BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
Cerámica y Vidrio
NOTA TÉCNICA

Algoritmos para la programación reactiva de la producción: Aplicación a la industria cerámica

PEDRO GÓMEZ-GASQUET* Y MANUEL DÍAZ-MADROÑERO

Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP). Universitat Politècnica de València, Spain
*Contacto: Pedro Gómez-Gasquet, Universitat Politècnica de València. Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de la Producción, Camino de Vera s/n, 46022. Tfno: +34 963 879 680. E-mail: pgomez@cigip.upv.es, fcodiama@cigip.upv.es

En el presente trabajo se aplica el enfoque predictivo-reactivo para la generación de programas productivos y se sugiere su aplicación en las empresas cerámicas que, bajo el tradicional enfoque estático, necesiten mantener esta información como base de su proceso decisional, para coordinar las entregas de materiales por parte de los proveedores, realizar un ajuste fino de la capacidad, planificar el transporte, etc., pero que, a su vez, necesiten hacer frente a los cambios inesperados adaptando el programa en curso.
La incertidumbre es un aspecto poco considerado en la literatura a pesar de estar presente en la mayoría de los procesos de fabricación. Con el objetivo de facilitar a las empresas cerámicas un nuevo marco de trabajo que permita abordar la incertidumbre, se presenta una propuesta alineada con la visión predictivo-reactiva y que puede constituir una herramienta útil para este tipo de empresas.
Una vez establecido el marco de trabajo, la contribución se centra en los métodos para abordar la fase reactiva, dado su menor desarrollo en el ámbito científico respecto a la fase predictiva. Se incluyen aportaciones específicas que consideran los tiempos de cambio de partida característicos del sector cerámico, junto con otras empleadas en otros ámbitos. Se obtienen resultados que permiten pronosticar una mejora de la productividad aplicando métodos sencillos.

Palabras clave: incertidumbre, taller de flujo híbrido, tiempos de cambio de partida dependientes de la secuencia, programación de la producción.

Algorithms for reactive production scheduling: an application in the ceramic industry

In this work a predictive-reactive approach is applied for generating productive schedules and its application is suggested in ceramic companies that, following a traditional static approach, they need to keep this information as a beginning of its decisional process, in order to coordinate material delivering from providers, to carry out a close/fine capacity adjustment, transport planning, etc. but they also need to face unexpected changes adapting the initial schedule.
Uncertainty is an aspect few times considered in literature despite of being present in most of manufacturing processes. In order to facilitate companies a new framework that allows tackling uncertainty, a new proposal aligned with a predictive-reactive view and which can constitute a useful tool for this kind of companies is presented.
Once the framework established, this contribution is focus on methods to deal with reactive phase, which is less developed in the scientific field than predictive. Specific contributions which consider characteristic setups from ceramic industry and others related to different environments are included. Obtained results illustrate a productivity improvement by applying simple methods.

Keywords: uncertainty, hybrid flow shop, sequence dependent setup times, production scheduling.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se aborda el establecimiento de un programa de producción, tanto en el ámbito de la investigación, como en el profesional, la inmensa mayoría de las propuestas optan por considerar la visión estática del problema. La complejidad del proceso por el cual se establecen de forma detallada las secuencias y los tiempos de inicio y fin de las operaciones en los diferentes recursos de la planta suele aconsejar no incrementar la dificultad inherente añadiendo consideraciones adicionales relativas a averías, fallos, o defectos de calidad en el producto. Sin embargo, la necesidad constante de mejora y la competencia obligan a plantearse nuevos retos. En este contexto, las empresas necesitan disponer de una alta flexibilidad y una rápida adaptación a las circunstancias cambiantes para ser competitivas.

Este trabajo plantea un método para la toma de decisiones en el ámbito de la programación de la producción que es capaz de tener en cuenta el estado de las órdenes de producción para adaptar los programas en curso en función del estado de las mismas. Se trata de transformar los datos procedentes del ámbito del control de planta en información que permita mejorar la calidad de las decisiones. El fin es alcanzar la máxima eficiencia en cada momento utilizando mejor los recursos posibles.

En este estudio, tomando como base un marco de trabajo con una visión mixta entre la programación dinámica y la

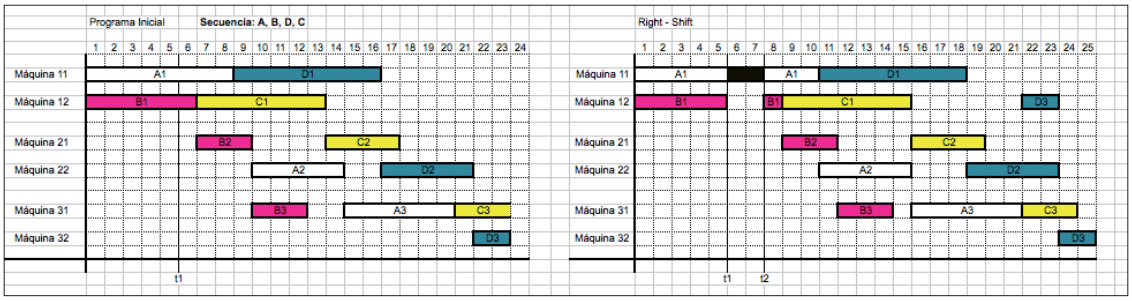


Figura 1. Ejemplo en la implementación del algoritmo *Right Shift (RS)*

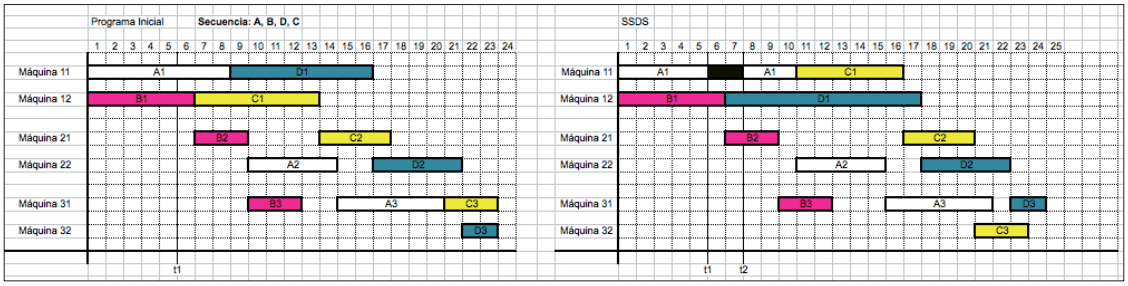


Figura 2. Ejemplo en la implementación del algortimo *Same Sequence Different Schedule* (SSDS)

estática, como es la plataforma IPSUMAS [1], se asume la existencia de un programa productivo inicial que no intenta prever ninguna distorsión (predictiva), y se proporcionan algoritmos que permiten reaccionar, modificando el programa en curso parcialmente o generando uno nuevo (reactiva). Autores destacados optan por esta estrategia [2]–[4].

2. ALGORITMOS PARA LA REPROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN TALLERES DE FLUJO HÍBRIDO

Una manera de aproximar el funcionamiento de una planta cerámica desde el punto de vista de su programación de la producción es como un taller de flujo híbrido con tiempos de cambio de partida dependientes de la secuencia [1], tal y como se plantea en este trabajo. Asimismo se supone que ya existe un programa productivo en ejecución y que por desajustes (adelantos o retrasos) con el mismo se decide calcular un programa nuevo. Éste puede ser un ajuste del anterior o uno completamente diferente.

El método empleado para la obtención del nuevo programa debe respetar las siguientes hipótesis: (a) los trabajos no se pueden dividir en lotes más pequeños y fusionar generando lotes de mayor tamaño; (b) un trabajo sólo puede ser asignado a una máquina en cada etapa; (c) un trabajo no puede estar realizando dos operaciones de forma simultánea; y (d) los trabajos en ejecución en el instante de reprogramación no pueden ser modificados, excepto los afectados por el evento que motive la reprogramación, como por ejemplo, una avería en una máquina.

Un modelo matemático objeto de otro trabajo [5] representa el problema, y la bondad de su solución depende de dos sumandos: el primero correspondiente con el *makespan* del nuevo programa, y el segundo ponderado por un factor *K*, se corresponde con el sumatorio de trabajos que adelantan el inicio de su primera operación con respecto al programa en curso siempre que dicha fecha se sitúen dentro de una ventana temporal de tamaño *VA* desde el instante de reprogramación.

Para realizar la reprogramación se analizarán métodos parciales y completos. La reprogramación parcial tiene como objetivo general corregir el desfase entre lo previsto y lo real, modificando el menor número de trabajos posible. Para ello, se emplearán tres técnicas: *Right Shift* (RS), *Affected Operations Rescheduling* (AOR), y *Same Sequence Different Schedule* (SSDS). RS y AOR son algoritmos que suelen tener bastante aceptación entre los trabajos revisados para casos similares, aunque han tenido que ser adaptados para el caso del TFH-TCPDS. Por otro lado, SSDS es un algoritmo nuevo propuesto por los autores de este trabajo.

La técnica RS [6], [7] es una heurística que consiste en mover toda la secuencia hacia el futuro, hasta que el evento es superado en el tiempo. La secuencia se respeta y queda tal cual fue establecida inicialmente, permitiendo introducir tiempos muertos, tal y como se muestra en la Figura 1.

AOR [8]–[10] es una técnica heurística en la cual sólo la operación que se ve afectada por el efecto de un evento es modificada. El concepto básico de esta técnica es el desplazamiento hacia delante, como en RS, pero sólo de la máquina afectada. Se debe subrayar que tanto en RS, como en AOR, que la asignación de los trabajos a las máquinas permanece inalterada.

El método SSDS, propone la modificación de la fecha de fin de la operación afectada manteniendo la secuencia, pero permitiendo reasignar los trabajos pendientes en los recursos disponibles en cada etapa sin restricciones. A diferencia de AOR, SSDS no mantiene la asignación trabajo-máquina que inicialmente se estableció, permitiendo la búsqueda de nuevas combinaciones trabajo-máquina dentro de la misma etapa. Este tipo de reprogramación es la más intuitiva y podría ser bastante adecuada, a priori, para aplicar en los talleres de empresas de fabricación cerámica en el caso de tener que aplicar cambios al programa productivo en curso.

Por otro lado, la reprogramación completa se caracteriza por plantear un nuevo programa sin tener en cuenta el anterior, por lo que existe libertad absoluta en las secuencias de trabajos, su asignación a los recursos y por lo tanto en su temporización. Cualquier técnica para obtener un programa predictivo sería válida. Como algoritmo para la reprogramación completa se ha elegido MAGSA-2, propuesto

por Gómez-Gasquet et al. [11], basado en un algoritmo genético diseñado en base al enfoque de agentes software inteligentes. MAGSA-2 ha demostrado ser muy eficiente en el caso de TFH-TCPDS. Para la experimentación se emplea también una versión a la que se denominará MAGSA-2s, que se caracteriza por impedir que existan trabajos que puedan ser penalizados con el valor *K*, es decir que se adelante incluyendo su primera operación dentro de la *VA*.

3. APLICACIÓN A UNA EMPRESA DEL SECTOR CERÁMICO

Con la finalidad de evaluar los diferentes métodos para la reprogramación de la producción se han analizado varias empresa del sector cerámico cuyo *lay-out* corresponde con un taller de flujo, y se ha generalizado su proceso de toma de decisiones. Sobre el caso general se ha planteado un diseño experimental con el objetivo de analizar cuatro escenarios posibles, inspirados en este sector y caracterizados por la combinación de dos aspectos: (a) consideración del desfase temporal del programa debido a un adelanto o retraso; y (b) si el programa inicial es el original o ha sufrido modificaciones previas (varias reprogramaciones). En la Figura 7, se muestra como cada uno de los escenarios considera 16 Conjuntos Experimentales (CEX). Estos CEX son consecuencia de combinar, en primer lugar, la posibilidad de que el taller esté configurado con 3 recursos (*P3*) por etapa, o bien con una disponibilidad variable entre 1 y 3 recursos (*P13*). En segundo lugar, que se cuente con 20 trabajos (*20T*) o 50 trabajos (*50T*) en el programa en curso. Y en tercer lugar, que existan tiempos de cambio de partida correspondientes a aproximadamente el 10 %, el 50 %, el 100 % o el 125 % del tiempo de proceso medio. Los ejemplares de los *CEX* se han obtenido de la propuesta de Ruiz et al. [12] en la que se realiza la adaptación al caso TFH-TCPDS de la propuesta original de Taillard [13].

Se ha establecido un plan de experimental de forma que, para cada bloque, se examina cada uno de los cuatro factores que se desea analizar: (a) *CEX* (16 niveles); (b) *K* (0 %, 1 % y 2 % de *makespan* predictivo); (c) *VA* (20 % y 40 % del *makespan* predictivo); y (d) ALG (Adelantos: SSDS y MAGSA-2; Retrasos: RS, AOR, SSDS, MAGSA-2 y MAGSA-2s). Hay que tener en cuenta que los algoritmos RS, AOR y MAGSA-2s no tienen ningún efecto en caso de adelantos. Además, para cada ejemplar se realizan 50 réplicas en las cuales se aplican atrasos o adelantos con valores del 10 %, 50 % o 100 % del tiempo de operación pendiente en una determinada etapa seleccionada aleatoriamente. Se considera el valor promedio de las 50 ejecuciones.

Como variable indicativa de los experimentos se emplea el incremento porcentual sobre el programa predictivo del valor examinado promedio (IPSPPVEP) de un problema dado. Esta medida se puede expresar como:

$$IPSPPVEP = \frac{makespan_reactivo_penalizado - makespan_predictivo}{makespan_reactivo_penalizado} * 100$$

La variable *makespan_predictivo* representa el valor del *makespan* obtenido para el programa predictivo del ejemplar que se desea evaluar. La variable *makespan_reactivo_penalizado* representa el mejor valor obtenido para la función objetivo establecida para la programación reactiva en dicho ejemplar. La variable *IPSPPVEPT* tendrá en cuenta el *IPSPPVEP* promedio para un conjunto experimental completo.

Para el desarrollo de los experimentos se han empleado 4 ordenadores tipo PC con procesador Intel Core 2 a 2.66 GHz, con memoria RAM de 2 GByte y sistema operativo Windows XP Service Pack 3. Una vez finalizadas todas las ejecuciones de cada *CEX* los datos se han consolidado en una hoja de cálculo en la cual se ha dispuesto el valor de *IPSPPVEPT* para cada combinación de niveles de los factores. Los datos se han exportado a Statgraphics Plus para Windows versión 5, y se ha realizado un análisis ANOVA verificando las condiciones de aplicación de la misma.

Del análisis de los resultados se extraen dos conclusiones generales. La primera nos indica que en los escenarios B y D, es decir, siempre que se ha partido de un programa predictivo modificado, lo mejor es aplicar un método de reprogramación completa. La segunda es que, para los escenarios A y C, influye de manera notable el factor *CEX*, y aunque con algunos matices, se puede decir que sólo para los problemas muy sencillos (pocos trabajos o tiempos de cambio de partida reducidos) suele ser mejor aplicar métodos de reprogramación completa, y por lo general si son normales o complejos entonces los métodos de reprogramación parcial dominan. Por otro lado, es necesario destacar como el factor *K* y el factor *VA* influyen en algunas ocasiones en el IPSPPVEPT, pero rara vez modifican el tipo de método a emplear.

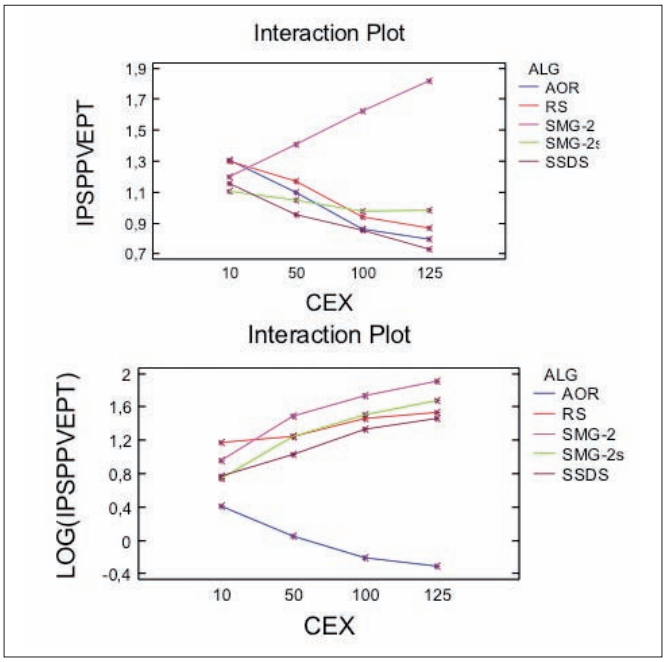


Figura 3. Resultados correspondientes al escenario A, con 20T_P13 (superior) y con 50T_P3 (inferior).

Es interesante analizar los escenarios A y C, donde existe mayor variabilidad en los resultados. En el escenario A (Figura 8), el algoritmo SSDS domina tanto para *20T* y para *50T* con la configuración *P13*, mientras que sólo con tiempos de cambios de partida del 10 % MAGSA-2s es una alternativa. Por otro lado, con la configuración P3, tanto para *20T* como para *50T*, la competencia es menor y AOR es el método dominante. En este caso, sólo para *20T* con el 10 % de tiempo de cambio de partida, MAGSA-2 es una alternativa ligeramente mejor. En todo caso, MAGSA-2 suele ser la peor solución en casi todas las configuraciones.

En el caso del escenario C, el algoritmo SSDS es la mejor solución para todas las situaciones, excepto en el caso de la Figura 4, en el que con *20T* y con la configuración *P13*, tanto

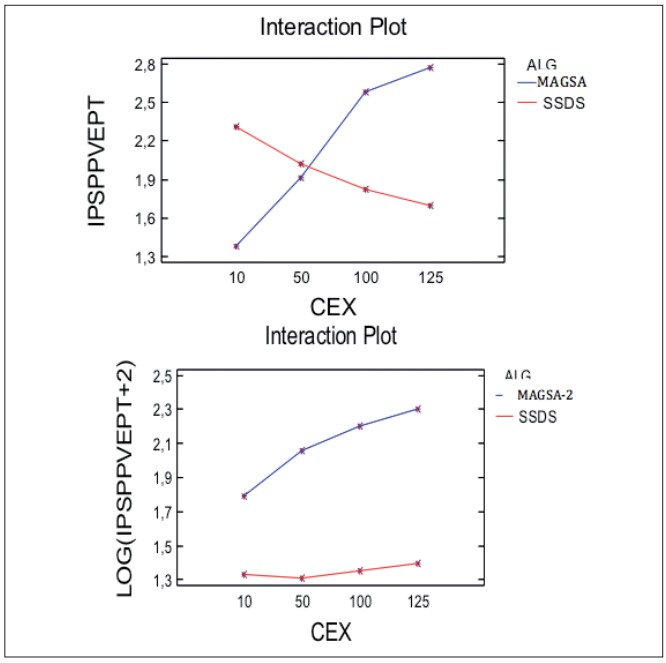


Figura 4. Resultados correspondientes al escenario C, con 20T_P13 (superior) y con 50T_P3 (inferior).

para tiempos de cambio de partida de 10 % como del 50 %, MAGSA-2 es mejor alternativa. En el resto de configuraciones, y según se complica, SSDS incrementa su dominio.

El análisis comparativo es relevante y complejo, sin embargo a modo de resumen se podría concluir que cuando el programa productivo que se encuentra lejos de su mejor programación, posiblemente por una modificación parcial continuada, o bien cuando el sistema productivo tiene una configuración sencilla, es preferible volver a realizar los cálculos del programa pendiente de ejecutar sin considerar el programa en curso. Sin embargo, cuando el programa ha sufrido una variación significativa respecto del original o el sistema productivo es complejo, un ajuste fino es más adecuado. Además, se puede considerar que la heurística SSDS propuesta en este trabajo es de gran utilidad, ya que mejora en eficiencia a otras propuestas anteriores.

Las empresas cerámicas no están sujetas a un elevado estrés en sus plantas, entendiendo como tal un continuo cambio en las condiciones previstas para la evolución del programa predictivo, por lo que con alta probabilidad se corresponden con el caso A o C, y en concreto en los casos con tiempos de cambio de partida medio o elevado. En estos escenarios, como se ha mostrado en el análisis, existe un claro beneficio que se obtiene con la aplicación de algoritmos sencillos que no requieren de gran inversión en la implementación, formación e implantación.

4. CONCLUSIONES

Parece evidente que existe un vacío entre las necesidades de las empresas y las propuestas que en algunas ocasiones ofrecen los investigadores. En el caso de la programación de la producción, el grueso de las publicaciones científicas se centra en problemas estáticos siendo la incertidumbre una de las características más notables de los problemas reales. En este estudio se plantea un cambio en el marco de trabajo para orientar la gestión de los programas productivos en el marco predictivo-reactivo, y se ha defendido su validez para múltiples empresas, especialmente para las productoras de pavimentos y revestimientos cerámicos. No obstante, se ha puesto de manifiesto la necesidad de profundizar en los aspectos reactivos o de reprogramación de la producción. En este sentido, este trabajo propone un método denominado SSDS para la reprogramación parcial. A través de un conjunto de experimentos, se ha analizado cómo influye el uso de estrategias de reprogramación parcial o completa en función de varios factores. Se ha mostrado como existen condiciones la primera decisión sería seleccionar la estrategia, independientemente del método elegido. Cuando la reprogramación parcial es requerida el métodos SSDS ofrece excelentes resultados en un gran número de escenarios. Y se ha puesto de manifiesto que con una toma de decisiones que aproveche mejor la información disponible se puede mejorar la productividad en un sector duramente castigado por la actual crisis económica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto "Programación de la Producción con Partición Ajustable de Lotes en entornos de Planificación mixta Pedido/Stock (PP-PAL-PPS) (Ref. GVA/2013/034), financiado por la Consellería de Educación, Cultura y Deportes de la Generalitat Valenciana.

REFERENCIAS

1. P. Gomez-Gasquet, F.-C. Lario, R.-D. Franco, and V. Anaya-Fons, "A Framework for Improving Planning-Scheduling Collaboration in Industrial Production Environment," *Stud. Informatics Control*, vol. 20, pp. 67–78, 2011.
2. G. E. Vieira, J. W. Herrmann, and E. Lin, "Rescheduling manufacturing systems: a framework of strategies, policies, and methods," *J. Sched.*, vol. 6, pp. 39–62, 2003.
3. S. V. Mehta, "Predictable scheduling of a single machine subject to breakdowns," *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 12. pp. 15–38, 1999.
4. D. Ouelhadj, "A multi-agent system for the integrated dynamic scheduling of steel production." University of Nottingham, 2003.
5. P. Gómez Gasquet, "Programación de la producción en un taller de flujo híbrido sujeto a incertidumbre: arquitectura y algoritmos. Aplicación a la industria cerámica." Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia, 03-May-2010.
6. R. W. Conway, L. W. Miller, and W. L. Maxwell, "Theory of Scheduling," 2003.
7. N. Sadeh, S. Otsuka, and R. Schnelbach, "Predictive and reactive scheduling with the Micro-Boss production scheduling and control system," in *Proceedings, IJCAI-93 Workshop on Knowledge-Based Production Planning, Scheduling and Control*, 1993.
8. R. J. Abumaizar and J. A. Svestka, "Rescheduling job shops under random disruptions," *International Journal of Production Research*, vol. 35. pp. 2065–2082, 1997.
9. G. Hasle and S. F. Smith, "Directing an opportunistic scheduler: An empirical investigation on reactive scenarios," in *Second International Workshop on Knowledge-Based Reactive Scheduling. Computer and Automation Research*, 1994, pp. 7–17.
10. V. Jorge Leon S. David Wu, and R. H. Storer, "Robustness measures and robust scheduling for job shops" *IIE Transactions*, vol. 26. pp. 32–43, 1994.
11. P. Gómez-Gasquet, C. Andrés, and F.-C. Lario, "An agent-based genetic algorithm for hybrid flowshops with sequence dependent setup times to minimise makespan," *Expert Systems with Applications*, vol. 39. pp. 8095–8107, 2012.
12. R. Ruiz, C. Maroto, and J. Alcaraz, "Solving the flowshop scheduling problem with sequence dependent setup times using advanced metaheuristics," *European Journal of Operational Research*, vol. 165. pp. 34–54, 2005.
13. E. Taillard, "Benchmarks for basic scheduling problems," *European Journal of Operational Research*, vol. 64. pp. 278–285, 1993.

Necrología: Juan Espinosa de los Monteros

NOTICIAS

El pasado mes de junio falleció en Madrid, tras una breve enfermad, Juan Espinosa de los Monteros, uno de los investigadores que se integrarían al primer núcleo del Instituto de Cerámica y Vidrio (ICV). Me cuesta trabajo escribir sobre la persona responsable de mi dedicación a la investigación, tras haber sido mi profesor en el bachillerato y luego mi amigo y compañero de trabajo, pero al tiempo creo que debo contribuir al homenaje que se merece por su implicación en la fundación del ICV y su participación en la época más relevante de la política científica española.

Juan había nacido en Madrid en 1938, ciudad donde residió toda su vida. Tras cursar los estudios de Bachillerato en diversos centros madrileños, se licenció en CC. Químicas por la Universidad Complutense. En 1962, a instancias de su profesor Enrique Gutierrez Díaz, se incorporó al Dpto. de Silicatos del Instituto de Edafología del CSIC donde ya trabajaban, junto al jefe del Dpto. Vicente Aleixandre, Antonio Garcia Verduch, Demetrio Alvarez Estrada, Carmen Sanchez-Conde , Julia Mª. Gonzalez Peña y J. Mª Fernandez Navarro. En 1963 obtuvo una beca del Patronato Juan de la Cierva para realizar su tesis doctoral sobre: "Los silicatos españoles como vehículos portadores y diluyentes de pesticidas" que fue leída en 1967. La tesis, dirigida por Demetrio Alvarez-Estrada seguía la línea del aprovechamiento industrial de los talcos, cuyas propiedades dieléctricas había estudiado el propio Demetrio en su tesis doctoral, que le supuso el premio Juan de la Cierva de Investigación Técnica. Ese mismo enfoque industrial, la aglomeración química de refractarios básicos, constituyo la tesis de Salvador de Aza, recién llegado de la industria refractaria y dirigida también por Alvarez-Estrada. La amistad forjada entre Salvador y Juan, desde entonces Salva y Juanito para sus amigos y compañeros, fue determinante en su futuro personal y profesional. Los tres formarían un grupo muy cohesionado por la amistad y el trabajo, que impregnaría las etapas iniciales del ICV. Bajo el liderazgo inicial de Alvarez-Estrada, unieron su capacidad de trabajo y su sintonía con los problemas industriales, su habilidad para el diseño y construcción de equipos de laboratorio y su capacidad de gestión.

A este grupo se fueron integrando a lo largo de los primeros sesenta Pedro Durán, Luis del Olmo y Gloria Fernandez Arroyo, los primeros doctorandos del ICV, una vez constituido este, como instituto independiente, en 1964. Sus trabajos establecieron las distintas especialidades en que se fue iba configurando el Centro. Juan se formaría en el campo de las porcelanas, influido por las buenas relaciones que Alvarez-Estrada, mantenía con las empresas punteras del sector, en particular Lladró y Sargadelos, entonces en pleno proceso de expansión. Juan accedió en 1964 a la escala de Científicos titulares del CSIC, demostrando prontamente sus dotes de gestor, como responsable de las relaciones del ICV con el sector industrial entre 1967 y 69, cuando aún no había cumplido los treinta años.

Para completar su formación Juan y Salvador se desplazaron en 1969 al Departamento de Cerámica de la Universidad de Sheffield, dirigida por el Prof. James White, donde permanecerían durante dos años. Esta estancia fue determinante en el futuro profesional de ambos, por la especialización que adquirieron en la utilización de los diagramas de equilibrio de fases como instrumento de investigación en materiales cerámicos, línea que posteriormente implantarían en el ICV; su relación personal, que sólo rompió la muerte de Salvador de Aza en el año 2012, se consolidó aún más durante la estancia.

La vuelta a España, supuso su implicación en la consolidación del ICV, en su nueva sede de Arganda. De ahí viene mi relación con el ICV y el mundo de la investigación. Juan había sido mi profesor de Bachillerato y su hermano José Luis, fallecido un mes más tarde que su hermano mayor, pertenecía a mi grupo de amigos del barrio. Juan me propuso incorporarme como becario al ICV y conmigo vino mi amigo y compañero de estudios Miguel Angel del Rio. Yo inicié mi tesis doctoral bajo la dirección de Salvador, en el campo de refractarios de alta alúmina, mientras que Juan orientó la de Miguel Angel hacia las porcelanas, tras un importante estudio realizado por el centro sobre aisladores cerámicos de alta tensión. La muerte prematura en 1975 del gran investigador y mejor persona que era Miguel Angel, impidió la finalización de la tesis y causó un gran impacto a Juan, que no volvería a dirigir ninguna nueva tesis.

Una vez asentado el ICV en Arganda, la personalidad de Juan, siempre abierta a nuevos proyectos se volcó en la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Había formado parte del Comité de Redacción de su Boletín desde 1963, al inicio de su presencia en el ICV, mas tarde entre 1968 y 1976 fue Secretario de la Sección de Pavimentos y Revestimientos Cerámicos para finalmente ejercer como director del Boletín y Secretario General entre 1976 y 1983.

Durante esta etapa Juan alcanzaría notables éxitos y pudo demostrar sus cualidades organizativas y de capacidad de gestionar recursos económicos. Dos serán sus mejores logros, la creación de los premios Alfa de Oro a la innovación en el campo cerámico y la compra de la sede social de la SECV en la calle Ferraz.

Los premios Alfa de Oro se conceden anualmente desde su creación en 1977, coincidiendo con la Feria Internacional de Cerámica de Valencia, su continuidad

Excursión al Teide durante el XXIX Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, celebrado en Tenerife del 8 al 10 de mayo de 1989. En la foto aparece con participantes en el congreso de investigadores del Instituto de Cerámica y Vidrio (de izquierda a derecha: María Isabel Osendi, Carmen Pascual, German Lerma y Rafael Martínez).

Paseo en barco durante el Curso de Propiedades Mecánicas de Sólidos celebrado en la Universidad Hispano-Americana de Santa María de la Rábida, Huelva, del 3 al 7 de Octubre de 1988. Juan Espinosa, desde la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, fue uno de los organizadores del Curso. En la foto aparece con dos alumnas (izquierda a derecha: Carmen Baudín y Leonor Tabernero).

y la calidad del jurado les han convertido en un referente para el sector, al tiempo que, la exposición de los productos premiados en el Museo Nacional del Azulejo de Onda, constituyen el mejor exponente de la evolución tecnológica de un sector tan crucial para nuestra economía.

Juan alcanzó otro gran logro con la organización, en 1983, del I Congreso Iberoamericano de Cerámica, Vidrio y Refractarios, que acogió a asociaciones cerámicas representantes de más de 15 países latinoamericanos, cifra que no se ha vuelto a alcanzar. De ese congreso arrancaron contactos profesionales y personales que están en la base de la pujante comunidad científica de ambas lados del Atlántico. Pero junto al éxito científico, el Congreso obtuvo unos notables beneficios económicos, que permitieron la compra del piso de más de 200m2 que se convertiría en la sede social de la SECV. Un resultado adicional del Congreso fue la amplia colección de libros, más de 1200 que tras su exposición, pasaron a formar parte de los fondos de la biblioteca del ICV.

Aquél Congreso supuso, a la vez, un cambio determinante en la carrera profesional de Juan que a partir de entonces dedicó sus energías al campo de la gestión de la investigación. De mentalidad progresista, sus contactos con los responsables de Política Científica del PSOE, Juan Rojo y Emilio Muñoz, le hicieron entrar en la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. En la famosa CAICYT, ocupó muy diferentes puestos, vocal en las Comisiones Gestoras de Planes Concertados, Coordinador de las Acciones Especiales, Responsable de Ayudas a Publicaciones Científicas, así como de proyectos de cooperación con países como México, Perú, Italia o Austria. De hecho, Juan fue el responsable del alquiler de la sede de Rosario Pino, trasladada luego a Cartagena, desde donde se establecerían las bases de la Ley de Ciencia de 1986 y el Primer Plan Nacional de Investigación. Juan completaría su tarea como gestor como Secretario Coordinador del Programa Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Nuevos Materiales entre 1987 y 1989. Desde esa responsabilidad, se ocupó de la celebración de dos cursos iberoamericanos sobre materiales refractarios que tuvieron lugar en Perlora y el Pazo de Mariñán a finales de los 80, cursos que contribuyeron a sedimentar la comunidad de refractaristas latinoamericana. Suya fue igualmente la dirección y coordinación del primer curso sobre Biomateriales que se organizó desde la CAICYT.

Pero las inquietudes de Juan hacían que siempre tuviese nuevos frentes abiertos. De forma incomprensible para nosotros, había hecho las milicias universitarias en Marina y no en Tierra como le correspondería por sus estudios de Químicas; quizás por ello se ocupó de coordinar el l Plan Nacional de Acuicultura y los cursos destinados a la formación de personal especializado en dicho campo.

A comienzos de los años noventa, Juan dejó la CAICYT, para volver al CSIC, en su Dpto. de Ciencias Sociales, para seguir trabajando, en colaboración con Emilio Muñoz, en diversos estudios de evaluación de los planes nacionales en particular en el ámbito de materiales.

Juan se jubiló en el CSIC al cumplir los 70 años, pero continuó su actividad profesional como responsable de la Fundación de la Acuicultura, financiada por el Ministerio de Agricultura, hasta pocos meses antes de que, en mayo se declarase la enfermedad que le llevaría a la defunción.

Pero la faceta profesional de Juan no nos debe hacer olvidar el entorno personal, la sólida base afectiva familiar que le permitió desarrollar su amplia actividad. Y ahí ha jugado un papel fundamental su esposa, Sagrario Fernández Casado, a quien conoció al llegar al Instituto de Edafología donde ella trabajaba y trabaja cómo técnica de laboratorio. Durante casi cincuenta años le ha acompañado y cuidado con un afecto que todos sus amigos y compañeros no hemos hecho sino admirar y le ha seguido acompañando en su etapa final con una sensibilidad y serenidad envidiable. Están también sus hijos y nietos que tanto le acompañaron en sus últimos años. Pero Juan tenía también su refugio en el mar y desde su casa del Rio Piedras, en el Rompido, a donde llegó con su familia hace cuarenta años y cuyas aguas surcó cuando aún era un pequeño pueblo de pescadores. En su bocana se esparcirán sus cenizas, donde se encontrarán con las de su amigo Salvador, nacido en Huelva y quien le descubrió aquellos paisajes.

Allá donde os encontréis, un fuerte abrazo amigos.

Emilio Criado
Vicepresidente de la Sección de Refractarios de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio

Celebrado el "Workshop" sobre Mineralogía Aplicada y Homenaje al Profesor Emilio Galán Huertos, Catedrático de Cristalografía y Mineralogía

Sevilla, del 16 al 17 de enero

La Profesora Isabel González, Presidenta del Comité Organizador del Workshop-Homenaje a Emilio Galán, junto al Profesor Galán, Rector de la Universidad de Granada, Rector de la Universidad de Sevilla (Profesor Antonio Ramírez de Arellano) y miembro de la SECV, además de la Decana de la Facultad de Química de la Universidad de Sevilla. Autora de la fotografía: Victoria Ramírez.

Para conocimiento general y amplia difusión a través del Boletín, se ha realizado esta crónica para destacar así el interés de este Homenaje a un científico tan destacado internacionalmente y en nuestro país, co-autor junto a Juan Espinosa de los Monteros del libro *"El Caolín en España"* editado por nuestra Sociedad.

La **Mineralogía Aplicada** juega un papel importante en la caracterización y usos de materiales, así como en la evaluación del impacto ambiental provocado por la extracción y el tratamiento de recursos minerales. También puede servir de base para la reducción de contaminantes del medio (suelos, aguas, aire), en el almacenamiento de residuos industriales, urbanos y radiactivos e incluso de CO_2 y en el estudio y conservación de bienes culturales. Todo ello se incluyó en la convocatoria de este "Workshop" sobre Mineralogía Aplicada y Homenaje al Profesor Emilio Galán Huertos, Catedrático de Cristalografía y Mineralogía en la Universidad de Sevilla, celebrado en Sevilla durante los días 16 y 17 del pasado mes de enero.

Para esta Reunión se plantearon diversos objetivos:

- Realizar una puesta en común de los nuevos resultados obtenidos por los investigadores asistentes.
- Rendir homenaje al Profesor Dr. D. Emilio Galán Huertos, referente internacional en la investigación en Mineralogía Aplicada, realizando una semblanza de su labor científica y humana durante sus años de dedicación.

El Profesor Galán Huertos es Catedrático Emérito de la Universidad de Sevilla en el Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola y Académico Numerario de la Real Academia Sevillana de Ciencias (RASC) desde los años 90 del pasado siglo. Antes de ser Catedrático de Universidad, el Profesor Galán fue Investigador Científico del CSIC. También fue nombrado Socio de Honor de la Sociedad Española de Arcillas, de la que fue su Presidente y co-autor, junto a **Juan Espinosa de los Monteros**, de quien nos acordamos con tristeza por su reciente desaparición, del libro "*El caolín en España: características, identificación y ensayos cerámicos*", editado por la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio en 1974. Según escribió magistralmente el Profesor **Salvador de Aza** en la presentación de dicho libro: *"La obra [de estos autores] contribuye, indudablemente, al conocimiento científico y tecnológico del caolín que no pueden ignorar los científicos y técnicos que han de utilizar este material en las numerosas industrias consumidoras y en especial la industria cerámica"*.

En fecha muy reciente, el Profesor Galán ha sido nombrado también Socio de Honor de la Sociedad Española de Mineralogía (SEM) de la que fue Presidente.

Los temas de las comunicaciones presentadas han sido los siguientes: (a) Materias primas minerales, haciendo especial énfasis en la Mineralogía y Geología de Arcillas; (b) Problemas relacionados con la contaminación de suelos, aguas y atmósfera; (c) Diagnóstico de alteración de materiales pétreos en monumentos y propuestas para su conservación; (d) Otros temas relacionados con la Mineralogía Aplicada.

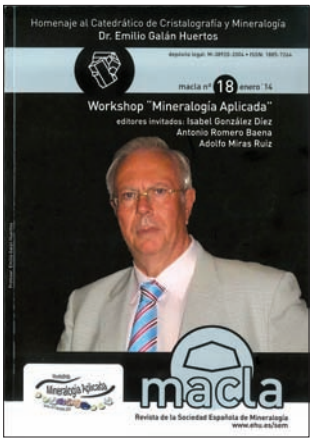
Es importante mencionar que, dado el carácter de este "Workshop", los idiomas empleados han sido español e inglés. Como sede del Workshop se dispuso el Aula Magna de la Facultad de Química de la Universidad de Sevilla, en el Campus Universitario de Reina Mercedes. La dirección y coordinación ha sido a cargo de la Dra. Isabel González Díez, Catedrática de la Universidad de Sevilla en el Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, junto a varios colaboradores de dicho Departamento que forman el Comité Organizador, siendo el Secretario del mismo el Dr. Antonio Romero Baena. Asimismo. También se nombró un Comité Científico formado por figuras destacadas en el estudio de **Mineralogía y Mineralogía de Arcillas**.

Organizaron este evento diversos Grupos de Trabajo, en concreto los grupos de "Mineralogía Aplicada", "Tecnología y Medio Ambiente" y "Mineralogía y Geoquímica Ambiental y de la Salud". Las instituciones patrocinadoras y colaboradoras han sido la Universidad de Sevilla (Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola), Secretariado de Formación y Evaluación e Instituto de Ciencias de la Educación y Facultad de Química de la Universidad de Sevilla, Junta de Andalucía, Universidad Miguel Hernández de Elche, Sociedad Española de Mineralogía (SEM) y Sociedad Española de Arcillas (SEA).

El Programa que se ha desarrollado los dos días de este Workshop incluyó cuatro Conferencias Plenarias. La primera sirvió para inaugurar este evento, así como un número superior a 30 Comunicaciones en la "Sesión de Póster". Todos los resúmenes se han publicado en un número especial de la revista MACLA, Revista de la Sociedad Española de Mineralogía (www.ehu.es/sem). En ella, además de los resúmenes mencionados, se incluyen las intervenciones escritas sobre el homenajeado y también un amplio resumen de los méritos relevantes del Curriculum Vitae del Profesor Galán:

(I) Méritos destacados del ámbito de la docencia; (II) Méritos destacados en el ámbito de la investigación; (III) Otros méritos relevantes y (IV) Méritos excepcionales.

De acuerdo con la Profesora González Díaz, en toda la trayectoria investigadora del Profesor Galán hay un denominador común que es la **transferencia tecnológica**. El Profesor Galán ha dirigido 22 Tesis Doctorales, autor o co-autor de más de 200 artículos publicados en revistas de referencia, editor de 18 libros, co-inventor en 3 Patentes e investigador principal en la mayoría de los 74 proyectos de investigación que ha realizado. Entre otros cargos, ha sido Presidente de la SEA, de la SEM, del Comité Organizador de Euroclay'87, de la European Clay Group Association y Vicepresidente de la AIPEA (Association International pour l'Étude des Argiles) y Académico Numerario de la Real Academia Sevillana de Ciencias. Todo un referente internacional en el campo de las arcillas, ha recibido diversas condecoraciones y premios, como la **Medalla de la Universidad de Pavia**



Portada del número extraordinario de la revista de la Sociedad Española de Mineralogía "MACLA", dedicado al Profesor Galán.

y obtuvo (en 2008) el **prestigioso premio Pioner de Clay Minerals Society**.

Asimismo, el primer día de este Workshop se llevó a cabo el Acto de Homenaje al Profesor Emilio Galán Huertos, con intervenciones de Representantes de la Universidad de Sevilla y del CSIC, Rectores Magníficos de las Universidades de Sevilla y Granada, Vicerrectores, Presidente de AIPEA, Presidenta de la SEA, Presidente de la SEM y Representante del Grupo de Trabajo "Mineralogía Aplicada". Cerrando el Acto, el Homenajeado tuvo emocionadas palabras de reconocimiento hacia su familia y a sus maestros y colaboradores. Las conclusiones y clausura de este Workshop se realizaron al mediodía del día 17 de enero.

Como actividades sociales relevantes se destacan una Visita guiada al Ayuntamiento de Sevilla y Recorrido de Sevilla escenario de ópera y la Cena del Workshop en el marco del Hotel Alfonso XIII de Sevilla, también con sorpresa operística que resultó muy grata para los asistentes y, sobre todo, para el Homenajeado por su afición al "bell canto". Este Workshop-Homenaje puede calificarse que ha sido una excelente iniciativa en todos los sentidos, más allá del Homenaje a tan insigne científico, así como todo un éxito de participación.

Por último, merece destacarse la intervención de la Dra. Isabel González Díaz, Catedrática de la Universidad de Sevilla, quien se formó con el Profesor Galán y ha sido la Presidenta del Comité Organizador de este Workshop. Dicha intervención aparece publicada en el número extraordinario de MACLA de la que se resalta lo siguiente:

"*Hay profesores y hay maestros, creo que todos hemos conocido a los primeros, con sus explicaciones limpias, diáfanas, sencillas, algunos comprensivos, otros exigentes, justos, pero de entre ellos pocos o muy pocos desarrollaron una jerarquía espiritual en nuestra formación, y menos aún nos dieron además de su saber, la plenitud de su ser, éstos serían los maestros. Este recuerdo dejará siempre una huella imborrable, en nuestras vidas, gracias Emilio por ser mi maestro. Me gustaría que ese fuera el principal mensaje de este homenaje totalmente merecido que ha hecho que nos congreguemos hoy aquí una gran parte de tus amigos*". Y escrito ha quedado.

Desde el Boletín felicitamos al homenajeado y le deseamos que siga cosechando éxitos en su carrera docente, científica y tecnológica, ahora como Catedrático Emérito de la Universidad de Sevilla.

Dr. Pedro J. Sánchez Soto
ICMS, Centro Mixto CSIC-US, Sevilla

NOTICIAS

Exposición Temporal: European Glass Experience

El Museo Tecnológico del Vidrio, en La Real Fábrica de Cristales, acoge la segunda edición de la exposición European Glass Experience del 29 de julio al 16 de noviembre de 2014

European Glass Experience (EGE) es un proyecto internacional, dedicado al arte contemporáneo y al vidrio que fue concebido con el fin de poner en valor el arte del vidrio como patrimonio cultural inmaterial que debe promoverse y protegerse. EGE Nació de una colaboración entre el Ayuntamiento de Venecia y Promovetro Murano, junto con el Museo del Vidrio de Murano – La Fondazione Museos Cívicos de Venecia, con la coordinación científica de Cornelia Lauf.

Las obras de European Glass Experience se seleccionaron por un concurso internacional que tuvo lugar en 2013, compuesto por directores de museos, curadores y expertos en vidrio, y co-financiado por el Programa Cultura de la Unión Europea, y está dirigido a jóvenes artistas de 18 a 40 años, que presentaron un trabajo realizado en los dos últimos años, en cualquier técnica de vidrio, además de varios bocetos.

Esta exposición, compuesta por 20 obras de arte y 38 bocetos, ha sido comisariada por Paloma Pastor, directora del Museo Tecnológico del Vidrio. Las obras representadas incluyen artistas de países como Austria, República Checa, Finlandia, Francia, Inglaterra, Alemania, Irlanda, Italia, Lituania, Holanda, Polonia, Suecia, Hungría, sino también obras de Argentina, los ciudadanos israelíes y turcos de la UE.

European Glass Experience seguirá su gira a través de Europa - con paradas planificadas en Polonia, Inglaterra y Suecia – su próxima exposición será, en 2015, en el Museo del Vidrio de Murano, donde se expondrán todas las obras seleccionadas de Finlandia y España.

Talleres

Con motivo de esta muestra fueron previstos varios talleres de soplado, vidrio al soplete y vidrio casting, impartidos por tres artistas invitados provenientes de Finlandia (Susanne Koskimaki), Lituania (Julija Pociute) e Italia (José Angelino). Que trabajaron junto a otros artistas, y sopladores de vidrio de la Real Fábrica de Cristales, estudiantes de la Escuela Superior del Vidrio, de la Fundación Centro Nacional del Vidrio, junto con los sopladores de Vidrio Científico.

El público del museo pudo ver y seguir estos talleres de vidrio y el trabajo de estos artistas durante los días 29 y 30 de Julio.

Estos talleres fueron una gran oportunidad para el debate y discusión de estas técnicas entre jóvenes artistas, diseñadores y amantes del vidrio, donde pudieron compartir sus propias experiencias.

La Fundación Centro Nacional del Vidrio

Está situada en la Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia, España), uno de los edificios industriales más importantes en Europa del S. XVIII y un verdadero símbolo de identidad de la provincia de Segovia. La Real Fábrica de Cristales fue construida por orden del rey Carlos III en 1770, y edificada cerca del Palacio Real de La Granja, residencia de verano de los reyes Borbónicos.

Sopladores de la Real Fábrica de Cristales.

Susanne Koskimäki de Finlandia: Vidrio al soplete.

El objetivo de la Fundación es la promoción, el desarrollo y la difusión de la historia y de la fabricación del vidrio, además de la enseñanza en distintos niveles. El proyecto incluye el Museo Tecnológico del Vidrio, donde se cuenta la historia de la técnica de vidrio y su producción; la Escuela Superior del Vidrio, y un centro de producción artesanal, equipado con un horno, donde varios maestros trabajan artesanalmente las tradicionales piezas de cristal de La Granja.

Socios

- Comune di Venezia, Venezia, Italia
  www.comune.venezia.it
- La Fundación Centro Nacional del Vidrio
- www.fcnv.es
- The Finnish Glass Museum, Riihimaki, Finlandia
  www.finnishglassmuseum.fi
- Museo del Vetro di Murano, Murano Venezia, Italia
  www.museovetro.visitmuve.it
- Consorzio Promovetro Murano, Murano Venezia, Italia
  www.promovetro.com

Socios asociados

- International Festival of Glass, Stourbridge, UK
  www.ifg.org.uk
- The Glass Factory, Boda Glasbruk, Sweden
  www.theglassfactory.se
- Stained Glass Museum, Krakow, Poland
  www.muzeumwitrazu.pl

Prensa:

Paloma Pastor
921 01 07 00
museo@fcnv.es

Maria Bonmassar
tel. +39 06 4825370 | c. +39 335 490311
maria.bonmassar@gmail.com

European Glass Experience
Museo Museo Tecnológico del Vidrio
Fundación Centro Nacional del Vidrio
La Granja, Segovia, Spain

Lugar: Museo Tecnológico del Vidrio. Fundación Centro Nacional del Vidrio.
Reuniones y talleres: 29 – 30 julio 2014
Fechas de exposición: 29 julio – 16 noviembre 2014
Dirección: Real Fábrica de Cristales. Paseo del Pocillo, 1. 40100- La Granja de San Ildefonso, Segovia, Spain.
Teléfono: 00-34 921010700

www.fcnv.es

museo@fcnv.es

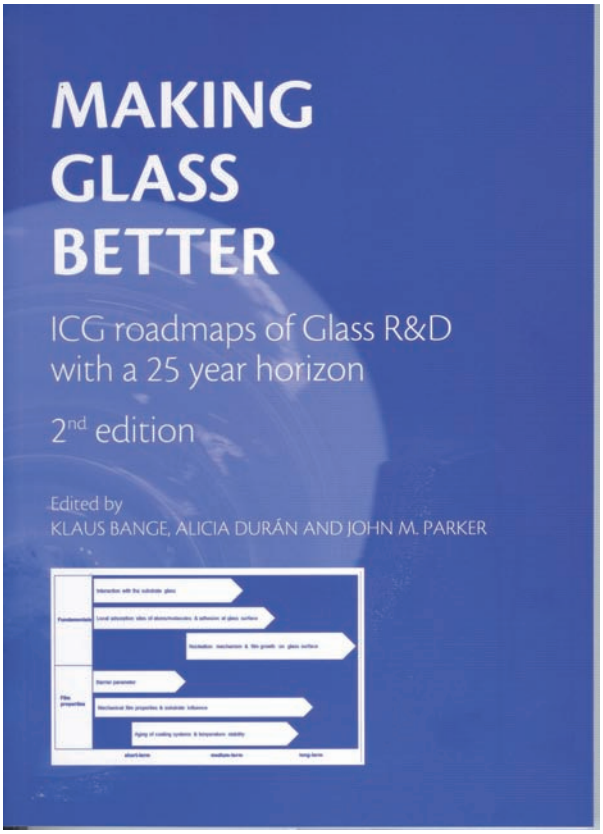
NOTICIAS

Making Glass Better

ICG roadmaps of Glass R&D with a 25 year horizon
2nd edition

Society has prized glass artifacts for millennia, from decorated Egyptian amphora, to the extravagantly engraved vases of the Romans, from stained glass windows, to the chandeliers of the Middle Ages. Bottles and tableware help us to cook and preserve our food, to store our wine, and to deliver our medications cheaply in tip-top condition, while windows and lamps give us well lit, warm buildings and safe transport systems. Quality glass lenses for microscopes, telescopes and cameras helped to revolutionize our understanding of biology and astronomy, and now deliver pictures from international news events or instant personal images on Facebook. Our mobile telephones and internet traffic travel along glass fibers which can amplify or switch the signal. Glass fibers insulate our houses and engineered glass sheets with printed solar cells generate our power. Even our wind turbines use glass fiber reinforced blades. Glass containing cements can repair our teeth and bones, doped glasses can target radiotherapy within our bodies, and spare body parts can be grown on glassy scaffolds.

Such a rich heritage does not automatically lead to an exciting future, but we can expect many surprises. Glass will certainly remain the bedrock of a modern, sustainable, low-carbon society. The International Commission on Glass (ICG) is promoting research and development (R&D) on glass and ensures that the necessary support framework in the form of Technical Committees (TCs) is in place. With that mission, the Coordinating Technical Committee (CTC) of the ICG initiated a roadmap exercise focused on the future of glass R&D, starting with a kick-off meeting at the ICG2007 Congress in Strasbourg; this promoted the construction of roadmaps able to anticipate the challenges that the glass community will face. The key players in that roadmap process have been the various TCs, with their numerous experts, organized by



Cover of the booklet.

the ICG. Aspects of glass melting, advanced materials with a focus on biomaterials, glass surface properties and functional coatings, as well as key fundamental glass principles were studied in particular depth. The methodology adopted was focused workshops with a 25 year perspective. The results obtained by the glass experts in the first four topical workshops were summarized in 2010 in the 1st edition of this book, which contained many graphical representations of roadmaps for the different R&D fields of glass.

The 1st edition formed a solid basis for an exchange of opinions concerning the future directions of glass research and an appropriate prioritization of research topics. But the roadmap process did not stop in 2010 and several additional workshops were planned and organized. The main new contributions in this 2nd edition are the results of the last ICG roadmap workshops, some of which were carried out in cooperation with other scientific organizations. The same style and format used in the previous booklet have been maintained for the eight **new sections** which are:

- Applications of sensors and advanced process control
- Fining/refining
- Energy efficiency in melting process
- Innovation in glass production
- Structure and vibrations in oxide glasses
- Glass surfaces and thin films on glass
- Glasses for pharmacy
- Summary of the results of the roadmap activities

All these sections are highly specific and contain much rich detail; the experts contributing are named at the end of the booklet. In addition some members of the CTC (as coordinators of a TC cluster) analyzed the pre-existing material from the 1st edition in cooperation with other experts and produced reviews which are also published in this book.

During the ICG Summer School dinner on July 10, 2014 Prof Peng Shou, as ICG president, announced the publication and distributed copies from the first print run to the teachers present – explaining that the students would have to win their copies in the project competition organized at the end of the week!

Continuous revision will be required in the future as our knowledge base expands and as new challenges arise. We hope that the reader will be excited by the comprehensive vision of the future of glass and the manifold potential applications outlined within the booklet. The ICG intends the book to create a solid basis for forward-looking roadmap discussions on the future of glass R&D close cooperation with other scientific organizations. We all hope that you, the readers, will want to contribute your ideas on the improvement of the roadmaps and their fulfillment. Our goal is that this 2nd edition of Making Glass Better will help to focus the limited resources of the glass community on the "right" topics for a proud future for glass.

MAKING GLASS BETTER: ICG roadmaps of Glass R&D with a 25 year horizon, 2nd edition
KLAUS BANGE, ALICIA DURÁN and JOHN M. PARKER (Editors)
Proyectos y Producciones Editoriales Cyan, S.A, Madrid, Spain (July 2014)
Pages: 222
ISBN: 978-84-8198-900-7
Price: 20 euros
Order: www.hvg-dgg.de/publikationen/icg-publikationen

Contact and more information:
Prof J M Parker
Sir Robert Hadfield Building
University of Sheffield
Mappin Street
Sheffield, S1 3JD, UK
e-mail: j.m.parker@sheffield.ac.uk
Fax: +44 114 2225943

About the International Commission on Glass (ICG)

ICG is a non-profit international GLASS SOCIETY consisting of 37 national organizations in glass science and technology. The aim of ICG is to promote cooperation between glass experts. ICG organizes Technical Committee (TC) work (laboratory round robins, publication of scientific and technical papers). ICG organizes the International Congress on Glass every three years. (For more information: www.icglass.org)