

# KEIM Restauro



**Sistema de restauración y protección  
de la piedra natural**

# La piedra natural un material con historia

La piedra natural ya fue un material de construcción importante en la época de la cultura egipcia. Muestras de ello son las Pirámides, la Esfinge de Giza de piedra caliza, los obeliscos de granito o las estatuas de Ramsés, de piedra arenisca procedente de Nubia. Un contemporáneo de Ramsés escribió: "Todo Egipto parece un único taller de cantería".

Antiguamente, la piedra natural se empleaba no sólo en la construcción de templos, baños y estadios, sino también para esculturas y material de construcción en obras de ingeniería e hidráulica. Muestra de este arte es, por ejemplo, el Coliseo de Roma, construido en mármol travertino.

De la Edad Media hasta la época moderna – a excepción del Gótico radiante – la piedra natural fue esencial sobre todo en obras sacras, en monasterios, castillos, ayuntamientos, palacios, casas burguesas y de comerciantes, y en fortificaciones de poblaciones.

En el Románico, se trabajaba sobre todo con sillaría. Al seleccionar el material, apenas se hacían distinciones entre sillares para muros y piedras para esculpir – sobre todo, debido a las dificultades de acceso a las piedras, limitado a las existentes en las canteras cercanas.

Posteriormente, en el Gótico, se empezó a seleccionar los materiales de forma más consciente. Dado que se necesitaban gran cantidad de piezas filigranas y complejas, los requisitos en cuanto a la calidad de la piedra eran superiores. Por ello, se empleaban preferentemente piedras más ligeras, como la toba caliza.

Las épocas siguientes – el Renacimiento, el Barroco y el Rococó, están marcadas por un abanico hasta entonces desconocido en cuanto a detalles decorativos en los edificios (columnas, estatuas, figuras). Para las esculturas, se seleccionaban las piedras de mayor calidad. El uso de la piedra natural en muros, sin embargo, sufrió un importante retroceso. En esta época, se solían revocar los edificios.

En el marco de restauraciones y reformas realizadas en la segunda mitad del siglo XIX, muchas fachadas se repicaron, los románticos pedían una fachada "natural" (sin recubrir). La fábrica, protegida durante siglos por el revoque, quedaba ahora expuesta a la intemperie – algunos de estos edificios se iban convirtiendo así, en el siglo XX, en obras necesitadas de un cuidado continuado debido al ataque de las sustancias contaminantes del aire.

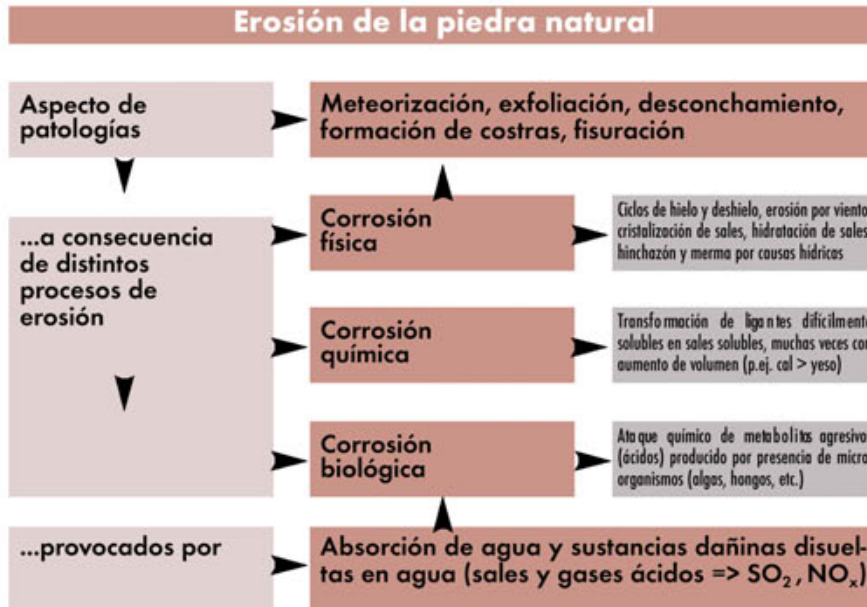
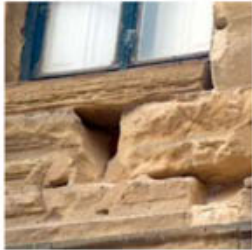
**La acción de la lluvia ácida sobre la piedra natural vista puede ocasionar un deterioro grave**

**La erosión de la piedra natural**

Los factores externos como el Sol, el viento, la lluvia y las heladas, agregan a la piedra natural y producen diferentes tipos de procesos de erosión. Con el inicio de la industrialización, se añaden a ello los factores dañinos producidos por la actividad del hombre.

Los procesos de erosión se pueden dividir en tres grupos: corrosión física, química y biológica.

Una causa básica de la erosión suele ser el agua o las sales dañinas transportadas por el agua. El resultado de los distintos procesos de erosión siempre suele ser una pérdida de dureza. Esta se puede producir en niveles cercanos a la superficie, o en zonas de mayor profundidad. A consecuencia de ello, se encuentran superficies arenosas, meteorizadas, exfoliadas, escamadas o fisuradas.



**Posibilidades de restauración de la piedra natural**

Los procesos y perfiles de erosión de las distintas piedras naturales son tan variados como su composición, estructura interna y porosidad. La restauración de piedra natural requiere, por tanto, de materiales y métodos adaptados que permitan conservar y proteger al máximo la sustancia original de la piedra, y de

recuperar lo mejor posible el aspecto óptico original.

El término de restauración de piedra natural, incluye toda una serie de medidas y sistemas diferentes, que pueden tener como objetivo la conservación, restauración y/o protección preventiva.



<b>Resumen de las medidas más importantes</b>		
<b>Consolidación de piedra</b>	Recuperación de la dureza perdida aportando ligante de forma controlada	<b>conservación</b>
<b>Recuperación volumétrica</b>	Reposición de zonas o partes de piedra inexistentes, con morteros de restauración adecuados	<b>restauración</b>
<b>Sustitución de piedra</b>	Sustitución completa de sillares o elementos de piedra	<b>restauración</b>
<b>Hidrofugación</b>	Reducción de la absorción de agua y sustancias dañinas como protección preventiva	<b>conservación profilaxis</b>
<b>Recubrimiento</b>	Recuperación del aspecto óptico original; protección contra la erosión; protección contra la absorción de agua	<b>restauración profilaxis</b>



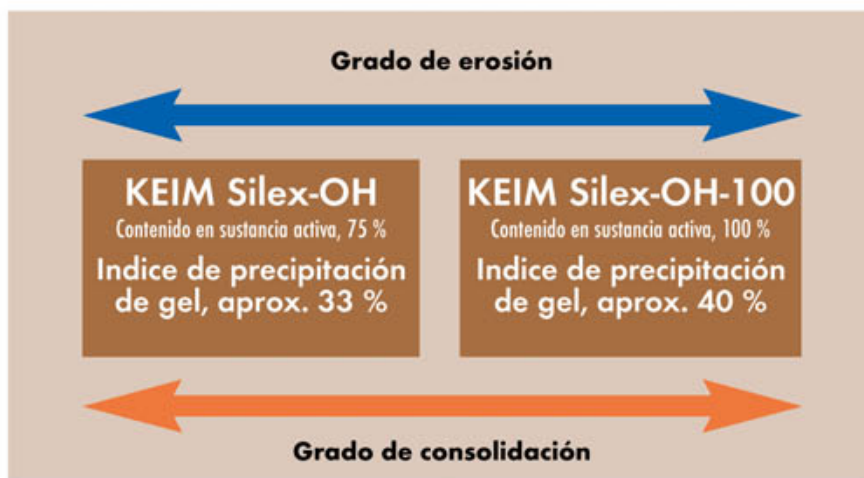


**Consolidación de piedra natural a base de éster de ácido silícico**

La consolidación de piedra es una medida de restauración en la conservación de la piedra. La erosión provoca un aumento de la porosidad en la estructura interna de la piedra, debilitándose al mismo tiempo las zonas cercanas a la superficie. La aportación controlada de ligante pretende recuperar la dureza perdida en la matriz del material, para así recuperar la estabilidad mecánica de la piedra. Desde hace mucho tiempo, han resultado eficaces para la consolidación de piedra, los productos a base de éster de ácido silícico.

Al reaccionar con agua, precipitan gel de sílice, que consolida el soporte. Al mismo tiempo, se mantiene la capilaridad y permeabilidad al vapor de agua del material tratado.

La condición más importante es que la zona erosionada quede saturada completamente, hasta llegar al núcleo sano de la piedra. Para ello, se aplican varias capas sucesivas del consolidante, húmedo sobre húmedo, preferentemente con sulfatadora, hasta la saturación del soporte.



El objetivo de una consolidación es la recuperación del nivel de dureza inicial.

Por ello, KEIM Silex-OH existe en dos versiones, con diferentes índices de precipitación de gel.



**Imprimación hidrófuga como método clásico de conservación de piedra natural**

La mayoría de procesos de erosión en piedra natural, son causados o favorecidos por la presencia de agua. En este sentido, la protección contra el agua o contra la humedad, es un método clásico de conservación de piedra.

Es importante que se analice primero la piedra en cuestión y su estado actual, para determinar si una hidrofugación es posible y aconsejable. Existen piedras tan densas que apenas permiten su hidrofugación. (por ejemplo: granito o mármol)

Los hidrofugantes atraviesan la superficie del material y provocan que éste repela el agua. Para este fin, se emplean hoy sobre todo los compuestos orgánicos del silicio, como siloxanos o silanos. También el uso de pinturas minerales hidrofugas de sol-silicato pueden aportar la protección necesaria.

En piedras muy salinizadas no es recomendable aplicar hidrofugantes, ya que se podrían producir concentraciones de sales detrás de la zona hidrofugada, lo que a su vez llevaría a la formación de costras y, posteriormente, a desconchados. También es delicada la hidrofugación de piedras arcillosas.

**El sistema KEIM Restauro ofrece diversas opciones para la hidrofugación de piedra natural, cuya finalidad es siempre la reducción de la absorción de agua y sustancias dañinas.**

**Protección contra agua y humedad**

**KEIM Lotexan-N**  
A base de siloxanos  
Hidrofugante incoloro

Específico para piedra natural porosa y no pintada

**KEIM Restauro-Lasur**  
Veladura hidrófuga a base de sol-silicato

Específico para piedra natural porosa que deba ser patinada o pintada

**Mayor protección contra agua y humedad**

**KEIM Silangrund**  
A base de silanos  
Hidrofugante de fondo - en combinación con pinturas posteriores  
**+ KEIM Restauro-Lasur**

Para soportes muy expuestos al agua y/o sensibles a la humedad, p. ej. piedra natural con contenido en sales férricas (tendencia a manchas marrones)





**Recuperación volumétrica y aplicaciones especiales con morteros de restauración**

La aplicación de morteros de reparación de piedra para la recuperación volumétrica de zonas perdidas, se realiza desde el siglo XVI. A pesar del rápido desarrollo en la tecnología de materiales de la construcción y la ampliación de conocimientos sobre los procesos en el contexto de la degradación y erosión de piedra natural, la recuperación volumétrica de piedra con morteros de restauración adecuados sigue siendo en la actualidad un auténtico reto para los profesionales involucrados en la restauración de fachadas y monumentos.

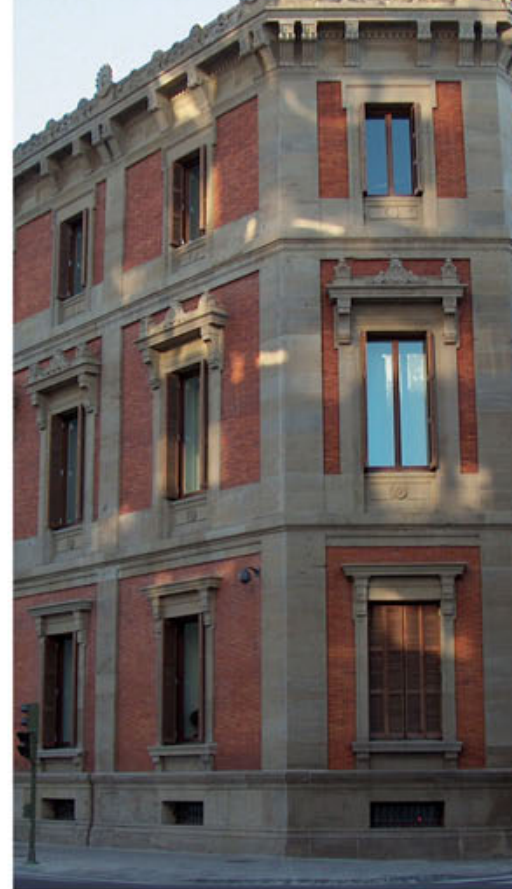
La exigencia de máxima conservación y protección de la sustancia original de la piedra, se toma hoy mucho más en consideración que en el pasado. En este sentido, ha aumentado notablemente la búsqueda de medidas preventivas que eviten daños en elementos de piedra que tengan que ser sustituidas en el futuro.

Sin embargo, la calidad y características de los morteros específicos de reparación son un componente fundamental para la restauración de piedra.

**El sistema KEIM Restauro se utiliza en restauración hace más de 40 años**

Los morteros KEIM Restauro ofrecen soluciones para la reparación profesional de daños en elementos

Producto	KEIM Restauro-Grund	KEIM Restauro-Top	KEIM Restauro-Fuge	KEIM Restauro-Giess
Característica				
Aplicación	Para rellenar cavidades profundas (> 2 cm) y para rellenar el núcleo de moldes	Mortero de restauración de piedra en zonas cercanas de la superficie, también en moldes abiertos	Mortero de reparación de juntas, especialmente en muros de arenisca, y también obra vista y piedra caliza	Para reproducir figuras y elementos por colada
Granulometría	< 3,2 mm	< 0,7 mm	< 1,6 mm	< 0,6 mm
Dureza en N/mm <sup>2</sup>	25 - 30	aprox. 10	aprox. 8	35 - 45
Tonalidades	marrón	Carta de color o muestra original	Carta de color o muestra original	Carta de color o muestra original



**Protección y coloración  
de piedra natural  
con productos  
KEIM Restauo  
en tecnología  
de sol-silicato**

La conservación y protección de la piedra original tiene hoy en día máxima prioridad en la restauración patrimonial.

Sólo así, pueden evitarse daños futuros que provoquen la necesidad de sustituir la piedra original.

Los productos para veladuras y pátinas del sistema KEIM Restauo, ofrecen soluciones óptimas con formulación de ligantes basada en la tecnología de sol-silicato, específicamente adaptada a la piedra natural.

Formulado con ligantes minerales, KEIM Restauo es compatible con la piedra arenisca - el ligante de sol-silicato, asegura una silicatización controlada que no aporta ligante-consolidante no deseado al soporte.

Con un valor  $s_d$  de 0,02 m, el producto presenta máxima transpirabilidad y ofrece a la humedad contenida en la piedra una resistencia inferior a la de otros sistemas.

La estabilidad a los rayos UV de los pigmentos y ligantes KEIM, convierte a Restauo Lasur en acabado óptimo para proteger un material sensible y valioso como la piedra natural.

**KEIM Restauo-Lasur permite aplicaciones cubrientes o transparentes con protección hidrófuga de la piedra natural, disimulando e igualando zonas reparadas.**

### Resumen de características - KEIM Restauo-Lasur

- Máxima permeabilidad al vapor de agua
- Todos los componentes estables a la luz
- Mínima tendencia a ensuciarse
- Sistema microporoso
- Resistente a la intemperie
- Proceso de silicatización controlado
- Baja tensión superficial
- Resistente a los ácidos
- De fácil aplicación



## Sistema de restauración de piedra natural

<b>Limpieza</b>	<b>Steinreiniger-N</b>	Limpiador concentrado neutro y biodegradable, para la limpieza suave de fachadas de piedra natural y plaqueta
	<b>Algicid-Plus</b>	Producto de limpieza y saneamiento para superficies minerales afectadas por algas, hongos y líquenes, especialmente piedras naturales sensibles a los productos químicos
<b>Consolidación</b>	<b>Silex-OH</b>	Consolidante a base de éster de ácido silícico. Índice de precipitación de gel, aprox. 33 %
	<b>Silex-OH-100</b>	Consolidante a base de éster de ácido silícico. Índice de precipitación de gel, aprox. 40 %
<b>Restauración volumétrica</b>	<b>Restauro-Grund</b>	Mortero seco mineral para la restauración, para rellenar zonas dañadas en profundidad
	<b>Restauro-Top</b>	Mortero seco mineral para la restauración de piedra natural en zonas cercanas a la superficie
	<b>Restauro-Fuge</b>	Mortero seco mineral para juntas, para la renovación de juntas degradadas, especialmente en muros de piedra natural
	<b>Restauro-Giess</b>	Mortero seco mineral para la reproducción de elementos de piedra natural en moldes abiertos y cerrados
<b>Imprimación hidrofugante</b>	<b>Lotexan-N</b>	Hidrofugante incoloro de acabado, especialmente para piedra natural porosa y no pintada. A base de siloxanos
	<b>Silangrund</b>	Hidrofugante incoloro de fondo, para reforzar la hidrofugación contenida en la pintura, así como para el tratamiento previo de piedras con contenido en sales de hierro. A base de silanos
<b>Recubrimiento</b>	<b>Restauro-Lasur</b> <b>Restauro-Fixativ</b>	Pintura de capa fina, a base de sol-silicato, para la decoración en veladura de superficies de piedra arenisca, como p.ej. para igualar la coloración de zonas reparadas con la piedra original

**KEIM** ECOPAINT IBERICA S.L.

C/Octavi Lecante 55  
Pol. Ind. Can Magarola

08100 Mollet del Vallès  
Barcelona

Telf: 932 192 319  
Fax: 932 191 455

Web: [www.keim.es](http://www.keim.es)  
Mail: [info@keim.es](mailto:info@keim.es)