

EL REVESTIMIENTO EN LA ARQUITECTURA: SU PROYECCIÓN HACIA LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DESDE UNA MIRADA RESTROSPECTIVA

(1) M.C. Vacca, (2) J. Avellaneda

⁽¹⁾ Arquitecto doctorando – Construcciones Arquitectónicas
Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España

⁽²⁾ Doctor Arquitecto - Construcciones Arquitectónicas I
Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España

1. INTRODUCCIÓN

La ponencia presentada se basa en la tesis doctoral de la arquitecta María Celina Vacca para la Universidad Politécnica de Cataluña, bajo la tutoría del Doctor Jaume Avellaneda Diaz-Grande, de título "Recubrimiento de Superficies Arquitectónicas con Piezas Cerámicas – Estudio comparativo de la evolución de los materiales, técnicas de fabricación y puesta en obra entre los principales centros productores españoles y otros países, desde la Revolución Industrial hasta la actualidad".

La principal motivación para el desarrollo de esta tesis es el papel que ocupa la cerámica en la historia de la arquitectura española, basada en su tradición hispanoárabe y continuada a través de la historia desde los primeros azulejos fabricados en Málaga en el S XIII, posteriormente en Manises en el S XV y en Cataluña en el S XIX. Es en este siglo cuando España es reconocida a nivel europeo como el país con mayor tradición histórica en este material. Por esta razón, esta tesis centra su estudio en el período que abarca desde la Revolución Industrial hasta la actualidad y de cara a las nuevas tendencias y avances tecnológicos para la fabricación, puesta en obra y lenguaje arquitectónico de las piezas cerámicas de cada período como recubrimiento. En este análisis se tienen en cuenta las variables que afectan al desarrollo del material dentro de un entorno sociopolítico propio de la era contemporánea: las grandes migraciones del campo a la ciudad, la aparición de nuevas clases sociales con sus respectivas necesidades, el establecimiento de regímenes liberales, el desarrollo científico y tecnológico que afectan directamente a los procesos productivos, la mejoras sanitarias e higiénicas, la actual preocupación por el medio ambiente y la sostenibilidad, etc.

Presentándose a través de QUALICER, esta tesis no solo intenta aportar conocimientos, sino también incentivar el interés de los sectores de la construcción, profesionales y grupos de investigación y desarrollo; y conseguir que el lector aprenda a observar y valorar con entusiasmo el papel importantísimo que tiene la cerámica en la arquitectura, y ésta, en el hábitat humano; no solo por su valor constructivo y sus prestaciones funcionales, sino también por su valor artístico y el lenguaje de su expresión plástica en la piel del edificio.

2. DESARROLLO

Para el análisis comparativo se han definido tres períodos de tiempo, estableciendo las fechas de separación entre ellas con la aparición de un avance tecnológico que marcaron puntos de inflexión en la fabricación y el período arquitectónico que los representa. El primer período abarca desde la Revolución Industrial hasta 1930, el segundo desde 1930 hasta 1980 (llegada del gas natural a la Comunidad Valenciana) y el tercero desde 1980 hasta nuestros días.

Primer período: En este período se observan grandes avances aportados por la Revolución Industrial al mundo de la construcción en general, que se notarán mas en el resto del mundo que en España, a la cual llegarán con retraso. Hasta entonces, España ocupaba un sitio de vanguardia en la técnicas árabes en fabricación y decoración. Se utilizaban hornos morunos para la cocción y las técnicas de cuerda seca y cuenca con lustres metálicos para el esmaltado.

A finales del S XVIII la aparición de la máquina a vapor en Inglaterra promueve la creación de los nuevos centros industriales, y en la tecnología cerámica es fundamental para los procesos de molienda. Se desarrollan las técnicas de estampación e impresión introducidas en 1740 por Jhon Brooks y Jhon Sandler. Hacia principios del S XIX Inglaterra y Francia serán los pioneros en los avances conseguidos en la composición de los polvos de presión, que favorecerán el sistema de prensado gracias a la prensa de husillo introducida por Minton en el año 1840. También se comenzarán a usar hornos de tipo botella de hasta 10 pisos y temperaturas de cocción de hasta 1200° C. Puede decirse que la industrialización llega a España de la mano del Marqués de Sargadelos aproximadamente en 1789 con la aportación de los procesos mecanizados en la fabricación de loza, el uso de hornos de reverbero y talleres de moldeado que reducen considerablemente el trabajo manual.

Entre 1850 y 1855 se construyen los ensanches en las ciudades españolas, y con ellos aparece el concepto de urbanismo, arquitectura y ciudad. Llega el agua corriente, los centros urbanos empiezan a crecer, y aparecen las corrientes higienistas, que recurrirán al uso del azulejo como material "higiénico" en las viviendas. Los principales centros azulejeros españoles serán Andalucía, Comunidad Valenciana y Cataluña, pero conservando la decoración plana, de arista y por cuerda seca. Ya hacia 1857 podían contabilizarse en Valencia 30 fábricas con 34 hornos.

Entre 1857 y 1878 comienzan a usarse recursos hidráulicos en la fuerza motriz de los molinos, se sustituyen los rodillos de piedra por muelas horizontales, y el prensado del barro por arcilla ligeramente humedecida (prensado en semisecco), pasando de la decoración manual a la decoración plana por sistema de trepas.

A partir de 1850, Pickman, en Sevilla, en su fábrica La Cartuja comienza a fabricar azulejos y continúa la labor industrializadora de Sargadelos fabricando baldosas con loza feldespática e introduciendo procesos de fabricación mecanizados, estampación por prensas calentadas a vapor, nuevas tecnologías en prensado y colado, hornos botella a carbón de coque para secado y cocción, y recupera los métodos de cuerda seca y arista para el vidriado. Y a finales del S XIX Nolla fabricará los primeros greses de tipo inglés (con tecnología inglesa al estilo de la fábrica Maw- inglesa- y es el primer gres porcelánico de Europa continental) con cocción estilo español e introduciendo el principio de la monococción. Consigue pavimentos no conseguidos hasta entonces.

La llegada del ferrocarril a los centros españoles que favorece el transporte de materias primas y con esto un desarrollo en las comunicaciones, juntamente con el despegue de las exportaciones a Latinoamérica.

Los productos que encontramos en España en esta época aún serán de porosidades muy altas, como la mayólica de origen hispanoárabe, de pasta roja de una porosidad del 25% y esmaltada, los azulejos de pasta blanca de loza blanda (con un 15/25% de porosidad) y el de loza dura introducido por Pickman con una porosidad del 5/12% y fabricada con polvos feldespáticos. También será el período de protagonismo de la terracota, esmaltada o sin esmaltar, muy utilizada en el Modernismo Catalán por su versatilidad formal, para piezas tridimensionales realizadas por encargo y fabricadas por colado.

Para la colocación de estas piezas, según la bibliografía encontrada, la aparición del cemento Pórtland es fundamental en los morteros de adherencia, utilizándose solo el sistema por capa gruesa que se utilizaba en todos los demás revestimientos, como la baldosas hidráulica.

En cuanto a la arquitectura y la utilización de la cerámica, se ofrecen cinco obras representativas de este período, en el que predominan el historicismo, el art deco, el eclecticismo (los "neos") y el modernismo catalán, que es el que da el impulso vital al repertorio iconográfico español que es capaz de dar de sí la industria cerámica. Predomina el pensamiento de Gotfried Semper, y su teoría del origen textil de la arquitectura y el muro como "cortina colgante" que decora y viste al edificio, la alternativa formal al clasicismo vitruviano que predominará posteriormente en el racionalismo.

1. El Palacio de las Aguas (Bateman, Parsons & Bateman), Buenos Aires – Argentina (1887 – 1894): Como edificio representativo de mi país, he elegido esta obra a fin de exponer la utilización de piezas cerámicas inglesas que aportan una idea de lo que la arquitectura, a nivel mundial, exige a la cerámica y ésta ofrece como respuesta. Se trata de un gran edificio que alberga los tanques de agua que abastecerán a la ciudad de Buenos Aires en pleno período de florecimiento económico y representando la preocupación del gobierno por la higiene pública. Está conformado por un muro estructural de cierre envuelto en su totalidad por una envolvente autoportante, como una bella cortina de cierre del edificio, de ladrillos tridimensionales de terracota esmaltada y sin esmaltar, diseñadas por el arquitecto noruego Olaf Boye y encargadas a la fábrica Royal Doulton & Co. que subcontrató a la empresa Burmantofts Company, de Leeds. Se trata de un total de 170.000 piezas cerámicas y 130.000 ladrillos vidriados colocados con cemento. La obra ocupa la totalidad de una manzana en pleno centro de la ciudad y su valor escultórico la ha convertido en monumento del patrimonio cultural nacional.
2. La Majólika Haus (Otto Wagner), Viena – Austria (1898 – 1899): Se trata de una casa de fachada plana, representantita de las teorías semperianas ubicada en pleno centro de Viena. Es una fachada plana que hace un homenaje al color y la alegría en medio de un casco urbano gris y deteriorado como una cortina colgante decorada sobre piezas de mayólica recamada

con follajes, motivos florales y ornamentos de gran colorido y movimiento tan propios del Art Nouveau. Fue una revolución para su época y recibió grandes críticas.

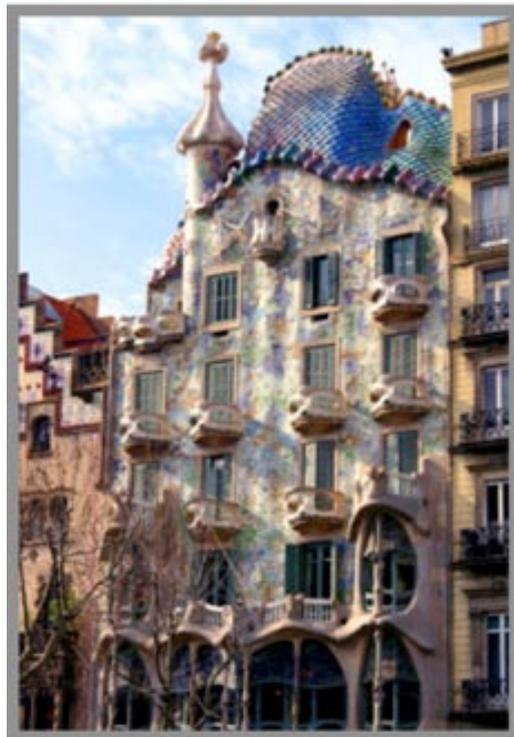
3. La Casa Batlló (Antoni Gaudí), Barcelona – España (1904 – 1906): Remodelación sobre una vivienda ya existente, a la que se le añadieron las plantas superiores y la cubierta. El tejado se construyó con escamas de terracota esmaltada simulando la caparazón de un reptil, y la cumbreira se realizó con piezas esmaltadas realizadas por encargo que simulan botijos y costuras en la unión con la fachada. La fachada está decorada con un trencadís compuesto por trozos de cerámica, vidrio y piezas como platos multicolores que varían según la incidencia del sol. Es una de las obras cumbres del Modernismo Catalán.
4. National Farmers Bank (Henry Sullyvan), Owatonna, Minnesota – Estados Unidos (1907 – 1908): Se trata de una fachada de ladrillo visto enmarcada con una cornisa de piezas de terracota esmaltadas color verde con motivos vegetales, bordeada internamente por piezas pequeñas de cerámica azul. En las uniones superiores de la cornisa se colocaron grandes medallones de terracota de donde se descuelga la cortina, que se despliega hasta el basamento de piedra y recortándose en las grandes ventanas semicirculares. Es una fachada sobria y elegante que representa el florecimiento de la agricultura en Estados Unidos.
5. El Parc Güell (Antoni Gaudí), Barcelona – España (1900 – 1914): El banco serpentino ha sido elegido como ejemplo del uso de la cerámica en obras públicas y de la técnica del trencadís tan característico del Modernismo Catalán. Es el balcón-mirador enteramente curvo desde el que se observa la ciudad de Barcelona y está recubierto con trencadís de piezas de diferentes formatos, colores y texturas, representando motivos ornamentales vegetales, animales y religiosos. Es otra obra representativa del Modernismo Catalán.



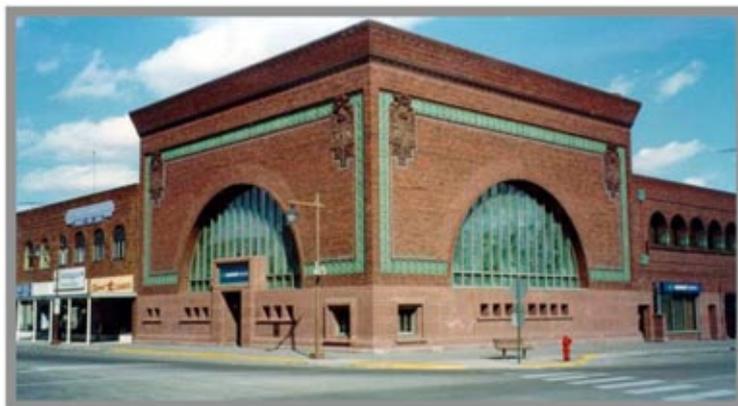
1. *Palacio de las Aguas.*



2. Majolika Haus.



3. Casa Batlló.



4. National Farmers Bank.



5. Parc Güell (banco serpentino).

Segundo período: La llegada de la corriente eléctrica a España entre 1920 y 1930 introduce importantes mejoras en la fabricación azulejera. Junto con ella, aparecen nuevas trituradoras de tierra, hornos de pasajes de cocción continua, prensas semiautomáticas de fricción en semiseco (todo ellos propulsado a energía eléctrica), y decoración en serie por entubado y trepas. Crece la preocupación por dar a conocer los productos y se fomenta la edición de catálogos para la difusión de la información. Mientras en España se siguen utilizando tierras arcillosas, el resto de Europa ya utiliza arcillas caoliníticas y feldespáticas.

Se produce un gran crecimiento demográfico, creciendo también la burguesía, la cual, influida por las corrientes higienistas comienzan a usar en masa los azulejos en las nuevas funciones: baños, cocinas, hospitales, mercados, balnearios, estaciones de transportes, farmacias, etc.

En 1930 Herman Segel descubre el cono pirométrico, para controlar la temperatura de los hornos, y se desarrollan los hornos de pasajes y de cocción continua.

La Guerra Civil Española en 1936, sumada al aislamiento posterior a la 2ª Guerra Mundial producen un retroceso en la producción azulejera. En este período se consolida Onda como centro productor, gracias a la riqueza de materia prima en sus suelos y al ferrocarril que acerca estos materiales a los puertos de exportación.

Italia se consolida como centro exportador, dejando al descubierto la debilidad y el retraso de España en el mercado internacional y obligándola a producir una reconversión industrial para reforzar el sector y recuperar la competitividad.

Entre 1960 y 1965 se introduce la tecnología de proceso italiana denominada bicocción a ciclo completo, con hornos túneles y de canales, prensas automáticas y las primeras líneas de esmaltado y decoración por serigrafía mecánica, para dar respuesta a la demanda incentivada por el II Plan de la Vivienda, creciendo el nú-

mero de fábricas y la producción total. Se constatan también los primeros intentos por introducir la molienda por vía húmeda (Fábrica de Brihuega) y la fabricación de gres vidriado siguiendo el proceso de bicocción.

En 1975 Italia ya acomete la tercera renovación de la tecnología de proceso con la introducción de la monococción en hornos monoestrato y la progresiva incorporación del proceso de atomizado, todo ello gracias a la disponibilidad de gas natural y la ya tradicional sinergia con la industria metalmecánica de la región de Emilia Romagna, al mismo tiempo que se enriquece la oferta con la diversificación de formatos, tratamientos superficiales (principalmente decoraciones) y la aparición del fenómeno de indudable peso económico del "azulejo firmado" y el proceso de decoración a baja temperatura (tercer fuego). Sin embargo, España solamente podrá atender este segundo aspecto sobre su casi exclusiva producción de azulejos para revestimiento, por la imposibilidad de incorporar la tecnología de monococción al no disponer de gas natural. En los últimos años del final de la década de los 70 ya se habrá introducido la producción de baldosas de pasta blanca y una minoritaria fabricación de gres esmaltado para pavimento. También se implantará, aunque en menor medida que Italia, la decoración a baja temperatura, con líneas de producto sofisticadas para baño y cocina. Toda la producción va destinada al baño y la cocina y, por aquel tiempo, todavía no existía una oferta específica orientada al mundo de la arquitectura.

Se produce un gran crecimiento industrial gracias a la fabricación seriada, aumenta considerablemente la producción, en detrimento de la calidad del producto y se reduce el repertorio iconográfico tan rico que había alcanzado el Modernismo en el período anterior.

En cuanto a los productos que mas se fabricaron en este período podemos hacer la división entre pavimentos y revestimientos verticales; y las piezas especiales para el acabado de los encuentros y uniones:

- Para revestimientos verticales se sigue fabricando la mayólica, con una porosidad menor: 10/15%, y entre 1930 y 1950, gracias a la aparición de las nuevas prensas de mayor poder de compactación, aparece el gres (de pasta simple y de pasta compuesta) y el gres salado, de fabricación actual casi nula. También se utilizan los mosaicos cerámicos, fabricados con pequeñas piezas de gres.
- Para pavimentos, se utilizarán los pavimentos porosos vidriados y no vidriados (de pasta intermedia entre la mayólica y el gres) con una porosidad de 4/15%; las baldosas de tierra cocida con una porosidad del 3,5/20% (rasi-lla, baldosín rojo mate, toba rústica, etc); y el gres rústico.
- Los encuentros en zonas determinadas como escaleras, piscinas lavatorios, quirófanos etc., se solucionarán con una serie de piezas especiales modulares diseñadas especialmente para cada uso y fabricadas también en serie o por catálogo.

Entre 1930 y 1950 los sistemas de colocación amplían sus capacidades de adherencia debido a la reducción de porosidad de las nuevas baldosas. Aparece la capa fina, por adherencia química con propiedades de elasticidad; añadiendo aditivos de origen orgánico al mortero, apareciendo así los morteros cola: cauchos naturales, methyl-celulosa, acetato de polivinilo, resinas acrílicas, mastiques sintéticos, etc.

A partir de 1970 aparecen las normativas europeas definiendo los "morteros cola" (para aplicaciones sobre yeso, de fraguado ultra-rápido, con propiedades conductivas, antiácidas, morteros epoxis), las "colas de bases orgánicas" (con aditivos de base sintética, resinas epoxídicas, resinas de polietileno, copolímeros vinílicos o acrílicos, etc.) y los "cementos cola" (con mas cantidad de caseína y menos áridos, de uso solo en interiores). Las juntas presentan ahora un tema a solucionar, y se hacen con lechadas de cemento Pórtland, morteros de cemento "dry set", morteros de cemento látex, morteros con bases orgánicas.

En esta etapa, la arquitectura a nivel mundial se manifiesta a través de dos grandes movimientos: el racionalismo y el organicismo. En Barcelona se desarrolla un movimiento local llamado Realismo de la Escuela de Barcelona. Estos movimientos recurren al uso de la cerámica mas por su valor funcional, sus prestaciones y bajo coste conseguido de la fabricación seriada, que por cuestiones estéticas, y relegándola en su mayoría a sectores donde su uso se vuelve insustituible. De todas maneras, la piel del edificio revestida con cerámica, siempre será el lenguaje formal del edificio, aportándole brillo y color. Los ejemplos seleccionados representativos de este período son los siguientes:

1. La Casa de la Marina (J.A. Coderch – M. Valls Vergès), Barcelona – España(1951 – 1954): Este edificio de viviendas representativo del Realismo de la escuela de Barcelona presenta en su fachada una cortina colgante de elementos planos esmaltados monocromáticos de color siena en franjas verticales revestidas con mayólica esmaltada alternadas con las franjas de aventanamientos. Sus fachadas son "plegadas" coronando una esquina del deteriorado barrio de la Barceloneta.
2. Facultad de Derecho (G. Guiraldez, P. Lopez Iñigo, X. Subías), Barcelona - España (1958): Es un edificio construido en tiempo record, con una estructura de elementos modulares, como también lo son su revestimiento y terminaciones: mosaicos cerámicos de piezas de gres esmaltado blanco.
3. La Ciudad Pasillo (Alvas Aalto), Seinäjoki – Finlandia(1958 – 1860): Se trata de un edificio emplazado en un proyecto urbanístico netamente racionalista. Susa fachas están íntegramente revestidas con azulejos semicirculares esmaltados azul oscuro, forma especialmente diseñada para proteger las juntas, que se vuelven críticas en temperaturas tan extremas. Aquí se pone en evidencia el éxito del material cuando es usado con inteligencia y diseño.
4. Casa La Ricarda (Antonio Bonet), Barcelona – España(1962): ejemplo de revestimiento cerámico en cubierta: bóvedas revestidas de gres salado (de

la desaparecida fábrica Cucurny). Las celosías de los cerramientos también se hicieron con piezas de diseño de gres saldado que tienen en el centro un óculo de cristal fabricadas por encargo.

5. Opera de Sydney (Jørn Utzon), Sydney – Australia (1973): Esta obra deja en evidencia el retraso por el que pasa España, utilizándose materiales, métodos y sistemas de colocación de vanguardia mundial: Cubierta de bóvedas de cáscara de hormigón armado prefabricado, revestido de piezas cuadradas de klinker autolimpiante blanco, vidriado, opaco y brillante alternado, fabricados por extrusión y monococción, colocados en forma de mosaicos (fábrica Partek Högäns AB). Los materiales de adherencia utilizados fueron especialmente diseñados para la colocación de piezas sobre soportes, ambos con porosidades casi nulas.



1. Casa de la Marina.



2. Facultad de Derecho.



3. Ciudad Pasillo.



4. La Ricarda.



5. Opera Sydney.

Tercer período: Mientras Italia se consolidaba como centro azulejero en los años 70, España lo hará recién a partir de 1980 con la llegada del gas natural a la Comunidad Valenciana. Se reemplaza el fuel oil y se comienzan a usar hornos no muflados monoestratos a rodillos reduciendo los ciclos de cocción a una hora; y se alcanza la mecanización casi total de los procesos. Se aplicarán definitivamente los procesos de bicocción y monococción a pavimentos y revestimientos. Aparece la industria auxiliar del 3º fuego, que se encargará solo de la cocción de los esmaltes. Se incluye la robótica favoreciendo las líneas mecanizadas del proceso de fabricación, y los secaderos verticales. Se logran grandes avances en la molienda en húmeda y el proceso de atomización con molinos continuos; a lo que se suman las prensas hidráulicas y oleodinámicas con grandes fuerzas de presión que producen piezas de bajísimas porosidades y mínimos espesores. El gran logro de esta época es el gres porcelánico. Para la molturación por vía seca se utilizan molinos pendulares y granuladores, y la decoración por serigrafiado se hará en líneas totalmente mecanizadas.

Se recupera la labor del ceramista, dejada atrás después del Modernismo, y con él los sistemas de decoración manuales y el moldeado por colado de piezas especiales de diseño para restauraciones y por encargo.

En esta última etapa asistimos también a una concienciación por la sostenibilidad, lo que ha impulsado que se desarrolle la legislación medioambiental para el ahorro energético, la minimización de residuos y el reciclaje de los mismos. La in-

industria cerámica española se encuentra dentro del ámbito de la Directiva 96/61/CE del Consejo, que refiere a la prevención y control integrados de la contaminación, mas conocida como la IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control).

Hasta 2005, España alcanza una gran expansión en el mercado internacional, llegando a casi igualarse con Italia, su gran competidora europea en exportaciones, e invierte en importantes centros de investigación y desarrollo.

En decoración se consiguen avances reveladores, desarrollando fritas de alta tecnología con composiciones complejas, aditivadas con mejoradores de prestaciones hidrófugas, bactericidas, autolimpiantes, etc.; con acabados metalizados incluyendo tecnologías nanométricas, decoración informatizada por impresión INK-JET, láser, pulidoras, trabajos en bajo relieve a chorro de arena y grandes avances en el tratamiento superficial de pavimentos antideslizantes.

Para la clasificación de los productos de este período, se aplicará la normativa que diferencia los productos de acuerdo a su porosidad y su forma de fabricación. Las piezas que encontramos en mercado actualmente, serán las siguientes:

Revestimientos:

- Loza de pasta blanca y mayólica: grosor reducido por mayor compactación a 5 mm, porosidad 10/15 %, fabricada por monococción y de superficie vidriada (BIII).
- Tipos de gres: Baldosas semigresificadas y gresificadas, gres rústico y klinker: porosidad 1,5 / 6 % (AIIa, AI, BI, y BIIa).
- Gres porcelánico: Porosidad menor al 0,5 %, composición: 40% arcillas, 40% feldespatos, 10% caolines, 10% cuarzo; alcanzando espesores de hasta 3 mm (AI y BI).
- Algunas variantes de gres porcelánico s/fábricas con aditivos especiales: pasta porcelánica + dióxido de titanio (hidrófugo y bactericida: fachas autolimpiantes); baldosas con propiedades domóticas; piezas reforzadas con fibras (por compactación continua) para evitar desprendimientos en fachadas de altura.
- Revestimientos murales: pedidos por encargo a artistas ceramistas recuperando técnicas de fabricación tradicionales.

Pavimentos:

- Pavimentos gresificados: Gres rústico, Klinker, pavimentos parcialmente gresificados y gresificados: porosidad 1,5 / 6% (AIIa, AI, BI y BIIa).
- Gres porcelánico: no esmaltado, pulido y con acabados antideslizantes.

- Piezas especiales: Para acabados y terminaciones de diferentes materiales y para diferentes clases de soportes fabricadas en serie para el acabado en pavimentos modulado.
- Piezas de diseño: Productos obtenidos por cargo de ceramistas artesanos industrializados (por encargo de obra), o bien ganadores de concursos y grupos de investigación promovidos por ASCER/ALICER, I.T.C, Universidad de Valencia, Universidad Jaume I, I.P.C, Cátedra Cerámica de la Univ. Internacional de Barcelona, etc.

Los sistemas de colocación actuales se dividen en dos grandes grupos, y todos se ajustan a la normativa vigente.

- Colocación en "húmedo" por adherencia directa: se conservan la capa gruesa y la capa fina (UNE EN 12004). También se regula el tipo de junta que se utilizará y los materiales a usar en juntas de movimiento y de colocación (UNE EN 13888).

En fachadas además de regularse los adhesivos, a partir de los 3 m de altura es obligación reforzar con grapas metálicas o sintéticas (s/fábrica).

- Colocación en seco: Fábricas de adhesivos están investigando sistemas de adherencia directa para revestimientos y pavimentos interiores con capas de caucho sintético con adhesivo de acrílico modificado doble faz.

Pero sin duda, los más utilizados son los sistemas prefabricados en fachadas ventiladas con revestimientos de porosidades casi nulas: porcelánicos planos prensados o extrudidos sujetos a una estructura metálica en un sistema enteramente diseñado por la misma fábrica.

También se están aplicando sistemas en seco para la colocación de suelos como los moldes troquelados plásticos con baldosas encastradas de colocación rápida para interiores.

En suelos técnicos con estructuras metálicas o plásticas se aplican los mismos diseños que para baldosas de otros materiales, pero usando baldosas de porcelánico.

En arquitectura, este período aporta todo tipo de respuesta y gran variedad de posibilidades a las necesidades del diseño arquitectónico, por lo que la variedad y la versatilidad del cerámico llega a ofrecer ventajas que cubren desde necesidades funcionales y técnicas de altísimas exigencias hasta acabados de un gran valor estético aportado por la creatividad del arquitecto sumado a la inapreciable labor del ceramista que tiene a su alcance una tecnología de punta. La piel de la envolvente se ajusta exactamente al proyecto arquitectónico.

1. Palacio de Convenciones (Arata Isozaki), Nara – Japón (1992/1998): Estructura premontada modular envuelta en fachada ventilada de estructura de acero inoxidable con escamas de gres solapadas coloreada en masa gris

plata opaco. La fábrica de las baldosas se encuentra en la región de Tokomane. Todos los sistemas constructivos usados en este edificio son de última generación, y premontados, para acelerar los tiempos de ejecución.

2. Galería de Arte en Walsall (Caruso St Jhon Architects), Walsall - Reino Unido (1999): Se trata de un edificio de estructura modulada de paneles de hormigón con fachada ventilada de estructura de acero inoxidable con escamas de terracota solapadas, fabricadas por moldeo por una empresa alemana por encargo. Este edificio también utiliza fachada ventilada, como el Palacio de Convenciones de Nara, pero emplazado en un entorno completamente diferente.
3. Dos ejemplos de pavimentos en zonas urbanas de uso público:
 - Parque Diagonal Mar (Estudio Miralles), Barcelona – España (2002): Es un parque urbano que ofrece un pavimento decorado con alfombras de gres coloreado en masa en 10 colores a imitación de los pavimentos hidráulicos del estudio de Enric Miralles. Colgando de una estructura metálica, lo decoran unas jardineras colgantes revestidas con trencadís de diseño de piezas de gres blanco, tridimensionales extrudidas, prensadas y esmaltadas por serigrafiado con motivos Pop-art.
 - Calle San Vicente en Burriana (Arq. José Durán), Castellón – España, (2007): Otro ejemplo de pavimento en zona de tránsito público, se trata de adoquines de gres extrudido, ranurado y esmaltado en el bajorrelieve para proteger el esmalte y hacerlo anti-resbaladizo. Es una calle de gran colorido y valor estético en pleno centro de la ciudad.
4. Mercado de Santa Caterina (Estudio Miralles), Barcelona – España, (2005): Este ejemplo de cubierta es un caso singular de restauración, y se trata de una cubierta de madera multilaminada curva revestida con mosaicos (píxeles) de gres hexagonales, extrudido, esmaltado brillante en 67 colores. Es una verdadera obra de arte desde vista aérea en pleno casco antiguo de Barcelona.
5. Palacio de Congresos (Enrique Sobejano y Fuensanta Nieto), Zaragoza – España (2008): Edificio diseñado para la Expo Zaragoza 2008, con una cubierta de plafones de GRC con módulos insertados e integrados al plafón de piezas de gres extrudido esmaltado blanco brillante en módulos de 4 piezas triangulares con juntas de silicona.



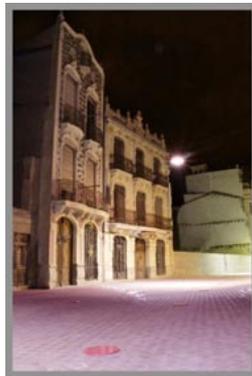
1. *Palacio de Convenciones.*



2. Galería de Arte.



3. Parque Diagonal Mar.



3. Calle San Vicente.



4. Mercado de Santa Caterina.



5. *Palacio de Congresos.*

3. CONCLUSIONES

Las conclusiones a la tesis doctoral podría resumirse en los puntos de análisis que detallaremos a continuación:

- Evolución de la utilización de la cerámica en España: La historia de la cerámica española ha atravesado épocas de florecimiento productivo sustentada por corrientes arquitectónicas que han visto en ella su lenguaje expresivo, y por épocas en la que ha sido relegada a zonas de uso insustituible. Estas épocas se han correspondido con situaciones sociopolíticas adversas y con estilos arquitectónicos rigurosos que han valorizado la estructura desnuda y la función portante del edificio en detrimento del revestimiento. Afortunadamente, actualmente se ha despertado un creciente interés por parte de los diferentes sectores del proceso productivo, que se sienten motivados a desarrollar la investigación, planteándose futuras acciones y desafiando el reto que presenta un material versátil y adaptable a la tradición y al futuro.
- Diversidad de piezas y productos: Actualmente coexisten en mercado dos grandes familias: las piezas estandarizadas y las piezas personalizadas. Las primeras han alcanzado niveles de tecnología de punta, desde piezas de 3 mm de espesor y de 1m x 3 m gracias a los avances logrados en compactación, que están exigiendo el mismo nivel de tecnología en materia de colocación: morteros de altas prestaciones, como sistemas modulares integrados para su colocación en seco. El final feliz de este tipo de pieza se basará en la óptima interacción de los profesionales intervinientes en este proceso: arquitecto- fabricante-colocador-controlador del producto final. También en pavimentos han aparecido productos revolucionarios con respuestas a las necesidades de transitabilidad, con nuevos diseños ergonómicos o "flexibles". Las piezas personalizadas, por su parte, han recuperado un elemento propio de la tradición española.: las piezas tridimensionales a las que recurrió el Modernismo en su momento de esplendor. En ellas trabajan el arquitecto, el diseñador y el ceramista, con la ayuda de las mejores tecnologías de fabricación y colocación, creando obras arquitectónicas donde la estética no solo está en el valor arquitectónico del edificio, sino también en la pieza especialmente diseñada para esa obra en particular.

- Acercamiento a criterios de sostenibilidad: El sector cerámico no se ha quedado al margen de la problemática de la sostenibilidad que tanto preocupa en estos tiempos. Los sectores implicados en este tema exigen y buscan medidas preventivas para una mayor eficiencia en la reducción de residuos y la minimización del uso de agua y energía, sobre todo en transporte de materiales. Y aunque la normativa en esto todavía es insuficiente, muchas empresas y grupos de investigación están a la búsqueda de productos que aporten prestaciones de carácter bioclimático, como pantallas de captación de energía solar, autolimpieza, adaptación bioclimática de la vivienda, etc.
- España en el mercado internacional: Si hasta 1990 Italia llevaba el liderazgo en fabricación y maquinaria, España ha superado este punto en los subsectores productivos de baldosas y fritas, con Castellón como principal centro productor. Esto colocó a España en el segundo puesto a nivel mundial, superada solo por China. Pero a raíz de la reciente crisis mundial, y la crisis española en particular, la producción ha bajado en una estimación del 40% en el último año, perdiendo la competitividad con respecto a Italia, y colocándola a la altura de países asiáticos como India. Queda entonces planteado el desafío de recuperar el puesto perdido, y de centrarse en que tal vez sea necesario hacer una mirada reflexiva sobre cuáles serán los pasos a seguir e intentando no repetir los errores del pasado. Es indiscutible la calidad de producto alcanzado por España en los últimos años y este será su punto de partida para poder competir con Italia, que siempre tendrá el recurso de la calidad en fabricación de la maquinaria.
- El revestimiento cerámico en la arquitectura: A través de los distintos períodos históricos, la arquitectura se ha servido de la cerámica como lenguaje expresivo de los diferentes estilos. Tanto en el Modernismo y su exaltación del revestimiento, como el racionalismo vitruviano y la negación del mismo – relegado a zonas de la vivienda donde ha sido insustituible, y por esta razón, conservando su altísimo valor utilitario – la cerámica se ha convertido en el revestimiento por excelencia, en la envolvente que habla como piel y textura que protege, enmascara y decora, y en la negación del mismo para despojar al edificio de toda máscara.

Las profundas transformaciones que ha sufrido y que sufrirá la cerámica es un tema que interesa al mundo de la arquitectura, como material que puede generar una plástica plana o con volúmenes con un alto nivel de precisión. Es real y tangible el potencial que tiene España de cara a su papel dentro de la competitividad del mercado internacional, de generar un producto de un alto valor añadido que emocione al mundo de la arquitectura y dé respuesta a las nuevas tendencias y necesidades tanto estéticas como funcionales que han aparecido en los últimos años. Algo más que una mera piel de revestimiento, que interprete el lenguaje de las nuevas motivaciones, tanto tecnológicas como medioambientales.

Llegamos entonces a la actualidad, cuando presenciamos el renacer de este lenguaje expresivo, de la fachada tridimensional personalizada y artística, hasta la fachada ventilada estandarizada, autoportante, y de altísimas prestaciones técnicas. Las tendencias arquitectónicas actuales parecen retomar el camino de la integración de los valores de la envolvente, del lenguaje expresivo de la arquitectura interpretado por la piel del edificio, y deberá tenerse especial cuidado de no repetir el error de saturar el mercado cerámico, como hemos visto en etapas anteriores, para que se alcance completamente la integración del valor artístico y plástico con los nuevos productos de alta tecnología en el lenguaje de la cerámica arquitectónica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mouliney Gerard: Carrelages et Faiences – Technique de la Fabrication des carreaux de Gres, Editorial H. Dunot et E. Pinat, 1914.
- [2] Barberot, E.: Tratado Práctico de Edificación – Editor Gustavo Gili, 1921.
- [3] Benavent, Pedro: Como debo Construir – Editorial Bosch, Barcelona, 1939.
- [4] Diderot, Denis: A Diderot Pictorial Encyclopedia of Trades and Industry – Manufacturing and the technical Arts in Plates Selected from “L’Encyclopedie, ou Raisonné des Sciences, des Arts, et des Mètiers” of Denis Diderot – Dover Publications, Inc., 1959.
- [5] Robusté, E. : El horno túnel al alcance del ceramista y del ladrillero – Ediciones CEAC,1969.
- [6] Alvarez-Estrada, Demetrio: Aplicación de revestimientos cerámicos en exteriores. Su problemática y soluciones – Patronato de Investigación Científica y Técnica “Juan de la Cierva” del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1972.
- [7] Porcar, J.L.: Manual Guía Técnica de los Revestimientos y Pavimentos cerámicos – Instituto de Tecnología Cerámica, Diputación de Castellón, 1986.
- [8] Gomis Marti, J.M.: Evolución Histórica del Azulejo en La Plana de Castellón en relación a materiales empleados, procesos, tecnologías aplicadas y entorno cultural – Tesis doctoral presentada en la Universidad Politécnica de Valencia / Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, 1987.
- [9] Soler Ferrer, M.P./ Pérez Camps, J.: Historia de la Cerámica Valenciana – Valencia Vicent García Editores, España, 1987-1992.
- [10] García Verduch, Antonio: Colocación de Pavimentos y Revestimientos Cerámicos – ITC (Instituto de Tecnología Cerámica), Castellón, 1993.
- [11] De Cusa, Juan: Revestimientos 2 – Ediciones CEAC S.A., 1995.
- [12] Barba, A. / Feliu, C., García, J. / Ginés, F. / Sánchez, E. / Sanz, V.: Materias Primas para la Fabricación de Soportes de Baldosas Cerámicas – ITC (Instituto de Tecnología Cerámica), Castellón, 1997.

- [13] Feliu Franch, Joan: La Cerámica Arquitectónica de Onda en S XIX – Resumen de la tesis doctoral presentada en la Universidad Jaume I, 1998.
- [14] Cerámica para Revestimientos, Tipologías y Aplicaciones – COAAM (Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Mallorca), 1999.
- [15] Crespo Cortés, M. Dolores: Solados y Alicatados – E.C.U. (Editorial Club Universitario), 2003.
- [16] Chris Lefteri: Ceramics. Materials for Inspirational Design – Publicado por RotoVision S.A., Londres, 2003.
- [17] Amoriza Cantero, Maribel / Molinero Redén, Sebastián: Manual Técnico, aplicación de pavimentos y revestimientos – AZ Publicaciones (2ª edición), España, 2005.
- [18] Emma del Carmen Vazquez Malagón: Materiales Cerámicos: Propiedades, Aplicaciones y Elaboración – UNAM, 2005.
- [19] Morales Güeto, Juan: Tecnología de los Materiales Cerámicos – Editorial Diaz de Santos – Madrid, España, 2005.
- [20] Guia de la Baldosa Cerámica – Editada por Ascer (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos).
- [21] Moldear, Ensamblar, Proyectar la Cerámica en Arquitectura - Publicado por Ascer (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos) – Editado por Armelle Tardiveau – 2006 (aprox).
- [22] Eduardo Montero Fernández de Bobadilla: Manual Básico – Fachadas Ventiladas y Aplacados, Requisitos Constructivos y Estanqueidad – Editado por la Consejería de Obras Públicas Vivienda y Transporte de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 2007.
- [23] Mater / Nuevos Materiales – Nueva Industria (Centro de Materiales, Exposición y Tesis) – Editado por FAD (Foment de les Arts y del Diseny) /Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (Editor: Javier Peña) – Barcelona, España, 2008.
- [24] Fanelli, Giovanni / Gargiani, Roberto: El Principio del Revestimiento – Ediciones Akal, 1999.
- [25] G. Semper: Die Vier Elemente der Baukunst - Braunschweig, 1851.
- [26] G. Semper: Der Stil, 1860.
- [27] Radovanovic, Elisa / Tartarini, Jorge: El Palacio de las Aguas – Publicación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) / Instituto de Investigaciones Geohistóricas (IIGHI), Argentina.
- [28] Bush-Brown, Albert: Louis Sullivan – George Braziller, Inc. – Nueva York, 1960.
- [29] Carlos Flores Lopez: Arquitectura española Contemporánea – Editorial Aguilar, 1961.
- [30] Hoffman, Julius: Fassaden - Edit. Klisschees E. Sautter – Stuttgart, Alemania, 1973.

- [31] Bergón Massó, Juan: Gaudí, el hombre y la obra – Univerisidad Politécnica de Barcelona, 1974.
- [32] Güell, Xavier: Gaudí – Editorial Gustavo Gilli, S.A., 1986.
- [33] Weingarden, Lauren: Louis H. Sullyven: The Banks – Masachusetts Institute of Technology, 1987.
- [34] Horvart Pintaric, H.: The Architecture of Otto Wagner – Studio Editions, Londres, 1989.
- [35] Kent, Conrad / Prindle, Dennis: Hacia la Arquitectura de un Paraíso: el Parc Güell – Hermann Blume Ediciones, 1992.
- [36] Matthews, Phillio: The Sydney Opera House – Bartel Collectors World (1993).
- [37] Cátala Roca, Francesc y Alvarez, Fernando: La Ricarda – Publicación del Colegio de Arquitectos de Catalunya, 1996.
- [38] Basel Boston Berlin: Alvar Aalto – 1922-1970 – Editorial Birkäuser Verlag, 1995.
- [39] Timo Koho: Alvar Aalto – Urban Finlan,1995.
- [40] Antoni González, Raquel Lacuesta: Barcelona 1929-1994. Guia d'arquitectura. –Barcelona - Editorial Gustavo Gili, 1995.
- [41] Ford, Eduard R.: The Details of Modern Architecture – Editorial M.I.T. - Cambridge, Massachusetts – London, 1989 – 1996.
- [42] José Antonio Coderch y Manuel Valls: Edificio de Viviendas en La Barceloneta, 1951 – 1955, Edición del Colegio de Arquitectos de Almería, 1996.
- [43] Gustavo Coderch – Carles Fochs: Coderch: La Barceloneta , 1997.
- [44] Publicación del Colegio de Arquitectos de Cataluña: Coderch: La Barceloneta – Editorial Actar, 1997.
- [45] Van Zanten, David: Sullivan's City, the meaning of ornament for Louis Sullivan – W. W. Norton & Company – New York & London , 2000.
- [46] Sarnitz, August: Otto Wagner – Tashken, 2005.
- [47] Bernabei, Giancarlo: Otto Wagner – Editorial Gustavo Gilli, S.A.
- [48] J. A. Coderch de Sentmenat: Coderch 1913 – 1984 – Editorial Gustavo Gili S.A., 2004.
- [49] Jones, Peter: Ove Arup: Masterbuilder of the Twentieth Century. - Yale University Press, 2006.
- [50] Larry Millet: The Curve of the Arch - Minnesota Historical Society, 1985.

Revistas

- [1] Patrimonio histórico: El Palacio de Aguas Argentinas, de Jorge Tartarini, director del Museo Patrimonio Histórico-Aguas Argentinas (Argentina).
- [2] Tectónica 15 – Monografías de Arquitectura, Tecnología y Construcción - ATC Ediciones, 2003.

- [3] Tectónica 18 – Rehabilitación (I) Estructuras - ATC Ediciones, 2005.
- [4] Azulejo – edición internacional. Editada por Publica, S.L., Barcelona, España.
- [5] Azulejo – distribución y colocación.. Editada por Publica, S.L., Barcelona, España.
- [6] Cuadernos de arquitectura y urbanismo Nº 35 (1959).
- [7] Cuadernos de arquitectura y urbanismo Nº 62 (1965).
- [8] The Sydney Opera House – Bartel Collectors World (1993).

Catálogos:

- [1] Boote's tiles T & R Boote Ltd. Patent Tile Work, T & R Boote Ltd - Buslem, England (Reino Unido, 1907).
- [2] Tile Book. Ceramic Mosaic Tile Floors, White Glazed Sanitary Wall Tile, Imported Welsh.
- [3] Quarry Tile, Glazed an Unglazed Mantel Tile, Sears, Roebuck and Co. – Chicago (U.S.A., 1929).
- [4] ALICER (Asociación para la Promoción del Diseño Industrial Cerámico): TRANS/HI-TOS: Catálogos del stand presentado en CEVISAMA, Valencia, España.

Otras consultas:

- [1] Guía Electrónica de la Tecnología de la Colocación de Baldosas Cerámicas – Publicado por Instituto de Promoción Cerámica (Diputación de Castellón) y la Consellería d'ocupació Industria y Comercio (Generalitat Valenciana), 1998.
- [2] Publicación de las conferencias, mesas debate, ponencias y posters del QUALICER Congreso mundial de la calidad del azulejo y del pavimento cerámico, organizado por Cámara de Castellón y el Colegio oficial de Ingenieros Superiores Industriales.
- [3] Apuntes sobre Material para Juntas Cerámicas publicados por ANFAPA (Asociación Nacional de Fabricantes de Morteros Industriales), publicados en internet.
- [4] Presentación en PPS de Toni Cumella, acerca de las intervenciones y participaciones de Cerámica Cumella en diferentes obras nuevas y de restauración.
- [5] Publicación de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona: Arquitectura 63: VIII Conferencia Internacional de Estudios de Arquitectur –1963.
- [6] Publicación del Instituto de Tecnología Cerámica sobre legislación medioambiental, IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) y EPER (Inventario Europeo de Emisiones Contaminantes) - 2003.