir una idea mínimament formada sobre el funcionament d’aquesta tècnica, per tal d’entendre per a què ens pot servir en el nostre cas d’estudi:

- *“El georradar és un radar dissenyat per a que el medi pel que es propaga l’energia sigui:*
  - o *El subsòl*
  - o *Qualsevol altre medi material.” (Pérez, 2001:75-78)*
  
- *“Objectius bàsics d’aquest mètode de prospecció:*
  - o *El coneixement d’estructures superficials.*
  - o *La detecció d’objectes enterrats.” (Pérez, 2001:75-78)*  
(En el cas dels vitralls de ciment, l’objecte seria l’armadura d’acer, que està embeguda dins el formigó.)
  
- *“La prospecció amb georradar es basa en:*  
*L’emissió i detecció d’ones electromagnètiques*  
*que es propaguen per un medi heterogeni.” (Pérez, 2001:75-78)*

## Aspectes clau de la tècnica de prospecció amb *prospecció de georradar d'alta freqüència* per a la seva aplicació en l'estudi de vitralls de ciment:

### - La resolució vertical i resolució horitzontal:

La resolució (vertical i horitzontal) és segons la Dra. Vega Pérez, l'aspecte més important a conèixer per al nostre tipus d'estudi, i per a entendre perquè estem al límit de les possibilitats que pot oferir la tècnica.

*“És important conèixer els factors de resolució vertical i horitzontal, per tal de “conèixer la relació entre l'espessor (o densitat) mínima detectable en funció de la freqüència i de la velocitat de propagació característica del medi analitzat”.* (Pérez, 2010: 100)

### La resolució vertical

*“Permet conèixer la sensibilitat de l'equip per a diferenciar entre dues senyals adjacents en el temps com a agents diferents.”* (Pérez, 2001:138)

És a dir, que permet saber si existeixen dos objectes o cossos un damunt de l'altre o seguits verticalment a la presa de dades.

En un vitrall de ciment la resolució vertical ens diria com està situada l'armadura dins el gruix del mur (des de l'interior a l'exterior del mur), podent identificar si hi ha barnilles sobreposades o algunes més enfonsades que altres, per exemple.

*“Una de les formes de millorar la resolució vertical d'un equip és dissenyar antenes que generin senyals de menor duració.”* (Pérez, 2001:144)

Aquesta solució és la que estem buscant per als vitralls de ciment, l'augment de la freqüència de l'ona.

### La resolució horitzontal

*“Indica la distància mínima que ha d'existir entre dos reflectors (objectes o cossos) situats un al costat de l'altre horitzontalment (paral·lels a la superfície del medi analitzat) per a que l'aparell els detecti com a agents separats, i permet definir la seva geometria.”* (Pérez, 2001:138 i 144)

És a dir, que permet detectar objectes un al costat de l'altre i les seves formes geomètriques concretes.

En el cas dels vitralls de ciment, la resolució horitzontal ens donaria la visió frontal d'un plafó, per exemple. Es podria veure la forma i extensió de cada barnilla, és a dir, el dibuix de la xarxa de l'armadura d'un plafó en conjunt.

**Altres aspectes clau de la tècnica a conèixer per part d'un professional de la conservació-restauració per a una bona comunicació amb els tècnics especialistes:**

- ***“Els fenòmens més importants en els estudis de reflexió en discontinuïtats electromagnètiques del subsòl són bàsicament quatre:***

- ***“Els que afecten a la resolució:***

*La resolució d'un equip es defineix com la seva capacitat per a resoldre elements independents en el subsòl, ja sigui en espessor o densitat (resolució vertical), ja sigui en dimensions horitzontals (resolució horitzontal).*

*Conèixer la resolució de l'aparell en un mitjà donat, permet saber quina és la distància mínima que ha d'existir entre dos reflectors (objectes o cossos) (ja sigui vertical o horitzontal) per a que aquests es registrin com a agents separats.” (Pérez, 2001:138)*

- ***Els que limiten la penetració de l'energia en el medi són:***

- *Dispersió.*
- *Atenuació.*

- ***Els que determinen el percentatge d'energia reflectida i transmesa en cada un dels contactes.***

- ***Els que determinen la velocitat de propagació de l'ona en cada material.”***  
(Pérez, 2001: 100-101)

- ***Fenòmens de reflexió, refracció i difracció.***

*“La incidència de l'energia de les ones electromagnètiques en les inhomogeneïtats del medi provoca fenòmens de: reflexió, refracció i difracció, que poden ser detectats per una antena receptora que capta l'energia electromagnètica després de la seva propagació pel medi material.” (Pérez, 2001:75-78)*

Aquesta antena ha d'estar *“apantallada” – protegida* - per les direccions on no es vol detectar senyal, ja que si no emet i rep des de totes les direccions de l'espai. Les antenes però no estan apantallades totalment, ja que si no l'aparell pesaria molt, per tant, pot ser que detecti lleugerament altres coses de l'entorn en forma de *“soroll”*, que s'eliminaran durant el processat de les dades.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- **Què es detecta:**  
*“Canvis en les propietats electromagnètiques dels materials del subsòl o dels materials constituents de l’objecte que s’estigui estudiant.”* (Com podria ser: un vitrall de ciment).” (Pérez, 2001:75-78)
  
- **Què ens indica:**  
*“Si hi ha diferents materials.”* (Pérez, 2001:75-78)
  
- **Com es detecta i com es transforma en informació valorable per al nostre estudi:**  
*“Els paràmetres electromagnètics que defineixen un medi quan passa una ona electromagnètica son:*
  - *Conductivitat*
  - *Permitivitat dielèctrica*
  - *Permeabilitat magnètica.”* (Pérez, 2001:75-78)  
*“La senyal de la propagació de l’energia pel medi, estarà condicionada per:*
  - *Les propietats electromagnètiques de cada material que configura l’objecte d’estudi.*
  - *Les característiques de la ona emesa.”* (Pérez, 2001:75-78)A través d’una sèrie d’equacions es pot arribar a interpretar de quin tipus de material es tracta.  
*“A partir d’aquestes equacions es pot determinar el comportament d’una ona de radar durant la seva propagació per un medi determinat.”* (Pérez, 2001:75-78)

#### **Altres aspectes que intervenen en la detecció:**

- L’atenuació:  
*“L’atenuació d’una ona electromagnètica degut a les característiques del material pel que es propaga és un tema encara a debat entre els científics.”* (Pérez, 2001:90-91)
  
- La relació entre la velocitat de propagació i la longitud d’ona:
  - *“Es poden calcular les relacions que defineixen la propagació de les ones electromagnètiques en un material, a partir de les quatre equacions formulades per Maxwell en 1867 i una ona plana que es propaga en un medi.”* (Pérez, 2001:85)
  
  - *Valoració per a la identificació dels materials en una gràfica:*
    - *Aire: “La velocitat més elevada representada a la gràfica.”*
    - *Aigua: “La menor velocitat representada a la gràfica.”**“Els materials del subsòl estan situats entre aquests dos valors.”* (Pérez, 2001:89)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d’un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



- **“Classificació de tipus de materials del subsòl segons el seu comportament en front a les ones electromagnètiques.**

*Els grups extrems seran dos:*

- **Materials transparents a les ones de radio:**

*Són aquells que permeten la seva penetració sense que es produeixi una forta atenuació de l'energia.*

*L'exemple més característic d'aquest tipus de medis, a part del aire, és el gel polar.*

- **Materials opacs a les ones de radio:**

*Dos exemples característics d'aquest grup són:*

- *L'aigua de mar (amb alt contingut en sals i per tant molt conductora.). És a dir, els medis de conductivitat alta.*

- *Les argiles saturades.*

*Dins d'aquest últim grup hi ha els metalls, que es comporten com a materials totalment opacs a causa de que el seu coeficient de reflexió és molt pròxim a la unitat (generalment s'aproxima a  $R=1$ ).*

*En els metalls la profunditat de penetració de la radiació és quasi nul·la.” (Pérez, 2001:101)*

- **“Els factors que permeten la identificació d'agents (“events” o cossos) diferenciats en un registre són l'atenuació i la resolució, ja que determinen:**

- *L'amplitud de la senyal rebuda*

- *La profunditat on s'arriba*

- *La distància mínima entre elements anòmals que és el que permet la seva identificació com a agents diferenciats en un registre.*

*Per a realitzar la interpretació s'ha d'estimar aquestes dades, juntament amb la velocitat de propagació de l'ona en el medi.” (Pérez, 2001:101)*

- **En termes tècnics més rigorosos per a parlar d'una** prospecció de *georradar* amb una antena de 1,6 GHz, com la que s'ha utilitzat a primer assaig o de 2,3 GHz, seria de “*ultra freqüència*”, i amb una antena de 6 GHz, seria de “*super alta freqüència*”. (Pérez, 2001:170)

Però en general en el treball ens hi referirem com a antenes d'*alta freqüència* o de *molt alta freqüència* respectivament.

Arribats a aquest punt, no s'entrarà en més detalls de la tècnica, ja que és molt més complexa, però com s'ha dit anteriorment, només es vol donar a conèixer aspectes claus per a que un/a professional de la conservació-restauració pugui tenir-ne les nocions bàsiques i parlar amb els tècnics especialistes. Es deixa de referència la tesis doctoral de la Dra. Vega Pérez (Pérez, 2001), que és d'on s'ha obtingut l'anterior informació.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Metodologia de la investigació i limitacions de la tècnica per a l'estudi dels vitralls de ciment

### Creació de l'equip d'investigació

La primera persona amb qui es va contactar per al test amb *georradar* va ser el tècnic especialista, Roger Sala de l'empresa SOT (a través de Sílvia Llobet).

D'entrada es va valorar la limitació principal que ens podíem trobar en aquest estudi:

El gruix del vitrall, que oscil·la entre 2,5 i 3 cm.

Això suposava que es necessitava un equip més potent, amb antena de més alta freqüència, del que ells tenien.

Després de parlar amb varis contactes i col·legues que podien disposar d'un equip d'aquelles característiques, Roger Sala va aconseguir la col·laboració de:

- Vega Pérez, doctora en física, investigadora de la UPC especialitzada en aquesta tècnica, la qual s'hi va avenir, per l'interès d'investigar sobre posar la tècnica al límit.

Ella mateixa ho explica de la següent manera:

*“La tècnica es posa al límit ja que s'estudia un "cos finit" d'uns 2,5-3cm de profunditat o gruix, amb els elements a detectar a uns 1,5-2 cm de distància de l'antena (l'armadura), i no el sòl, on en prospeccions arqueològiques per exemple, normalment els objectes a detectar estan més avall, i no cal una freqüència i una resolució o densitat de lectura tant altes.”* (Font oral: Dra. Vega Pérez.)

- Alexandre (Àlex) Novo, tècnic especialista en *georradar*, que treballa per a un fabricant de *georadar* d'última generació (*Screening Eagle Technologies. Proceq. Dreamlab.*). (Screening Eagle Technologies, 2021)

També li va interessar el projecte i va proposar fer un test amb una antena de 6 GHz, de molt més alta freqüència (que engloba des de 400 MHz fins a 6 GHz, sent més resolutiu entre 1 i 4 GHz) (Font oral: Àlex Novo. 10 juny 2021), per tal de poder provar aquest aparell d'última generació i posar-lo també al límit de les seves possibilitats.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Els motius principals que van interessar a aquests experts per a participar en el projecte doncs, són:

- L'aplicació a aquest tipus de patrimoni, ja que és un camp nou per a ells. Segons els tècnics experts, és la primera vegada que s'utilitza per a l'estudi d'un vitrall de ciment.
- El fet de poder investigar sobre els límits dels instruments i la tècnica.

A l'equip també hi ha Jordi Bonet, de l'empresa J.M. Bonet Vitralls, com a especialista en creació i restauració d'aquest tipus de vitralls, i com a part interessada des del punt de vista d'aplicació professional.

### **Gestió de l'equip, les tasques a desenvolupar i les visites al vitrall d'estudi**

El primer contacte amb Roger Sala i els altres tècnics experts en *georradar* es va fer el mes de novembre de 2020.

Entre el mes de novembre, durant les pràctiques del màster, i el més de març, es varen fer varies visites per a fer l'estudi preliminar i de diagnòstic d'estat de conservació, amb Jordi Bonet.

També es va fer una sessió fotogràfica amb Jaime Salguero, per a fer la *ortofotografia* i la fotogrametria.

El test es va fer el mes de març i hi varen participar cinc persones, que s'especifiquen a la fitxa tècnica que es pot consultar a continuació.

Posteriorment, el mes de maig, s'hi va tornar a anar amb la Dra. Vega Pérez una vegada més per a provar si l'ús d'una càmera tèrmica ens podria donar també més informació, però no vam obtenir bons resultats.

Finalment, el dia 10 de juny s'ha fet el test amb l'antena de 6 GHz d'Àlex Novo, però els resultats d'aquest ja no han pogut entrar al treball, ja que el processat necessita més temps.

### **Valoració econòmica orientativa**

Una altra limitació, però en aquest cas per a la possibilitat de la aplicació real dins un projecte de conservació preventiva de vitralls de ciment, amb l'objectiu d'instal·lar un SPC, era el cost econòmic que podia suposar una prospecció d'aquestes característiques.

Per aquest motiu, també es va demanar a Roger Sala una estimació orientativa del cost que podria tenir la prospecció del vitrall d'estudi sencer.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## 8.2. Assaig amb *georradar d'alta freqüència* aplicat al vitrall d'estudi.

Per tal de presentar les dades generals de l'assaig dut a terme, la metodologia seguida i els resultats obtinguts, s'ha realitzat la següent fitxa tècnica.

<b>FITXA TÈCNICA DEL TEST AMB GEORRADAR D'ALTA FREQUÈNCIA          AL VITRALL DE CIMENT D'ESTUDI</b>
<b>Nom de l'anàlisi científicotècnic</b>
Prospecció amb <i>georradar d'alta freqüència</i> .
<b>Lloc / Data / Persones assistents</b>
Barcelona, 23 de març de 2021 (1r test).
<b>Assistents al test: (5 persones)</b> - Jordi Bonet (empresa J.M. Bonet Vitralls), - Roger Sala (empresa SOT. Prospecció Arqueològica), - Vega Pérez (Dra. en Física per la Universitat Politècnica de Catalunya. (Tesis Doctoral: " <i>Radars de subsuelo. Evaluación para aplicaciones en arqueología y en patrimonio histórico-artístico.</i> ") Experta en <i>georradar</i> . Docent i investigadora en el departament de Resistència de Materials i Est. A l'Enginyeria de la UPC.), - Daniel DiCapua. (Doctor Enginyer civil. Docent i investigador de la UPC. Expert en formigó.) - Marta Golobardes Subirana (Autora de la fitxa). (Conservadora-restauradora especialitzada en vidre. Llicenciada en Belles Arts. Actualment fent el Treball Final del Màster de Direcció de Projectes de Conservació-Restauració de la Facultat de Belles Arts de la UB.)
<b>Material/Tècnica de l'obra</b>
Vitrall de ciment, constituït per 15 plafons de formigó armat i dalles de vidre.
<b>Material a estudiar en el test amb <i>georradar d'alta freqüència</i></b>
Estructura d'acer d'un vitrall de ciment, constituïda per formigó armat.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

FITXA TÈCNICA DEL TEST AMB GEORRADAR D'ALTA FREQUÈNCIA AL VITRALL DE CIMENT D'ESTUDI

## Nomenclatura de la mostra o zona de mostra testada

T1-P4.1b1\_Int-PLP. (Significat de la nomenclatura: Test 1- Plafó 4, del vitrall 1, situat a la segona columna (b) i la primera fila (1), de la Parròquia Verge de la Pau.)

## Descripció i dimensions de la mostra testada

2n plafó de la fila inferior de l'estructura formigó armat del vitrall estudiat. El formigó armat conforma la "xarxa" de suport de les dalles (lloses, blocs o peces de pasta de vidre de colors, emmotllats i tallats amb disc de diamant amb les formes del disseny del vitrall).

**Dimensions del plafó** (des de l'interior del baptisteri): 93,5-90,5 x 84 cm (Alçada lateral esquerra-Alçada lat. dret, Ample).

**Gruix del mur:** uns 2-2,5 cm. **Gruix de les barnilles d'acer de l'armat:** uns 5-6 cm.

## Lloc / Artista i taller / Datació

Baptisteri de la Parròquia Verge de la Pau de Barcelona. Artista: Joan Vila-Grau i taller: *Granell y Cía*.  
Datació: 1966.

## Breu descripció de l'obra.

Vitrall de ciment d'estil abstracta, amb línies i formes ondulants i en espiral, amb la predominança del color blau, tot i que hi trobem tons verds i altres colors més puntuals com el taronja, el groc, el rosat i el violeta.

La seva tipologia i funció és de mur de llum, i no tant de finestra o finestral, ja que ocupa tot un pany de paret sencer d'uns 3 x 5 metres.

La seva estructura té orientació horitzontal. Està constituït per quinze plafons, els quals estan disposats en una relació de tres fileres per cinc columnes. La forma del plafó és irregular. És a dir, que no són línies rectes formant rectangles o quadrats, sinó que les línies dels ferros exteriors estan disposades una mica inclinades i en diferents direccions les unes respecte les altres.

**Dimensions màximes:** 3 x 5 m aprox.

## Estat de conservació de l'obra

L'estat de conservació d'aquests dos materials és regular-deficient. El formigó està carbonatat, i presenta: fissures, laminació i pèrdues. L'acer està oxidat i en algunes zones expandit, provocant la fissuració, laminació i pèrdua del formigó. Hi ha dalles de vidre fissurades per la pressió exercida pel formigó sobre elles, entre possibles altres causes intrínseques. (Les dalles no formen part de l'objecte d'estudi amb *georadar*, però se'n fa referència perquè formen part de la mostra o zona de mostreig del plafó del vitrall estudiat.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

FITXA TÈCNICA DEL TEST AMB GEORRADAR D'ALTA FREQUÈNCIA AL VITRALL DE CIMENT D'ESTUDI

### **Imatge de la zona de mostra del test.**



Plafó número 4.1b1 des de l'interior.  
(Fotografia realitzades per Marta Golobardes, el 23 de març de 2021.)

### **Objectius inicials de l'anàlisi científicotècnica**

1. Comprovar si la tècnica és viable o efectiva per a l'estudi d'un vitrall de ciment.
2. Observar la ubicació de les barnilles de l'armadura. (Constatar-la comparant amb el test fet amb detector de metalls.)
3. Observació de l'estat de conservació d'aquesta (nivell d'oxidació o corrosió comparatiu entre les diverses barnilles o zones de la xarxa del plafó.)
4. Saber si la xarxa de l'armadura té soldadures i on estan situades.
5. També es vol fer un estudi comparatiu amb un plafó restaurat que conté un armat més modern, per comparar el nivell de degradació. (Nom i número del test: Formigó armat, T2-P1.2a1-PLP. (Test 2- Plafó 1.2a1, del vitrall 2 . Del vitrall 1, de la Parròquia Verge de La Pau.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## FITXA TÈCNICA DEL TEST AMB GEORRADAR D'ALTA FREQUÈNCIA AL VITRALL DE CIMENT D'ESTUDI

**Metodologia del test**
**Instrumental i material utilitzat**

**Antena d'alta freqüència** de 1600 (1,6) GHz, de la marca *Mala Geosciences (RAMAC)*.

**Descripció:** "Aquest component consta de dues antenes: una emisora -genera i emet les ones electromagnètiques- i altre receptora -rep les senyals que tornen a la superfície del medi". (Font: Vega Pérez)

**Funció:** Emet i rep senyals.

**Carro amb odòmetre:** "L'antena es munta sobre un dispositiu amb rodes que serveix per desplaçar-la sobre la superfície del medi. Una de les rodes del dispositiu està connectada a un odòmetre, que serveix per a situar l'antena sobre la línia del perfil." (Font: Vega Pérez)

**Monitor** (o Pantalla) de la marca MALA.

**Descripció:** "És la interfície que permet gestionar les antenes i a on es poden visualitzar els senyals rebuts. Té un ordinador que funciona sota Linux, a on s'enregistren i guarden les senyals. També permet un processat senzill de les senyals per poder millorar la visualització en temps real." (Font: Vega Pérez)

**Funció:** És on es reben i s'enregistren les dades emeses per l'antena.

**Bateries de Ion-Li:** (Funció: Instrument on es connecten l'antena i la pantalla, que va amb una bateria.)

**Ordinador:** "Unitat central: és l'ordinador que controla les antenes i la emissió i recepció d'energia." (Font: Vega Pérez)

**Descripció:** Software: *Mala Geosciences (RAMAC)*.

**Funció:** L'ordinador i el software serveixen per a *processar* i *integrar* les dades recollides durant el "treball de camp", a l'obra.)

**Plantilla reticulada.**

**Descripció:** Paper plastificat amb una retícula de línies verticals i horitzontals a diferents distàncies, les que estan a 3 cm son de color vermell i les que estan a 5 cm son de color verd, per identificar-les fàcilment durant la prospecció.

**Funció:** Se situa sobre la zona a estudiar i serveix per a dur a terme la presa de dades a distàncies concretes i constants. Plantilla de material plàstic, que està preparada amb una retícula destinada a estudi de mosaics romans, amb unes distàncies entre línies de : 2-5-10 cm.)

FITXA TÈCNICA DEL TEST AMB GEORRADAR D'ALTA FREQÜÈNCIA AL VITRALL DE CIMENT D'ESTUDI

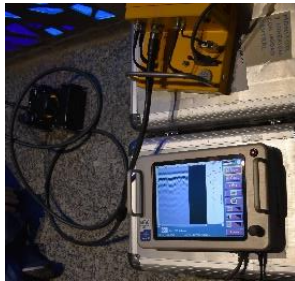
**Observacions i notes**

L'instrumental és de la marca MÅLA GEOSCIENCES - RAMAC.

Officina central: *MALÅ Geoscience AB. Skolgatan 11, S-930 70 Malå, Sweden. Phone: +46 953 345 50*  
*Fax: +46 953 345 67. E-mail: [sales@malags.com](mailto:sales@malags.com).*

Informació sobre els productes de MALÅ Geoscience: <http://www.malags.com>

**Imatges de l'instrumental**



1



2



3



4

1. Equip sencer.

2. Monitor o pantalla.

3. Antena col·locada al carretó amb l'odòmetre. (És una antena apantallada – protegida per les bandes per on no es volen prendre dades., i té dos dipòls, un "Emissor" i un "Receptor".)

4. Unitat central (part groga) amb la bateria connectada (part gris).

5. Plantilla.



5

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



**Paràmetres i dades del test.****Resolució o densitat de lectura:** 0,2 cm

(Entre pulsacions hi ha 0,2 cm. És la densitat de dades agafades.)

**Dades totals recopilades:** 512 mostres per traça.

(En termes generals, la "traça" (o "A-scan") és la línia vertical per on s'emet la senyal (els "polsos"), i cada traça pot tenir més o menys mostres (punts, polsos, o dades recopilades). Com més densitat o resolució de lectura, més mostres per traça s'obtenen, i per tant es pot arribar a tenir una gràfica o imatge més definida de l'objecte o cos detectat.)

**Separació de presa de dades, de la plantilla:** cada 5 cm, tant en vertical com en horitzontal.**Inici de lectura en vertical:** a partir de 30 cm, de la plantilla.**Inici de lectura en horitzontal:** a partir de 3 cm, de la plantilla**Passos de la Metodologia (Treball de camp i posterior processat de les dades)**

**1.** Col·locació d'una plantilla amb quadrícula sobre el plafó a estudiar. Es fixa a alguna zona de l'obra amb cinta de pintor. (Veure imatges de la metodologia.)

**2.** Muntar l'instrumental:

- a) Es posa la bateria al dispositiu de connexió i generador d'energia.
- b) Es posa l'antena al carret amb *odòmetre*, per tal de poder prendre les mesures seguides i constants.
- c) Es connecten l'antena i la pantalla al generador.
- d) S'engega la pantalla.

**3.** Comprovar que funciona, és a dir, que es rep la senyal de l'antena a la pantalla. (Es pot comprovar simplement movent el carret amb l'antena al terra endavant i enrere per si detecta alguna cosa.)

**4.** Escollir i fixar els paràmetres al monitor o pantalla. En aquest cas es varen fixar els següents:

I. Densitat de mostreig/Resolució: 0,2 cm

II. Soroll de la senyal. (Calibrat)

El "soroll" és la distorsió de la senyal, que pot ser per varis motius o orígens:

\* El "*Jitter*" és com s'anomena al "soroll" que es troba més habitualment. Per a la reconstrucció de la traces tindrem varies línies una mica diferents, a causa del "soroll". Però en el processat de les dades es pot fer una mitjana de les diferents traces i obtenir una línia de traça més nítida.

## FITXA TÈCNICA DEL TEST AMB GEORADAR D'ALTA FREQUÈNCIA AL VITRALL DE CIMENT D'ESTUDI

\* El "soroll" del cablejat electrònic. Aquest el trobem sobretot en antenes de baixa freqüència. En el nostre cas d'estudi no afectarà tant, ja que treballem amb antenes d'alta freqüència.

\* El "*Clutter*", s'anomena així al "soroll" que pot ser extern o intern. L'extern és causat per elements externs a la zona d'estudi, metàl·lics per exemple. Tot i que l'antena està *apantallada* per totes les bandes menys la inferior, sempre s'emet una mica d'energia per les parets de coure, ja que si s'hagués de fer un *apantallat* total, l'antena pesaria molt. Per aquest motiu, l'antena pot rebre senyals d'elements externs.). L'intern prové de zones del sòl o zona que s'està estudiant que distorsiona la senyal dels objectes que es volen detectar.

\* *Scattering*: Prové d'elements que hi ha entre l'antena i els objectes que es volen detectar, els quals distorsionen una mica la senyal emesa - per difracció - i per tant també la rebuda. En el processat de les dades també aquest "soroll" també es pot reduir i aconseguir una línia de traça més nítida.

III. Finestra temporal (Rang de registre). Temps màxim de registre. Es mesura en *nanosegons*, és a dir en velocitat. (El temps màxim de registre determina la profunditat fins on arribarà la senyal i per tant la recollida de dades. Per exemple si el temps és de 8ns, a partir de la profunditat on hagi arribat amb aquesta velocitat, deixa de mesurar.)

IV. Dispersió/Difusió: Si es fa la prospecció en un medi homogeni, no hi ha difracció. Però si ens trobem en un medi heterogeni (com en el nostre cas d'estudi: els àrids del formigó) si que n'hi ha. Això passa quan hi ha partícules en el medi de diàmetre igual o més petit que la freqüència a la que estem treballant. Però en el processat de les dades es pot fer el que s'anomena "*stacking*" (st.), que és una superposició de traces per tal de reduir aquest "soroll". Però si se'n sobreposen masses es perd resolució horitzontal (la que ens diu la geometria o forma dels objectes). (En el nostre cas s'ha fet un St.=1.)

**5.** Primer test del bon funcionament de l'antena i l'equip, sobre l'obra. (Per saber també si funciona o si rep alguna senyal.)

**6.** Recollida de dades: Es passa el carro amb *odòmetre* i l'antena per sobre de les línies de la plantilla. Per cada línia la Dra. Pérez guarda una dada diferent, identificada amb un número, aquest nom o numeració (nomenclatura) es va generant automàticament. Això es fa per a cada línia vertical i cada línia horitzontal. En aquest cas es va agafar la separació de 5 cm.

**7.** Recollir l'instrumental. Un cop finalitzada la presa de dades, es recull tot l'instrumental.

**8.** Processat de les dades. (Posteriorment les dades son treballades (processades) a l'ordinador, i s'obtenen les gràfiques. Per tal d'integrar-les o unir-les entre elles i obtenir la imatge en 3D, es necessita un software adequat, del qual s'ha de tenir una llicència específica, que no sempre es té donat d'alta, com ha passat en el cas de la UPC.)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

FITXA TÈCNICA DEL TEST AMB GEORADAR D'ALTA FREQUÈNCIA AL VITRALL DE CIMENT D'ESTUDI

**Imatges durant les mesures del test.**

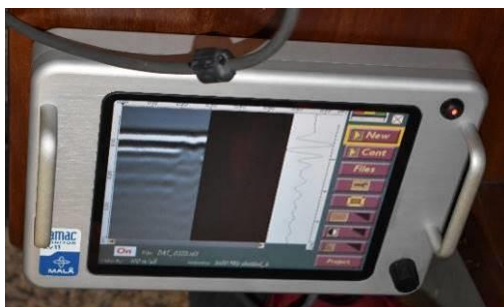


1



2

**1 i 2.** Part de l'equip de persones que van venir a fer el test (Vega Pérez, Roger Sala i Dr. DiCapua, durant la recollida de dades del test. La Vega va apuntant les dades també en paper, el Roger pren les mesures.



3



4

**3 i 4.** Dos fotografies del monitor o pantalla en el moment de la presa de dades de dos perfils diferents.

(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 23 de març de 2021.)

**Temps destinat al treball de camp per a la realització d'aquest test.**

2 hores aproximadament.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

**Valoració dels tècnics experts en *georadar* en el moment del test**

Falta resolució, per varis motius, tant per "soroll", com per freqüència. S'haurà de fer un test amb antena de més alta freqüència. (La que es portava aquell dia de 2,3 GHz no funcionava i no ho vàrem poder fer. Però està previst fer un altre test amb una antena de 6 GHz, amb Àlex Novo. Encara que malauradament els resultats no podran entrar en aquest treball, ja que aquesta persona no pot venir a fer la presa de dades fins el dia 10 de juny. (Tot i que es va començar a contactar amb els experts en *georadar* el novembre de 2020, els temps han estat els que han pogut aquests professionals, combinant-ho amb el seu dia a dia laboral.)

**Resultats.** (Veure l'apartat següent.)

**Conclusions del test de l'anàlisi científicotècnic**

1. La tècnica si que és viable per a l'estudi d'un vitrall de ciment.
2. No s'ha pogut assolir l'objectiu d'observar la ubicació de les barnilles de l'armadura ni constatar-la comparant amb el test amb detector de metalls, perquè l'antena no era de prou *alta freqüència* (1,6 GHz) i no s'ha obtingut suficient resolució. Però el 10 de juny es va fer un altre test amb una antena de 6 GHz, de molt més alta freqüència. Els resultats es tidran en unes setmanes o mesos, per això no han pogut presentar-se dins aquest projecte, però pensem que podrem assolir aquest objectiu.
3. No s'ha pogut assolir l'objectiu d'observar i diagnosticar de l'estat de conservació del vitrall, per la mateixa raó explicada al punt anterior. Però els experts pensen que amb l'antena de 6 GHz si que s'aconseguirà.
4. No s'ha pogut assolir l'objectiu de saber si la xarxa de l'armadura té soldadures i on estan situades, per la mateixa raó que els dos punts anteriors. En aquest cas, els experts no tenen del tot clar si es podrà assolir tampoc amb l'antena de 6 GHz.
5. No s'ha pogut fer l'estudi comparatiu amb un altre plafó que contingui una armadura més moderna, per tal de comparar el nivell de degradació, per problemes tècnics amb l'equip de *georadar* el dia del test. Un cop vistes les dades processades i constatar la poca resolució, es va preferir esperar a poder fer el test directament amb l'antena de 6 GHz.

El dia 10 de juny es va poder fer un segon assaig amb l'equip de 6 GHz de l'empresa *Screening Eagle Technologies. Proceq.*, amb Àlex Novo. En aquesta ocasió si que es varen agafar les dades dels dos plafons (al d'estudi i al plafó del vitrall lateral que està restaurat recentment, amb canvi de l'armadura del formigó), que ens servirà per a comparar resultats.

Però per qüestions de calendari, pel temps necessari per a processar les dades posterior al test i els terminis de redacció i entrega del treball, els resultats d'aquest segon test no es poden introduir en aquest projecte.

Tot i així, en conclusió, haver arribat a aquest punt de la investigació, és positiu, ja que se seguirà endavant després de la presentació d'aquest projecte, treballant amb l'equip d'experts creat.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

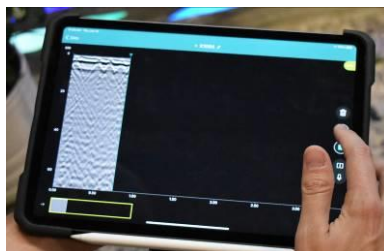
Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Breu esment a l'assaig del segon test amb antena de 6 GHz

El dia 10 de juny de 2021, vàrem poder iniciar el segon assaig de *georradar d'alta freqüència* al vitrall d'estudi, amb l'antena de 6 GHz de *Screening Eagle Technologies Proceq*, amb Àlex Novo, Roger Sala i Vega Pérez. A continuació es mostren unes imatges de l'equip i del moment de la presa de dades, només per a que en quedi constància, tot i que com ja s'ha dit anteriorment, els resultats amb les dades processades no es podran tenir fins d'aquí unes setmanes o mesos, de manera que no es poden incloure en aquest projecte.



Antena de 6GHz amb odòmetre i bateries compactats.



Monitor (Tablet).



Maleta de l'equip.



Durant la presa de dades amb l'equip de 6 GHz a la zona de mostra del vitrall d'estudi (esquerra) i al plafó inferior del vitrall lateral del baptisteri (dreta).  
(Fotografies realitzades per Marta Golobardes. 10 de juny de 2021.)

A les imatges es pot veure l'equip de *georradar* de 6 GHz de l'empresa *Screening Eagle Technologies Proceq*, que és molt més reduït que el del primer test. Té el carretó d'una sola roda, l'odòmetre, l'antena i les bateries – que són piles de 1,5 bats, les més habituals -, compactats en un sol aparell petit, lleuger, i per tant, més fàcil de manejar que l'equip que vàrem utilitzar per al primer test.

La *tablet* que serveix de monitor, està dotada d'aplicacions molt útils per a la presa de dades, per exemple, té l'opció de grabar notes de veu o es poden fer fotografies per a tenir constància d'aspectes importants per al processat de les dades. I totes aquestes notes addicionals (àudios i fotografies) queden adjuntes a l'arxiu de cada perfil pres durant la prospecció.

Tal com s'ha comentat anteriorment, només es va fer la presa de dades a l'obra. El processat de les dades es farà més endavant, i per aquest motiu no es poden donar els resultats d'aquest segon test en aquest treball.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Processat de dades i resultats del primer test.

El processat de les dades l'ha fet la Dra. Vega Pérez al seu despatx de la UPC, la qual va fer una taula i un document *Word* amb indicacions breus, i els resultats de les dades obtingudes van ser explicats de manera oral durant una visita al seu despatx.

A les següents fotografies es pot veure com es veien les dades adquirides amb l'antena, a través del monitor o pantalla de l'equip de *georradar*, i més avall, es poden veure els gràfics obtinguts durant el processat de les dades a l'ordinador de dos dels 39 perfils obtinguts i la seva interpretació.



Nom de la dada del monitor: DAT\_0323\_rd3.



Nom de la dada del monitor: DAT\_0324\_rd3.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



Monitor durant la presa de dades del perfil: DAT\_0335\_rd3.

En aquesta presa de dades del perfil DAT\_0335\_rd3, s'observa el següent:

- A la banda esquerra de la pantalla s'observa:
  - A la part superior, una línia blanca molt marcada i bastant contínua, la qual indica la presència de metall. La intensitat de la senyal ens indica que l'antena està passant per una zona on hi ha una barnilla metàl·lica horitzontal.
  - Després es veu una línia quasi contínua negra, on no hi hauria gairebé presència de metall. Però se li superposen o interfereixen unes ondulacions que venen de les línies inferiors.
  - Aquestes ondulacions de les línies inferiors indiquen la presència de barnilles verticals.  
Com que estem en una presa horitzontal, aquestes barnilles es detecten com "punts" o irregularitats més intenses de metall a la gràfica. El color o intensitat de les línies ondulant ja no és blanc intens, sinó un gris blanquinós, amb zones més blanques (on hi pot haver més presència de metall i algunes zones més fosques on no n'hi ha).
- A la banda dreta de la pantalla hi ha una gràfica lineal en vertical, que anava variant segons per on anava passant l'odòmetre. Quan passava per zones on hi havia barnilles, la línia s'ondulava més.

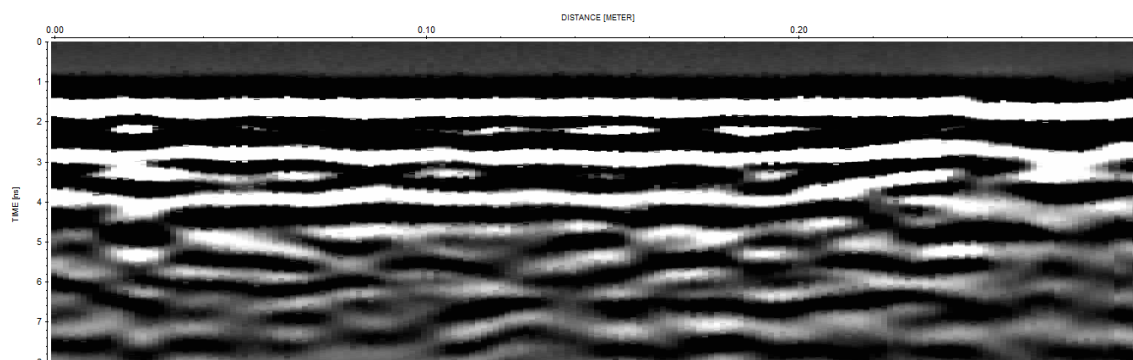
Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

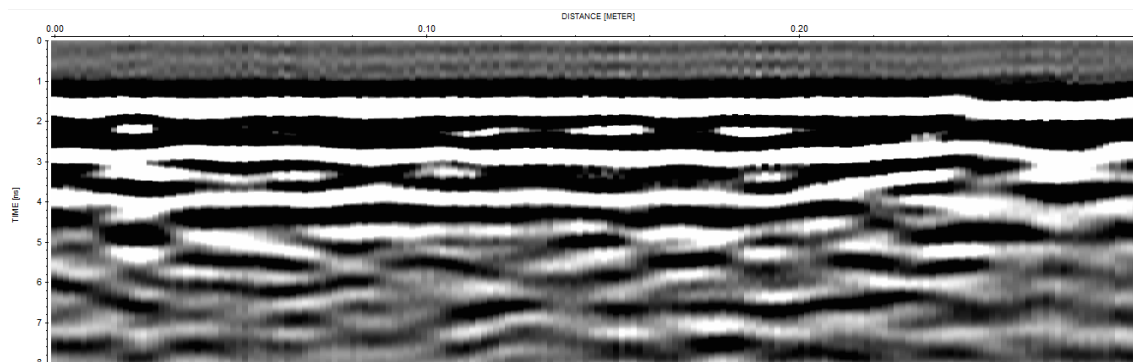
Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

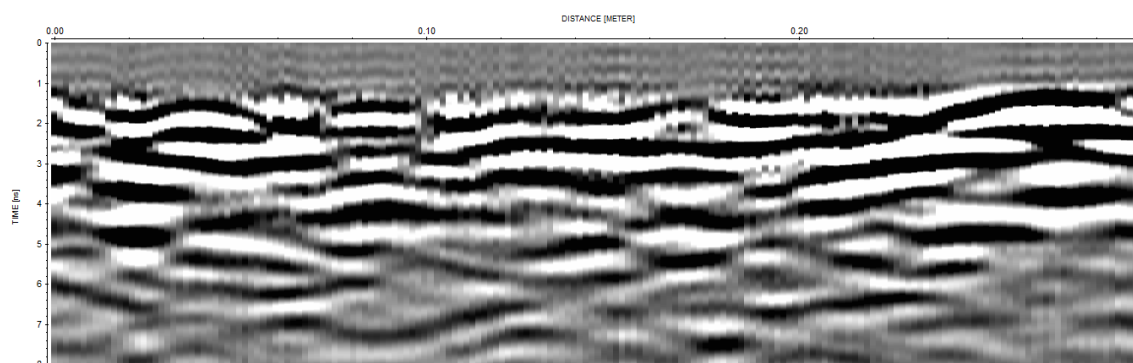
Les gràfiques que trobem a continuació corresponen al mateix número de perfil que s'ha vist a la pàgina anterior, el DAT\_0335\_rd3, i a la pàgina següent s'ha fet la seva valoració.



Nom del perfil: DAT\_0335\_rd3. Gràfic de la dada original, sense processar.



Nom del perfil: DAT\_0335\_rd3. Gràfic de la dada amb un primer processat.  
(Informació de la Dra. Vega Pérez: "Paso banda entre 150 y 2050 MHz")



Nom del perfil: DAT\_0335\_rd3. Gràfic de la dada amb el processat final.  
(Informació de la Dra. Vega Pérez: "Subtractin average 200 trazas.")

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

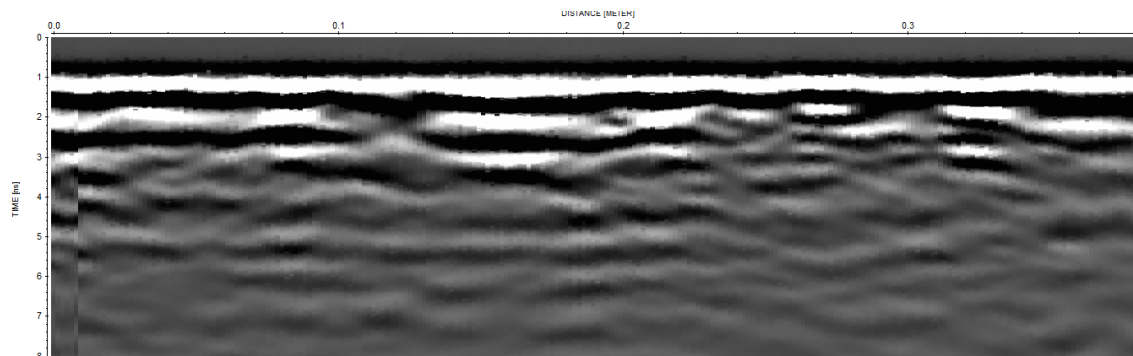


### Valoració dels gràfics del perfil DAT\_0335\_rd3

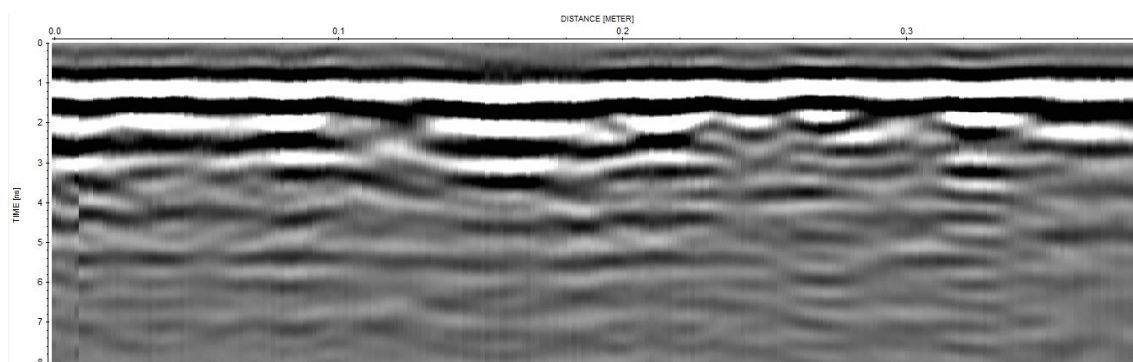
Com es pot observar, amb els gràfics de les dades processades, podem veure més detalls. Bàsicament el que podem deduir amb aquestes gràfiques són:

- La línia de color blanc intens, continua, és la línia de superfície del vitrall. Aquesta és veu clarament a la primera gràfica.
- Línies blanques discontinües, però ben marcades, d'un blanc intens: Poden ser zones on s'ha passat per sobre d'una barnilla horitzontal o una mica inclinada. És a dir, esbiaixada o que passa en diagonal per sota de la línia horitzontal de presa de mostra i per tant no va de banda a banda del plafó. Una barnilla de la xarxa que segueix el dibuix del disseny del vitrall entre les dalles de vidre).
- Els punts on hi pot haver una barnilla vertical, que son els punts on les línies fan una corba cap amunt més pronunciada, que es veuen més clarament a la última gràfica.
- El gruix del vitrall s'acaba aproximadament entre els números 5 i 6 de l'eix esquerra de la gràfica.

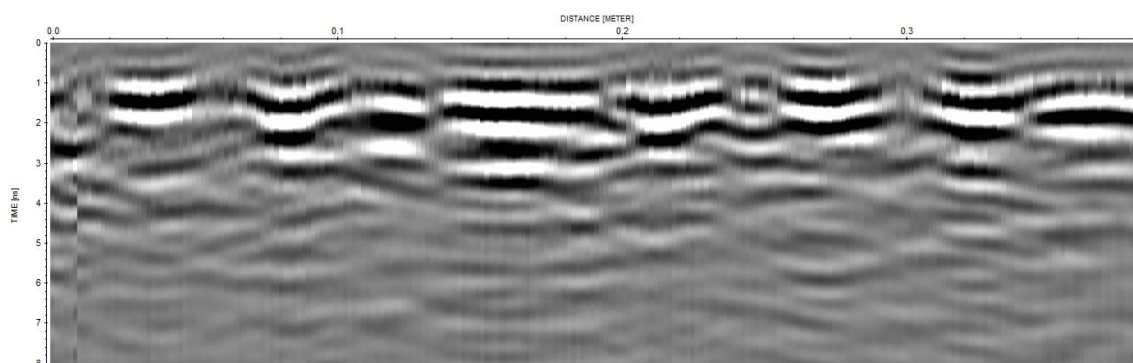
Les tres gràfiques següents ens serviran per a observar un aspecte que no s'observa a les anteriors, la identificació de la presència de les dalles de vidre en un dels perfils:



Perfil DAT\_0333\_rd3. Gràfic de la dada original.



Perfil DAT\_0333\_rd3. Gràfic de la dada amb un primer processat.  
(Informació de la Dra. Vega Pérez: “Paso banda entre 150 y 2050 MHz”)



Perfil DAT\_0333\_rd3. Gràfic de la dada amb el processat final.  
(Informació de la Dra. Vega Pérez: “Subtractin average 200 trazas.”)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

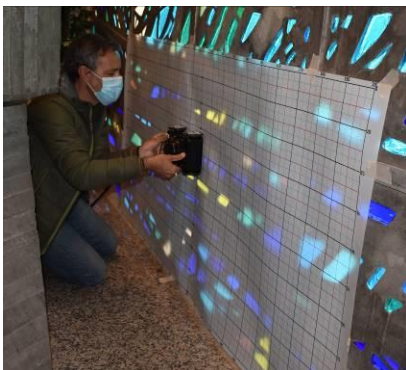
### Valoració breu dels gràfics del perfil DAT\_0333\_rd3

- Primera línia blanca superior: línia de la superfície del vitrall.
- La segona i tercera línia blanca, té unes discontinuïtats (zones sense línia), que segons la Dra. Pérez, podrien equivaldre a les dalles de vidre.
- Les línies de color blanc intens identifiquen zones on hi ha barnilles entre les dalles, situades de manera horitzontal les línies més contínues i de manera vertical, les zones on hi ha ondulació més pronunciada.

Podem deduir doncs que els materials més opacs (com el metall) es tradueixen a la gràfica amb color blanc intens i els més transparents, es veuen a la gràfica amb d'un color grisenc.

Les quatre dades mostrades (0323, 0324, 0335, 0333) són de perfils horitzontals. És a dir que la dada es va prendre movent el carretó amb l'odòmetre que transporta l'antena, d'esquerra a dreta del plafó, seguint línies rectes, amb una separació entre elles de 5 cm (seguint la plantilla reticulada).

El primer (DAT\_0324\_rd3), és el més proper al terra, i queda situat a 10 cm d'aquest. Es comença a contar amb l'odòmetre a 3 cm de l'inici de la plantilla.



Roger Sala durant la presa de dades del test, prenent les dades d'un perfil horitzontal, fent córrer el carro amb l'odòmetre i l'antena de 1,6 GHz, en línia recta sobre la plantilla.

(Totes les fotografies anteriors han estat realitzades per Marta Golobardes, durant el test del vitrall d'estudi. Març de 2021. I les gràfiques de dades processades han estat realitzades per la Dra. Vega Pérez.)

De moment la Dra. Pérez no ha aconseguit poder traspasar les dades a imatge 3D, per problemes amb la llicència del *software* de la UPC. Per aquest motiu, a continuació es mostra l'exemple de l'article de Roger Sala i Sílvia Llobet, i altres autors, de manera que es pugui veure gràficament el possible resultat que es pot obtenir amb el processat en 3D:

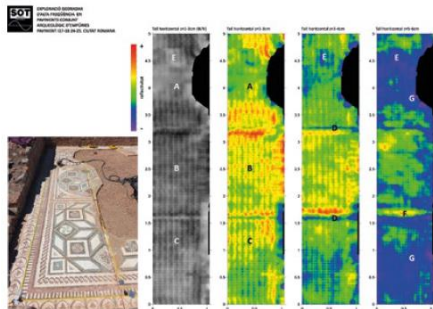


Figura 6. Resultats de l'exploració amb georadar d'alta freqüència d'un mosaic policrom conservat al fòrum de la ciutat romana, per caracteritzar la malla del suport de ciment i avaluar-ne l'estat de conservació. *Sot. Prospecció Arqueològica*, 2017.

Exemple de la imatge tomogràfica obtinguda amb el processat de les dades d'una prospecció amb *georadar*, amb un programa o *software* per a convertir-les en imatges en 3D.

Títol original de la figura:

"Fig. 6. Resultats de l'exploració amb georadar d'alta freqüència d'un mosaic policrom de ciment i avaluar-ne l'estat de conservació. *Sot. Prospecció Arqueològica*, 2017." (Sala, Ortiz-Quintana, Rodríguez, García, Llobet, Tamba, 2020:136)

Aquesta conversió de les dades consisteix en generar o crear un mapa de taques de color (com una *tomografia*), a partir de les capes d'informació obtingudes amb el *georadar*, que ens indiquen varies coses. És a dir, que es passen les dades verticals obtingudes amb el *georadar*, a horitzontals (unint les capes entre si mitjançant un *software* especialitzat), de manera que s'aconsegueix un mapa frontal de l'objecte estudiat.

## Dificultats durant el test

En general s'ha de dir que tot ha anat molt bé, ja que s'ha tingut la sort que en aquests assajos hi ha col·laborat principalment la Doctora en física de la UPC, especialista en *georadar*, Vega Pérez, de manera desinteressada, i també Roger Sala, de l'empresa SOT Prospecció arqueològica, especialista també en *georadar*, a més d'un col·laborador puntual el Dr. DiCapua de la UPC. I per altra banda, Alexandre Novo, amic de Roger Sala, especialista en *georadar*, que treballa pel fabricant de *georadar* de darrera generació (*Screening Eagle Technologies*), que el mes de febrer ens va comunicar que la seva empresa podria estar interessada en col·laborar en els tests sobre vitralls de ciment.

Dit això, a continuació s'expliquen algunes dificultats que ens hem trobat:

- Els equips amb els que s'ha treballat eren cedits per la UPC (ja que Roger Sala no en té de tant alta freqüència a la seva empresa). Algunes parts d'aquests equips no estaven en bones condicions, com l'antena de 2,3 GHz. Per aquest motiu només es va poder fer el test amb l'antena de 1,6 GHz, que ja és d'*alta freqüència*, però no prou per als vitralls de ciment.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- La llicència de la UPC per a utilitzar el software o programa per a convertir els resultats en imatges 3D, que ens haguessin permès veure'ls com una tomografia, no estava activa, i la Doctora Vega Pérez, per molt que ho va intentar solucionar, no va arribar a temps a tenir-ho per a la presentació del meu TFM.
- Tot i que es varen començar els contactes amb els tècnics ja el mes de novembre de 2020, no ha estat fàcil trobar dates que ens anessin bé a tots alhora. A més, al ser una qüestió desinteressada econòmicament per a tothom, - tot i que molt interessada des del punt de vista científic per part de tots ells -, ha fet més difícils poder avançar amb més celeritat.  
Per exemple, Àlex Novo - el tècnic que té l'antena de més alta freqüència (6 GHz)-, fins fa poc vivia fora d'Espanya i venia poc. Des de fa unes setmanes s'ha instal·lat a Màlaga, però fins a mitjans o finals de juny no té disponibilitat per a quedar i fer els tests. De manera que ja queda fora del TFM. Tot i així, com he dit anteriorment, aquests tests es faran, ja que la investigació seguirà.

Aquestes dificultats però, no comporten que aquesta investigació s'aturi amb la finalització d'aquest TFM, ja que tant per part meua, com de J.M. Vitalls Bonet, com dels especialistes, es vol continuar avançant, i tot indica que s'acabarà arribant a una solució i a uns bons resultats finalment.

## Conclusions del test

S'ha pogut comprovar que la prospecció amb *georradar d'alta freqüència* pot ser efectiva per a l'estudi de l'armadura del formigó del vitrall de ciment d'estudi.

Però s'ha comprovat que s'ha d'utilitzar una antena de més alta freqüència, com per exemple la de 2,3 GHz, que no vàrem poder provar ja que estava espatllada en el moment del test, o la de 6 GHz, que es provarà properament, amb la qual sembla que és pràcticament segur que es podrà caracteritzar amb bastant o molt detall l'armadura, i també es podrà arribar a diagnosticar l'estat de conservació d'aquesta.

## Valoració econòmica orientativa

Les dades que es van donar per a que el tècnic pogués fer la valoració econòmica orientativa per a l'estudi amb *prospecció de georradar d'alta freqüència* per al vitrall d'estudi són:

- Dimensions màximes del vitrall de ciment d'estudi: 5 x 3 metres.
- D'accés al vitrall: A peu pla.
- Ubicació: Barcelona.
- Tipus d'antena: 6 GHz.

Es va proposar que diguéssiu si el cost podria estar entre diverses franges:

- 100 - 500 €
- 500 - 1.000 €
- 1.000 - 1.500 €
- 1.500 - 2.000 €
- 2.000 - 2.500 €
- Etc.

La valoració orientativa del tècnic especialista Roger Sala, de l'empresa SOT, és la següent:

Normalment aquestes feines es divideixen en:

- Prospecció (adquisició o presa de dades).
- Tractament de les dades i informe d'intervenció.

Si l'estudi de cas es tractés d'una feina comercial, el cost orientatiu podria ser el següent:

Prospecció (presa de dades):	600 - 700€	(Aquest preu inclouria el lloguer de l'aparell si calgués)
Tractament de dades i informe d'intervenció:	1.000 – 1.500 €	(Segons la quantitat de dades a analitzar o l'objectiu a resoldre.)

Així doncs, el total podria estar entorn a: 1.600 i 2.200 € aproximadament.

Per tant, segons la opinió de l'expert en vitrall i restauració de vitralls Jordi Bonet, de l'empresa J.M. Bonet Vitralls, sembla que es podria incloure dins una pressupost de conservació-restauració complet d'un vitrall de ciment (que inclogués el diagnòstic, els tractaments puntuals i la instal·lació d'un sistema de protecció catòdica), ja que no és desproporcionat dins el que podria ser el cost total d'una intervenció d'aquestes característiques.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## Conclusions de l'apartat

- S'ha pogut entendre la tècnica del *georradar d'alta freqüència* amb bastanta profunditat, gràcies al suport i a la tesis doctoral de la Dra. Vega Pérez. I tot i no arribar a ser-ne uns experts, com a conservadora-restauradora he conegut les bases per a poder parlar amb els tècnics i saber què es pot demanar i fins on es pot arribar, que és l'essencial per a un treball multidisciplinari des del punt de vista de la nostra professió, tal com s'ha ensenyat en aquest màster en l'assignatura de mètodes científics.
- S'ha pogut fer un primer assaig amb aquesta tècnica sobre el cas d'estudi i veure que, tot i posar la tècnica al límit, i necessitar una antena de més alta freqüència, si que pot ser efectiva com a anàlisi científicotècnica per a l'estudi de caracterització i diagnòstic dels vitralls de ciment.
- S'ha pogut iniciar un segon assaig amb l'antena de 6 GHz de l'empresa *Screening Eagle Technologies. Proceq*, amb Àlex Novo, del qual tindrem els resultats properament. I encara que ja sigui fora dels terminis del màster se seguirà investigant.
- El cost econòmic d'aquest tipus d'anàlisi és mitjanament alt, però sembla que podria ser assumible dins un projecte i pressupost de conservació-restauració real de vitralls de ciment.

## 9. Conclusions finals.

---

Amb aquest treball, en primer lloc, s'ha donat a conèixer el patrimoni dels vitralls de ciment, poc conegut fins ara per la majoria de la societat, i s'han donat arguments per a posar en valor la necessitat de la seva conservació i protecció, sobretot per a aquells vitralls construïts entre els anys 1950 i 1970, que estan constituïts per armadures d'acer que actualment estan ja molt corroïdes i perjudiquen greument l'estabilitat de tot el vitrall.

S'ha presentat en detall la possible solució de conservació preventiva, un sistema de protecció catòdica (SPC) adaptat als vitralls de ciment, que s'està desenvolupant dins un projecte europeu, *Beglades II*, per un grup d'empreses i l'Estat Federal Alemany.

Un gran èxit ha estat haver contactat amb l'empresa distribuïdora espanyola (*IR Corrosion*) que pertany a la mateixa empresa internacional que la empresa alemanya principal que està desenvolupant el projecte d'adaptació del SPC d'aquest projecte europeu (Project KKS). La empresa internacional que les engloba a les dues és: *Vector Corrosion Technologies*.

Així doncs, tot i que encara no s'ha pogut avançar més amb els contactes, és molt positiu i obra una porta molt important a la possibilitat que es pugui arribar a importar el projecte i la nova patent que desenvolupin a Espanya, ja que després d'aquest treball se seguirà el contacte amb tots ells.

El test d'estudi de l'anàlisi científicotècnic amb prospecció de *georradar d'alta freqüència*, per tal de caracteritzar, ubicar en detall i diagnosticar l'estat de conservació de l'armadura d'acer del formigó del vitrall d'estudi, també ha estat molt positiva, ja que s'ha pogut corroborar que si que és viable i efectiu el seu ús per la majoria d'objectius marcats. Tot i que no s'han pogut assolir els resultats específics. Així doncs, la conclusió en aquest sentit és que s'ha de seguir investigant i provant, partint de tot l'après amb el test dut a terme. El pròxim pas és el processat de les dades del test amb l'antena de 6 GHz, de *molt alta freqüència*, fet el 10 de juny amb Alexandre Novo, del qual tindrem resultats més endavant.

El contacte amb experts de diferents disciplines per tal de dur a terme una investigació preliminar sobre l'aquesta tècnica, nova en el camp del vitrall, també ha estat molt positiu, ja que s'ha pogut comptar un grup multidisciplinari de sis persones principalment<sup>21</sup>, contant-me

---

<sup>21</sup> Grup o equip multidisciplinari de sis persones principalment<sup>21</sup> (contant-me a mi):

Jordi Bonet. (Empresa vitrallera J.M. Bonet Vitralls. Experts en creació i restauració de vitralls.)

Vega Pérez. (Doctora, investigadora i docent a la UPC. Experta en *georadar*.)

Roger Sala. (Empresa SOT. Tècnic especialista en *georadar*.)

Alexander Novo. (Empresa *Screening Eagle Technologies*.)

Víctor de Gregorio. (Empresa IR Corrosión, distribuïdora de *Vector Corrosion Technologies*.)



a mi mateixa. A més d'altres experts consultats puntualment com: Dr. DiCapua o Marius Vendrell.

Per altra banda, també s'han pogut valorar econòmicament, encara que de manera orientativa, tant el SPC - tot i no ser encara el sistema adaptat per als vitralls de ciment-, com la prospecció amb *georradar de molt alta freqüència* (amb antena de 6 GHz). De manera que ens hem pogut fer una idea de la possibilitat d'aplicació professional real. Sembla que en un projecte complet de conservació-restauració d'un vitrall de ciment si que es podrien incloure aquests dos aspectes, als que s'hi hauria de sumar el cost dels tractaments puntuals de conservació-restauració, que no s'han valorat en aquest projecte.

Així doncs, només dependria de que qui custodia aquests vitralls ho pugui pagar.

Per aquest motiu també serà important després d'aquest projecte, i un cop s'hagin pogut fer més tests i contactar amb els responsables del projecte *Beglades II*, comunicar la importància de la conservació i protecció d'aquest patrimoni a institucions com el Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC) de la Generalitat de Catalunya, per tal de començar-hi a donar solucions tècniques i econòmiques l'abans possible.

Aquesta investigació, iniciada durant les pràctiques del màster i ampliada en aquest TFM, podria servir com a base per a l'elaboració de documents com: una futura "guia deontològica de conservació-restauració, conservació preventiva i protecció de vitralls de ciment" o un "pla director de diagnosi i conservació preventiva de vitralls de ciment", a nivell estatal o català, des de les institucions que correspongui.

Finalment, s'han pogut aplicar i practicar les capacitats adquirides durant aquest màster, per a dirigir, gestionar i elaborar un projecte de conservació-restauració de béns culturals.

Durant el transcurs de la investigació s'han trobat inconvenients tècnics i de coordinació de calendari, però la investigació segueix oberta i es continuarà el contacte amb els especialistes, tant de *sistema de protecció catòdica*, com de *prospecció de georradar d'alta freqüència*, per tal d'aconseguir aportar aquesta tecnologia a Catalunya i Espanya, per a l'aplicació en la conservació i protecció dels vitralls de ciment dels anys 1950-1970.

# Bibliografia

---

## Articles, revistes, butlletins, llibres d'actes, treballs acadèmics i tesis doctorals. (Edicions en paper i recuperats d'internet.)

Albert Esteve, A.; Bonet de Ahumada, J.; Montolío Torán, D. (2014). Restauración de la vidriera de hormigón del Seminario Diocesano Mater Dei en Castellón: retos de ayer y hoy. *XXXVIIè Curset jornades internacionals sobre la intervenció en el patrimoni arquitectònic. Patrimoni sacre: permanent innovació. AADIPA. COAC.* Recuperat de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/16332> [Consulta: 20 de juliol de 2020 i 20 de setembre de 2020]

*Art d'église.* (1950-1970). *Revue Trimestrielle-XXXIIIè ANNE.* Números: 104, 105, 107, 112, 116, 120, 125, 128, 136. [2020-2021]

ArteAC. (2021). Art Déco. El arte de la belle époque. Recuperat de <https://arteac.es/el-art-deco/> [30 març 2021]

Bazan, M.; Centellas, M. (2016). La obra artística de Arcadio Blasco en Extremadura (1955-1970). *De Arte, (Nº 15)* 280-298. Recuperat de <http://revpubli.unileon.es/ojs/index.php/dearte/article/view/3691/3666> [19 abril 2021]

Busse, F.; Heidrich, C.; Kleine, M.; Sander, C.; Ünal, M. (2015). Beglases II protection and restoration of monumental concrete-glazing with cathodic protection systems. *9<sup>th</sup> Forum for the conservation and technology of historic stained-glass. Stained-glass: how to take care of a fragile heritage? ICOMOS France, Paris, Corpus Vitrearum, LRMH.,* 83-90.

Cuzange, L.; Loisel, C.; Marie-Victorie, E.; Faure, W. (2009). Conserver les dalles de verre: un nouveau défi interdisciplinaire pour le vingt et unième siècle. *The Art of Collaboration Stained-Glass Conservation in the Twenty-first Century. Corpus Vitrearum United States of America Occasional Papers II. (Metropolitan Museum of Art, New York),* 176-182.

De Vis, K.; Janssens, K.; Jacobs, P.; Caen, J. (2015) Dealing with architectural Glasses: Maintenance, Monitorization and Emergency Treatment. *9<sup>th</sup> Forum for the conservation and technology of historic stained-glass. Stained-glass: How to take care of a fragile heritage? (ICOMOS France, Paris. Corpus Vitrearum. LRMH),* 64-71. Recuperat de [https://www.researchgate.net/profile/Kristel\\_De\\_Vis/publication/281745872\\_Dealing\\_with\\_architectural\\_glasses\\_maintenance\\_monitoring\\_and\\_emergency\\_treatment/links/56dd866708aed4e2a99c4b58.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kristel_De_Vis/publication/281745872_Dealing_with_architectural_glasses_maintenance_monitoring_and_emergency_treatment/links/56dd866708aed4e2a99c4b58.pdf) [PDF] [Consulta: Desembre de 2020]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

De Vis, K. (2014). *The Consolidation of Architectural Glass and Dalle de Verre; Assessment of Selected Adhesives*. Universitat d' Antwerpen. Recuperat de [https://www.researchgate.net/profile/Kristel\\_De\\_Vis/publication/298344936/The-consolidation-of-architectural-glass-and-dalle-de-verre-assessment-of-selected-adhesives/links/56e8209408aea51e7f3b1aee/The-consolidation-of-architectural-glass-and-dalle-de-verre-assessment-of-selected-adhesives.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Kristel_De_Vis/publication/298344936/The-consolidation-of-architectural-glass-and-dalle-de-verre-assessment-of-selected-adhesives/links/56e8209408aea51e7f3b1aee/The-consolidation-of-architectural-glass-and-dalle-de-verre-assessment-of-selected-adhesives.pdf?origin=publication_detail)

[Tesi Doctoral] [Desembre de 2020]

De Vis, K.; Caen, J.; Janssens, K.; Jacobs, P. (2013). The consolidation of cracks and fissures in Dalle de Verre: Assessment of Selected Adhesives. *Recent advances in glass, stained-glass, and ceramics conservation. (ICOM-CC Glass and Ceramics Working Group Interim Meeting and Forum of the International Scientific Committee for the Conservation of Stained Glass. Corpus Vitrearum-ICOMOS. Antwerp University.)*. Recuperat de <https://www.researchgate.net/publication/271523866>. [Octubre-novembre de 2020]

Esbert, R.M. et. al. (1997). Manual de diagnóstico y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. *Manuals de diagnosi, 5*. Barcelona: Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. [2020-2021]

Garcia Andrino, J. A. (2015). La arquitectura y el urbanismo del siglo XX. *Funcionalismo (Bauhaus, Le Corbusier)*. Recuperat de <https://www.slideshare.net/jelko/arquitectura-y-urbanismo-siglo-xx> [Power Point] [7 abril 2021]

Gil Farré, N. (2013). El taller de vitralls modernista Rigalt, Granell & Cia. (1890-1931). *Arquitectura i vitrall*. Recuperat de [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/134966/01.NGF\\_TESI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/134966/01.NGF_TESI.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Tesi Docotral] [febrer-març 2021]

Gil Farré, N. (2011). DeModernismo. *El taller de vitralls Rigalt, Granell & Cía*. Recuperat de <https://demodernismo.wordpress.com/2011/08/01/el-taller-de-vitralls-rigalt-granell-cia/> [9 abril 2021]

Gil Farré, N. (2011). DeModernismo. *L'arquitecte Modernista. Jeroni F. Granell i Manresa (1868-1931)*. Recuperat de <https://demodernismo.wordpress.com/2011/07/31/larquitecte-modernista-jeroni-f-granell-i-manresa-1868-1931-2/> [9 abril 2021]]

Golobardes Subirana, M. (2020). *Memòria de Pràctiques Externes. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració*. Barcelona. Facultat de Belles Arts de la Universitat de Barcelona.

Grima López, R.; Aguado de Cea, A.; Gómez Serrano, J. (2013). Gaudí and Reinforced Concrete in Construction. *International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restoration* (núm. 7), 375-402. *McGill University Library*.

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Recuperat de <http://www.tandfonline.com/loi/uarc20>,  
<http://dx.doi.org/10.1080/15583058.2011.632470> [Consulta: Gener de 2013]

PanReac. AppliChem. ITW Reagents Division. (2021). *Fenolftaleína solución 1% (Reag. USP, Ph. Eur.) para análisis volumétrico*. Recuperat de <https://www.itwreagents.com/iberia/es/product/fenolftaleina-solucion-1-reag-usp-ph-eur-para-analisis-volumetrico/281327> [12 novembre 2020]

Gual Pons, F. (2008). Lèxic multilingüe de la construcció. Català-castellà-francès-anglès-alemany. (LB3). Palma, Universitat de les Illes Balears. Servei Lingüístic. Gabinet de Terminologia. Recuperat de <https://cit.iec.cat/LMC/docs/introduccioLMC.pdf>. [PDF] [29 març 2021]

M. Pepi, R.; N. Buchner, L.; Gembinski, C. (2014). Conservation of Dalle de Verre at the New York Hall of Science. Conservation of dalle de verre. *APT Bulletin: Journal of preservation technology* (núm. 45:4), 1-12.

Martínez, R. (2010). Canales sectoriales. Interempresas. Arquitectura y Construcción. *Formulas de reparación. ¿Por qué se deteriora una estructura de hormigón?* Recuperat de <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37070-Estructuras-de-hormigon.html> [19 febrer 2021]

Mellado Valero, A. (2011). *Corrosión galvánica entre implantes dentales y estructuras protésicas diseñadas con aleaciones de distinta naturaleza*. Universitat de Valencia (UV) <http://es.dynamicabutment.com/wp-content/uploads/sites/3/2013/04/CORROSI%C3%93N-GALV%C3%81NICA.pdf> [Treball de màster universitari.] [25 maig 2021]

Negre Tibau, Narcís. (2015). Procés de renovació de l'Art Sacre a Catalunya entre els anys 1950-1965 i estudi de les obres posteriors en relació als postulats de l'encíclica "Sacrosanctum Concilium". *Taüll. Secretariat Interdiocesà per la custòdia i promoció de l'Art Sagrat de Catalunya. (Nº 44)*, 4-33. Recuperat de [https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l\\_ca](https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l_ca) [PDF] [Gener-febrer de 2021.]

Negre, N. (2017). Joan Vila Grau. Artista vitraller. *Taüll. Secretariat Interdiocesà per a la Custòdia i Promoció de l'Art Sagrat de Catalunya. (Núm. 48)* 17-31. Recuperat de [https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l\\_ca](https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l_ca) [PDF] [15 de febrer de 2021]

Nuñez, A. (2013). Slideshare. Segones Avantguardes. Recuperat de <https://www.slideshare.net/anunez12/art-segle-xxx-iii> [7 abril 2021]

Pardo, F. (2017). Cinc anys de Catalonia Sacra. *Taüll. Taüll. Secretariat Interdiocesà per a la Custòdia i Promoció de l'Art Sagrat de Catalunya. (Núm. 48)* 35-36 Recuperat de [https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l\\_ca](https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l_ca) [PDF] [15 de febrer de 2021]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

- Pascual Pinsach, A. (2019). Utilització dels assaigs no destructius en l'avaluació del grau d'afectació d'una estructura de formigó armat després d'un incendi (primera part). *La Punxa*, 057, 73-83. Recuperat de <http://www.riarte.es/bitstream/handle/20.500.12251/1411/La%20Punxa%20057%202019.%20Opp.%2073-83.%20Utilitzaci%C3%B3%20dels%20assaigs%20no%20destructius%20en%20l%27avaluaci%C3%B3%20del%20grau%20d%27afectaci%C3%B3%20d%27una%20estructura%20de%20formig%C3%B3%20armat%20despr%C3%A8s%20d%27un%20in.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [8 de novembre de 2020]
- Pellicer, M. (2008). Els artistes no ens jubilem. Entrevista Ángel Atienza, artista i exfutbolista. *i Nou Barris. Barcelona*. Suplement del districte dels barris. p. 8. Recuperat de [http://www.bcn.cat/publicacions/b\\_barris/arxiu/08\\_maig/Nou\\_Barris.pdf](http://www.bcn.cat/publicacions/b_barris/arxiu/08_maig/Nou_Barris.pdf) [PDF] [2 octubre 2020]
- Pérez, V. (2001). *Radars de subsuelo. Evaluación para aplicación en arqueología y en patrimonio histórico-artístico*. Universitat Politècnica de Catalunya. [Tesis Doctoral] [PDF]
- Pérez Rojas, F. J. (2008). La exposición internacional de artes decorativas e industriales modernas de París de 1925 y la crítica española. *Aldaba: Revista del Centro Asociado a la UNED de Melilla*. (Nº. 33). [12 de juliol de 2018]
- Pradell, T.; Molera, J. (2020). Ceramic technology. How to characterise ceramic glazes. *Archaeological and Anthropological Sciences*. Springer-Verlag GmbH Germany. Springer Nature. 1-28. Recuperat de <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01136-9> [novembre de 2020]
- Sala, R.; Ortiz-Quintana, H.; Rodríguez Simón, P.; García, E.; Llobet i Font, S.; Tamba, R. (2020). Aplicacions del georadar d'alta freqüència per a la caracterització no destructiva d'elements constructius. *Actes de la XVIª Reunión Tècnica Conservació-Restauració. Documentar en la conservació-restauració. Mètodes i Noves Tecnologies. I Congrés Virtual. CRAC (Conservadors-Restauradors Associats de Catalunya)*, 219- 236.
- Sala, R.; Ortiz-Quintana, H.; Rodríguez, S.; García, E.; Llobet, S.; Tamba, R. (2020). *Aplicacions del georadar d'alta freqüència per a la caracterització no destructiva d'elements constructius*. XVI Reunión Tècnica. Conservació-Restauració. Documentar en la conservació-restauració. Mètodes i noves tecnologies. [PDF]
- Tot Barcelona. (2017). *Will Faber y la Iglesia de Los Hogares Mundet*. Recuperat de <http://totbarcelona.blogspot.com/2017/11/will-faber-y-la-iglesia-de-los-hogares.html> [19 abril 2021]
- Ycaza, X. Civilgeeks Ingeniería y Construcción. (2020). *La prueba de fenolftaleina – Fácil y Útil*. Recuperat de <https://civilgeeks.com/2011/09/27/la-prueba-de-fenolftaleina-%E2%80%93-facil-y-util/> [12 novembre 2020]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

VVAA. (2007). Matrice - Products: Wax 1129 + polyethylene A wax Consolidant. *CONSTGLASS. Conservation materials for stained glass windows - assessment of treatments, studies on reversibility and performance of innovative restoration strategies and products. Project reporting in FP6. Project nº 044339*. Recuperat de <http://www.constglass.fraunhofer.de/>, <http://www.constglass.eu/> [10 desembre 2020]

## Llibres

Alcaide Nieto, V. (1998). *La vidriera Española. Ocho siglos de luz*. Madrid: Editorial Nerea, SA.

Arboix i Alió, A. (2018). *Barcelona. Esglésies i construccions de la ciutat*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.

Lee, L.; Seddon, G.; Stephens, F. (1979). *Vidrieras* [Títol original: *Stained Glass*] (1a ed.) Barcelona: Ediciones Destino, SA. [Editors primera edició original: Mitchell Beazley Publishers] [Traductors: Mercedes Esteban y Victor Conill].

Fernández Álvarez, A. (2010). *Tessel·la a tessel·la. Els mosaïcistes del taller de Sant-Yago Padrós*. (1a ed.) Terrassa: Fundació Torre del Palau.

Manauté, B. (2015). *La manufacture de vitrall et mosaïque d'art. Mauméjean. Flambe! Illumine! Embrase!* (1a ed.) França. Béarn: Le festin. Les amis des églises ancienees du Béarn.

Vila-Grau, J.; Carbó, X. (1988). *Fita. Vitralls 1958-1987*. (1a ed.). Figueres: Diputació de Girona.

Whall, C.W. (Any primera edició original: 1905). *L'OFICI DE VITRALLER. Un llibre de text per a estudiants i treballadors del vidre de C.W. Whall amb diagrames fets per dos dels seus aprenents i altres il·lustracions*. [Títol original: *Stained Glass Work. A text-book for students and workers in glass, by C.W. Whall. Whit diagrams by two of his apprentices and other illustrations*.] (Editorial original: Nova York: D. Appleton and Company.)

[Traducció al català: Bonet, J. (2019). Barcelona: SD · EDICIONS]

Yoki. (1971). *Vitreux modernes en Suisse. Moderne Glasmalerei der Schweiz. 20 planches en couleurs. 40 illustrations en noir et blanc*. Office du Livre. Exclusivité Weber, 102-108.

## Pàgines web i enllaços d'interès

Ajuntament de Barcelona. (SD). *Sarrià – Sant Gervasi. Sant Gervasi – la Bonanova. El barri actual. Dades estadístiques del barri*. Recuperat de <https://ajuntament.barcelona.cat/sarriasantgervasi/ca/el-districte-i-els-seus-barris/sant-gervasi-la-bonanova> [17 febrer 2021]

Ajuntament de Barcelona. (SD). *Sarrià – Sant Gervasi. Sant Gervasi – la Bonanova. Història. Història de Sant Gervasi – la Bonanova*. Recuperat de <https://ajuntament.barcelona.cat/sarria-santgervasi/ca/el-districte-i-els-seus-barris/sant-gervasi-la-bonanova/historia-de-sant-gervasi-la-bonanova> [17 febrer 2021]

American Psychological Association. (2021). *APA Style Sixth Edition Resources*. Recuperat de <https://apastyle.apa.org/6th-edition-resources/> [febrer-juny 2021]

Arquebisbat de Barcelona. (2021). *Parròquia Verge de la Pau. Barcelona. La Parròquia. Història i barri*. Recuperat de <http://parroquiavergedelapau.com/>, Arxiprestat [https://www.arqbcn.org/mapa/index.php?view=barcelona-sant\\_gervasi-verge\\_de\\_la\\_pau&lang=ca](https://www.arqbcn.org/mapa/index.php?view=barcelona-sant_gervasi-verge_de_la_pau&lang=ca) [17 febrer 2021]

Arte aplicado a la arquitectura. (S.D.). *La obra artística de Ángel Atienza. AAtienza. Vitrales*. Recuperat de <http://www.aatienza.com/castellano/home.htm> [19 abril 2021]

Barral Altet, X.; Vila Delclòs, A.; Vila-Grau, J. ; De Dalmases, N.; Alcoy Pedrós, R.; Cañellas, S.; et al. (1981). Institut d'Estudis Catalans. *Recerca. Corpus Vitrearum Medii Aevi (CVMA)*. Recuperat de <https://www.iec.cat/recerca/projecte1.asp?codi=PUAI-CVMA> [30 març 2021]

Bundesministerium für Bildung und Forschung. [Ministeri Federal d'Educació i Investigació.]. (S.D.). *Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke (AiF)*. (2021). *Tasques. Fundació. Membres*. Recuperat de <https://www.bmbf.de/de/arbeitsgemeinschaft-industrieller-forschungsvereinigungen-otto-von-guericke-e-v-aif-422.html> [setembre-novembre 2020]

Busse et. al. (1997). *Patent CPS*. Recuperat a <https://patents.google.com/patent/US5609748A/en#> [17 novembre 2020]

Cambridge University Press. (2021). Cambridge Dictionary. *Art Deco*. Recuperat de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/art-deco> [30 març 2021]

Canals, Galeria d'Art. (2007). *Grau Garriga, Josep*. Recuperat de <http://www.canals-art.com/compra-autor-cat-frame-main-obres.asp?Autor=14> [21 abril 2021]

Chávez de la Mora, Fray Gabriel. (2015) i (2021). *Liturgia y Arquitectura*. Recuperat de [Dialnet-LasNuevasConstruccionesReligiosasYElConcilioVatica-5849050.pdf](https://es.scribd.com/document/430467047/LasNuevasConstruccionesReligiosasYElConcilioVatica-5849050.pdf) (2015) i <https://es.scribd.com/document/430467047/LasNuevasConstruccionesReligiosasYElConcilioVatica-5849050-1> (2021) [19 març 2021]

CIDOC. Comitè internacional per la documentació de l'ICOM. Recuperat de <http://network.icom.museum/cidoc/L/1/> [Setembre-Desembre de 2019]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Ciment Català. (2017). *8.000 Anys d'Història. El desenvolupament de la Humanitat és paral·lel a l'ús del ciment en les seves construccions*. Recuperat de <https://ciment-catala.org/ca/historia-del-ciment/> [19 febrer 2021]

CiudadCiencia. (S.D.) Clasificación de las rocas. Instituto de Geociencias (CSIC-UCM). Recuperat de [http://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA\\_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS\\_CC.pdf](http://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS_CC.pdf) [Arxiu PDF] [Octubre-novembre 2020].

Construmática. Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. (SD) *Hormigón*. Recuperat de <https://www.construmatica.com/construpedia/Hormig%C3%B3n> [30 octubre 2020]

Corpus Vitrearum. (2004). *Corpus Vitrearum. Guidelines for the Conservation and Restoration of Stained Glass. Second Edition, Nuremberg, 2004*. Recuperat de <http://infovitrail.com/index.php/fr/conservation-restauration-des-vitraux> y <http://cvi.cvma-freiburg.de/documents/CVGuidelines.pdf> [PDF] [Novembre 2020]

Corpus Vitrearum International. (S.D.). *About Us. The Corpus Vitrearum International.; Spain & Catalonia*. Recuperat de <http://www.corpusvitrearum.org/> [16 abril 2021]

CRAI Universitat de Barcelona. (2019). *Búsqueda y uso de información científica Máster en Dirección de Proyectos de Conservación-Restauración Facultad de Belles Arts Curs 2019-20*. Recuperat de [https://campusvirtual.ub.edu/pluginfile.php/3158635/mod\\_resource/content/0/2\\_1\\_CRAI\\_Sesi%C3%B3n\\_2019\\_09\\_2019.pdf](https://campusvirtual.ub.edu/pluginfile.php/3158635/mod_resource/content/0/2_1_CRAI_Sesi%C3%B3n_2019_09_2019.pdf) [PDF] [Gener 2021]

Del Santo Valentín-Gamazo, J. P. (2020). *Vitralismo. La vidriera en las iglesias españolas de los años 50-60*. Recuperat de [http://oa.upm.es/58048/1/TFG\\_20\\_Santo\\_Valentin\\_Gamazo\\_Juan\\_Pablo\\_del.pdf](http://oa.upm.es/58048/1/TFG_20_Santo_Valentin_Gamazo_Juan_Pablo_del.pdf) [TFG] [PDF] [19 abril 2021]

Diccionari.cat. (S.D.). *Abeurada*. Recuperat de <http://www.diccionari.cat/lexicx.jsp?GECART=0000314> [2 juny 2021]

Diccionari Invers de la Llengua Catalana (DILC). (2019). *Ecumènic*. Recuperat de <https://dilc.org/ecum%C3%A8nic>. [19 març 2021]

Diccionario Biográfico Español. Real Academia de la Historia. (DBE.RAH) (2018). *Joseph Jules Mauméjean*. Recuperat de <http://dbe.rah.es/biografias/60706/joseph-jules-maumejean> [20 abril 2021]

EcuRed. (S.D.). *Arcadio Blasco*. Recuperat de [https://www.ecured.cu/Arcadio\\_Blasco#Trayectoria\\_art.C3.ADstica](https://www.ecured.cu/Arcadio_Blasco#Trayectoria_art.C3.ADstica) [6 octubre 2020]

EcuRed. (S.D.). *Will Faber*. Recuperat de [https://www.ecured.cu/Will\\_Faber](https://www.ecured.cu/Will_Faber) [1 abril 2021]

El portal del vidrio y la carpintería. 2018. Recuperat de <https://www.vidrioperfil.com/es/empresas-espana/j-m-bonet-vitralls-l>. [24 setembre 2020]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



El punt avui. (2016). *Mor als 91 anys el ginecòleg català Josep Maria Dexeus*. Recuperat de <http://www.elpuntavui.cat/societat/article/5-societat/955687-mor-als-91-anys-el-ginecolog-catala-josep-maria-dexeus.html> [2020]

Església Arxidiocesana de Barcelona (EAB). (2021). *Verge de la Pau*. Recuperat de <https://esglesia.barcelona/parroquies/verge-de-la-pau/> [17 febrer 2021]

Fundació Fita, FF. (S.D.). *Domènec Fita, artista*. Recuperat de <https://fundaciofita.com/obra-de-domenec-fita/domenec-fita-artista/> [20 abril 2021]

Fundació Junta Constructora del Temple Expiatori de la Sagrada Família. (SD). *Els vitralls de la Sagrada Família: quan la llum ens captiva*. Recuperat de <https://blog.sagradafamilia.org/divulgacio/vitralls-sagrada-familia-llum-captiva/> [29 novembre 2020]

Glosario Ilustrado de Arte Arquitectónico. (2020). *Tracería*. Recuperat de <https://www.glosarioarquitectonico.com/glossary/traceria/> [23 novembre 2020]

Gran Diccionari de la llengua catalana. (GDLC). Enciclopedia Catalana (GEC). El cercador de referència en català. (S.D.). *Platina*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gdlc-e00105415.xml> [12 maig 2021]

Gran Enciclopedia Catalana (GEC). El cercador de referència en català. (SD). *Ciment Pòrtland. Pòrtland*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0133775.xml> [12 abril 2021]

Gran Enciclopedia Catalana (GEC). El cercador de referència en català. (SD). *Esmalt*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0105208.xml> [30 març 2021]

Gran enciclopèdia catalana (GEC). (S.D.). *Esmalt*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0105208.xml> [16 febrer 2021]

Gran Enciclopedia Catalana (GEC). El cercador de referència en català. *Els vitralls als Països Catalans: dels orígens fins al segle XIX*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0151014.xml> [Gener 2021]

Gran Enciclopedia Catalana (GEC). El cercador de referència en català. (S.D.). *Francesc Fornells i Pla*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0027742.xml>. [5 novembre 2020]

Gran Enciclopedia Catalana (GEC). El cercador de referència en català. (SD). *"Glossari del vitrall", Les primeres grans sèries gòtiques, Guillem Lantungard i La renovació de mitjan segle XIV*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/search/site/llancetes> [Gener de 2021]

Gran Enciclopèdia Catalana (GEC). (S.D.). *Hertz*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0113989.xml> [10 maig 2021]

Gran Enciclopedia Catalana (GEC). El cercador de referència en català. (S.D.). *Vitrall*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/search/site/vitrall> [19 abril 2021]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Gran enciclopèdia catalana (GEC). (S.D.). *Vitrall*. Recuperat de <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0151014.xml>. [16 febrer 2021]

Grillo. (S.D.). *Grillo-KKS-Beton*. Divisions. Metal division. Recuperat de [https://grillo.de/?page\\_id=25imagesprinzipgrillokks.jpg&lang=en](https://grillo.de/?page_id=25imagesprinzipgrillokks.jpg&lang=en) [abril-maig 2021]

Grillo Herstellerangaben. (S.D.) *Patent del sistema Grillo-cathodic corrosion protection – schematic*. Recuperat de [www.kks-beton.de](http://www.kks-beton.de) [Novembre 2020]

Grillo. (S.D.). *Grillo-KKS-Beton*. Divisions. Metal division. Recuperat de [https://grillo.de/?page\\_id=25imagesprinzipgrillokks.jpg&lang=en](https://grillo.de/?page_id=25imagesprinzipgrillokks.jpg&lang=en) [abril-maig 2021]

ICOMOS-ISCS. ICOMOS, International Scientific Committee for Stone. (2010). *Glosario ilustrado de formas de deterioro de la piedra. Monumentos y sitios XV*. Recuperat de [http://iscs.icomos.org/pdf-files/spanish\\_glossary.pdf](http://iscs.icomos.org/pdf-files/spanish_glossary.pdf) [PDF] [12 abril 2021]

ITCSA. (2016). *Protección catódica. ¿En qué consiste?* Recuperat de <https://www.itcsa.es/proteccion-catodica-consiste/> [25 maig 2021]

Institut d'Estudis Catalans. Recerca (IEC). (S.D.). *Corpus Vitrearum Medii Aevi (CVMA). Antecedents*. Recuperat de <http://www.iec.cat/recerca/projecte1.asp?codi=PUAI-CVMA> [16 abril 2021]

Institut d'Estudis Catalans. Recerca (IEC). (S.D.). *APmembres*. Recuperat de <http://apmembres2.iec.cat/detall.aspx?pkMembrePLE=376> [27 abril 2021]

International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) Comité Nacional Español. (2021). *¿Qué es ICOMOS?* Recuperat de <https://icomos.es/que-es-icomos/> [7 abril 2021]

International Council on Monuments and Sites (ICOMOS). International Scientific Committee for Stone (ISCS). (2010). *Craquelado*. Recuperat de [http://iscs.icomos.org/pdf-files/spanish\\_glossary.pdf](http://iscs.icomos.org/pdf-files/spanish_glossary.pdf) [12 abril 2021]

IR CORROSIÓN. (S.D.). Ingeniería en protección catódica. Estructuras metálicas que resisten bajo tierra y agua. Recuperat de <https://ircorrosion.com> [Novembre de 2020]

J.M. Bonet Vitralls. (2017). *Vidrieras de hormigón*. Recuperat de [https://vitrallsbonet.com/portfolio\\_category/hormigon/](https://vitrallsbonet.com/portfolio_category/hormigon/) [Setembre-octubre 2020]

J.M. Bonet Vitralls. (2017). *La vidriera cloisonné, análisis de materiales y dificultades de conservación*. Vidrieras Modernas. Recuperat de <https://vitrallsbonet.com/la-vidriera-cloisonne-analisis-materiales-dificultades-conservacion/> [20 abril 2021].

Lamberts. (S.D.). *¿Por qué Lamberts?* Recuperat de <https://www.lamberts.info/es/empresa/> [27 abril 2021]

Lumitos AG. (1997-2021). *Cemento. Cemento Pórtland. Hormigón*. Química.es. Recuperat de <https://www.quimica.es/enciclopedia/Cemento.html> [12 abril 2021]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Marrottico, J. (2014). *La carbonatació del Formigó*. Ciència i Tecnologia de l'Edificació. Blog d'opinions i reflexions sobre edificació legal i forense. Recuperat de <https://jordimarrottico.blogspot.com/2014/02/la-carbonatacio-del-formigo.html>. [25 maig 2021]

Martínez, R. (2010). Canales sectoriales. Interempresas. Arquitectura y Construcción. *Formulas de reparación. ¿Por qué se deteriora una estructura de hormigón?* Recuperat de <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37070-Estructuras-de-hormigon.html> [19 febrer 2021]

Miguel Alonso, S. (2013). *Corrosión Metálica y su Protección*. ETSI Navales. Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Recuperat de [https://www.youtube.com/watch?v=w2cBncmuSnQ&t=1s&ab\\_channel=UPM](https://www.youtube.com/watch?v=w2cBncmuSnQ&t=1s&ab_channel=UPM). [VÍDEO] [25 maig 2021]

Ministerio de Cultura y Deporte. (2013). *Proyecto Coremans. "Criterios de intervención en materiales pétreos. (2013)."*  Recuperat de [https://www.libreria.culturaydeporte.gob.es/libro/proyecto-coremans-criterios-de-intervencion-en-materiales-petres\\_2475/](https://www.libreria.culturaydeporte.gob.es/libro/proyecto-coremans-criterios-de-intervencion-en-materiales-petres_2475/) [PDF] [12 abril 2021]

Ministerio de Cultura y Deporte. (2017). *Proyecto Coremans. Criterios de intervención en la arquitectura de tierra.* Recuperat de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/difusion/publicaciones/libros-del-ipce/coremans.html> y <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/conservacion-y-restauracion/criterios-de-intervencion.html> [2019]

Ministerio de Cultura y Deporte. (2013). *Proyecto Coremans. Criterios de intervención en materiales pétreos.* Recuperat de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/difusion/publicaciones/libros-del-ipce/coremans.html> y <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/conservacion-y-restauracion/criterios-de-intervencion.html> [2019]

Ministerio de Cultura y Deporte. (2015). *Proyecto Coremans. Criterios de intervención en materiales metálicos.* Recuperat de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/difusion/publicaciones/libros-del-ipce/coremans.html> y <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/conservacion-y-restauracion/criterios-de-intervencion.html>. [2019]

Miralles, Francesc. (1987). *Will Faber: abstracción y sentimiento musical*. Cultura. La Vanguardia. Barcelona, Tisa. p. 37. Recuperat de <http://hemeroteca.lavanguardia.com/preview/1969/10/16/pagina-37/32981173/pdf.html?search=will%20faber> [1 abril 2021]

Montcada. (2015). Joan Montcada. Enciclopèdia Catalana. Recuperat de <http://www.martamontcada.cat/index.php/ca/9-biografia-es/27-joan-montcada> [27 abril 2021]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Museu del Disseny. (2021). *Fons Rigalt, Granell i Cía*. Recuperat de <https://ajuntament.barcelona.cat/museudeldisseny/ca/centredoc/arxius> i <https://arxius.museudeldisseny.cat/rigalt-granell-y-cia-2> [15 febrer 2021]

Museu del Disseny. (SD). Centre de Documentació. Rigalt, Granell i Cía. Taller de vitralls Rigalt-Granell. Producció. Vitralls d'iconografia religiosa i simbologia cristiana. Simbologia religiosa. Vitralls de ciment amb simbologia religiosa. *UDS RIG-U0611-Dibuix de vitrall per a finestra amb elements de l'eucaristia per a la Parròquia de la Verge de la Pau de Barcelona*. <https://arxius.museudeldisseny.cat/dibuix-de-vitrall-per-a-finestra-amb-elements-de-leucaristia-per-a-la-parroquia-de-la-verge-de-la-pau-de-barcelona> [5 novembre 2020]

Oriola, M. (2021). *1\_1\_Manual\_TFM\_2021\_2on S\_2020\_02\_01*. Recuperat de <https://campusvirtual.ub.edu/course/view.php?id=24830> [Word] [febrer 2021.]

Parròquia Verge de la Pau. (2017). *La Parròquia. Història i Barri. Espais. Mossens i Seminaristes*. *Mossens*. Recuperat de [http://parroquiavergedelapau.com/?page=Quisom\\_HistoriaiBarri](http://parroquiavergedelapau.com/?page=Quisom_HistoriaiBarri), [http://parroquiavergedelapau.com/?page=Quisom\\_Espais](http://parroquiavergedelapau.com/?page=Quisom_Espais) i [http://parroquiavergedelapau.com/?page=Quisom\\_MossensSeminaristes](http://parroquiavergedelapau.com/?page=Quisom_MossensSeminaristes) [17 febrer 2021]

Reial Acadèmia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi (RACBASJ). 2009. Els Acadèmics. *Vila i Grau, Joan*. Recuperat de <http://www.racba.org/mostrarcvcurriculum.php?id=6> [febrer-març 2021]

Real Academia de Historia y Arte de San Quirce (RAHASQ). (S.D.). *Carlos Muñoz de Pablos*. Recuperat de <https://www.realacademiadesanquirce.es/carlos-mu%C3%B1oz-de-pablos.html> [26 octubre 2020 i abril 2021]

Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. (DLE.RAE). Asociación de Academias de la Lengua Española. (2021). *Postconiliar; Postconcilio*. Recuperat de <https://dle.rae.es/posconiliar> [16 març 2021]

RIARTE. Repositorio de Investigación RIARTE. Consejo General de la Arquitectura Técnica. CGATE. (2018). *Hormigón. Carbonatación. Prueba de la fenoftaleína*. Recuperat de <http://www.riarte.es>. [8 novembre 2020]

René solucions per a una llar saludable i eficient. (S.D.) *Què és el ferro, l'acer carboni, inox...?* Recuperat de <https://espairene.com/ca/hierro-acero-carbono-inox-diferencias/>. [24 març 2021]

Servei Meteorològic de Catalunya. (2020). *Clima. El clima de Catalunya. Climatologies comarcals*. Recuperat de <https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ahir/el-clima-de-catalunya/> [Novembre 2020]

Santalla, L. (2012). Teoria de la Construcció. *La prueba de la fenoftaleína*. Recuperat de <http://teoriadeconstruccion.net/blog/la-prueba-de-la-fenofltaleina/>. [PDF] [30 octubre 2020].

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Font: Screening Eagle Technologies. (2021). *Screening Eagle*. Recuperat de <https://www.screeningeagle.com/> [juny 2021]

Teoriadeconstruccion. (2007-2021). Recuperat de <http://teoriadeconstruccion.net/blog/la-prueba-de-la-fenolftaleina/>. [30 octubre 2020]

Tesauros. (2021). *Término: Mortero*. Recuperat de <http://tesauros.mecd.es/tesauros/materias/1030492.html> [22 abril 2021]

UAI (Unió Acadèmica Internacional). (2015). *Corpus Vitrearum. Projecte nº16, adoptat el 1956*. Recuperat de <http://www.uai-iaa.org/fr/projects/19/corpus-vitrearum> [30 de març de 2021]

Vector Corrosion Technologies. (2021). *VCT Distributors For Concrete Corrosion Technologies*. Recuperat de <https://www.vector-corrosion.com/international-distributors> [febrer-maig 2021]

Vetraria Muñoz de Pablos, s.l. (2021). *Historia de Vetraria*. Recuperat de <http://vetraria.es/> [2020-2021]

Vidreria de Sant Just. (2017). Vidreria de Sant Just. Recuperat de <https://verrerie-de-saint-just.business.site/posts/8079406429303802326?hl=fr> i <https://www.visitesloireforez.com/d%C3%A9couverte-de-savoir-faire/la-verrerie-de-st-just/> [2 octubre 2020]

Vilaseca, O. (2019). *Clivellat*. Diccionari Invers de la Llengua Catalana (DILC). Recuperat de <https://dilc.org/clivellat> [19 abril 2021]

## Imatges

Bonet, J. (2011). *Vidrieras Contemporània*. Sessió docent impartida al CRBMC. [Power Point] [IMATGES] [PDF]

Busse, F.; Heidrich, C.; Kleine, M.; Sander, C.; Ünal, M. (2015). Beglares II protection and restoration of monumental concrete-glazing with cathodic protection systems. *9<sup>th</sup> Forum for the conservation and technology of historic stained-glass. Stained-glass: how to take care of a fragile heritage? ICOMOS France, Paris, Corpus Vitrearum, LRMH.*, 83-90. Recuperat de <http://kks-beton.de/imagesprinzipgrillokks.jpg> [IMATGE]

Chávez de la Mora, Fray Gabriel. (2015). *Las nuevas Construcciones religiosas y el Concilio Vaticano II. Una experiència personal*. Actas del Congreso Internacional de Arquitectura Religiosa Contemporànea 4. Recuperado de <file:///C:/Users/Marta/Downloads/Dialnet-LasNuevasConstruccionesReligiosasYElConcilioVatica-5849050.pdf> [PDF] [IMATGE] [19 març 2021]

Galán, L.C. (2018). *Preparación Fenolftaleína 1% en etanol 95º. Prueba en medio ácido y básico*. Recuperat de [https://www.youtube.com/watch?v=Je-AlbXe9Fc&ab\\_channel=LuisCarlosGal%C3%A1n](https://www.youtube.com/watch?v=Je-AlbXe9Fc&ab_channel=LuisCarlosGal%C3%A1n) [VÍDEO] [febrer 2021]

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

Google Maps. (SD). *Parròquia de la Verge de la Pau*. Recuperat de <https://www.google.es/maps/place/Parr%C3%B2quia+de+la+Verge+de+la+Pau/@41.4010469,2.1335557,70m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x12a4986d3421ce17:0xa82dbc2a20924cd0!8m2!3d41.4012109!4d2.1337609?hl=ca> [19 febrer 2021]

Ilvetro. (SD). *Vidrios. Vidrios Artísticos. Lamberts. Dallas*. Recuperat de <http://ilvetro.es/vidrio.php?id=000000007X> [IMATGE] [12 abril 2021]

Lee, L.; Seddon, G.; Stephens, F.; (1979). *Vidrieras* [Títol original: *Stained Glass*] (1a ed.) Barcelona, Ediciones Destino, SA. [Editors primera edició original: Mitchell Beazley Publishers] [Traductors: Mercedes Esteban y Victor Conill]. [IMATGES]

Manauté, B. (2015). *La manufacture de vitrall et mosaïque d'art. Mauméjean. Flambe! Illumine! Embrase!* (1a ed.) França. Béarn: Le festin. Les amis des églises anciennes du Béarn. [IMATGE]

Negre Tibau, N. (2017). Joan Vila Grau. Artista vitraller. *Taüll. Secretariat Interdiocesà per la custòdia i promoció de l'Art Sagrat de Catalunya*. (Nº 48), 17-31. Recuperat de [file:///C:/Users/Marta/Downloads/78\\_TA\\_LL\\_48%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Marta/Downloads/78_TA_LL_48%20(1).pdf) [IMATGE] [PDF], [https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l\\_ca](https://www.cataloniasacra.cat/taull/browse/l_ca) [gener-abril de 2021.]

Sala, R.; Ortiz-Quintana, H.; Rodriguez, S.; García, E.; Llobet, S.; Tamba, R. (2020). *Aplicacions del georadar d'alta freqüència per a la caracterització no destructiva d'elements constructius*. XVI Reunió Tècnica. Conservació-Restauració. Documentar en la conservació-restauració. Mètodes i noves tecnologies. [PDF] [IMATGE]

Yoki. (1971). *Vitreux modernes en Suisse. Moderne Glasmalerei der Schweiz. 20 planches en couleurs. 40 illustrations en noir et blanc*. Office du Livre. Exclusivité Weber, 102. [IMATGE]

*“L'autora declara que aquest treball és propi i que no conté plagi.”*

*“Donat el caràcter exclusivament acadèmic d'aquest treball, l'autora s'acull a l'article 32.1 de la Llei de propietat intel·lectual vigent pel qual s'hi permet la inclusió d'imatges alienes, prèviament ja divulgades, com a citació, per a ser analitzades o per emetre un comentari o judici crític.”* (Oriola, 2021)

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

# ANNEX 1

## Fitxa comparativa de cinc casos d'estudi de les pràctiques del màster.

Caracterització i diagnosi d'estat de conservació dels casos d'estudi de les pràctiques del màster.

CASOS D'ESTUDI
C 1: Església Sant Domènec, de Puigcerdà. (Artista: Joan Montcada; fàbrica de les dalles i taller vitraller: <i>Regiopistrina</i> .) (1963)
C2: Església del Pare Claret, de Sallent. (Artista: Grau Garriga; taller vitraller: <i>Regiopistrina</i> )
C3: Església de Sant Pere Platja, de Calafell. (Artista i taller vitraller: J.M.Bonet Vitalls; fàbrica de les dalles: <i>Regiopistrina</i> de Molins de Rei). (1969)
C4: Parròquia Verge de la Pau, de Barcelona. (Artista: Joan Vila Grau; taller vitraller: <i>Granell i Cía.</i> ) (1966)
C5: Asil de Sant Rafael, de Barcelona. (Artista: Fornells Pla; taller vitraller: J.M. Bonet Vitalls.) (Desestimat per la taula actual, ja que no es va poder fer la visita completa.)
C6: Església de Santa Maria, de Caldes de Montbuí. (Artista i taller vitraller: J.M. Bonet Vitalls.) (Anys 1980-1990)

FITXA COMPARATIVA CASOS D'ESTUDI										
DADES GENERALS	interior edifici					exterior edifici				
	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Fabricat els anys 1960 (o voltants)										
Dimensions màximes aproximades (arrodonides):	6x5	8x3	5x3	3x5	3x5					
Estil abstracte o figuratiu (a, f)	f	a	f	a	a					
Coneixement fabricació: Artista pintor/disseny										
fàbrica dalles										
taller vitraller										
Signatura autoria										
Entorn/Clima: Mediterrani Muntanya-Urbà (MMU)										
Mediterrani Litoral-Urbà (MLU)										
Mediterrani Litoral-Mar (MLM)										
Mediterrani Interior-Urbà (MIU)										
Vibració i contaminació: (volum transit proper)										
Densitat alta										
Densitat mitjana										
Densitat baixa										

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## FITXA COMPARATIVA CASOS D'ESTUDI

DALLES DE VIDRE	interior					Exterior				
	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
<b>descripció</b>										
Tècnica										
Motlle										
(confeccionades a motlles i tallades) Tall diamant										
Gamma de colors variada										
Gamma de colors única (freds o càlids)										
Freds (blaus, verds, etc)										
Càlids (vermells, marrons, grocs, melats, etc.)										
Bombolles intrernes										
<b>alteracions intrínseques</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Fissures obertes (fractures obertes)										
Fissures tancades que travessen la dalla										
Inici fissura o craquelat als laterals										
Craquelats interns inicials (centre o lateral Dalla)										
"Petxines"										
Laminats o desplaçats (petxina oberta no perduda)										
Bombolles superficials trencades										
Bombolles naturals obertes (entra pols, aigua..)										
Bombolles tancades fràgils										
Crostes superficials						?				
Vidres enfosquits										
Irisacions										
Corrossió (forta / fluixa)										
<b>alteracions extrínseques</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Pèrdua de peces senceres										
Pèrdua de gran part d'una peça										
Pèrdua petita d'una peça										
Rascades										
Residus d'òxid										
Regalims d'aigua marcats										
Massilles o morter circumdant separats (llums)										
Massilles o morter en mal estat										
Humitat per capilaritat										

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.



## FITXA COMPARATIVA CASOS D'ESTUDI

<b>dipòsits</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Brutícia Orgànica (excrements, etc...)										
Brutícia general (pols, fum, contaminació,...)										
Dip. Sintètics (pintura, cintes adhesives, art urbà,..)										
Esquitxades ciment										
Creixement biològic										
Presència de fauna (teranyines, ...)										
<b>reparacions / restauracions</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Documentades i datades										
Vidres no originals (substituïts)										
Vidres restaurats/repairats										
Reompliment de llacunes amb altres materials										
Fissures massillades										
"Remassillat" al voltant de les dalles										
<b>possibles causes de deterioraments</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Desaigües propers										
Humitat natural (condensació, altres)										
Entrada d'aigua per juntes obertes o poroses										
Sals (visibles)										
Possible Composició (analítiques)				?					?	
Vandalisme										
Ús										
<b>FORMIGÓ</b>	interior					Exterior				
<b>construcció (apartat descriptiu)</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Plànols construcció										
Mida gra (gruixut /fi/mixt) (g/f/m)	g	f/g	m/g	f/m	f/m	g	g/f	g	m/g	F
Sabem Tipus ciment										
Protecció (pintura o altre producte)										
<b>alteracions intrínseques</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Esquerdes fines										
Fractures obertes										
Desplacats o laminat										
pèrdues										

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## FITXA COMPARATIVA CASOS D'ESTUDI

<b>alteracions extrínseques</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Erosió superficial										
Regalims superficials causats per l'aigua.										
Pèrdues										
Calcificació (analítiques)										
Carbonatació					?					?
Sals (necessitat d'analítica)				?						
Residus oxidació										
<b>reparacions/restauracions</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Reompliments amb altres mat. o formigó diferent.										
Substitució de formigó original parcialment.										
<b>dipòsits</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Orgànics (excrements,...)										
Brutícia general (pols, fum,..)										
Dipòsits sintètics (Pint., silic., art urbà)										
Esquitxades de ciment.										
Creixement biològic. (vegetació)										
Presència de fauna. (teles aranya, ..)										
<b>possibles causes de deterioraments</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Desaigües propers										
Humitat natural (condensació, altres)										
Entrada d'aigua per juntes obertes o poroses										
Sals (visibles)										
Possible Composició				?					?	
Vandalisme										
Ús										
<b>METALL (ARMAT)</b>	<b>interior</b>					<b>Exterior</b>				
<b>descripció</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Tipus de metall										
Ferro										
Acer					?					
No ho sabem segur										
Detecció distribució i soldadures (detector de metalls / georadar molt alta freqüència)										
Soldadures: És possible determinar on son										
Mini / pintura antioxidant										

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## FITXA COMPARATIVA CASOS D'ESTUDI

<b>Estat de conservació</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Zones vistes i oxidades										
Grau de corrosió (alt/mig/baix) (a/m/b)	m	m/a				m	m/a		m/a	
<b>causes d'alteració intrínseques</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Qualitat del metall (*necessitat d'analítica)					?					
<b>causes d'alteració extrínseques</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
carbonatació del formigó					?					?
possibles sals (aportades pel formigó o entorn)				?	?				?	?
<b>reparacions</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Inhibició amb pintura o producte comercial										
Tapat amb ciment líquid, sense gruix										
Tapat amb gruix de ciment o morter										
<b>possibles causes de deterioraments</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Possible Composició (necessitat d'analítica*)				?	?				?	?
Formigó carbonatat, entrada humitat capilaritat					?					?
Seguretat de que tot el metall està corroït *										
Sabem el Grau de corrosió de l'armat *										
Desplacats del formigó										
Desaigües propers										
Humitat natural (condensació, altres)										
Entrada d'aigua per juntes obertes o poroses (llums)										
Sals (visibles) (*per saber si hi ha clorurs)										
Vandalisme										
Ús										
<b>PLAFONS / ESTRUCTURA</b>	<b>interior</b>					<b>Exterior</b>				
<b>construcció (apartat descriptiu)</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Finestra (f) (obertura mur) o Mur (m) (tocant al paviment)	f	m	f	m	m				m	M
Pes (alt, mitjà, baix) (a,m,b) (dimensions plafons)				m					m	
Platines només com a marcs dels plafons										
Platines individuals de les Dalles										
Barilles internes primes (diàmetre)				?					?	
Làmina metall plana (Suport Extern. marc a cada plafó)										
Recolzement directe entre plafons				?					?	

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.

## FITXA COMPARATIVA CASOS D'ESTUDI

<b>alteracions intrínseques</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Fractures continues (verticals o horitzontals)										
Pèrdua de morter circumdant de l'armat										
Altres:										
<b>alteracions extrínseques</b> (veure tb formigó)	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Sals per capilaritat o altres (visibles) (anàlisis)										
Residus d'òxid										
Separació del morter del contorn										
<b>dipòsits</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Orgànics (excrements,...)										
Brutícia general (pols, fum,..)										
Dipòsits sintètics (Pint., silic., art urbà)										
Esquitxades de ciment.										
Creixement biològic. (vegetació)										
Presència de fauna. (teles aranya, ..)										
<b>reparacions / restauracions</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
Substitució d'un plafó sencer										
Canvi de formigó d'algun plafó sencer										
Canvi de formigó de tots els plafons										
<b>possibles causes de deterioraments</b>	C1	C2	C3	C4	C6	C1	C2	C3	C4	C6
estructura vitrall				?	?				?	?
estructura edifici				?	?				?	?
construcció (proporció aigua del ciment)				?	?				?	?
Composició (tipus formigó i/o metall)(analítiques)				?	?				?	?
Carbonatació i oxidació de l'armat										
Desaigües propers										
Humitat natural (condensació, capilaritat, altres)										
Entrada d'aigua per juntes obertes o poroses										
Vandalisme										
Ús i entorn										
<b>Metalls externs</b> (en té?)										
Bon estat										
Regular										
Dolent										

Marta Golobardes Subirana.

Vitralls de Ciment. Avaluació d'un sistema de conservació preventiva a la Parròquia Verge de la Pau (Barcelona).

Treball Final de Màster. Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració.

Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2020-2021.