

INTEGRACIÓN, COMPATIBILIDAD Y ESTABILIDAD DE MATERIALES CERÁMICOS Y CEMENTANTES EN EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL

**(¹) J. Ma. Rincón, (¹) M. Romero, (¹) M. I. Martín, (¹) J. M. Pérez-Rodríguez,
(¹) R. Casasola, (²) R. Talero, (²) C. Pedrajas, (²) A. Delgado**

(¹) Grupo/Lab de Materiales Vítreos y Cerámicos

(jrincon@ietcc.csic.es)

(²) Grupo de Durabilidad de Hormigones, Morteros y Pastas de Cemento

(Instº. CC Construcción E. Torroja, Depto. de Sistemas Constructivos,

CSIC, Madrid, España)

RESUMEN

A la vista del nuevo Plan Estratégico del CSIC para el periodo 2010-13 se expone y discute la línea emergente de investigación recientemente aprobada sobre la integración de los materiales cerámicos y cementantes en Edificación y Obra Civil, considerando ambos grupos de materiales y productos desde sus propias características, pero que tienen que actuar conjuntamente en funciones concretas. Todos estos componentes se basan en materiales con prestaciones específicas que deben interactuar para una función conjunta (materiales para pavimentos, revestimientos de fachadas, de cubiertas y aquellos materiales fundamentalmente cementantes que les sirven de unión, soporte o sustrato). Dada la experiencia previa a lo largo de todos los años anteriores de los dos grupos de investigación que soportan esta línea, se considerarán los siguientes aspectos:

a) Materiales cerámicos y vítreos con usos en la construcción. Se investigarán en todas las etapas de su ciclo de producción (procesado, caracterización, propiedades), haciendo especial énfasis en su integración en la edificación y obra civil, de manera que no se considere el material de manera independiente sino que, junto con otros materiales, forma parte de un sistema integrado, ya sean fachadas (tradicionales, de muro de fábrica, estructurales, ventiladas...), pavimentos, revestimientos o cubiertas.

En los momentos actuales es de gran importancia investigar funciones específicas innovadoras (funcionales) y nuevas técnicas de colocación (pavimento sin mortero), dando respuesta a la demanda social, siempre bajo los condicionamientos de la vigente LOE y del CTE que la desarrolla, así como aprovechar los conocimientos generados en los documentos DIT para establecer un “cuerpo de doctrina” en cuanto a la integración entre los materiales cerámicos y los cementantes para cumplir funciones específicas.

b) Del mismo modo, los materiales cementantes o de matriz cemento en todas sus vertientes, coaligados o independientes, en recubrimientos, sustratos, soportes, uniones, matrices, aglomerados, estructuras, etc..., se investigarán respecto a su interacción con los de otra naturaleza (cerámicos, rocas, minerales, RCDs, aceros e incluso orgánicos). Investigación, pues, de nuevos procedimientos y diseño composicional que permitan su mejor integración con los materiales cerámicos y el acero u otros materiales con una mayor durabilidad.

Consecuentemente, esta línea llevará a cabo en los próximos años la investigación de la integración, compatibilidad y estabilidad físico-química y mecánica de ambos tipos de materiales, e incluso de los de otro tipo que puedan utilizarse en sistemas constructivos, tanto respecto a los tradicionales ya existentes o que proceden de épocas anteriores, como de los nuevos materiales con prestaciones innovadoras: nanomateriales.

1. INTRODUCCIÓN

Las palabras son nuestro medio de expresión y de comunicación, por lo que éstas son muy importantes en todos los órdenes de la vida y más aun en Ciencia y Tecnología pues su uso implica conceptos e ideas de gran repercusión teórica y práctica. Es el caso de la palabra que titula esta comunicación para QUALICER 2010. La palabra “integración” aplicada a los materiales cerámicos y sus adhesivos cementicios para su servicio en los Sistemas Constructivos de la Edificación, ¿qué es lo que implica en este caso y más en el contexto del nuevo Plan Estratégico del CSIC y en concreto del IETcc?. A esta cuestión se quiere dar respuesta en el presente trabajo y sacar conclusiones de lo que puede implicar para el sector de la producción cerámica de pavimentos y revestimientos.

De hecho, este nuevo QUALICER 10 se ha definido como el congreso de la INTERACCION, palabra muy próxima a la de INTEGRACION y ambas relacionadas con la de INTER-RELACION, por lo que esta comunicación está en la línea de un tema que viene preocupando hace tiempo al sector de pavimentos y revestimientos cerámicos en su relación con la Arquitectura y la Obra Pública (véanse para ello comunicaciones de los congresos anteriores de la Calidad del Pavimento y Revestimiento, www.qualicer.com).

La INTEGRACION se contempla en este caso desde dos puntos de vista:

- a)INTEGRACIÓN EXTRÍNSECA, como incorporación de los materiales cerámicos y vítreos en los Sistemas Constructivos y
- b)INTEGRACIÓN INTRÍNSECA, como inter-relación de comportamiento entre los materiales vítreos y cerámicos cuando se aplican en construcciones y el medio que se usa de adhesivo o aglutinante (materiales cementantes: morteros de albañilería y cementos o morteros cola) o cualquier otro medio de anclaje o de fijación.

Desde hace años es una constante del sector industrial y comercial la gran preocupación por la colocación de los materiales cerámicos, definir protocolos y procedimientos para una aplicación óptima de los revestimientos de la edificación, así como investigar no sólo las causas de las patologías que se producen por una colocación deficiente de estos materiales, sino por ir más lejos y proponer INNOVACIONES en la colocación de materiales cerámicos en Sistemas Constructivos. El sector industrial está preocupado, desde hace años, porque la aplicación final de los productos cerámicos se realice con buenas prácticas, realizando intensos esfuerzos de colaboración y formación con los colocadores (alicatadores) y sobre todo con los fabricantes de morteros, de cementos cola y todo tipo de productos de matriz de cemento para que las prestaciones del material cerámico sean las adecuadas y óptimas y las patologías debidas a la colocación y el ciclo de vida de los materiales no se produzcan, ya que dañan considerablemente el prestigio y la comercialización de los materiales cerámicos en el sector constructivo.

En este sentido hay tres tendencias que destacan en los últimos años:

- 1.Fomento de los usos de los materiales cerámicos en Edificación y Obra Civil, de manera que no se consideren por arquitectos, prescriptores, promotores... únicamente a la baldosa cerámica en su uso en pavimentos y revestimientos de interiores, como ha sido hasta el presente.
- 2.Mejora de los procedimientos y normativas de colocación, así como del conocimiento de la interacción de los materiales cerámicos con los nuevos y variados materiales cementantes (morteros, morteros y cementos cola, en algunos casos con hormigones, etc...), puesto que la proliferación en los últimos años de infinidad de variaciones de productos de ambos tipos, está dando lugar a patologías nuevas debido a la inexistencia de verdaderos trabajos de investigación que estudien las interacciones entre ambas familias de productos.
- 3.Al mismo tiempo, dado que está ya comúnmente aceptado que hay que optimizar el comportamiento térmico de los edificios para contribuir a una menor emisión de CO₂, se vienen realizando desde hace unos años recubrimientos externos de edificios con muros cortina, basados en paneles de vidrio, paneles de plaquetas de piedra natural, etc. y que han extendido sus

posibilidades con el uso de plaquetas de tipo cerámico, especialmente las de gres porcelánico. Simultáneamente, después de varios siglos de haber perdido su terreno en fachadas y por recuperar la tradición y conquistar nuevos mercados, los nuevos retos arquitectónicos y la necesidad de extender los campos de aplicación de las plaquetas cerámicas, están dando lugar a un movimiento efervescente en todo el sector de producción de estos materiales de construcción para "conquistar" de nuevo las fachadas y encontrar campos de aplicación innovadores para estos materiales, lo que implica dar valor añadido a las plaquetas cerámicas e impulsar económica y tecnológicamente al sector.

Por tanto, respondiendo a las demandas del sector cerámico, se ha propuesto una línea de investigación que aborde los temas de la "inter-relación o integración" de los materiales cerámicos con los materiales cementantes en el Plan Estratégico para el próximo periodo 2010-13 de actividad en I+D+i del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja de la Agencia Nacional de investigación española: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (denominado con el acrónimo: IETcc,CSIC).

2. PRECEDENTES EN LA INVESTIGACIÓN DE LOS MATERIALES VÍTREOS Y CERÁMICOS EN EL INSTITUTO TORROJA, IETCC DEL CSIC

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc, CSIC) a lo largo de su ya larga historia ha realizado, desde su fundación, investigaciones y aportaciones científicas y técnicas en el campo de los materiales cerámicos y vidrios, habiendo sido uno de los organismos fundadores de la actual Sociedad Española de Cerámica y Vidrio (SECV). Fue destacada en su tiempo la participación en dicha fundación de Francisco Arredondo y Verdú, doctor ingeniero de caminos y que fue director de dicho centro durante el periodo 1954-70. En los últimos quince años esta línea de investigación se ha visto reforzada con la creación del Grupo y Laboratorio de Materiales Vítreos y Cerámicos. Rincón y col. (BSECV 2005), realizaron una revisión de la relación de este centro con estos materiales, recordándose los investigadores y publicaciones que más destacaron en este campo. Se llevó a cabo entonces un análisis de la situación actual y de las perspectivas de I+D+i de los materiales vítreos y cerámicos de construcción, haciendo especial énfasis en sus aplicaciones en fachadas, ventiladas o convencionales, así como en el factor dinamizador de la investigación científica que implicará el reto tecnológico de la aplicación de baldosa cerámicas no sólo en este tipo de fachadas, sino también en la extensión, tan deseada por el sector comercial y empresarial, del uso de la baldosa cerámicas en Arquitectura y Obra Civil. Igualmente, en años precedentes se ha aportado la experiencia en materiales vítreos y cerámicos dentro de la Red del CSIC dedicada al Patrimonio Histórico y Arquitectónico con aportaciones como miembros de dicha Red y que pueden verse en la relación de publicaciones de estos años.

Por tanto, desde el punto de vista estratégico esta línea que considerará la integración, interacción y estabilidad tanto de los materiales cerámicos como los cementantes, sería **nueva o emergente** en el CSIC, uniendo en la misma a científicos consolidados en investigaciones de materiales cerámicos y cementantes dirigidos por Jesús Ma. Rincón y Rafael Talero, especialistas respectivamente en materiales vítreos, cerámicos y cementicios. Se trata, pues, de investigar los materiales cerámicos y cementantes integrados en edificios y obra civil, considerándolos desde sus funciones concretas. Todos estos componentes se basan en materiales con prestaciones específicas que deben interactuar para una función conjunta (materiales para pavimentos, revestimientos, de fachadas, de cubiertas y aquellos materiales fundamentalmente cementantes que les sirven de unión, soporte o sustrato).

Asimismo, siguen existiendo demandas de colaboración en temas de Rehabilitación del Patrimonio y por colaboraciones aun activas dentro de la Red del PHAC que todavía existen en el CSIC, por lo que se seguirá aportando la experiencia en materiales cerámicos y vítreos (y ahora también cementantes) de los componentes siempre que se requiera por industrias del sector.

3. PERSPECTIVAS

Consecuentemente, esta nueva línea de investigación estudiará la integración, compatibilidad y estabilidad físico-química y mecánica de estos materiales, tanto de los tradicionales ya existentes o que proceden de épocas anteriores como de los nuevos materiales con prestaciones innovadoras. Para ello, se dispone de experiencia dentro del Departamento de Sistemas Constructivos que fue fundado hace ya tres años en el IETcc, CSIC con la idea de aunar los esfuerzos de físicos y químicos de los materiales de construcción con los de los arquitectos e ingenieros para a través del "know-how" compartido poder diseñar (en tanto a su composición química y microestructural y en cuanto a los métodos de su procesado) prototipos de productos con funciones específicas tanto en Edificación y Obra Civil antigua, actual o para proyectos futuros. Se pretende además investigar el comportamiento de las INTERFASES de los materiales vítreos, cerámicos y cementantes para optimizar su comportamiento en su INTEGRACION en Sistemas Constructivos de la Edificación y Obra Pública o Civil.

Se trata pues de, atendiendo las demandas manifestadas constantemente por el sector cerámico y las demandas sociales, darle un **nuevo enfoque estratégico a la investigación de los materiales cerámicos y cementantes en el IETcc**, aprovechando la experiencia de dos grupos científicos consolidados en estos materiales (tanto desde el punto de vista científico como tecnológico) y en la experiencia previa que también se tiene con materiales tradicionales y que pueden ser objeto de rehabilitación o restauración.

Por último, es necesario destacar que se dispone de un **laboratorio básico para la investigación de materiales cerámicos, vítreos y cementantes, que creado en 1994** en el IETcc, se ha ido implementando y complementando durante estos años (con fondos propios generados por contratos y proyectos) y al que se quiere potenciar aun más como hemos puesto de manifiesto en el apartado correspondiente de este Plan Estratégico 2010-2013.

En estos momentos se están realizando cuatro tesis doctorales dentro de esta línea (dos con perfil de ingeniero y dos con perfil químico especializados en materiales), así como la co-dirección de otras dos tesis (una con la Univ. de Castilla- La Mancha y otra con la Univ. de Coahuila en México) y para garantizar el relevo generacional en esta línea y la extensión de conocimientos generados en todos estos años. Al Grupo de Materiales Vítreos y Cerámicos se han incorporado además recientemente dos nuevos jóvenes doctores con el Plan JAE (Junta de Ampliación de Estudios del CSIC) que apoyarán las acciones a realizar en esta línea de investigación. Así mismo, un nuevo investigador pre-doctoral está iniciando sus trabajos en nuevos materiales de tipo vitrocerámico en un proyecto del Mº. Ciencia e Innovación en colaboración con el Instº. Tecnología Cerámica (ITC) de la Universidad Jaume I de Castellón. Así pues, se considera que esta innovadora línea va a tener interés científico, técnico y con repercusiones sociales para la estrategia planteada para el periodo 2010- 2013 ya que se incluyen actividades de formación y difusión de conocimientos en el tema de la integración de los materiales cerámicos en la Construcción.

Para la elaboración de dicho Plan Estratégico en la citada nueva línea de investigación se ha realizado entre los meses de febrero-mayo del presente año un Análisis DAFO de los que destacamos las fortalezas, oportunidades y ventajas selectivas del mismo, a saber:

3.1. Fortalezas.

- Tradición en la investigación de materiales vítreos y cerámicos en la construcción desde la fundación del IETcc, de manera que el IETcc participó muy activamente en la fundación de la SECV que va a celebrar los 50 años de su fundación en el próximo año.
- Desde 1994 se ha retomado esta actividad ininterrumpidamente habiéndose implementado en estos ya casi 15 años un laboratorio específicamente equipado para atender las demandas del sector industrial y las necesidades de investigación.
- Conocimiento especializado en los materiales cerámicos y vítreos en general y más específicamente en los de aplicación en Arquitectura y Obra Civil con un know-how desarrollado a lo largo de estos años.
- Amplios contactos consolidados con el sector industrial de pavimentos y revestimientos cerámicos (especialmente el del cluster de Castellón), así como con el de fabricación de productos de la arcilla y con industrias medioambientales dedicadas al tratamiento y reciclado de residuos industriales.

- Experiencia probada y prestigio internacional (índices h, que definen el ranking científico, en los miembros del equipo de investigación: Jesús Ma. Rincón, h = 15 y Maximina Romero, h = 13) en publicaciones reconocidas internacionalmente con amplios contactos y colaboraciones con centros de investigación en Europa e Iberoamérica.
- Conocimiento especializado en los materiales cementantes, sus adiciones y durabilidad, y más específicamente en los de aplicación en Arquitectura y Obra Civil, con un know-how desarrollado a lo largo de estos años por el grupo de morteros de dicha nueva línea estratégica de investigación..
- Amplios contactos consolidados con el sector industrial del cemento, del hormigón, del mortero y de prefabricados.
- Capacidad del equipo de llevar a cabo la resolución de problemas científicos y técnicos, en su doble vertiente de edificación y obra civil, de un modo eficiente en cuanto a calidad, tiempo y coste económico. Es decir, muy a pesar de la precariedad de medios, el parámetro "Calidad/ Coste Económico" del equipo.
- Los investigadores que integran esta línea poseen un fuerte y marcado perfil científico-técnico, lo que les posibilita conocer los materiales, comprender los mecanismos de interacción entre ellos y su estabilidad a largo plazo.

3.2. Oportunidades.

- La proximidad del IETcc al sector de la Construcción ofrece a esta nueva línea de investigación la oportunidad de investigar en materiales con vistas a su aplicación en obra real: fachadas de todo tipo, nuevas tabiquerías, nuevos diseños de sistemas, asesoramiento en patologías, selección e investigación de materiales para el ahorro energético, uso de materiales reciclados en la Edificación y Obra Pública, etc...
- Al tener un miembro del equipo representación en la ICG (International Commission of Glass) en concreto en el TC05: Comité Técnico de Vitrificación, se tiene la oportunidad de promover los materiales vítreos y cerámicos en aplicaciones innovadoras y en construcción sostenible, así como con el Instituto de Sostenibilidad de los Recursos (ISR-Cer) del que se es miembro fundador.
- Posibilidades reales de colaboración con las asociaciones del sector que siempre han demandado la atención al mismo por parte del IETcc, CSIC. De la misma manera se colabora activamente con la Feria de Valencia, CEVISAMA, en donde el IETcc viene estando representado ininterrumpidamente desde hace ya 15 años.
- La consolidación del resto de investigadores integrados en esta Sublínea, especializados en materiales cerámicos, lo que unido por otra parte, a nuestra especialización en materiales cementantes, viene sinergiando sin duda

alguna, nuestra mayor integración dentro de la Línea "Sistemas Constructivos de la Edificación".

Otras ventajas adicionales son las acciones de colaboración y proyectos que actualmente tienen vigentes los componentes de esta línea con:

ITC de la Universidad Jaume I de Castellón y AIDICO de Valencia; y con universidades tales como: la propia UJI mencionada y las Universidades Carlos III de Madrid, Autónoma de Madrid, Politécnica de Madrid (ETS de Arquitectura), Cantabria, Castilla- La Mancha y la de Extremadura sinergiando actividades según las especialidades respectivas de los departamentos con los que se viene colaborando

En cuanto a los objetivos que se pretenden, se resumen a continuación los más destacados y que figuran en dicho PE2010-13:

Cualitativos generales.

- Consolidar esta línea dentro del IETcc, surgida por la demanda de la industria y de la sociedad, a través de la mejora de las prestaciones de los **materiales por separado, y una vez integrados investigando la optimización de su compatibilidad**. Asimismo, garantizar la excelencia científica y técnica de los conocimientos y aplicaciones que se desarrollen.

Cualitativos concretos.

- Implementar la investigación en productos y procesos innovadores para el desarrollo de sistemas basados en materiales cerámicos y materiales cementantes innovadores, incluso los de tipo geopolimérico, asegurando la compatibilidad de sus componentes.
- Mantener e incrementar el "cuerpo de doctrina" en el enfoque en cuanto a conocimientos y metodologías para los referidos materiales.

Objetivos científicos.

- Tratamientos térmicos y vitrificaciones por hornos de microondas.
- Desarrollar nuevos métodos de conformado para productos cerámicos y vítreos no tradicionales (moldeo por inyección, colado de barbotinas, etc.)
- Desarrollo de productos cerámicos y vítreos a bajas temperaturas (compromiso de Kyoto) o que aminoren las emisiones atmosféricas
- Desarrollo de nuevas fritas para vidriados con prestaciones mejoradas y funciones específicas.
- Investigar por TEM y CBED la evolución de la fase mullita que es fundamental para el desarrollo de nuevos materiales de gres porcelánico
- Estudiar las interfaes y evaluar la compatibilidad físico-química entre materiales cerámicos y materiales cementantes mediante técnicas de ensayo no destructivo (del mismo modo se hará extensible a sistemas fabricados a partir de cualquiera de estos materiales y otros existentes).

- Realizar estudios e investigaciones para asegurar la adecuada durabilidad de los materiales que incluyan estudios pre-normativos para el desarrollo y redacción de nuevas normas, nuevos códigos y/o reglas de buena práctica
- Desarrollar nuevos métodos de dosificación de materiales cementantes, que incluyan materiales alternativos a los morteros y cementos cola existentes (adiciones, polímeros, resinas, cargas inorgánicas, etc.), para optimizar su integración con los materiales cerámicos que alcanzan su mayor cota de mercado en estos momentos como el gres porcelánico.

A continuación se resumen en unas tablas las tendencias que se prevén más innovadoras tanto en plaquetas cerámicas como en materiales cementantes y que afectarán a la integración de los mismos. Se incluye además una tabla sobre posibles investigaciones que podrían abordarse de manera inmediata.

MATERIALES	PRODUCTOS ESPECÍFICOS
Gres monococción	a) Vidriados de tipo vitrocerámico con materias alternativas y a partir de residuos industriales previamente acondicionados b) Funciones apoyadas en propiedades especiales c) Grandes formatos y piezas especiales
Gres porcelánico	a) Gres porcelánico modificado (otros fundentes y/o inclusión de residuos previamente acondicionados) b) Vidriados en capa gruesa c) Grandes formatos y piezas especiales
Gres vitrocerámico basado en sinterización/ cristalización	a) De grano grueso y de grano fino b) A partir de residuos industriales y/o de demolición
Vidrio mosaico (gresites)	a) Gresites vitrocerámicos b) Incorporación de residuos

Tabla 1. Tendencias innovadoras en los años venideros.

MATERIAL	PRODUCTO ESPECÍFICO	REQUERIMIENTOS
Morteros de albañilería	a) Morteros de cemento	Durabilidad
		ataque por lixiviación mediante aguas muy puras de la portlandita $[Ca(OH)_2]$
		ataque por aguas ácidas
		ataque por el anhídrido carbónico disuelto en aguas naturales $[CO_2(aq)]$
	b) Morteros de cemento y cal aérea	carbonatación o ataque por el dióxido de carbono, $CO_2(g)$, del aire,
		ataque por los iones sulfato $[SO_4^{2-}]$
		ataque por los iones cloruro $[Cl^-]$
		ataque por el agua de mar [iones SO_4^{2-} y Cl^-],
		ataque por reacción árido-álcali o álcali-árido
Morteros cola	c) Morteros de cemento y cal hidráulica	"aluminosis" del cemento de aluminato de calcio
		ataque hielo-deshielo
		ataque por sales fundentes
		procesos de abrasión o cavitación
		Resistencia mecánica a compresión
	a) Adhesivos cementantes de fraguado rápido	En función de la dosificación del mortero
		Adherencia (Interfases mortero-plaquetas monococción/porcelánicos/vitrocerámicos/gresites)
		Adherencia inicial
		Adherencia despues de inmersión en agua
	b) Adhesivos cementantes de fraguado lento	Adherencia despues de envejecimiento con calor
		Adherencia despues de ciclos hielo-deshielo
		Deslizamiento según CTE (Interfases mortero-plaquetas monococción/porcelánicos/vitrocerámicos/gresites)

Tabla 2. Compatibilidad conjunta con los materiales cementantes.

Los objetivos de formación serán los habituales y que se han venido siguiendo en los últimos años; a saber: Formar becarios de pre- y posgrado y contratados en prácticas, tesis doctorales (doctorandos nacionales y extranjeros), tutorías de visitantes internacionales y nacionales, cursos de doctorado y monográficos dirigidos a la industria o planteados según sus necesidades. Por último, en dicho PE2010-13 se han establecido objetivos concretos de transferencia tecnológica y dado el carácter público de la Agencia Estatal CSIC se establecen objetivos de divulgación científica y técnica como una de sus prioridades de cara a la sociedad en la que tienen que lógicamente repercutir los conocimientos generados. La internacionalización es otra de las prioridades de esta línea y que el propio CSIC ha definido como destacada para el PE2010-13.

En cuanto a la estrategia general se prevé la adquisición de nuevo equipamiento y otras estrategias organizativas tales como el reforzamiento de lazos de cooperación con la UPM, mediante la propuesta de implementación de una Unidad Asociada del CSIC con la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid y establecer puntos de colaboración con las Cátedras de Cerámica patrocinadas por el sector en diversos centros universitarios.

En los cuadros siguientes se recogen algunas de las tendencias que se vislumbran para los próximos años y a los que habrá que prestar atención investigadora desde este nuevo enfoque o línea de investigación.

POSIBLES INVESTIGACIONES	INTERÉS CIENTÍFICO	INTERÉS TECNOLÓGICO
Interacción de gres rústico (GR) antideslizante con morteros	Efecto de la alumina reactiva sobre el sustrato y el vidriado	Control de defectos y cambios en procesado
Interacción de las nuevas plaquetas micro y nanoporosas con morteros	Interacción cemento/poros tamaños extremos	Colocación de plaquetas en la edificación
Interacción de vidrios y productos vitrificados (mosaicos, estructural, gres porcelánico) con agentes cementicios y morteros cola	Reacción de materiales cementicios con vidrios	Colocación y corrección de defectos

Tabla 3. Investigaciones que podrán abordarse de manera inmediata.

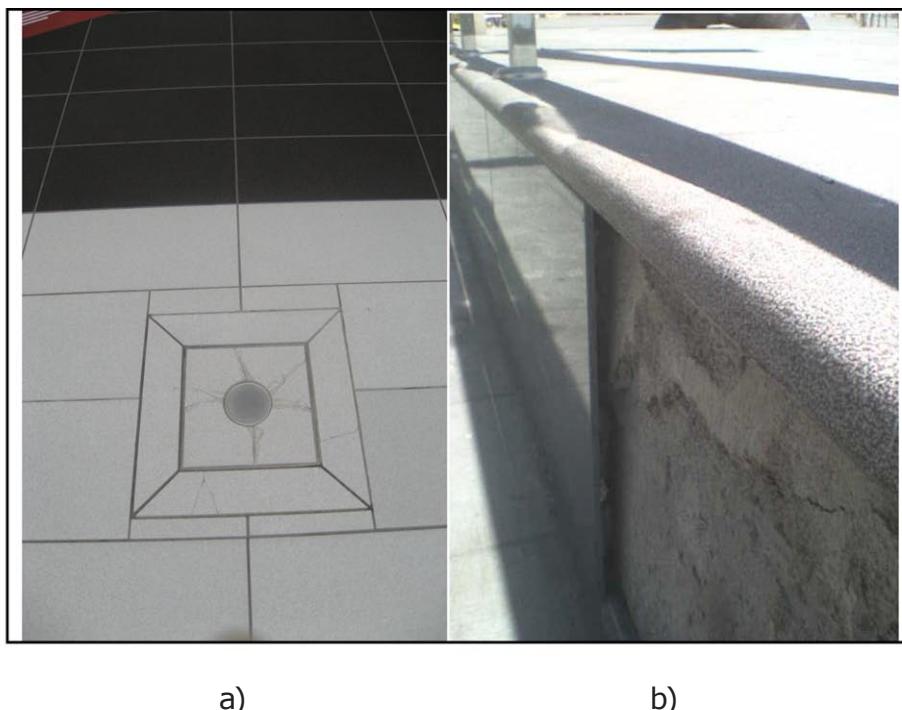


Figura 1. Ejemplos de patologías de integración de plaquetas porcelánicas con materiales cimentantes: a) Arqueta en pavimento del aeropuerto de Dresde, Alemania y b) no-relación o ausencia de integración con material cementicio en paseo peatonal de una playa de la costa mediterránea (fotos originales de J. Ma. Rincón, 2009).

4. CONCLUSIÓN

Por tanto, la investigación de los materiales cerámicos, vítreos y cementantes considerando su interrelación y sinergia de sus prestaciones, tanto desde el punto de vista estructural como en acabados (recubrimientos interiores, exteriores, cubiertas...) con las innovaciones que se prevén para los próximos años, será objetivo prioritario del próximo Plan Estratégico del IIETcc, CSIC para el periodo 2010-13. Pero para ello, hay que continuar el esfuerzo emprendido estando seguros de seguir contando, como hasta ahora, con el apoyo del sector industrial (tanto fabricantes como constructores) apostando por líneas de futuro (optimización del diseño y propiedades mecánicas con minimización de masa) y el abordaje de nuevas técnicas de caracterización microestructural y analítica, que permitan mantener e incrementar el nivel científico alcanzado. Por la especificidad de los materiales cerámicos y vítreos, así como de los cementantes considerados en su integración e interacción, se considera que esta línea en su enfoque es muy diferente a otras que pudieran parecer similares de las que ha presentado el IETcc para este próximo Plan Estratégico y también claramente diferenciadora y específicamente dirigida al sector de Castellón a diferencia de los Planes Estratégicos presentados por otros centros de investigación en materiales cerámicos. **Esta proyección estratégica futura sólo será posible si se cuenta además con el decidido apoyo del sector cerámico, del Mº de Ciencia e Innovación y no únicamente con el esfuerzo personal de los investigadores que hacen esta propuesta**, que

han demostrado en años anteriores su capacidad para conseguir además fondos de las industrias del sector, pues hay voluntad de trabajar para que la estrategia planteada sea una realidad en bien de la I+D+i española y europea y de la sociedad en general. Resumiendo:

La MISION: sera llevar a cabo investigación científica y técnica en un ámbito multidisciplinary y en donde coinciden metodologías y expertos de la Construcción: Edificación y Obra Pública o Civil con experiencia en materiales y en ingenierías para potenciar el conocimiento, desarrollo y las aplicaciones de los materiales cerámicos y especialmente la placa cerámica dentro de los Sistemas Constructivos.

Así pues, la VISION es que el IETcc. CSIC por medio de la línea INTEGRACION sea centro de referencia en la "visión integradora" de la placa cerámica tanto en Edificación como en Obra Pública con el apoyo a las industrias del sector como en posibles transferencias de conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CSIC la financiación del contrato del programa "JAE-DOC" de la Dra. M. I. Martín (JAEDoc_08_00032), Juan Manuel Pérez Rodríguez (JAE-Doc_08_00362), Raquel Casasola Fernández (JAEPre_08_00456) y César Pedrajas Nieto-Márquez (I3PPre_06_00764).

BIBLIOGRAFIA

Artículos

- [1] J. Ma. Rincón, M. Romero, Vinculación del Instituto Eduardo Torroja con la I+D+i en materiales vítreos y cerámicos de la construcción a lo largo de su historia, Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr., 44 (2005).
- [2] J. Ma. Rincón, M. Romero, Basis and classification of efflorescences in construction bricks, Mater. Construct., 50 (2000) 260, 63-69.
- [3] J. Ma. Rincón, M. Romero, Prevention and curing of efflorescences in the restoration of construction bricks, Mater. Construct., 51 (2001) 261, 73-78.
- [4] M. Romero, J.M. Rincón, A.R. Boccaccini, Coeficiente de fragilidad como medida más representativa de la resistencia a la abrasión de pavimentos cerámicos, Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr. 42 (2003) 3, 163- 167.
- [6] J. Ma. Rincón, M. Romero, M. S. Hernández-Crespo, R. Talero, A. García Santos, Microestructura y propiedades mecánicas de un composite de fibras de polipropileno en matriz de cemento, Mater. Construcc., 54 (2004) 274, 73-82.
- [7] A. García Santos , J.M. Rincón, M. Romero, R. Talero, Characterization of a polypropylene fibered cement composite using ESEM, FESEM and mechanical testing, Constr. Build. Mater., 19 (2005) 396-403.

- [8] J. Ma. Rincón, M. Romero, B. Almendro, Fricción y desgaste de baldosas cerámicas de gres de monococción y de gres porcelánico, Bol. Soc. Esp. Ceram. Vídr., 44 (2005) 3, 1-5.
- [9] M. Romero, J.Ma. Rincón, Glass-ceramics as building materials, Mater. Construcc., 46 (1996) 242- 243, 91-106.
- [10] T. Manfredini, M. Romagnoli, J.Ma. Rincón, Porcelainized stoneware: architectural, processing and physico/ mechanical properties, Mater. Construcc., 46 (1996) 242-243, 107- 118.
- [11] G. Valetta, G. Pedemonte, J.F. Fontana, R. Talero, A. Delgado, Fibreglass reinforced in brick bearing walls. Proceedings of the 7th International Masonry Conference, ISSN 09509615, London, 30 oct. 2006.
- [12] R. Talero, M.R. Bollati, F. Hernández, Manufacturing of mortars and concretes non-traditionals, by portland cement, metakaoline and gypsum (15.05%). Materiales de Construcción 1999 (256), pp. 29-41. 1999.
- [13] R. De Gutiérrez, S. Delvasto, R. Talero, Permeability properties of cement mortars blended with silica fume, fly ash, and blast furnace slag. ASTM Special Technical Publication (1399), pp. 190-196. 2000.
- [14] V. Rahhal, R. Talero, Early hydration of portland cement with crystalline mineral additions. Cement and Concrete Research 35 (7), pp. 1285-1291. 2005.
- [15] R. Talero, Performance of metakaolin and Portland cements in ettringite formation as determinated by Le Chatelier-Ansttet test: Kinetic and morphological differences and new specification, Silicates Industriels 72 (11-12), pp. 191-204. 2007.

Libros monográficos

- [16] J.Ma. Rincón, M. Romero, M. Jordan, J. P. Gutierrez, MATERIALES INORGÁNICOS EN LA CONSTRUCCIÓN PARA EL SIGLO XXI, Edit. IETcc, CSIC y Univ. Miguel Hernández, (2001) ISBN: 84-95315-73-4, 267 págs., 27 capítulos, 5 de ellos de propia autoría.

Artículos de divulgación

- [17] J. Ma. Rincón, El CTE y los Materiales Cerámicos, COVERINGS, Extra EL MUNDO de Castellón (2003) 23 marzo (por invitación del Editor).
- [18] J. Ma. Rincón, M. Romero, El Instituto Eduardo Torroja y la investigación en materiales vítreos y cerámicos, Técnica Cerámica 311 (2003) marzo, 244-250.
- [19] J. Ma. Rincón, M. Romero, Perspectivas de avances científicos y tecnológicos en plaquetas cerámicas para la construcción, Técnica Cerámica 326 (2004) 960-961.
- [20] J. Ma. Rincón, Plaquetas cerámicas en fachadas ventiladas, Diario EL MUNDO (extra de CEVISAMA) 12 febrero (2005), 6 págs. (en cinco columnas).

Participación en el desarrollo de productos innovadores

- [22] Desarrollo de fritas vitrocerámicas innovadoras para gres de monococción con industrias del sector de pavimentos y revestimientos bajo contrato con el IETcc,CSIC.
- [23] Desarrollo del pavimento de monococción LIGERAMICA® en colaboración con Cerámicas DIAGO, premio Alfa de Oro de Cevisama en 2001.
- [24] Desarrollo de nuevos plaquetas sinterizadas coloreadas en masa y en superficie de tipo vitrocerámico a partir de residuos industriales de arco de plasma. Proyecto WASTILE de la DGXII, Unión Europea 1999-2003