

Innovació constructiva de la façana d'obra vista

Anàlisi comparativa amb el sistema tradicional

Constructive innovation of the brick facade

Comparative analysis with traditional system

Quero-Rodriguez, Mireia

Escola Politècnica Superior (Universitat de Girona, Espanya) u1959703@campus.udg.edu

Abstract

The exposed brick facade is one of the most widely used construction units in the construction of buildings in our country. From the industrialisation of the same piece that makes up the construction system to the attempt by some manufacturers to improve the construction process of the exposed brickwork facade walls themselves, the construction of exposed brickwork facades has seen a significant evolution over the years. This paper presents a detailed constructive analysis of exposed brickwork facades, focusing on new techniques and applications that are on the market. Traditional techniques are examined and more innovative approaches are explored. Industrialised building systems are compared in order to determine whether they meet environmental and integrity conditions, and which of them performs best. From the comparative analysis between them, it is concluded that each system has its own methods to ensure the conditions studied.

Keywords: *Exposed brick facade, Industrialization, Constructive System, Conditions, Architecture*

Resum

La façana d'obra vista ceràmica és una de les unitats constructives més utilitzades en la construcció d'edificis del nostre país. Des de la industrialització de la mateixa peça que compon el sistema constructiu fins a l'intent d'alguns fabricants per millorar el mateix procés de construcció dels murs de façana d'obra vista, la construcció de façanes d'obra vista ha presenciat una evolució significativa al llarg dels anys. Aquest treball presenta un anàlisi constructiu detallat de les façanes d'obra vista, centrant-se en les noves tècniques i aplicacions que estan al mercat. S'examinen les tècniques tradicionals i s'exploren enfoc més innovadors. Es comparen els sistemes constructius industrialitzats, amb la finalitat de determinar si aquests compleixen amb les condicions d'ambient i d'integritat, i quin d'ells presenta millors prestacions. De l'anàlisi comparativa entre ells, es conclou que cada sistema té els seus mètodes per tal de garantir les condicions estudiades.

Paraules clau: *Façana d'obra vista, Industrialització, Sistema constructiu, Condicions, Arquitectura*

Introducció

Objectius

L'actualitat de la construcció s'ha vist influenciada per l'evolució de l'arquitectura tradicional, impulsada per la implementació de nous materials i noves tècniques constructives.

L'objectiu d'aquest treball consisteix en donar a conèixer l'ús de sistemes constructius industrialitzats per a l'execució de façanes d'obra vista, les quals sempre han anat lligades a un sistema tradicional.

S'analitza com es resol la construcció d'edificis que empren sistemes constructius innovats. I com compleixen amb els requisits bàsics per executar una bona construcció, és a dir, com aquests resolen la continuïtat de l'aïllament tèrmic, l'estanquitat de l'envolupant i l'estabilitat de la façana.

Amb la fi de contextualitzar la investigació, és necessària una primera visió afectiva que defineixi quins són els antecedents històrics i trets característics de l'obra de ceràmica vista.

Evolució històrica

Els primers maons, fabricats manualment en zones amb climes càlids, eren maons de fang assecats al sol per endurir-los. La invenció del maó cuit es produí a voltants de l'any 3500 aC, aquest fet va provocar que la necessitat del Sol fos supèrflua pel procés d'assecat. Com a conseqüència, va permetre donar a conèixer aquest material de construcció a països amb climes més freds. (*Brickarchitecture* 2017)

Posteriorment, la construcció amb peces d'obra ceràmica va començar a agafar importància amb la construcció de poblats romans, que a poc a poc van anar substituint la pedra pel maó ceràmic en moltes de les seves obres arquitectòniques, tal com la construcció de banys, amfiteatres, aqüeductes... (Figura 1) A més, van descobrir les qualitats decoratives que podia adquirir el material.



Figura 1 Construcció romana amb peces de ceràmica vista. Font: *Brickarchitecture* (2017)

Quan l'Imperi Romà va caure, la tradició de la construcció amb peces de ceràmica va desaparèixer i només es va conservar a Itàlia i a l'imperi bizantí. Durant el segle XII es va tornar a utilitzar el maó ceràmic a països on mancava la pedra per a la construcció, a més, els constructors de l'època valoraven el material pel seu ventall de funcions constructives i ornamentals. En el període gòtic va sorgir la tendència a utilitzar maons cuits de colors per a la construcció d'edificis. Més tard, en el Renaixement es va heretar la tendència constructiva amb peces de maó ceràmic, ambdós casos es troben catedrals i esglésies construïdes amb aquest material. (Fiala, Mikolas, and Krejsova 2019)

Posteriorment, a conseqüència de l'esclat de la revolució industrial, com molts altres processos manuals, la fabricació de maons ceràmics va passar a fer-se en màquines. Aquest episodi va permetre augmentar la producció d'aquest material, passant d'una confecció de 36000 maons setmanals a 84000 maons per setmana per màquina. Sumant l'abaratiment del material, va provocar l'augment de la demanda del maó en el marc de la construcció d'edificis, deixant en segon pla a materials emprats fins aleshores com la fusta o la pedra.

Al llarg del segle XX, arquitectes famosos de diferents països, com Mies van der Rohe, Álvaro Siza o Renzo Piano, van utilitzar el maó ceràmic com a peça elemental de la seva arquitectura, jugant amb aquest material i deixant-lo a la vista.

També al nostre país, l'arquitectura moderna, sobretot a Barcelona, va convertir la façana d'obra vista en una mena de consigna, el punt culminant el qual va ser la construcció de la Vila Olímpica, impulsada per Oriol Bohigas. (Graus 2002)



Figura 2 Habitatges Vila Olímpica Barcelona. Font: Civera, G (2020)

El gran ventall de dissenys, colors i poc manteniment requerit, va suposar també que aquest fos un dels materials més emprats en la construcció d'algunes cases benestants, proporcionant connotacions de categoria als acabats d'obra vista.

Actualment, es troben exemples d'arquitectura que incorporen solucions innovadores amb peces de ceràmica vista, sobretot en les façanes, on fan ús dels sistemes constructius resultants de la investigació promoguda per la indústria ceràmica.

Estat de l'art

La tipologia constructiva de façanes d'obra vista no ha estat aprofundida en la seva matèria fins a la dècada dels 2000, en la que es poden trobar alguns articles actuals. En aquests es tracta sobre el ventall de possibilitats que permet la construcció amb peça de ceràmica per quedar vista.

En primer lloc, en la tesi doctoral (González i Barroso 1994) l'autor es fa la pregunta si és possible millorar el disseny constructiu dels murs de façana d'obra vista, de forma que se superin les limitacions intrínseques dels tipus habituals i solucions constructives. En el primer volum de la seva tesi, estudia la teoria de la construcció de murs d'obra de fàbrica, basada en la descripció de les característiques dels murs i la seva relació amb el compliment dels requisits funcionals i el seu comportament. En el segon volum, aplica l'anàlisi desenvolupada a casos reals, els edificis de la Vila Olímpica de Barcelona.

En segon lloc, en l'article (Pich-Aguilera, Batlle, and Casaldàliga 2016) s'analitzen diverses formes d'executar gelosies amb peces ceràmiques. A partir de l'evolució històrica i tipològica d'aquest sistema constructiu, intenta d'alguna manera, il·lustrar les particularitats del seu comportament ambiental i el seu desenvolupament tecnològic.

Per altra banda, en l'article (Topličić-Ćurčić et al. 2015), es parla sobre com l'ús de peces de ceràmica en l'envolupant de l'habitatge pot aportar millores en l'àmbit visual urbà, i alhora complir amb requisits que descriuen edificis verds.

Altres dades preliminars es troben en articles de revistes d'arquitectura i construcció, les quals publiquen detalls constructius com a referents de solucions del sistema constructiu a estudiar. En concret en l'article (Hispalyt 2020) en el qual s'esmenten diferents productes industrialitzats de les façanes d'obra vista, referent directe del treball.

1. Metodologia

Es tracta d'un treball d'investigació basat en la anàlisi constructiva dels sistemes innovats de façana d'obra vista que es desenvolupa seguint la següent metodologia (Figura 3)

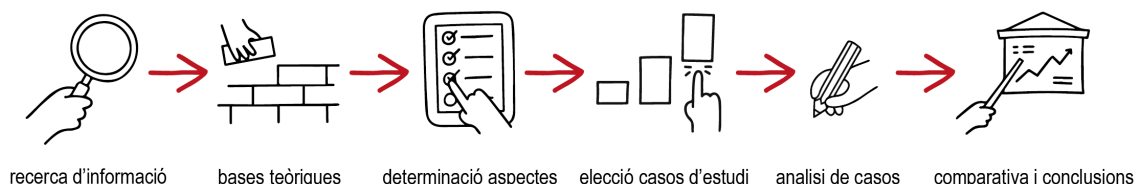


Figura 3 Esquema del procés de metodologia emprada en l'estudi. Font: pròpia (2023)

En primer lloc i per tal de contextualitzar les façanes d'obra vista innovades es fa un estudi del context històric de les façanes d'obra vista tradicionals i com aquestes han influït al llarg dels anys la manera de construir al nostre país.

Seguidament, i referent a la part d'investigació teòrica, es fa una cerca sobre els materials i elements que componen les façanes d'obra vista tradicional, així com les interaccions i els condicionants a tenir en compte en la construcció d'aquestes. També es busca informació que expliqui en què consisteixen les noves tecnologies que s'apliquen al sistema constructiu de façana d'obra vista.

Per continuar, es determinen els aspectes que cal analitzar de cada tipologia de façana d'obra vista seguint els objectius principals de (Luís González, Casals, and Falcones, n.d.) que tenen a veure amb els principis d'ambient i integritat. A partir de la informació bibliogràfica extreta, també es defineixen unes tipologies de façana d'obra vista innovada que puguin ser objecte d'anàlisi.

Una vegada coneguda la tècnica constructiva i els aspectes a analitzar, es fa una recerca d'edificis existents d'arquitectura moderna on es faci ús de cadascuna de les tipologies estudiades. Per acotar-ne el sondeig, es limita la selecció a edificis que apareguin en revistes i pàgines web en el marc de la construcció. També s'inclou a aquesta cerca edificis que hagin estat construïts amb façana d'obra vista amb tècniques tradicionals.

De cadascuna de les tipologies s'escull un edifici, el qual s'analitza gràficament, a partir de detalls constructius, els factors relatius a la resolució constructiva de les interaccions de la

façana amb l'estructura, l'obertura i la façana adjacent, tenint en compte aspectes d'ambient i integritat.

Finalment, es compara a partir de detalls constructius, la solució que cada sistema constructiu aporta per la resolució de les interaccions tenint en compte factors com l'estabilitat del sistema, la continuïtat en l'aïllament tèrmic o l'estanquitat de la façana. Dels resultats explorats s'extreu una aproximació dels pros i contres de les solucions estudiades i es genera una conclusió que serveixi com a eina d'orientació per tots els professionals del sector.

2. La construcció de les façanes d'obra vista

La construcció tradicional

Per tal de fer una bona comprensió global del treball, referent a la construcció de les façanes d'obra vista innovada, es creu necessària una breu explicació dels materials, elements, sistemes i condicionants que van lligats a les façanes d'obra vista tradicionals.

Material

Els totxos ceràmics són peces elaborades a partir d'argila o altres materials argilosos, que combinats amb additius o sense, es couen a una temperatura prou alta per assolir un lligam ceràmic. Són molts els diferents tipus de maons que s'utilitzen per a la construcció d'edificis, aquests es poden agrupar segons les variables bàsiques que els defineixen: el material, que segons el color de l'argila i la seva cocció poden adquirir diferents tonalitats; el format, que varia entre dues dimensions segons les regions; el gruix de la peça, que va de 3 a 10 cm; la textura, que pot ser llisa, rugosa, per quedar vista o per revestir. (Vega Catalán and Santiago Monedero 2008)

Les peces de ceràmica es classifiquen segons el seu ús o segons la seva configuració. La primera classificació fa referència si les peces seran per quedar vistes o si es revestiran, la segona, si aquestes peces independentment del seu ús, són massisses perforades o foradades. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** En la Figura 4 es mostren les peces de ceràmica per quedar vistes.

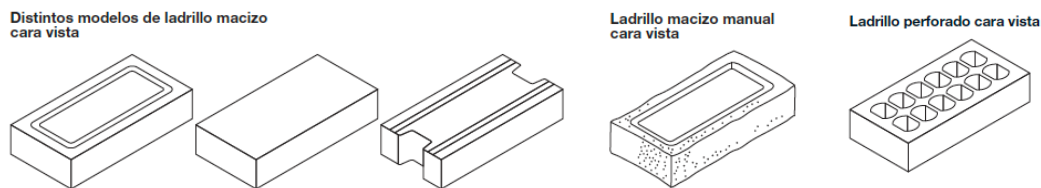


Figura 4 Model de totxo massís i perforat per quedar vistos. Font: HISPALYT

Elements i sistemes constructius

Segons el seu tipus i format, els maons ceràmics poden utilitzar-se en façanes, parets de mitjaneres, particions interiors verticals...

En concret, la façana s'organitza a partir d'una paret o mur d'un cert gruix i massa que li dona la seva capacitat portant, a partir d'aquest element, el tipus de façana es genera a gràcies a la combinatòria dels següents elements: el material de la paret o mur principal, la configuració de la secció, que pot ser d'una o dues fulles; i l'aspecte exterior, que li donen els diferents materials d'acabat.

La façana d'obra vista sol ser una façana de doble fulla, en la qual la capacitat portant està en el full interior, aquesta configuració permet crear una cambra d'aire entre les dues fulles, la qual pot ser ventilada o no, o també es pot optar per no executar cap cambra d'aire. En Figura 5 es mostren les diferents configuracions de façana d'obra vista. (Vega Catalán and Santiago Monedero 2008).

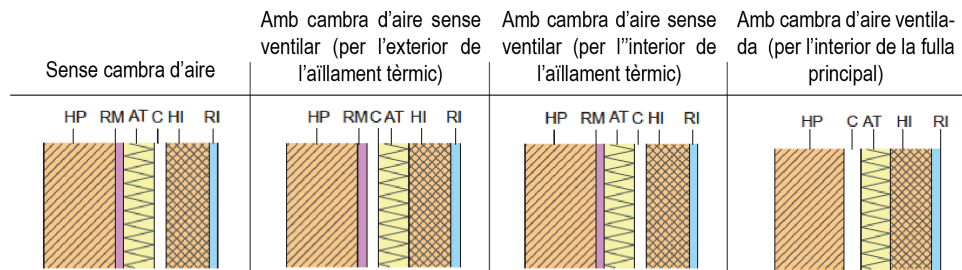


Figura 5 Recull de façanes d'obra vista segons CTE. Font: adaptació CTE (2023)

Interaccions de la façana amb els elements constructius més propers

En la construcció de façanes, i en especial en les d'obra vista, és imprescindible considerar la resolució de les interaccions per a la bona execució constructiva.

Les interaccions que cal entendre entre la façana i els altres elements constructius es refereix en com l'envolupant vertical de l'edifici es relaciona amb els altres elements que conformen l'edifici, és a dir, com es relaciona amb el sistema estructural, el terra, les obertures, la coberta o entre la façana adjacent.

Condicionants del procés constructiu

Les façanes d'obra vista han demostrat ser un element arquitectònic molt utilitzat en la construcció per la seva estètica i durabilitat. No obstant això, la seva correcta instal·lació requereix complir una sèrie de condicions fonamentals per assegurar-ne el funcionament adequat a llarg termini.

En primer lloc, és essencial garantir una base de suport estable i resistent. L'estructura que sustenta la façana ha de ser capaç de suportar tant el pes dels materials utilitzats com les càrregues verticals de la paret.

Per aconseguir un alt nivell estètic i evitar problemes visuals, és imprescindible assegurar que les peces ceràmiques estiguin col·locades de manera perfectament vertical.

L'estanquitat és un altre factor primordial que cal tenir en compte. La façana ha de ser capaç de resistir l'entrada d'aigua procedent de l'exterior, evitant així filtracions que puguin comprometre la salubritat i el confort interior de l'edifici. Es per això que la normativa CTE considera d'obligatorietat l'ús d'un recurs contra l'entrada d'aigua, ja sigui l'execució d'una cambra d'aire com la col·locació d'una lamina impermeabilitzant en l'interior de la façana.

Finalment, cal tenir en compte la formació de les obertures a la façana. En realitzar les obertures corresponents, com ara finestres o portes, és important considerar el retorn de les peces ceràmiques i de l'aïllament.

En resum, les façanes d'obra vista requereixen complir amb una sèrie de condicions per garantir-ne la instal·lació i la durabilitat correcta. L'estabilitat del suport, la verticalitat, l'estanquitat i la formació adequada de les obertures són aspectes essencials a tenir en compte en el seu procés d'execució.

Tipologies innovadores per la construcció de façana d'obra vista

En els apartats precedents, s'ha definit l'obra vista com a sistema d'obra humida tradicional que requereix de mà d'obra especialitzada i un temps d'execució elevat. Per contra a aquest procés, cada vegada són menys els operaris especialitzats que treballen a l'obra, i és més l'exigència del client o arquitecte d'una construcció ràpida, amb menys costos de producció i més productiva.

Per altra banda, sorgeix la necessitat de separar l'envolupant de l'estructura, desenvolupant façanes més lleugeres que permetin assegurar els requisits tèrmics i acústics marcats pel confort, sense deixar d'entendre la sustentació de la mateixa fulla.

Per aquests motius, el sistema de façana d'obra vista ha necessitat una actualització tecnològica. Es troben alguns fabricants de peces ceràmiques que proposen diversos sistemes industrialitzats amb acabat d'obra vista.

S'ha desenvolupat el sistema de façana autoportant Structura-Ghas, que permet l'execució de façanes, que poden ser o no ventilades, a partir d'un sistema d'ancoratges que permeten separar l'acabat d'obra vista exterior de l'estructura de l'edifici.

També s'han desenvolupat sistemes d'obra vista en sec, els quals permeten agilitzar el procés en obra, entre aquests troba el sistema Cablebrick, que permet executar una façana ventilada lleugera amb la utilització de cables guia que suporten les peces ceràmiques.

Adicionalment, cal destacar els sistemes que utilitzen plaques prefabricades, com serien Termoklinker, un sistema d'aïllament tèrmic exterior (SATE) amb acabat ceràmic, o Insupanel, un sistema de plaques prefabricades de formigó de gran format amb acabat d'obra vista.

Sistema de façana 1 | Structura-Ghas

Structura-Ghas és el resultat d'una rigorosa investigació dels sistemes constructius per a façanes d'obra vista que s'havien utilitzat fins aleshores. L'objectiu principal és independitzar la capa exterior d'acabat de l'estructura de l'edifici. (del Río 2016)

Es basa en un sistema de façana autoportant de la cara exterior de la façana d'obra vista incorporant el sistema GHAS. Tracta de passar la cara exterior per la totalitat de l'estructura, fent que el mateix mur tingui la seva pròpia estabilitat. Tot i això, la subestructura necessita un suport rígid, on arranca la façana i on es claven els suports que aguanten la fàbrica. I una estructura de filades de morter per suportar els esforços horitzontals, com la força del vent. (del Río Vega, Santiago Monedero, and Ribas Sangüesa 2016)

El fet de passar amb un gruix constant per davant l'estructura permet eliminar els ponts tèrmics generats pels encontres de la façana amb l'estructura, generant una cambra d'aire entre el suport i la pell, fet que crea una façana ventilada i permet col·locar un aïllament continu en tota la superfície de façana.

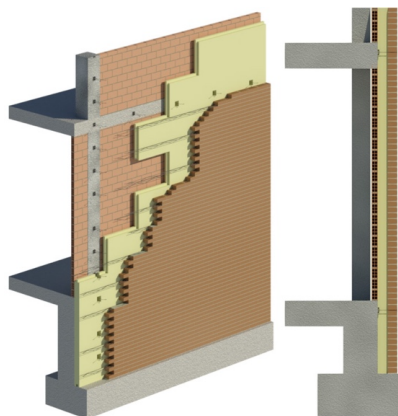


Figura 6 Detall d'execució del sistema Sturctura-Ghas. Font: La Paloma (2015)

Sistema de façana 2 | Termoklinker

Termoklinker és un sistema de plaques de mig format que proposa *La Paloma*. Les plaques són panells prefabricats compactes que es componen a partir de tres materials elementals: la capa d'aïllament de poliestirè extrudit, amb gruix variable de 30 a 60 mm; adhesiu a base de ciment per a col·locar la següent capa; plaquetes ceràmiques amb mides estàndard i de 18 mm de gruix. (*La Paloma Cerámicas*, n.d.)

Aquest es caracteritza per ser un sistema de panells prefabricats de fàcil i àgil aplicació, fet que es tradueix a un important increment en termes d'eficiència en el procés constructiu.

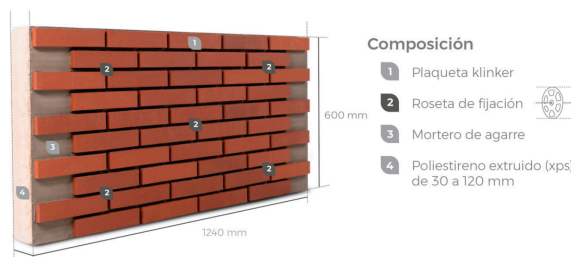


Figura 7 Informació tècnica del panell prefabricat Termoklinker. Font: La Paloma (2020)

Per tal d'adherir les plaques al suport, es necessita un suport vertical, aquest pot ser de formigó, obra de fàbrica o fusta, sempre garantint les seves pròpies característiques d'estabilitat.

Les plaques es col·loquen ordenadament en el suport rígid, es fixen de forma mecànica, es completen els espais buits i es repassen les juntes amb morter per tal de donar el mateix efecte constructiu al llarg de tot el pla.

Sistema de façana 3 | Cablebrick

La solució que suggereix la casa *Cerámica Malesa* és el sistema Cablebrick, que es limita en un sistema de pell d'obra vista per a la conformació de façana ventilada. (Departamento de Edificación COAM 2021)

La innovació de la idea es basa tant en la integració dels elements constructius tradicionals com són les peces de ceràmica similars als totxos, amb altres elements de diferent índole, tals com el cable metàl·lic, per oferir un sistema de muntatge completament en sec i industrialitzat

que permet una execució de façana clara i ordenada, pensant en la simplificació del sistema constructiu. (Pérez 2021)

Es basa en la creació d'un element de suport a partir de cables d'acer, els quals donen certa identitat al sistema constructiu. Per aquests s'introdueixen les diferents peces ceràmiques perforades, i s'apilen les unes a les altres sense fer ús d'aglomerants. Aquest fet, que converteix l'obra tradicionalment humida en obra seca, permet agilitzar el procés de construcció i alhora l'ús de cables permet assegurar la verticalitat de la façana i garantir un gruix de cambra d'aire a mida per poder instal·lar diferents gruixos d'aïllament tèrmic entre la cara exterior i interior de la façana.

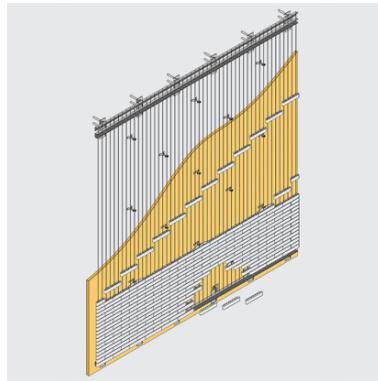


Figura 8. Vista general del muntatge del sistema Cablebrick. Font: Ceràmica Malesa (2021)

Sistema de façana 4 | Insupanel

Insupanel és un sistema constructiu que respon a una construcció amb poc ús d'energia. Es basa en la utilització de plaques prefabricades de gran format de formigó i fibres de polipropilè amb acabat de plaqueta ceràmica d'obra vista. Aquests panells es col·loquen per l'exterior de l'estructura, fixats a ella amb fixacions metàl·liques, permetent la continuïtat de l'aïllament de l'envolupant. Es tracta doncs d'una solució sense ponts tèrmics idònia. (Zorzano and Zorzano 2022)

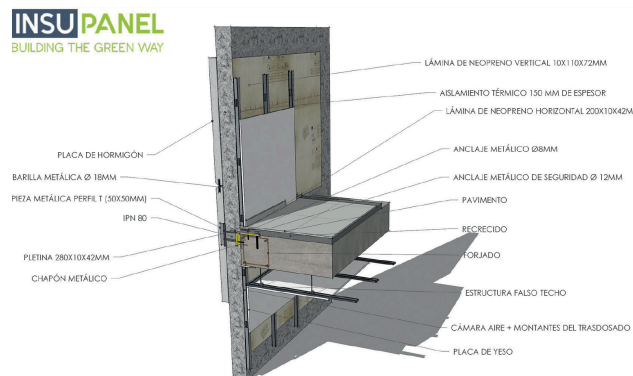


Figura 9 Esquema constructiu sistema Insupanel. Font: Insupanel (2022)

Insupanel es presenta com un sistema innovador que permet construir de forma econòmica, ràpida i senzilla, edificis eficients amb acabat d'obra vista, al qual se sumen els avantatges relacionats amb la prefabricació dels panells, com són la seguretat i la garantia d'execució i el rendiment a l'obra.

3. Aspectes constructius a analitzar

El primer volum de claus per construir l'arquitectura (Lluís González, Casals, and Falcones, n.d.) resumeix que l'èxit de la construcció arquitectònica depèn de dues fases: la imaginativa i la productiva. La primera fase implica crear una obra amb un espai i ambient útil i previsible, assegurant la integritat de l'edifici i l'estètica. La segona fase tracta de materialitzar l'obra imaginada amb eficiència econòmica i tècnica, donant forma als elements de l'edifici. L'arquitectura és justificada quan millora l'ús i gaudi dels espais, considerant l'adequació dels espais, l'ambient, les qualitats estètiques i comunicatives, la integritat a llarg termini i l'eficiència en els processos de construcció.

D'aquests principis, es deriven consideracions específiques, com la resolució dels ponts tèrmics, aïllament i estanquitat en les interaccions amb l'estructura i obertures, i la integritat de la façana en relació amb l'estructura, les obertures i la cantonada.

Estabilitat de la façana

L'estabilitat de la façana es refereix a la capacitat de la part exterior de l'edifici de mantenir la integritat estructural i funcional al llarg del temps, malgrat les diferents forces i factors ambientals als quals la façana està sotmesa. Això inclou assegurar que la façana sigui capaç de resistir càrregues com el seu propi pes, les forces del vent, la pressió hidrostàtica de l'aigua, canvis de temperatura i altres forces externes.

Mantenir l'estabilitat de la façana és important per garantir la seguretat i la durabilitat de l'edifici, així com per preservar-ne la funcionalitat i l'aparença estètica.

Continuïtat de l'aïllament tèrmic

Cal estudiar la continuïtat de l'aïllament tèrmic ja que és imprescindible per garantir l'eficiència energètica de l'edifici i per aconseguir un confort tèrmic adequat pels seus ocupants.

Això implica assegurar que no hi hagi punts febles o interrupcions a la capa d'aïllament, que puguin causar ponts tèrmics i pèrdues de calor no desitjades.

Estanquitat de la façana

Es defineix l'estanquitat de la façana com la facultat d'aquesta de prevenir la infiltració d'aigua, aire i altres elements no desitjats cap a l'interior de l'edifici.

Aquesta característica és essencial per mantenir la integritat estructural de l'edifici, la qualitat de l'aire interior i per prevenir problemes com la formació d'humitats i altres danys relacionats.

4. Elecció dels casos d'estudi

La publicació es basa en l'estudi de les solucions constructives que donen diferents edificis amb l'ús de sistemes constructius innovats de façana d'obra vista, per tant, es fa una recerca d'edificis publicats a determinades revistes arquitectòniques: *Conarquitectura*, *Arquitectura Catalana*, *ArchDaily*, *Divisare* i *Tectónica*. Per ser objecte d'anàlisi, aquests han de complir que hagin estat construïts en l'última dècada, utilitzin sistemes innovats de façana d'obra vista i que se situïn dins l'àmbit geogràfic espanyol, per tal que la normativa nacional els hi sigui d'aplicació.

Del tipus de façana 1, sistema Structura Ghas, es fa una recerca d'edificis entre les revistes ("Conarquitectura" n.d.) i ("Archidaily" n.d.), on es troben una gran varietat d'edificis que fan servir aquest sistema constructiu, alguns són *Cases Pati* (Bosch-Capdeferro), *Casa en Massís del Garraf* (Slow Studio) i *Casa en Pedrueza* (Slow Studio), com també l'edifici que finalment s'escull pel seu interès personal, *Casa 1101* (HArquitectes).

Del tipus de façana 2, sistema Termoklinker, es troben a la revista ("Conarquitectura" n.d.) alguns edificis construïts amb aquest sistema, com serien *Hotel Hampton* (TASH) o *Hospital Paitilla* (TASH), malauradament aquests se situen a Panamà, fora de l'àmbit geogràfic marcat, per tant, es descarten. En l'àmbit nacional, es troben els edificis *Nuevos pavellones del col·legio la Milagrosa* (Jerónimo Arroyo García i altres) i *Residència universitària La Platina* (MorphEstudio), el primer es tracta d'una reforma, en conseqüència, s'escull el segon.

Del tipus de façana 3, sistema Cablebrick, apareixen pocs edificis publicats en revistes i que compleixin amb els requisits, de l'únic que es troba informació és *Centro de Salud La Fresneda* (Andrés Diego Llaca). a la revista ("Divisare," n.d.) i que, per tant, s'escull.

Del tipus de façana 4, sistema Insupanel, en la revista ("Conarquitectura" n.d.) es troba l'edifici de *Sede administrativa del SESCAM* (Pardo + Tapia arquitectos), i en la mateixa pàgina web d'Insupanel, es troba *Casa unifamiliar* (AZ arquitectos), aquest últim edifici es creu que és millor objecte d'anàlisi perquè en aquest apareixen interaccions amb les obertures, cosa que en l'altre edifici no passava.

Per acabar, el tipus de façana 5, sistema constructiu tradicional, es fa una tria entre els diferents edificis del projecte de la Vila Olímpica de Barcelona que apareixen a la revista ("Arquitectura Catalana" 2019) i que compleixen els requisits, en aquesta es troben diferents que poden servir com poden ser *Habitatges Vila Olímpica* (Pere Llimona i Xavier Ruis), *Habitatges Vila Olímpica* (Ricardo Bofill), *Habitatges Vila Olímpica* (Bosch, Tarrús, Vives Arquitectes), però finalment s'escull *Habitatges Vila Olímpica* (Clotet, Paricio i Associats), ja que és l'edifici el qual se'n troba més informació.

De tots els possibles casos, s'escullen 5 casos d'estudi, els quals es troben agrupats en la següent taula (Figura 10).



Figura 10 Recull d'edificis seleccionats per a l'estudi. Font: pròpia (2023)

5. Anàlisi de casos

A partir dels aspectes constructius definits i la posterior elecció dels casos d'estudi, es procedeix a analitzar gràficament cada cas.

Cas 1| Casa 1101|H Arquitectes

L'edifici d'estudi és una casa unifamiliar aïllada ubicada a Sant Cugat del Vallès, Barcelona, aquesta es va executar entre els anys 2012 i 2013.

Pel que fa a la materialitat, la casa es construeix amb murs de càrrega de doble fulla, emprant el sistema Structura-Ghas. L'acabat exterior és vist i l'interior, pintat blanc.

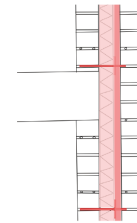


L'EDIFICI

Els suports que connecten l'acabat de la façana amb els elements estructurals de l'edifici es refereixen a anclatges específicament dissenyats per a aquest propòsit.

Aquests anclatges estan concebuts de manera que puguin transmetre les càrregues generades per la façana, tot reduint al mínim l'àrea de contacte amb l'estructura subjacent. Això no només assegura una estabilitat òptima de tot el conjunt de la façana, sinó que també minimitza la interrupció de l'aïllament tèrmic que es troba entre les dues capes.

A més, aquest sistema de connexió possibilita la creació d'una cambra d'aire ventilada entre la paret exterior i la interior de l'edifici. Aquesta cambra d'aire té l'avantatge de fomentar el procés d'evaporació de l'aigua que pot ingressar a través de les juntes de morter a l'exterior de l'edifici. Aquesta ventilació és considerada una mesura preventiva eficaç contra l'acumulació d'humitat i possibles problemes associats com la formació de taques i deteriorament de materials.



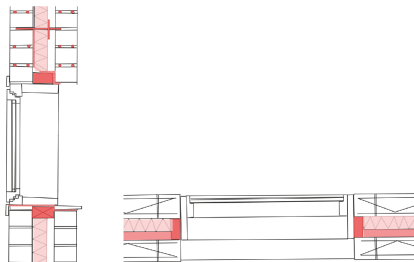
INTERACCIÓ AMB L'ESTRUCTURA

INTERACCIÓ AMB L'OBERTURA

Es reconeix que les parets de l'envolvent de l'edifici funcionen com murs de càrrega. Aquest enfocament implica que la part superior de les obertures es reforça amb més barres d'acer, creant una mena de llinda que facilita la transmissió de càrregues verticals cap als costats de l'obertura.

En el context d'aquest sistema constructiu i les consideracions estètiques de l'edifici, l'aïllament tèrmic no es desplaça cap a l'interior amb l'objectiu de minimitzar els ponts tèrmics. Tot i això, s'ha optat per l'ús de materials com la fusta a la caixa de la finestra per reduir la transferència tèrmica entre l'exterior i l'interior de l'edifici.

No obstant això, és important destacar que la fusta és un material permeable i susceptible de permetre la intrusió d'aigua. Per contrarestar aquesta possibilitat, s'aplica una làmina impermeable sota l'escopidor de la finestra.



INTERACCIÓ A LA CANTONADA

A la cantonada, les peces ceràmiques segueixen el principi de la llei de trava, assegurant l'estabilitat de la façana. Les barres metàl·liques s'ajusten a la geometria i reforcen aquest punt.

Pel que fa a l'aïllament tèrmic, no es presenta cap interrupció visible.

Com en el cas general de la façana, també es manté una cambra d'aire en aquest punt específic. Això fa que qualsevol aigua que pugui entrar arribi només fins a aquesta capa intermèdia.

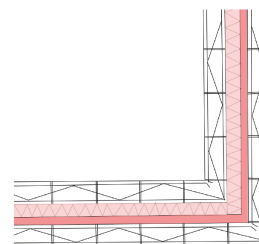
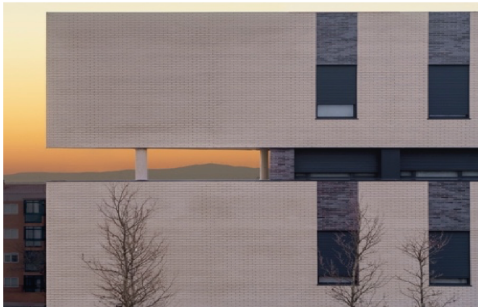


Figura 11 Cas d'estudi façana Structura-Ghas. Font: pròpia (2023)

Cas 2| Residència Universitària la Fresneda|Morph Studio

Es tracta d'un projecte de residència d'estudiants situat a la capital de la província de Salamanca. La construcció de l'edifici es va dur a terme durant el període compres entre els anys 2018 i 2021.

Per a l'execució de l'envolupant vertical, s'empra el sistema Termoklinker. Aquest sistema es fonamenta en la construcció de façanes no ventilades mitjançant l'ús de plaques lleugeres de poliestirè.

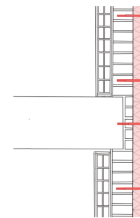


L'EDIFICI

L'estabilitat de l'acabat de la façana en la interacció amb l'estructura s'assoleix mitjançant la creació d'una verticalitat precisa en els elements interns de la façana. En aquest context, les plaques prefabricades de poliestirè extruït (XPS) s'uneixen mitjançant rosetes de fixació. És important destacar que aquestes plaques tenen una construcció lleugera, la qual cosa minimitza les càrregues estructurals que generen.

Com s'ha esmentat, el material principal de les plaques és l'aïllament tèrmic. Aquesta característica assegura que la capa d'aïllament travessi tota la superfície davant de l'estructura sense canvis de gruix. L'única interrupció en l'aïllament tèrmic es produeix a través de les petites peces de fixació amb un diàmetre de 1 cm.

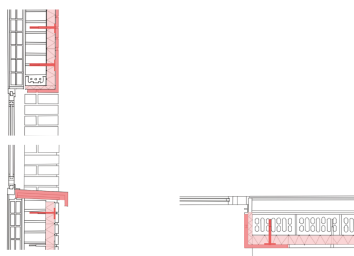
La innovació en els materials emprats per a l'acabat exterior proporciona una excel·lent protecció contra l'entrada d'aigua. Malgrat això, és essencial garantir un segellat adequat de les rosetes de fixació per prevenir qualsevol possible infiltració d'aigua



INTERACCIÓ AMB L'ESTRUCTURA

INTERACCIÓ AMB L'OBERTURA

Per als retorns causats per l'obertura, s'utilitzen peces especials recomanades pel fabricant. Aquestes peces s'instal·len de manera similar a les peces planes de la façana i queden fixades a l'estructura mitjançant rosetons. A més, es crea un premarc per a aquestes peces, assegurant la solidesa de les quatre peces que formen l'obertura. Aquestes peces especials tenen un gruix d'aïllament de 2 cm que retrocedeix cap a l'interior, adoptant una tècnica similar al sistema SATE. Aquest enfocament contribueix a minimitzar el pont tèrmic generat per aquesta interacció. L'hermetisme d'aquesta connexió es garanteix mitjançant una junta precisa entre la fusteria i les peces especials. A més, s'incorpora un escopidor metàl·lic que evita la penetració d'aigua, gràcies a les propietats impermeables del material.



INTERACCIÓ A LA CANTONADA

La interacció entre les façanes contigües es realitza mitjançant peces especials desenvolupades pel fabricant. Aquestes peces s'instal·len de manera ordenada, des de la part inferior fins a la superior de la façana. Per a la seva estabilitat, és crucial que l'estructura sigui vertical i que la seva execució sigui precisa a la cantonada.

A més, aquestes peces especials tenen en compte la continuïtat de l'aïllament, assegurant un gruix uniforme a tota la zona d'interacció. Així, aquestes peces prefabricades permeten mantenir una línia de revestiment exterior contínua i, al mateix temps, impedeixen la penetració d'aigua.



Figura 12 Cas d'estudi façana Termoklinker. Font: pròpia (2023)

Cas 3| Centre de Salut la Fresneda|Andres Digo Llaca

L'edifici s'ubica en una urbanització residencial prop del centre de la comunitat autònoma d'Astúries. La construcció del projecte va completar-se l'any 2008. Per a la construcció d'aquest edifici, que es troba envoltat d'àmples zones verdes, es va optar per utilitzar el sistema Cablebrick de maons a la vista per aconseguir una homogeneïtat en tot el conjunt.

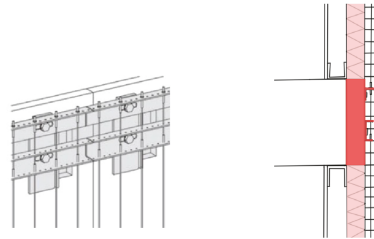


L'EDIFICI

Els suports que connecten l'acabat de la façana amb els elements estructurals de l'edifici es refereixen a anclatges específicament dissenyats per a aquest propòsit.

Aquests anclatges estan concebuts de manera que puguin transmetre les càrregues generades per la façana, tot reduint al mínim l'àrea de contacte amb l'estructura subjacent. Això no només assegura una estabilitat òptima de tot el conjunt de la façana, sinó que també minimitza la interrupció de l'aïllament tèrmic que es troba entre les dues capes.

A més, aquest sistema de connexió possibilita la creació d'una cambra d'aire ventilada entre la paret exterior i la interior de l'edifici. Aquesta cambra d'aire té l'avantatge de fomentar el procés d'evaporació de l'aigua que pot ingressar a través de les juntes de morter a l'exterior de l'edifici. Aquesta ventilació és considerada una mesura preventiva eficaç contra l'acumulació d'humitat i possibles problemes associats com la formació de taques i deteriorament de materials.



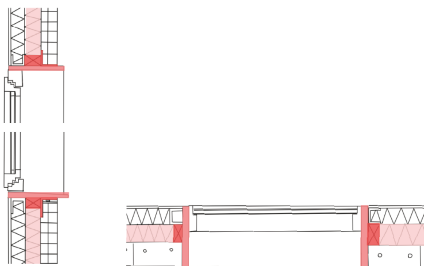
INTERACCIÓ AMB L'ESTRUCTURA

INTERACCIÓ AMB L'OBERTURA

Es reconeix que les parets de l'envolvent de l'edifici funcionen com murs de càrrega. Aquest enfocament implica que la part superior de les obertures es reforça amb més barres d'acer, creant una mena de llinda que facilita la transmissió de càrregues verticals cap als costats de l'obertura.

En el context d'aquest sistema constructiu i les consideracions estètiques de l'edifici, l'aïllament tèrmic no es desplaça cap a l'interior amb l'objectiu de minimitzar els ponts tèrmics. Tot i això, s'ha optat per l'ús de materials com la fusta a la caixa de la finestra per reduir la transferència tèrmica entre l'exterior i l'interior de l'edifici.

No obstant això, és important destacar que la fusta és un material permeable i susceptible de permetre la intrusió d'aigua. Per contrarestar aquesta possibilitat, s'aplica una làmina impermeable sota l'escopidor de la finestra.



INTERACCIÓ A LA CANTONADA

A la cantonada, les peces ceràmiques segueixen el principi de la llei de travesa, assegurant l'estabilitat de la façana. Les barres metàl·liques s'ajusten a la geometria i reforcen aquest punt.

Pel que fa a l'aïllament tèrmic, no es presenta cap interrupció visible.

Com en el cas general de la façana, també es manté una cambra d'aire en aquest punt específic. Això fa que qualsevol aigua que pugui entrar arribi només fins a aquesta capa intermèdia.

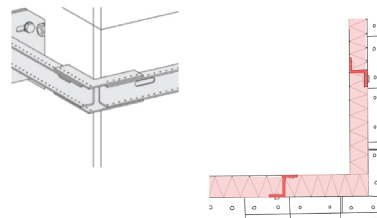


Figura 13 Cas d'estudi façana Cablebrick. Font: pròpia (2023)

Cas 4| Casa unifamiliar |AZ Arquitectos

L'edifici es troba a Arrúbal, a La Rioja, i la construcció del projecte es va completar l'any 2015. Aquest és un projecte d'una casa unifamiliar aïllada que ha estat certificada com a passivhaus. La construcció de la casa es basa en l'ús de panells prefabricats de formigó coneguts com Insupanel.



L'EDIFICI

Les plaques prefabricades de formigó es fixen en dos punts: a la llosa de fonamentació i al forjat. La fixació al forjat s'efectua mitjançant anclatges metàl·lics que estan dimensionats per a la transmissió del pes propi de cada panell i les càrregues generades pel vent cap a l'estructura.

Val la pena assenyalar que aquests panells incorporen fibres de polipropilè, aportant uniformitat a l'aïllament tèrmic a tota la superfície de la façana. El gruix de l'aïllament només es veu afectat per les peces de fixació a l'estructura, la qual cosa és negligible en comparació amb l'àrea total de la façana.

Per garantir la impermeabilitat davant l'aigua, les juntes entre els panells es segellen amb morter de poliuretà.



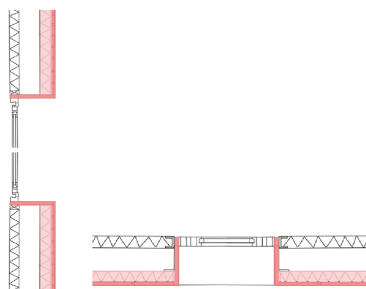
INTERACCIÓ AMB L'ESTRUCTURA

INTERACCIÓ AMB L'OBERTURA

Per a la subjecció de l'obertura, es crea una subestructura en la capa interior i es col·loca en forma de caixa un escopidor d'alumini.

Degut a que l'aïllament tèrmic està en formes de fibres dins la capa exterior que conforma la façana, aquest no fa el retorn correcte per salvar el pont tèrmic provocat per l'obertura.

La utilització d'un escopidor metàl·lic juntament amb un correcte segellat de la junta entre la caixa i l'acabat exterior assegura la estanquitat de la interacció.



INTERACCIÓ A LA CANTONADA

A la cantonada, s'instal·la una peça metàl·lica en forma de L per tal de cobrir les capçades de les plaques de formigó. Aquesta peça aporta rigidesa al conjunt de panells en la direcció horitzontal, minimitzant el gruix de la junta entre les plaques del pla de la façana.

En aquesta cantonada, es troben dues peces, i per tant, es requereixen dos anclatges. Aquesta situació concentra la discontinuïtat de l'aïllament en aquest punt. Tot i això, aquest tall resulta insignificant, ja que afecta una àrea molt petita.

L'ús de la peça metàl·lica protegeix l'edifici de la penetració d'aigua a la cantonada, gràcies a les característiques del material utilitzat.

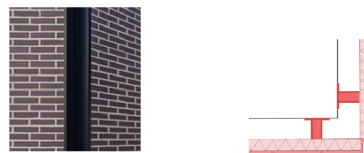


Figura 14 Cas d'estudi façana Insupanel. Font: pròpia (2023)

Cas 5| Habitatges Vila Olímpica|Clotet,Paricio&Associats

Es tracta d'un complex d'edificis d'habitatges plurifamiliars dins del projecte global de la Vila Olímpica de Barcelona. Aquest conjunt va ser dissenyat pels arquitectes Lluís Clotet i Ignàcio Paricio i va ser concebut durant els anys 1989 i 1992.



L'EDIFICI

L'estructura horitzontal i l'acabat exterior de la façana estan directament interconnectats mitjançant la secció de l'estructura que s'estén fins a arribar a la capa d'acabat exterior. Aquest disseny permet suportar les peces ceràmiques que formen l'acabat.

Aquesta extensió del forjat que arriba fins a l'acabat exterior interromp completament la continuïtat de l'aïllament tèrmic. A més, de manera general, no es detecta l'ús d'una cambra d'aire a la façana ni l'aplicació de làmines impermeables per garantir l'hermetisme de la façana.



INTERACCIÓ AMB L'ESTRUCTURA

INTERACCIÓ AMB L'OBERTURA

En la interacció de l'obertura, el maó exterior no retrocedeix cap a l'interior, de manera similar a l'aïllament tèrmic. Per garantir l'estabilitat de les peces de la façana, s'instal·la una peça especial a la part superior de l'obertura. La col·locació de la caixa de persiana, probablement sense aïllament, crea un pont tèrmic entre l'exterior i l'interior. Pel que fa a l'execució de l'escopidor, es fa servir una peça de pedra i no es protegeix la façana amb una làmina impermeabilitzadora. Aquesta situació afavoreix l'entrada d'aigua amb més facilitat en aquesta zona d'interacció.



INTERACCIÓ A LA CANTONADA

En la interacció entre les façanes, es fa ús de la llei de trava, la qual contribueix a l'estabilitat de l'acabat de la façana.

Pel que fa a l'aïllament tèrmic, aquesta interacció no té impacte sobre ell.

Com és general en tota la façana, l'estanqueïtat no està assegurada, ja que no s'incorpora cap cambra d'aire ni es col·loca una barrera en el gruix de la façana per gestionar la possible entrada d'aigua a través dels porus dels materials d'acabat exterior.

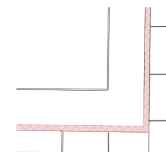


Figura 15 Cas d'estudi façana d'obra vista tradicional. Font: pròpia (2023)

6. Resultats: Anàlisi comparativa

A partir de l'anàlisi de cada cas individual, es realitzen una sèrie de taules que comparen els aspectes d'ambient i integritat els cinc casos d'estudi.

L'estabilitat de la fulla exterior

A la Figura 16 es pot veure, excepte l'edifici de Clotet Paricio, que tots els altres edificis estudiats utilitzen solucions semblants per a l'estabilitat de la façana i la seva interacció amb l'estructura. Aquestes solucions impliquen l'ús d'ancoratges metàl·lics que connecten la capa exterior amb l'estructura de l'edifici. En alguns casos, com Morph Studio i AZ Arquitectos, s'utilitzen plaques amb components lleugers que redueixen el pes de la façana, disminuint les càrregues i permetent ancoratges més petits.

En el cas 5, per subjectar les peces de l'acabat exterior, s'estén part del forjat fins a la meitat de l'ample de les peces, enfortint la connexió entre l'acabat i l'estructura.

Pel que fa a les obertures, en la majoria de solucions s'utilitzen caixons de diversos materials per assegurar l'estabilitat, requerint una subestructura per sostenir aquesta caixa.

En l'edifici del cas 2, s'utilitzen peces especials que se subjecten a l'estructura vertical mitjançant les mateixes fixacions que la resta de plaques de la façana. El cas 5, per la seva part, incorpora una peça especial en la part superior de l'obertura que suporta totes les peces de fàbrica que es col·loquen per sobre. A més, és l'únic cas que realitza un retorn de les peces ceràmiques cap a l'interior, el que reforça l'estructura vertical en aquesta interacció.

En relació a les façanes adjacents, els casos 2, 3 i 4 afegeixen més punts d'ancoratge per reforçar la unió de l'acabat amb l'estructura. El cas 1 i 5, en canvi, compleixen amb la llei de travesa per connectar les façanes. En el primer cas, per reforçar l'estructura en aquest punt, realitza un retorn de les varilles col·locades entre peces ceràmiques, aportant més rigidesa.

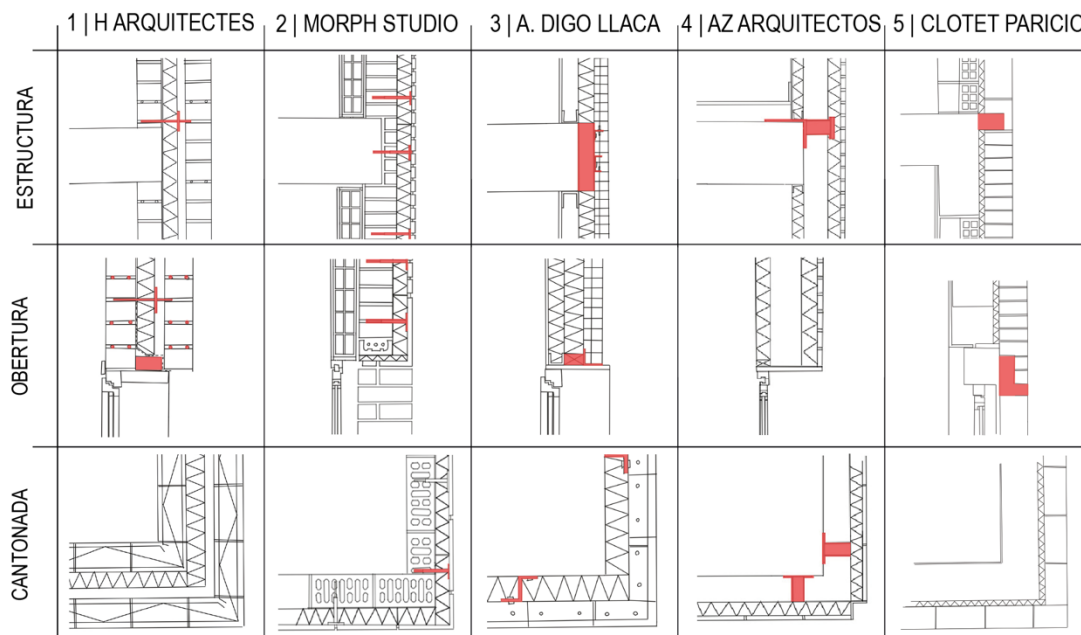


Figura 16 Comparatiu de l'estabilitat de la façana. Font: pròpia (2023)

La continuïtat de l'aïllament tèrmic

En segon lloc, observant els detalls recopilats en la Figura 17 es pot concloure que l'ús d'ancoratges petits per subjectar la capa d'acabat exterior amb l'estructura permet minimitzar la interrupció de l'aïllament en el pla de façana. Aquest fet provoca una millora respecte les solucions tradicionals, *Clotet Paricio*, en la part del forjat arriba fins a la capa exterior, provocant un tall de l'aïllament tèrmic en tot el vol de la façana.

A més, els sistemes de plaques prefabricades, que es presenten ens els edificis de *Morph Studio* i *AZ Arquitectos*, incorporen aïllament tèrmic en els propis panells, assegurant doncs el mateix gruix d'aïllament a tot l'edifici.

Observant la interacció amb l'obertura, es apreciable veure que l'únic que fa correctament el retorn de l'aïllament tèrmic cap a l'interior és el de *Morph Studio*, executant un retorn de 2 cm en les peces laterals i superior de l'obertura.

Pel que fa a la continuïtat de l'aïllament en les cantonades, s'afirma que tots els sistemes aconseguen la continuïtat de l'aïllament tèrmic. Tot i així cal tenir en compte les observacions que s'extreuen de la interacció amb l'estructura.

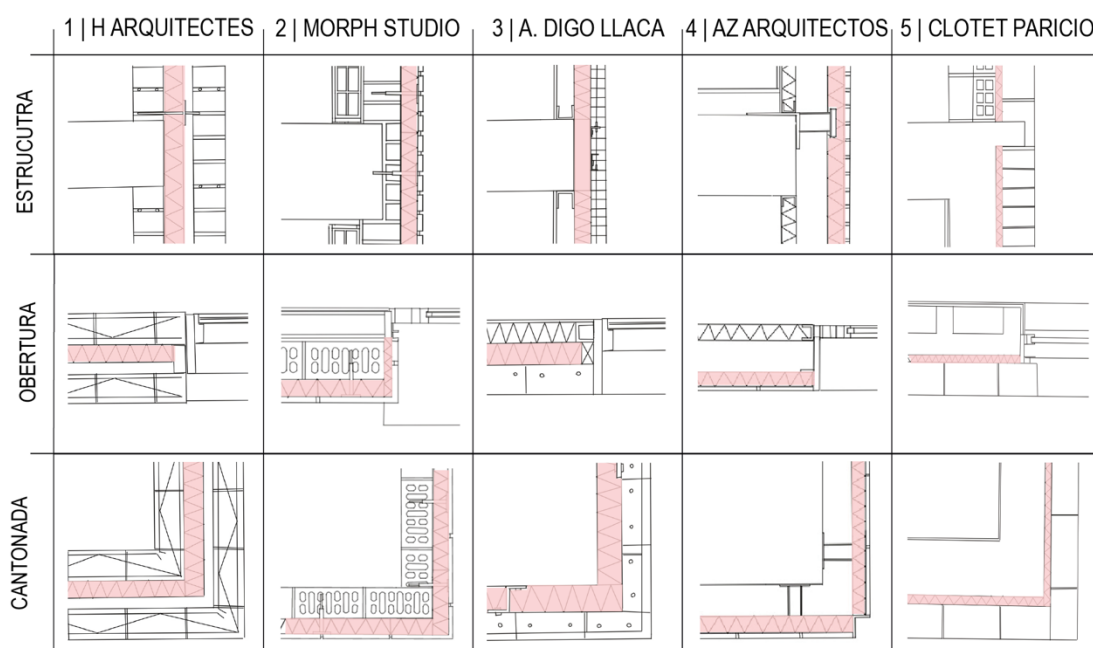


Figura 17 Comparatiu de la continuïtat de l'aïllament tèrmic en la façana. Font: pròpia (2023)

L'estanquitat de la façana

Del conjunt de façanes recollides en la Figura 18, es destaca que les façanes dels *H Arquitectes* i *Clotet Paricio*, són d'obra humida, és a dir, utilitzen morter per a la fixació dels maons, aquest és un material més porós, i que en conseqüència permet l'entrada i retenció d'aigua en els porus. A diferència de *Clotet Paricio*, *H Arquitectes* genera una cambra d'aire que permet evaporar l'aigua que pot entrar a l'interior de la façana.

També cal destacar la resolució del cas 3, que tot i no fer ús de morter ni aglomerant, genera punts d'entrada d'aigua entre les juntes d'aire que poden quedar entre les peces ceràmiques d'acabat, en aquest cas, caldria executar una cambra d'aire a l'interior de la façana.

Per altra banda, Morph Studio i AZ Arquitectos, fan servir plaques prefabricades, per tant, si es s'assegura un correcte segellat entre plaques, es pot considerar un revestiment continu i impossibilitar l'entrada d'aigua.

Pel que fa a l'estanqueïtat en les obertures, és important considerar si en la seva resolució s'utilitzen elements que evitin l'entrada d'aigua, com escopidors metàl·lics o que utilitzin alguna làmina de protecció sota els escopidors d'altres materials més permeables. En els empits dels edificis d'*H arquitectes* i *Clotet Paricio* s'utilitzen escopidors de fusta i pedra respectivament, per tant cal col·locar una làmina impermeabilitzant sota la peça tal com fa *H Arquitectes*. En les altres tres resolucions s'utilitzen escopidors metàl·lics, que per les pròpies característiques impermeables del material impedeixen l'entrada d'aigua en aquest punt. En totes les resolucions cal considerar el bon segellat entre totes les juntes entre la fusteria i l'escopidor.

De les diferents resolucions de la cantonada, cal destacar la solució que incorpora *AZ Arquitectos*, on es col·loca una peça metàl·lica en forma de L de manera vertical a la cantonada, evitant l'entrada d'aigua en aquest punt per les pròpies característiques del material. En el cas 2, i seguint amb el procés constructiu del sistema que s'utilitza per l'execució de la façana, es fa servir una peça especial per la cantonada, segellat entre plaques i fixacions, es pot considerar que es un sistema que evita totalment l'entrada d'aigua.

Pel que fa a la resolució de les cantonades de *A.Digo Llaca* i *Clotet Paricio*, s'observa que no s'executa una cambra d'aire que permeti evaporar l'aigua que entra, per contra, el sistema d'*H Arquitectes* si que ho fa, i es considera més bona resolució tenint en compte l'aspecte d'estanqueïtat.

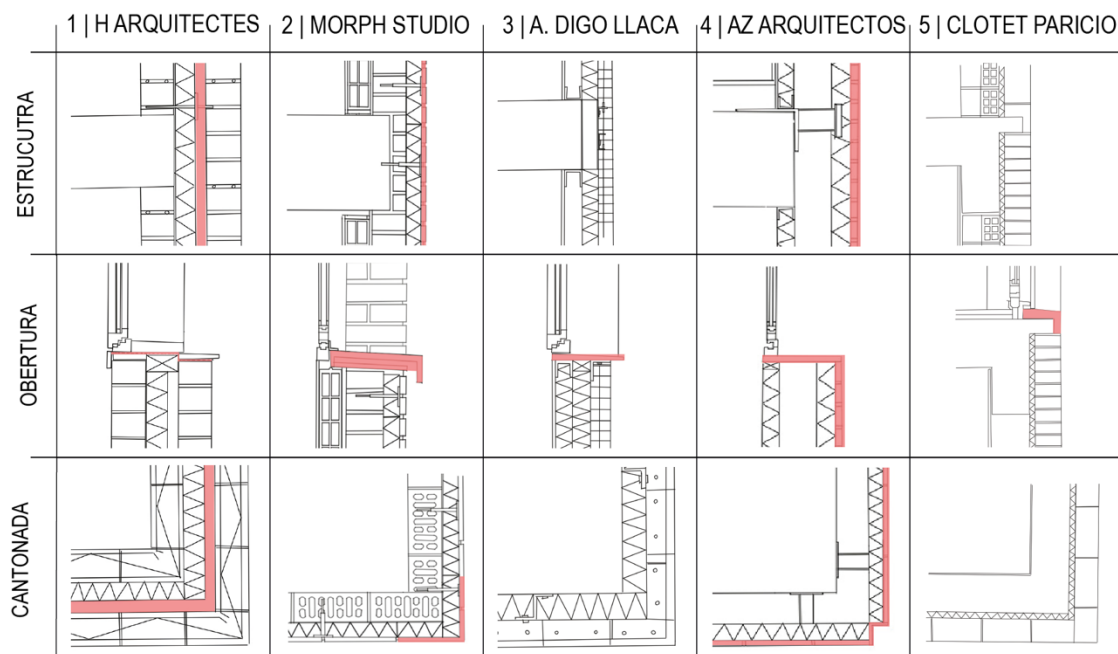


Figura 18 Comparatiu de l'estanqueïtat de la façana. Font: pròpia (2023)

7. Conclusions

Després del desenvolupament de tot l'estudi i la comparació entre els diferents sistemes constructius, a partir dels resultats obtinguts en cada cas, es generen unes recomanacions, les quals volen servir de guia pel futur disseny de projectes arquitectònics.

En general, cada sistema constructiu de façana d'obra vista té característiques úniques que el fan adequat per l'execució de diferents tipus de projectes i necessitats. Per tant, és important que els arquitectes i constructors avaluïn els requisits de cada projecte i seleccionin el sistema constructiu de façana més oportú per complir amb els estàndards de qualitat i seguretat adequats. En qualsevol cas, la utilització de sistemes constructius innovats de façana d'obra vista pot proporcionar, no només una estètica única, sinó també una major eficiència energètica i durabilitat de l'edifici.

Pel que fa a la integritat de l'edifici, que se centra en l'estabilitat de la façana en les interaccions, es poden considerar aquells sistemes que reforcen la subjecció entre fulla exterior i l'estructura, però, es creu més oportuna la utilització d'acabats de façana lleugers, ja que es disminueix el pes de la capa d'acabat, la qual cosa facilita la subjecció i l'estabilitat. També s'observa que l'ús de peces especials en la resolució de les obertures o cantonades ajuda a completar l'homogeneïtat del sistema estèticament. Per tant, referent a l'estabilitat general de la façana es recomana la utilització de sistemes com el que s'utilitza en la Residència Universitària Platina.

En relació amb la continuïtat de l'aïllament tèrmic tots els sistemes intenten interrompre el mínim l'aïllament tèrmic. De les diferents interaccions, cal remarcar la resolució de l'obertura del sistema emprats per *Morph Studio* o *AZ Arquitectos*. El sistema constructiu del primer edifici implica utilitzar peces especials. El segon cas, la pròpia composició del panell incorpora fibres de polipropilè, que permeten assegurar una homogeneïtat de l'aïllament tèrmic.

En termes d'estanquitat, tots els sistemes constructius innovats demostren una alta capacitat per prevenir l'entrada d'aigua en les diverses interaccions de la façana. Cal destacar els tres únics casos que aconsegueixen evitar l'entrada d'aigua en l'obertura correctament, aquests es refereixen als edificis de *H Arquitectes*, *Morph Studio* i *A. Digo Llaca*. Els dos últims edificis mencionats fan servir empits i escopidors de materials metàl·lics, que s'associa a una construcció més moderna. Però, si s'opta per construir un edifici amb materials més tradicionals com seria la fusta o la pedra en els empits, és d'obligatorietat incorporar làmines impermeabilitzants, tal com es fa *H Arquitectes* en la Casa 1101.

Com a conclusió final, per tal de garantir els objectius constructius analitzats i adequar-se a les exigències de les normatives actuals, es podria considerar que el sistema constructiu més oportú per a l'execució de façanes amb sistema constructiu innovat d'obra vista és el de la Residència Universitària Platina, que a partir de panells prefabricats de poliestirè extrudit amb acabat ceràmic aconsegueix dotar a l'edifici un acabat a la façana digne de l'obra vista complint tots els requisits analitzats.

8. Bibliografía

- "Archidaily." n.d. Accessed May 5, 2023. <https://www.archdaily.cl/cl>.
- "Arquitectura Catalana." 2019. 2019. <https://www.arquitecturacatalana.cat>.
- Brickarchitecture*. 2017. "The History of Bricks and Brickmaking," 2017. <https://brickarchitecture.com/about-brick/why-brick/the-history-of-bricks-brickmaking>.
- "Conarquitectura." n.d. Accessed May 5, 2023. <https://conarquitectura.es>.
- Departamento de Edificación COAM. 2021. "Cablebrick: Innovador Sistema de Fachada Ventilada Cerámica," June 7, 2021. <https://matcoam.coam.org/es/cablebrick-malpesa-innovador-sistema-fachada-ventilada-ceramica>.
- "Divisare." n.d. <https://divisare.com>.
- Fiala, Jan, Milan Mikolas, and Katerina Krejsova. 2019. "Full Brick, History and Future." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 221. Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/221/1/012139>.
- González i Barroso, Josep Maria. 1994. "Muros de fachada de obra de fábrica de ladrillo a cara vista: los edificios de viviendas de la villa olímpica de Barcelona: análisis del diseño constructivo: alternativas." Edited by Ignacio. Paricio Ansuategui.
- Graus, Ramon. 2002. "L'obra Vista a l'arquitectura Catalana. Primeres Notes." Barcelona.
- Hispalyt. 2020. "Fachadas Industrializadas y Sostenibles Con Ladrillo Cara Vista." *Tectónica*. December 14, 2020. <https://tectonica.archi/articles/fachadas-industrializadas-y-sostenibles-con-ladrillo-cara-vista/>.
- Lluís González, Josep, Albert Casals, and Alejandro Falcones. n.d. "Les Claus per a Construir l'arquitectura TOM I. PRINCIPIS 2a Edició Revisada Conforme al CTE."
- Paloma Cerámicas, La. n.d. "Termoklinker: Fachadas Eficientes y Sostenibles Sin Perder Su Esencia."
- Pérez, José. 2021. "Cablebrick: Fachada Ventilada Cerámica." *Conarquitectura* 76 (May): 56–60. <https://conarquitectura.es/art-tec/cablebrick-fachada-ventilada-ceramica/>.
- Pich-Aguilera, F, T Batlle, and P Casaldàliga. 2016. "Concepción y Realización de Celosías Cerámicas, Una Evolución Constructiva." *Informes de La Construcción* 68 (544): e170. <https://doi.org/10.3989/ic.15.158.m15>.
- Río, C del. 2016. "Las Nuevas Fachadas Autoportantes de Ladrillo Cara Vista." *Informes de La Construcción* 68 (544). <https://doi.org/10.3989/ic.15.165.m15>.
- Río Vega, Concepción del, Elena Santiago Monedero, and Ana Ribas Sangüesa. 2016. "STRUCTURA, Fachada Autoportante de Ladrillo Cara Vista Para Cumplir El CTE." *Conarquitectura* 57 (February): 68–81. <https://conarquitectura.es/art-tec/estructura-fachada-autoportante-de-ladrillo-cara-vista-para-cumplir-el-cte/>.
- Topličić-Ćurčić, Gordana, Dušan Grdić, Nenad Ristić, and Zoran Grdić. 2015. "Ceramic Facade Cladding as an Element of Sustainable Development." *Architecture and Civil Engineering* 13 (3): 219–31. <https://doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-4605/2015/0354-46051503219T.pdf>.
- Vega Catalán, Luis, and Elena Santiago Monedero. 2008. "Catálogo de Soluciones Cerámicas Para El Cumplimiento Del Código Técnico de La Edificación." Madrid.
- Zorzano, David, and Celia Zorzano. 2022. "INSUPANEL, Sistema Constructivo Prefabricado Con Acabado Cerámico." *Conarquitectura* 82 (April): 56–81. <https://conarquitectura.es/art-tec/insupanel-sistema-constructivo-prefabricado-con-acabado-ceramico/>.