

# Nuevo aditivo para controlar el veining y eliminar la necesidad de pinturas refractarias

Por Jaime Prat. ASK Chemicals España, S.A.U.

Copyright – 2012 World Foundry Congress

## Objetivo

El objetivo de este estudio ha sido la búsqueda de una solución para la producción de piezas de automoción de no gran espesor sin veining y con buena calidad superficial, tales como discos de freno, calipers, cajas diferenciales, etc., producidas en líneas horizontales o verticales, con una presión ferrostática de hasta 500 mm, con machos sin pintar.

## State of the Art

Haciendo una evaluación de los productos utilizados para la solución del veining, se ha comprobado que indistintamente se utilizan dos tipos: orgánicos e inorgánicos.

### Orgánicos:

Hulla, Dextrina y Harina de Madera. Estos productos son efectivos contra el veining. Ahora bien, tienen la desventaja de incrementar la evolución de gas y, en el caso de presión ferrostática elevada, dar penetración, al dejar huecos entre los granos de arena una vez que se han quemado.

### Inorgánicos:

Los productos ya descritos en la patente US 4735973, basados en minerales de titanio que se funden creando barreras al metal. Durante este proceso, su porcentaje de utilización es entre 5% y 8%.

Productos descritos en la patente de Veino Ultra™

basados en carbonatos que pierden peso durante la colada por descomposición, pero que al igual que los orgánicos, dan tendencia a la penetración y, con la ventaja respecto a éstos de su menor evolución de gas. Su porcentaje de utilización es de entre 1% y 4%.

Productos descritos en la patente EP 0891954 basados en microesferas de silicato de alúmina que colapsan o deforman durante la expansión, compensando la expansión de la sílice, pero que a su vez hacen de barrera al metal, evitando la penetración.

Como antecedentes ya se describía en la patente P9602752, que cubre el uso de este material como aditivo, que el uso de microesferas, en un porcentaje de hasta el 20%, era capaz de evitar el veining y el pintado en la pieza test. (Figura 1).

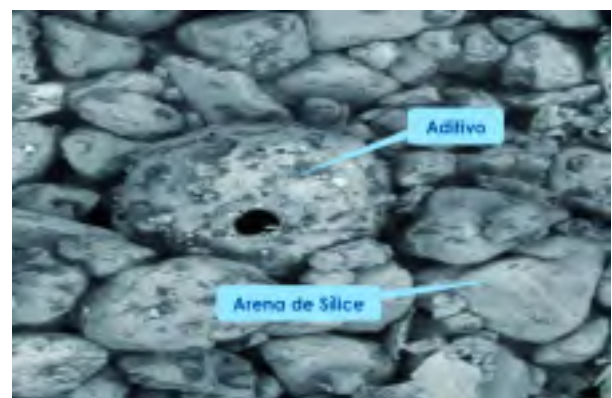


Figura 1: Micrografía de Macho de Arena 70 AFA con el Aditivo.

Asimismo, en la utilización del aditivo para la producción de machos-manguito en proporciones del 50% arena / 50% aditivo, se comprobó que no era necesario el pintado. (Figura 2).



Figura 2: Macho Final 50% Arena + 50% Aditivo, Sin Pintar.

El problema de estas microesferas huecas de silicato de alúmina es que cuando se usan en cantidades inferiores al 10% en peso en la mezcla de arena, no rinden resultados óptimos, es decir, no siempre evitan el veining en el grado que se requiere. Por otra parte, utilizar un porcentaje alto, del 20%, encarece sobremanera la solución del problema. Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar un aditivo basado en microesferas huecas que se pueda utilizar satisfactoriamente por debajo del 10%.

Como primer paso se estudiaron las variables químicas y térmicas que existen en los distintos tipos de microesferas. (Tabla 1).

Químicas	Térmicas
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T <sup>o</sup> Inicio Contracción (T <sub>ic</sub> )
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T <sup>o</sup> Final Contracción (T <sub>fc</sub> )
CaO	T <sup>o</sup> Reblandecimiento (T <sub>r</sub> )
MgO	Esfera (T <sub>e</sub> )
Na <sub>2</sub> O	Semiesfera (T <sub>1/2</sub> )
K <sub>2</sub> O	Fusión (T <sub>f</sub> )
TiO <sub>2</sub>	

Tabla 1: Variables de las Microesferas.

**Análisis Químico:**

Una vez definidas, se analizaron sus características químicas (tabla 2), encontrando gran disper-

	Muestra 75	Muestra 74	Muestra 73	Muestra 76	Muestra 77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.8	16.7	27.8	30.2	38.3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.4	4.07	4.66	3.76	1.91
CaO	0.73	2.02	1.85	2.41	0.96
MgO	1.55	1.51	0.97	1.29	0.4
Na <sub>2</sub> O	0.43	0.9	0.58	0.21	0.35
K <sub>2</sub> O	4.36	3.92	2.25	2.14	0.57
TiO <sub>2</sub>	1.39	0.79	1.04	1.99	1.07

Tabla 2: Composición de las Microesferas en % en peso.

sión tanto en el contenido en alúmina, como en impurezas.

**Análisis Térmico**

El ensayo térmico se llevó a cabo en un microscopio de calefacción Misura. El microscopio de calefacción es un equipo que permite la visualización de una muestra cuando es sometida a un ciclo de calentamiento. Al mismo tiempo permite la grabación en soporte informático de la silueta de la muestra a lo largo del ensayo de fusión. A partir de las imágenes grabadas, se determinó la evolución de la contracción de la muestra en función de la temperatura, mediante un equipo de análisis de imagen.

Con cada muestra se conformó, por prensado, un botón cilíndrico de 3 mm de diámetro y 3 mm de altura, el cual se colocó sobre un soporte. Este a su vez, se alojó en el porta-muestras del microscopio de calefacción, donde se sometió a un ciclo de calentamiento con una velocidad de 25 °C/min., hasta la temperatura máxima de 1.550° C.

A partir de las imágenes grabadas se determinó la curva contracción-temperatura, así como las siguientes temperaturas características:

- Inicio de contracción (TIC), considerando como tal cuando el área de la silueta de la probeta era un 99% del área inicial de la misma.
- Final de contracción (TFC), considerando como tal, cuando la probeta dejaba de contraer.
- Reblandecimiento (TR), considerando como tal, cuando los bordes de la probeta comenzaban a redondear.
- Esfera (TE), considerando como tal, cuando la probeta adoptaba la forma más próxima a una esfera.
- 1/2 Esfera (T1/2), considerando como tal, cuando

la probeta adoptaba la forma más próxima a una semiesfera.

- Fusión (TF), considerando como tal, cuando la probeta adoptaba la forma más próxima a un casquete esférico, equivalente a 1/3 del volumen de una esfera.

La figura 3 y la tabla 3 representan los resultados de los análisis:

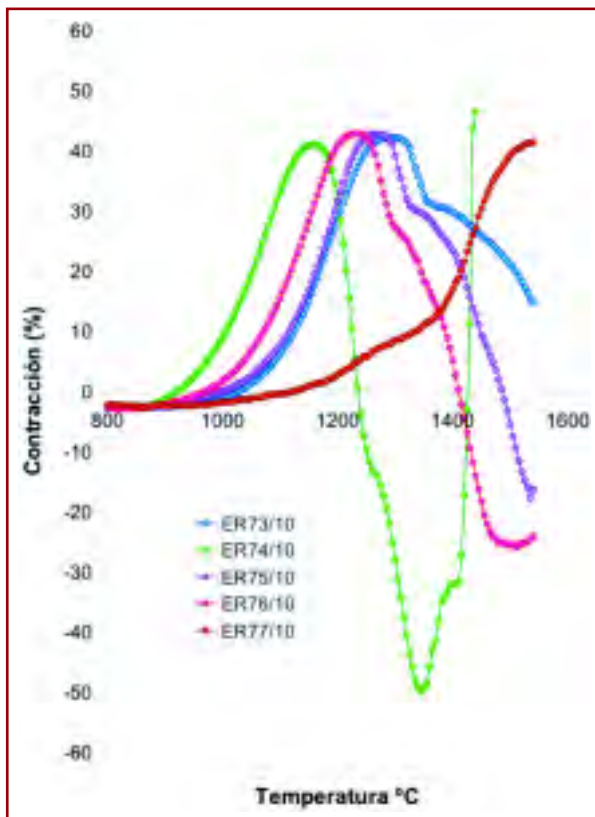


Figura 3: Curvas de Contracción de las diferentes muestras de LDASC.

A partir de aquí se compararon las características químicas de las microesferas huecas con la temperatura inicial de contracción (figura 4) y a su vez se hicieron ensayos con la pieza test de veining para ver si existía alguna relación entre el veining y las características térmicas (figura 5).

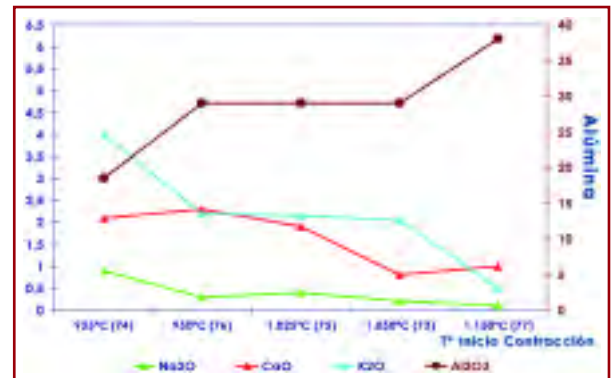


Figura 4: Temperatura de Contracción Inicial vs. Elementos.



Figura 5: Probeta para la evaluación del Veining.

Tabla 3: Análisis Térmico de las Microesferas.

Temperatura Característica	Muestra 73	Muestra 74	Muestra 75	Muestra 76	Muestra 77
Inicio de Contracción (T <sub>c</sub> )	1045	935	1025	990	1155
Final de Contracción (T <sub>f</sub> )	1295	1160	1270	1235	1550
Ablandamiento (T <sub>a</sub> )	1340	1250	1445	1355	—

Tabla 4: Comparación Temperatura Contracción Inicial vs. Veining.

Temperatura Característica	Muestra 73	Muestra 74	Muestra 75	Muestra 76	Muestra 77
Inicio de Contracción (T <sub>c</sub> )	1045	935	1025	990	1155
Veining	10	6	10	7	10

Los resultados para las muestras a las que se añadió 6% de carbonato de litio se representan en la tabla 4.

En la figura 6 se adjunta la relación de las mismas, donde se ve que a medida que baja la temperatura inicial de contracción, la tendencia al veining es menor. Asimismo, las impurezas de Na, K actúan como fundentes de la arena, dando lugar a mayor penetración superficial y peor piel.



Figura 6: Perfiles finales de las Muestras.

Desde este momento, nuestra investigación se dirigió a ver cuál era la influencia de los distintos tipos de fluxes sobre las muestras.

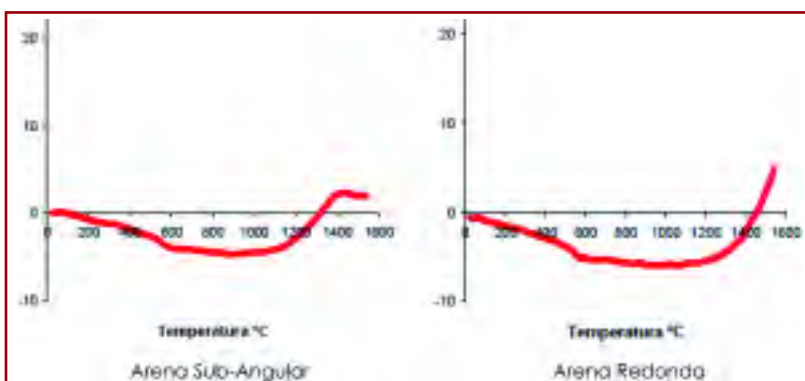
Tras varios ensayos, con distintos tipos de fundentes, se comprobó que las cantidades de 6% de  $Co_3Li_2$  en la muestra 77 hacían que para TIC similares, la temperatura final de contracción se rebajaba 230 °C, por lo cual la contracción se haría mucho más rápida durante la colada.

Muestra	Muestra 77	Muestra 73 + 6% CoLi <sub>2</sub>	Muestra 77 + 6% CoLi <sub>2</sub>
T Inicio Contracción [T <sub>c</sub> ]	1.155	1.085	1.215
T Final Contracción [T <sub>f</sub> ]	1.550	1.210	1.320
T Reblandecimiento [T <sub>r</sub> ]		1.240	1.365
T Fusión [T <sub>f</sub> ]		1.295	1.350

Tabla 5: Efecto de la adición de  $Co_3Li_2$  a las muestra 73 & 77.



Figura 7: Curva de Contracción de la muestra 77 con 6% de Carbonato de Litio (muestra 98).



Igualmente, se utilizó el análisis térmico Misura para obtener el comportamiento de la arena subangular y redonda (Figura 8), así como de los otros aditivos minerales para comparar su comportamiento.

Figura 8: Gráficos Misura de Contracción Expansión de Distintas Arenas de Sílice.





Figura 9: Comportamiento de la Contracción de diferentes mezclas de aditivos con arena de Sílice.

Viendo que el comportamiento de la muestra 5 con adiciones de  $\text{Co}_3\text{Li}_2$  se aproximaba a las otras muestras que eran efectivas contra el veining, se prepararon probetas test.

Se prepararon unos machos a partir de arena Echange C-70 al 94%, la resina fenólica uretano Isocure Focus™ 418/618 al 1%, y el aditivo (94% de la muestra de microesferas + 6%  $\text{Co}_3\text{Li}_2$ ) al 5%. Se mezclaron los 3 componentes en un molino y se introdujo la mezcla en la tolva de una máquina disparadora. La mezcla se disparó en la caja de machos para obtener la forma del macho y se gaseó con amina. Los machos se extrajeron ya curados y con su forma final.

Se hizo un test de veining y también se observó la piel de las piezas metálicas obtenidas a partir del uso de diferentes aditivos de acuerdo con la invención. La tabla 6 muestra los resultados.

Como se puede observar, el uso de carbonato de litio al 6% como componente del aditivo antiveining proporciona piezas metálicas sin veining, independientemente de la muestra de microesferas utilizadas. Asimismo las piezas poseen una piel sin defectos reseñables.

Por el contrario, tanto las piezas obtenidas por moldeo a partir de machos sin aditivo (100% arena)

o sólo con microesferas como aditivo (100% muestra 5) proporcionaban defectos de veining importantes de 10 y 7 respectivamente (en una escala de veining de 0-10).

Posteriormente se ensayó tanto el efecto de la dosis del carbonato de litio un aditivo a base de microesferas de la muestra 5, como de la cantidad de aditivo en la composición de la arena de moldeo. Los resultados se muestran en la siguiente tabla 7.

PROBETA	115	116	46	49	60
% ARENA 70 AFA	95%	97%	95%	90%	100%
% ADITIVO	5%	3%	5%	10%	0%
COMPOSICIÓN ADITIVO					
CO3LI	6%	6%	0%	0%	0%
MUESTRA 5	94%	94%	100%	100%	0%
RESULTADOS PIEZA					
VEINING	0	1	8	7	10
PIEL	0	0	1	1	0

Tabla 7: Composición de Muestras y Resultados en Piezas.

Seguidamente, se hizo la pieza test comparando el aditivo elegido con los otros dos sistemas inorgánicos mencionados anteriormente. (Figuras 10, 11 y 12).

Una vez comprobado que los resultados eran satisfactorios, se pasó a realizar pruebas industriales centradas primero en fundiciones que utilizan arena 70 AFA, siendo ésta la práctica común en moldeo vertical, y se continuó con las pruebas. (Figuras 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19).

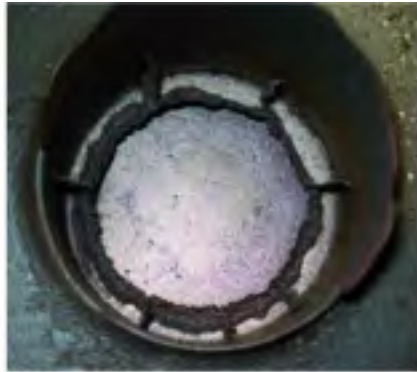
Todos los ensayos fueron satisfactorios con la arena utilizada en las fundiciones, (15) en el caso de los discos de freno, donde con AFA 55 los resultados no fueron satisfactorios. Una vez cambiada la arena a AFA 65, los resultados fueron correctos.

### Efecto sobre la Vida de Banco

El aditivo al aumentar la demanda de ácido en los

Mezcla	100% Muestra 5	94% Muestra 1 + 6% $\text{Co}_3\text{Li}_2$	94% Muestra 5 + 6% $\text{Co}_3\text{Li}_2$	94% Muestra 5 + 6% $\text{Co}_3\text{Li}_2$	94% Muestra 2 + 6% $\text{Co}_3\text{Li}_2$	100% Arena
Adición a la arena	10%	5%	5%	3%	5%	0%
VEINING	7	0	0	1	0	10
PIEL	1	0	0	0	0	0

Tabla 6: Resultados de la Probeta.



Defecto de Veining con 100% de Arena 4 (70 AFA)



96,5% Arena 4 + 3,5% Veino Ultra™ SR-4

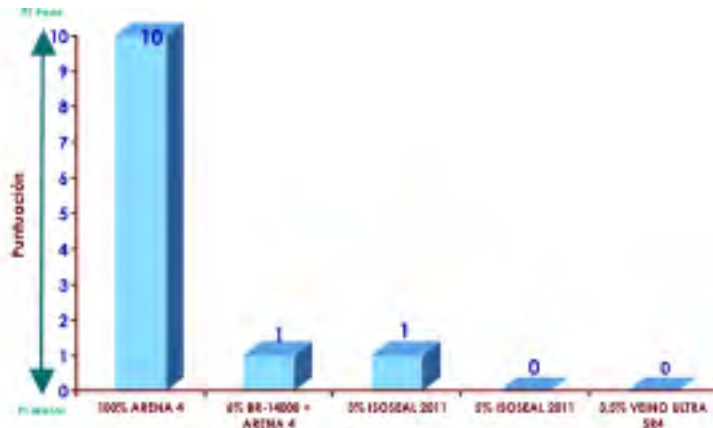


Con BR-14000 al 6% con Arena 4

Figura 10: Resultados en Piezas comparando dos aditivos de arena con Arena de Sílice.

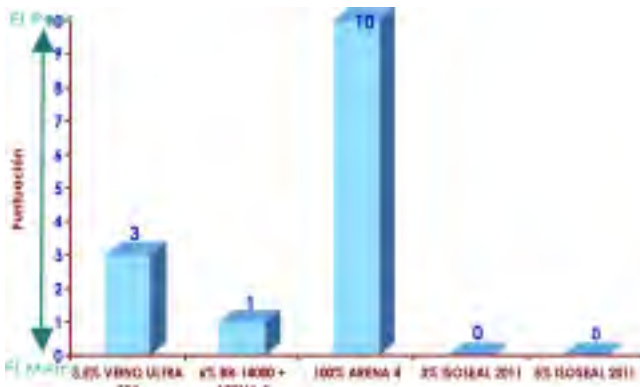


Arena 4 + 5% de Isoseal™ 2011

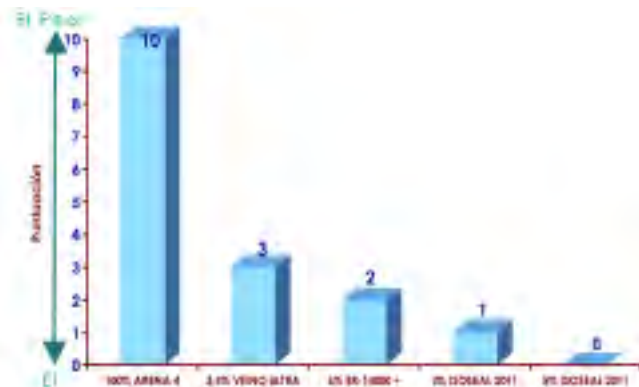


Veining con diferentes Aditivos

Figura 11: Resultados en Piezas con el aditivo ESA 2011 comparado con otros aditivos.



Piel con diferentes Aditivos



Veining + Piel con diferentes Aditivos

Figura 12: Gráficos comparativos de Veining y Acabado Superficial con diferentes aditivos.

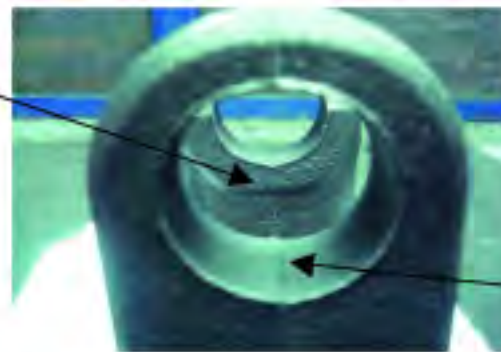


CARDAN con arena 70 AFA + 5% Isoleal™ 2011

Peso de la pieza: 2,8 kg., Espesor: 35 mm., Línea de Moldeo Disamatic 450mm de presión ferrostática

Figura 13: Pieza y macho fabricados con 5% de aditivo Isoleal™ 2011.

Acabado de la  
Arena en Verde



Acabado del Macho SIN PINTAR  
con 5% de Isoleal™ 2011

Arena 70 AFA + 5% Isoleal™ 2011. Disamatic

Figura 14: Pieza fabricada en moldeo vertical con 5% de aditivo Isoleal™ 2011.



RP 55 AFA



RP 55 AFA + 5% Isoleal™ 2011



RP 65 AFA + 5% Isoleal™ 2011

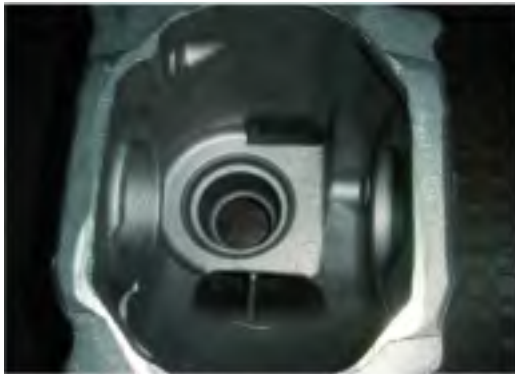
Figura 15: Disco de Freno Ventilado - Línea de Moldeo Vertical 500 mm de presión ferrostática.

casos de temperaturas altas disminuye la vida de banco. Esto se soluciona utilizando un aglomerante de caja fría Isocure Focus™ 419/619 de mayor vida de banco. (Figura 20).

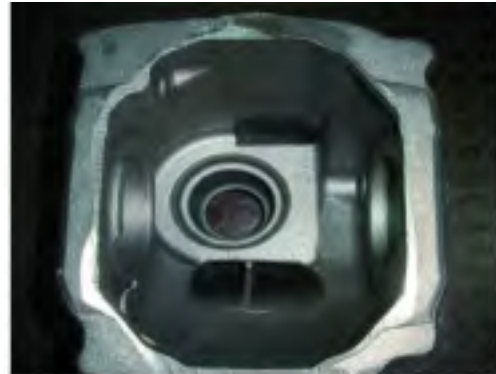
### Efecto sobre la Densidad del Macho

Las adiciones del 5% del aditivo bajan un 10% el peso del macho.





Arena 55 AFA, Pintado



Arena 55 AFA + 5% Isoleal™ 2011, Sin Pintar

Figura 16: Cuerpo diferencial - Línea horizontal.



95% Arena recuperada de moldeo en verde + 5% Isoleal™



Disco de Freno de Ferrocarril de 130 kg

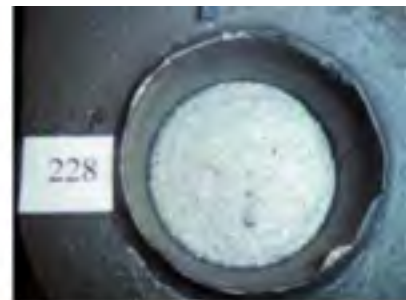
Figura 17: Disco de Freno de Ferrocarril - Línea Horizontal.



71,25% C-60 + 23,5% Cromita + 5% Isoleal™ 2011



47,5% C-60 + 47,5% Cromita + 5% Isoleal™ 2011



47,5% C-60 + 47,5% Cromita + 5% Isoleal™ 2011, Pintada

Figura 18: Piezas test con Cromita + Isoleal™ 2011.

### Efecto del Aditivo sobre la Arena en Verde

Se llevó a cabo un estudio en laboratorio simulando el efecto de quemado del macho calcinando el aditivo y añadiéndolo a la arena de moldeo al 2,5%. No se observó efecto alguno.

### CONCLUSIONES

- Es posible producir piezas de automoción sin pintar utilizando adiciones de Isoleal™ 2011, siendo crítica la granulometría de la arena para presiones ferrostáticas de hasta 500mm. La gra-



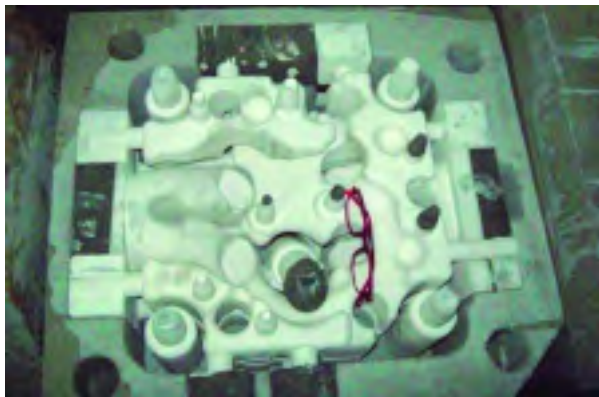


Figura 19: Culata de 85 Kg.

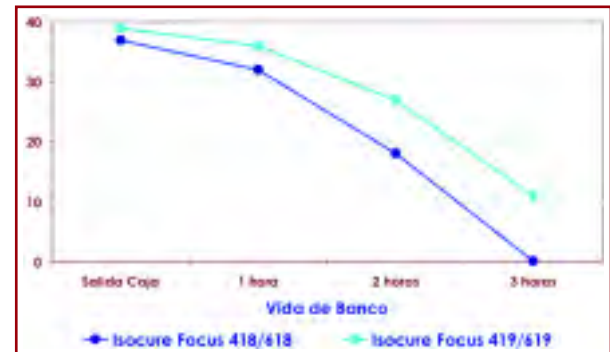


Figura 20: 95% Arena 70 sub-angular + 5% Aditivo + 1,7% total aglomerante.

Propiedad	Gelco S LA 32 SIN Aditivo	Gelco S LA 32 2,5% Aditivo calcinado
Cantidad de Agua (g)	63	70
Humedad %	1,7	1,29
Compactabilidad	46	46,5
Permeabilidad	200	215
Resil. copa húmeda kPa	3,2	3,10
R. Compresión en verde kPa	102	100,0
Peso Probeta (g)	148	148,5

Tabla 8: Propiedades de la Arena en Verde con 2,5% de ESA 2011 calcinado.

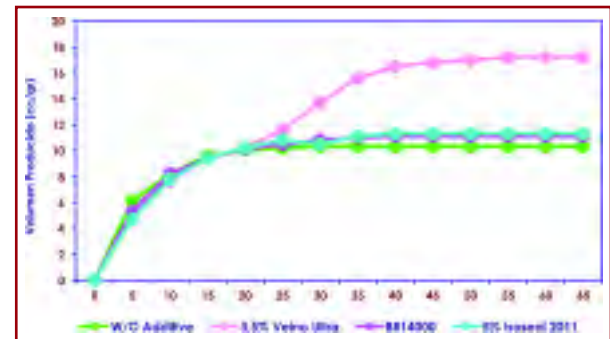


Figura 21: Evolución de Gas de los Aditivos Inorgánicos.

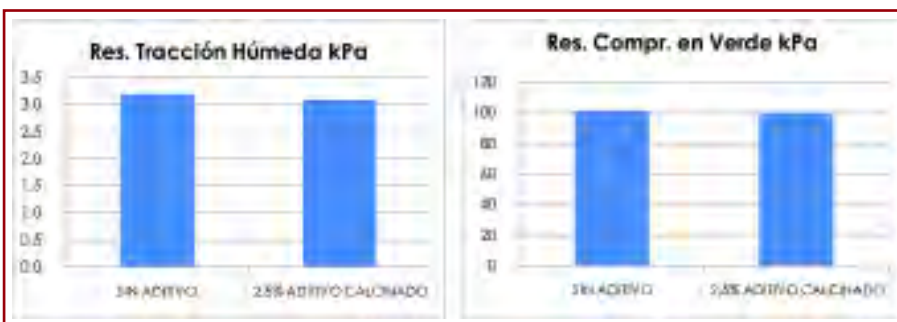


Figura 22: Efectos de los aditivos calcinados sobre la Arena en Verde.

nulometría no es tan crítica con menores presiones ferrostáticas.

- Los mejores resultados se han obtenido con adiciones de un 5% de Isoseal™ 2011 con arenas de granulometría 65/70 AFA.
- Se han producido, con mezclas con cromita, grandes culatas con resultados satisfactorios, abriendo la posibilidad de producir camisas de bloque y culata sin pintar, con la enorme ventaja técnica y competitiva que ello conlleva, al desaparecer los defectos de darts, de pintura, y de las sopladuras asociadas a la baja permeabilidad y evolución de gas.

### Referencias

- Patente US 4735973.
- Patente EP 0891954.
- Patente ES 2116245.
- J. Prat, L. Iglesias, M. Arrieta, I. Landa, A. Meléndez, E. Anglada, A. Beeson, J. Barcena, "New Casting Solutions: Numerically Simulated Exactcast™ Core-Sleeves Eliminate Critical Problems With Automobile High-Security Components (Patented). 2004 WFC, Estambul, Turquía.
- J. Prat, M. Arrieta, J. Galaz, A. Meléndez, A. Seoane, E. Anglada, A. Beeson, A. Jorge, T. Vicario, "Improving Casting Performance Through Customized Insulating Shapes And Advanced Simulation Techniques". 2006 WFC Harrogate, UK.
- W.L. Tordoff, R.D. Tenaglia, "Test Casting Evaluation of Chemical Binder Systems", AFS Transactions 2007.
- Showman, R., Horvath, L., Clifford, S., Harmon, S., Lawson, E., "A Systematic Approach to Veining Control", AFS Casting Congress Proceedings, 11-005.
- Patente EP 027700038.