

Acristalamiento estructural de silicona

Las nuevas fronteras para  
lograr lo “imposible” con los  
selladores GE



imagination at work

# Acristalamiento estructural de silicona

## Redefinición de fronteras para lograr lo “imposible”

Hace más de 70 años, el ingenio de GE dio lugar al descubrimiento de la silicona. En las décadas siguientes, los laboratorios de GE inspiraron innovaciones con la silicona para crear soluciones como selladores de juntas para los bombarderos de la Segunda Guerra Mundial y los elementos protectores para las botas y los trajes espaciales que vistieron Neil Armstrong y sus compañeros astronautas. Apoyados en los avances desde la Segunda Guerra Mundial y en el programa espacial de EE.UU., los científicos de GE continuaron avanzando, perfeccionando nuevas aplicaciones para la silicona que servirían como campo de prueba para el uso indispensable de la silicona en la construcción de la era moderna.

Actualmente, el equipo de selladores está a la vanguardia en la industria de la construcción en la fabricación y aplicación de productos utilizados para el acristalamiento estructural de silicona (SSG, “Structural Sealant Gazing”, por sus siglas en inglés), un método de construcción de última tecnología. Los científicos de GE y los ingenieros de laboratorio colaboraron en sacar adelante

el SSG en los años 70, el cual, con el tiempo, transformó el perfil del mundo en rascacielos impresionantes y maravillas hechas de vidrio. Desde la construcción audaz del Chicago Art Institute en 1974, el primer proyecto del mundo con acristalamiento estructural de silicona en cuatro lados sin mecanismos de seguridad, hasta la reciente terminación del Shanghai World Financial Center, la fachada más alta del mundo con acristalamiento estructural de silicona en cuatro lados, el equipo de expertos en selladores está detrás de muchas de las estructuras más impresionantes del mundo.

Unas propiedades mecánicas excepcionales, unidas a su excelente flexibilidad en una gama amplia de temperaturas y gran durabilidad, son fundamentales para el alto desempeño de los selladores de GE. Esta combinación hace posible responder a los diseños arquitectónicos cada vez más exigentes e ingeniosos de la actualidad. En palabras sencillas, las soluciones de acristalamiento estructural de silicona ayudan a hacer posible lo imposible.

### UN PROYECTO NOTABLE

## Se alcanzan nuevas alturas

Además de formar parte del primer proyecto de SSG en cuatro lados sin mecanismos de seguridad, los selladores de GE también fueron seleccionados para la construcción de la fachada más alta del mundo con SSG en cuatro lados, terminada en 2008: el Shanghai World Financial Center. La complejidad del diseño de construcción de este impresionante rascacielos de 101 pisos, de uso múltiple presentó retos extraordinarios de diseño. Terremotos, vientos huracanados, condiciones climáticas extremas y exposición a rayos ultravioleta exigieron un diseño estructural ingenioso y una solución avanzada de SSG. Los expertos técnicos seleccionaron el **GE SSG4400 UltraGlaze\***, un sellador de dos componentes, de alta resistencia, para construir el complejo sistema de muros cortina de la torre. Con alta resistencia mecánica y gran durabilidad, flexibilidad y estabilidad, el SSG4400 creó un adhesivo de larga duración entre el vidrio y la estructura de aluminio del Shanghai World Financial Center. Esta combinación dio como resultado un alto factor de seguridad al diseño y excedió en cinco veces las especificaciones de seguridad exigidas.



### Más allá de lo tradicional

En los Emiratos Árabes Unidos en las afueras de Abu Dhabi, en medio del desierto, se encuentra la pista de carreras y resort de Formula 1™, el circuito de Yas Marina. El Yas Island Marina Hotel, con forma de una cobra, se cierne sobre la pista y es el punto focal de la isla. En el invierno de 2008, empezó la carrera para tener listo el resort para los espectadores. En tan sólo un año sería el debut del Grand Prix de Abu Dhabi de Formula 1™ Etihad Airways y había que terminar el Marquis Hotel. Aproximadamente 25.000 m<sup>2</sup> de vidrio, de todos los tamaños y formas particulares en un muro cortina unificado, necesitaron SSG. En la evaluación del diseño y proceso de SSG en cuatro lados, los expertos técnicos en selladores recomendaron el producto **GE SSG4400 UltraGlaze\*** por su extraordinaria resistencia, cualidades de adhesión y tiempo de curado acelerado. El equipo completó el proceso de fachada en un plazo impresionante de 6 meses permitiendo que el hotel y resort de cinco estrellas abriera a tiempo.



## SSG: Desde maravillas de 3 pisos hasta espejos en el cielo

El acristalamiento estructural de silicona ha cambiado para siempre el perfil de las ciudades y ha dado a los arquitectos y fabricantes una herramienta poderosa al abordar el diseño de edificios. Transformar la silicona para uso en construcción de edificios, por su durabilidad y flexibilidad permanentes, en una goma de ingeniería de precisión, fue esencial en la evolución de la construcción de edificios con vidrios auto-sostenidos. Esta hazaña de los científicos de GE forjó el legado de los selladores de GE de 40 años de participación en muchas de las fachadas más interesantes de hoy en día.

### Desempeño de un papel crítico en el desarrollo del SSG

Desde la invención de la silicona, pasando por el surgimiento del “sistema de montaje de vidrios” hasta la construcción de uno de los primeros proyectos de SSG en cuatro lados, los selladores de GE y el equipo de expertos en selladores han desempeñado un papel crítico en el desarrollo del acristalamiento estructural de silicona.

En los años 50 y comienzos de los 60, cuando surgía la industria de los muros cortina, los arquitectos empezaron a experimentar con mayores extensiones de vidrio y metal, reemplazando la construcción de muros en mampostería de los últimos 100 años. Los científicos de GE, acostumbrados a ser pioneros de nuevas aplicaciones y usos para el material de silicona de la nueva “era espacial”, respondieron al reto. Utilizaron el laboratorio para encontrar la

forma de transformar la silicona en pasta tipo masilla existente en un material que fuera suficientemente adhesivo para pegar materiales, y suficientemente fuerte y durable para usar en la construcción. Los selladores de silicona de GE para construcción hicieron su entrada.

Más adelante en los años 60, los diseños arquitectónicos continuaron utilizando superficies de vidrio más grandes para crear áreas de “visión” más amplias y altas sin obstáculos de marcos de metal arquitectónico. Fue así como surgió el “sistema de montaje de vidrios”, un método mediante el cual los vidrios auto-sostenidos se adhieren directamente al vidrio o metal adyacente. Los científicos e ingenieros de GE participaron activamente en la creación de este método, que fue el predecesor del acristalamiento estructural de silicona actual, en sus albores. Durante este período de transformación, los científicos de GE también desarrollaron nuevos

productos de silicona e información esencial relacionada con el funcionamiento entre vidrios, diseño de uniones, medidas exactas para soporte de carga y adhesión en general. De hecho, predijeron de forma correcta que para mantener la belleza exterior de estos edificios, sería esencial para el negocio de la construcción una goma elastomérica de silicona de alto desempeño con capacidad de durabilidad y flexibilidad al mismo tiempo que soporta cargas repetidas.

En los años 70, uno de los productos en el cual los expertos habían estado trabajando, el GE SCS1200 para construcción, se utilizó en una de las primeras aplicaciones del SSG como parte de un revestimiento al proceso de edificación de un proyecto en acristalamiento estructural en la tienda por departamentos Saks Fifth Avenue en Pittsburgh, Pennsylvania (EE.UU.). El éxito de este proyecto fue probar que el SSG era una técnica de construcción viable con un potencial inmenso.



Chicago Art Institute in Chicago, Ill.



E. H. Hahn Building in El Segundo, Calif.



Warner Bros. Corporate Offices in Burbank, Calif.

## Avance del SSG como un método de construcción confiable y durable

A medida que el potencial del SSG crecía, así también la demanda de parte de las empresas de diseño y construcción. GE, confiando en la ciencia que apoya sus productos de silicona y en la experiencia y conocimiento de sus expertos, siguió adelante con más innovaciones. Cuando muchos en la industria de la silicona juzgaron al SSG como una responsabilidad demasiado grande, GE se apalancó en su experiencia con siliconas para desarrollar productos que alcanzaran el pleno potencial del SSG como un método de construcción confiable, durable y seguro.

### Primer proyecto de SSG en cuatro lados sin mecanismos de seguridad

Para destacar, entre 1973-1975, GE trabajó junto a los afamados arquitectos Skidmore Owings & Merrill y los respetables constructores de muros cortina Flour City, para construir el Chicago Art Institute, el primer proyecto del mundo con SSG en cuatro lados que no incorporaba mecanismos de seguridad. Solamente la silicona estructural de GE sostiene el vidrio al edificio, una proeza que otros en la industria no intentarían en ese momento. Un diseño previo incorporó “rosetas” como mecanismos de sostenimiento en las cuatro esquinas de cada pieza de vidrio, sin liberar completamente al método SSG como una opción confiable. En ese momento, había grandes reservas acerca de la construcción de una fachada con adhesión de vidrios. Sin embargo, durante las pruebas piloto del proyecto antes de la construcción, se escuchó un suspiro de alivio en el laboratorio cuando el vidrio se fracturó durante la prueba de carga a escala completa indicando que la resistencia de la goma de silicona adherida era más fuerte que el vidrio mismo.

Desde esos días de proyectos pioneros, una extracción in situ de silicona estructural para pruebas de laboratorio del proyecto después de 20 años de servicio y visitas repetidas

posteriores han demostrado que la goma de silicona todavía está intacta y se desempeña hasta ahora como se esperaba. El desempeño duradero del primer proyecto de SSG verdadero en cuatro lados (sin la contribución de rosetas para soportar la presión repetida del viento) es la prueba viviente de que el SSG es un método de construcción durable.

### El SSG se catapulta a otro nivel

Después del éxito del Chicago Art Institute, la silicona de GE jugó un papel importante en catapultar el diseño de SSG a un nivel aun más complejo. Algunos arquitectos, como Reel Grobman & Associates llevaron el diseño todo en vidrio aún más allá, al incorporar segmentos orientados hacia el exterior en el edificio Ernie H. Hahn Building (EE.UU.) en 1976-1977, donde se usó la silicona de GE. Al mismo tiempo, también se usó la silicona de GE en el vidrio integrado curvo del arquitecto Charles Luckman en su diseño de SSG de 1978-1979 para Warner Brothers. Situados en el área metropolitana de Los Ángeles (EE.UU.) estos primeros éxitos todavía permanecen erguidos y han sobrevivido múltiples terremotos en el transcurso de los años. Ambos estilos arquitectónicos todavía forman parte de los diseños más grandiosos y altos de la actualidad.

Después de estos grandes avances, se dio un giro brusco hacia proyectos de SSG en cuatro

lados en la última mitad de la década del 70, muchos de los cuales todavía están intactos y funcionando en el presente.

### Se alcanzan nuevas alturas con la silicona de GE

En los años 80, los edificios se volvieron más altos y los expertos de GE continuaron trabajando con diseñadores y arquitectos para avanzar en los conceptos del SSG. En asociación con la firma de arquitectos Ferendino, Gosfton, Spillis & Candela y con los expertos en diseño de muros cortina de Glassalum, se erigió un edificio de 18 pisos en Miami, Fla., entre 1979 y 1980 en el 800 Brickell Avenue (conocido anteriormente como Barnett Bank) en el cual se utilizó la silicona estructural de GE. Una vez terminado, el edificio se volvió el primer rascacielos del mundo con SSG en cuatro lados, marcando un hito importante en la evolución del producto.

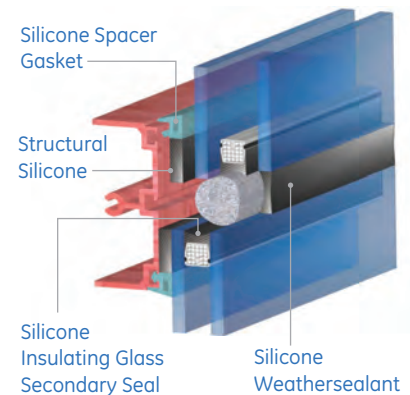
La contribución de los selladores de GE a la construcción moderna es realmente admirable. Desde ser pioneros en romper barreras, el papel del equipo de selladores para crear soluciones innovadoras se puede observar en muchos proyectos exitosos alrededor del mundo. Hoy en día, los selladores y productos adhesivos de GE continúan cubriendo las necesidades de los diseños cada vez más imaginativos y exigentes.

## ¿Qué es el SSG?

- El acristalamiento estructural de silicona es un proceso en el cual la silicona, sin elementos metálicos, se usa para unir los paneles de una fachada tales como vidrio u otros compuestos al marco de un edificio (ver diagrama 1).
- Los sistemas SSG más comunes son en dos lados o cuatro lados. El SSG en dos lados es cuando dos bordes opuestos de vidrio están unidos con silicona mientras que los otros bordes se fijan con dispositivos de anclaje metálicos y de juntas de goma. Una instalación en cuatro lados es cuando los cuatro lados del panel se unen estructuralmente con silicona, lo cual, en esencia constituye una pared de vidrio.



diagrama 1



## ¿Por qué usar silicona?

Con un vistazo a algunos de los edificios más importantes del mundo y las condiciones que soportan podemos entender fácilmente por qué las propiedades de protección sólidas de la silicona de GE la hacen uno de los compuestos más avanzados para la construcción moderna, la reparación y protección de edificios existentes.

Químicamente, la silicona es bastante diferente a todos los otros materiales; consta de una estructura química de silicio-oxígeno en vez de un enlace de carbono-carbono que tienen la mayoría de los otros tipos de gomas.

Esta es una diferencia fundamental que da a la silicona su combinación especial de propiedades:

- **Flexibilidad a baja temperatura**
- **Estabilidad a alta temperatura**
- **Estabilidad a rayos ultravioleta**
- **Flexibilidad resistente a sismos**
- **Durabilidad**

Estas propiedades permiten que la silicona se use en muchas aplicaciones donde ningún otro elastómero se puede usar.

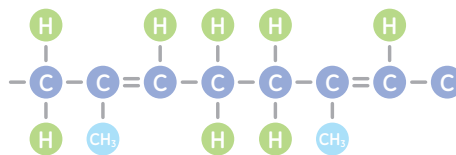
## SSG: cómo maximizar la flexibilidad y la durabilidad de la silicona

El acristalamiento estructural de silicona, la capacidad de usar vidrio unido con adhesivo de forma segura para construir un muro cortina, cambió para siempre la construcción moderna, ofreciendo a los arquitectos la oportunidad de crear diseños sin precedentes. Por supuesto, los arquitectos aprovecharon la oportunidad y se pusieron en la tarea de levantar edificios y estructuras cada vez más complejas e imponentes.

Hoy en día, el impacto en la arquitectura moderna de los selladores de silicona de acristalamiento estructural de GE se puede observar en los perfiles más imponentes alrededor del mundo; rascacielos espejos se elevan a alturas sin precedentes logrando formas y ángulos nunca antes imaginados.

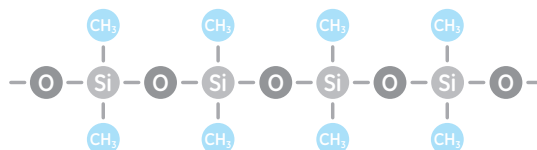
### Organic Polymer:

Natural Rubber



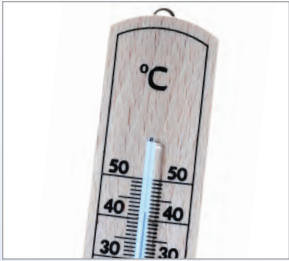
### Silicone Polymer:

Dimethyl Polysiloxane





**Flexibilidad a baja temperatura**– La capacidad inherente de la goma de silicona de permanecer flexible sin endurecerse a temperaturas extremadamente bajas es una consideración importante al adherir dos materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica. Esta característica permite que la tensión de adherencia permanezca virtualmente sin cambio y sin restricción a la flexibilidad del sistema sin importar el ambiente de trabajo y/o las variaciones de temperatura estacionales. La flexibilidad a baja temperatura es solo una de las razones por las que no se permite que algunos tipos de selladores se usen como aglomerantes de silicona estructural ya que ciertos productos sin silicona se pueden endurecer bajo condiciones frías y crear tensión adicional no deseada que puede comprometer la seguridad del sistema.



**Estabilidad a alta temperatura**– La goma de silicona de GE ofrece una excelente estabilidad térmica incluso a elevadas temperaturas, lo que es ciertamente un aspecto crítico de diseño considerando que las temperaturas de la superficie experimentadas en los elementos de la fachada expuestas al sol fácilmente pueden acercarse a 15°- 20° C por encima de la temperatura del ambiente. Incluso a temperaturas elevadas, las propiedades de la goma muestran pocos cambios y mantienen la capacidad de continuar haciendo el trabajo de unión adhesiva flexible aún después de décadas de constante carga del viento y de los movimientos del edificio, de acuerdo a un estudio reciente de la compañía.<sup>1</sup>

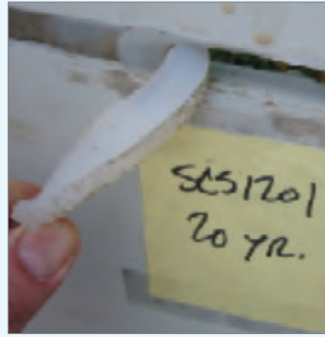
## ESTUDIO DE CASO

### Marcando la pauta en el “Strip” de las Vegas

A finales de los años 80, Las Vegas, Nev., estaba empezando a surgir como destino turístico, y el MGM Grand Hotel estaba en proceso de convertirse en un edificio de referencia en el célebre “strip” de Las Vegas, marcando así la pauta para futuros hoteles. El **GE SSG4000 UltraGlaze\*** jugó un papel fundamental en la construcción del MGM. Terminado en 1990, su aspecto era una bella pared de vidrio verde, pero lo suficientemente resistente para soportar la exposición a rayos ultravioleta y a calor extremo de su clima desértico.



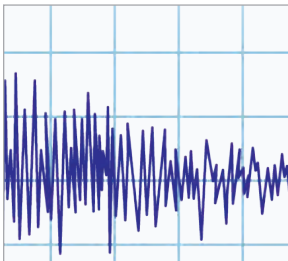
©MARSHALL GEROMETTA/EMPORIS



**Las muestras retiradas después de 20 años** en una instalación de prueba de exposición a exteriores en clima subtropical como parte de un estudio reciente de la compañía indicaron que la goma de silicona de GE superó a un producto de goma selladora de poliuretano de la competencia en durabilidad al exponerse a la intemperie . El poliuretano de la izquierda se partió por la mitad al flexionarlo mientras que la tira de silicona de la derecha permanece completamente flexible e intacta con un cambio insignificante en dureza y flexibilidad.



**Estabilidad de rayos ultravioleta**– La goma de silicona de GE es permanentemente impermeable mientras que algunos tipos de selladores de goma pueden presentar grietas y degradación en un plazo tan corto como un año en pruebas de simulación acelerada con exposición a condiciones ambientales . De acuerdo con un reciente estudio de la compañía, la goma de silicona de GE resiste la degradación incluso después de décadas de exposición al sol y desgaste natural y exposición natural a la intemperie, sobrepasando en gran medida el desempeño de algunos químicos selladores de la competencia.



**Flexibilidad resistente a sismos**– La resistente flexibilidad de la silicona de GE ofrece un apoyo flexible al adherir vidrio a muros cortina de aluminio, reduciendo el potencial de ruptura del vidrio, lo que lo convierte en una alternativa excepcional para muchas estructuras dentro de "zonas sísmicas". Además, debido a la propiedad elástica de los productos de silicona estructural de GE, exhibe una resistencia bastante alta a la fatiga cuando se le somete a tensión cíclica. Incluso después de 35.000 ciclos de tensión, simulando cincuenta años de expansión y contracción térmica, las propiedades de la goma muestran pocos cambios. Este rendimiento demostrado da crédito a la longevidad de proyectos de SSG actuales de más de 30 años, muchos de ellos en zonas sísmicas, que funcionan después de años de actividad sísmica.



**Durabilidad (resiste fuertes vientos)**– Las propiedades físicas inherentes a la silicona se derivan de su estructura química especial y ofrecen la base para una resistencia duradera. Con alta resistencia de adhesión y cohesión, la silicona es capaz de resistir fuerzas repetidas de corte, tensión y torsión sin rasgarse o partirse. La silicona puede resistir no solamente embates normales del viento diariamente sino también vientos más extremos, precipitaciones y una gama de actividad sísmica. Aún más, la fuerte resistencia interna de la silicona al rasgado la hace capaz de resistir la propagación del rasgado y mantener la integridad de desempeño si se daña inadvertidamente.

# Los productos de SSG para una variedad de retos de diseño

Los selladores de silicona para acristalamiento estructural de GE han evolucionado desde una historia de desempeño excelente en estructuras de edificios complejos y únicos alrededor del mundo hasta convertirse en una familia de productos (de una y dos componentes) para atender las necesidades amplias de los proyectos. Cuando la arquitectura innovadora de clase mundial utiliza sistemas de acristalamiento estructural con silicona para lograr grandes resultados, los selladores de GE pueden ofrecer alta resistencia y confiabilidad demostrada.

## Portafolio de productos en Américas

### GE SSG4600 UltraGlaze\*

Adhesivo elastomérico de silicona de alta resistencia de dos componentes que combina una rápida adhesión, 25 por ciento de capacidad de movimiento de uniones y adhesión sin imprimación en la mayoría de sustratos. Permite una amplia flexibilidad de diseño al mismo tiempo que ofrece un desempeño excepcional que le permite enfrentar la fuerza de los huracanes y las cargas de alto impacto.

### GE SSG4400 UltraGlaze\*

Adhesivo elastomérico de silicona de alta resistencia de dos componentes que brinda resistencia excepcional, endurecimiento rápido, propiedades mecánicas excelentes y 12.5 por ciento de capacidad de movimiento de uniones.

### GE SSG4000 UltraGlaze\*

Adhesivo elastomérico de silicona de alta resistencia de un componente con 25 por ciento de capacidad de movimiento de uniones para uso en aplicaciones de acristalamiento tanto de campo como de taller.

### GE SSG4000AC UltraGlaze\*

Adhesivo elastomérico de silicona de alta resistencia de un componente con 25 por ciento de capacidad de movimiento de uniones y un perfil de curado acelerado para uso en diferentes aplicaciones de acristalamiento tanto de campo como de taller.

### GE SCS2000 SilPruf\*

Adhesivo/sellador de silicona de alta resistencia de un componente con 50 por ciento de capacidad de movimiento de uniones y disponible en varios colores para diversas aplicaciones de acristalamiento y reparaciones en obra.

## Los productos excelentes exigen un respaldo técnico excelente

Sin lugar a dudas, los retos de diseño importantes exigen un producto con características de desempeño excelentes. También exigen una implementación de clase mundial. Desde el laboratorio hasta el lugar de construcción, la compañía ofrece un grupo de expertos técnicos avezados que se adaptan a cada proyecto sin importar la localización para ayudar a que el sueño del diseñador sea una realidad. Creemos que la pericia técnica es esencial para el éxito de un proyecto. Y creemos que nuestros clientes están de acuerdo.

Para mayor información acerca de los selladores para construcción de GE o para ver una descripción detallada de los selladores y adhesivos de GE disponibles para Las Américas, visite [www.ge.com/silicones](http://www.ge.com/silicones).

El catálogo de productos selladores para construcción de GE está disponible al solicitarlo a su representante de ventas.

Servicios técnicos: 1-800-255-8886 | Servicio al cliente: 1-877-943-7325

<sup>1</sup> Bull, E., and Lucas, G., April, 2009, "Long-Term Outdoor Weathering Study of Construction Sealants," Journal of ASTM International, Volume 6, Issue 4.

<sup>2</sup> Id.

<sup>3</sup> Id.

NOTA: CUALQUIER VENTA DE PRODUCTOS O ENTREGA DE RESPALDO Y ASESORÍA AL CLIENTE POR PARTE DE MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS INC. Y/O SUS AFILIADAS ("MOMENTIVE") SE REALIZA EXCLUSIVAMENTE BAJO LAS CONDICIONES DE VENTA ESTÁNDAR DE MOMENTIVE que se incluyen en los

acuerdos de ventas correspondientes, impresos al reverso de las confirmaciones y facturas, o disponible a solicitud. MOMENTIVE NO GARANTIZA, DE MANERA EXPRESA O IMPLÍCITA, EL DESEMPEÑO, IDONEIDAD O APTITUD PARA EL USO PRETENDIDO DE SUS PRODUCTOS PARA CUALQUIER APLICACIÓN DEL CLIENTE. Cada cliente debe determinar la idoneidad de los materiales de Momentive para el uso particular del cliente a través de pruebas y análisis apropiados. Debido a la variabilidad de sustratos, se recomiendan pruebas de compatibilidad de los sustratos. Se exige la preparación apropiada de las superficies. Los resultados reales pueden variar. Consulte las hojas técnicas del producto

correspondiente para información adicional.

Los participantes en los proyectos mencionados en el presente se señalan únicamente como información de referencia histórica. Esta publicidad no constituye la aprobación de dichas partes.

GE es una marca registrada de General Electric y cuenta con la licencia de Momentive Performance Materials Inc. Huntersville, NC

\*Marca comercial de Momentive Performance Materials Inc.

Copyright 2010 Momentive Performance Materials Inc., todos los derechos reservados.