

# Novel silicone resin to provide lasting protection for wood

## Resina siliconica per proteggere il legno in maniera duratura



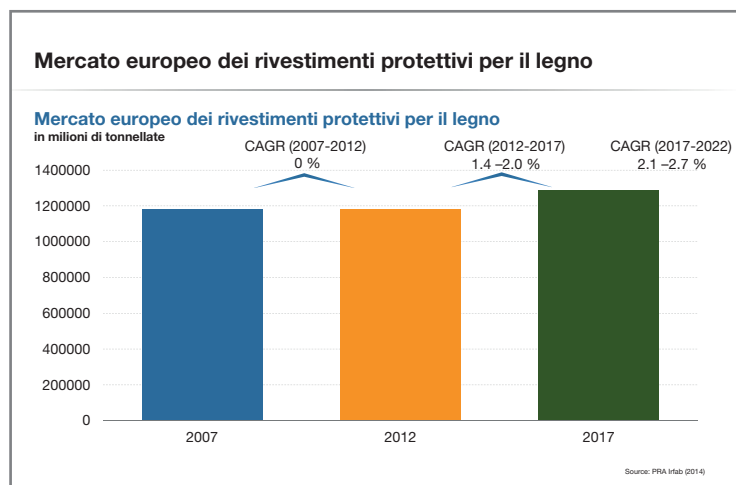
Dr. Rudolf Hager, Wacker

The best way to protect wood outdoors against moisture is to treat it with a water-repellent impregnating agent or a coating. The problem is that the effect wears off as time passes, and, in no more than a couple of years, the protective coating has to be re-applied. Munich-based chemicals group Wacker has now developed a silicone resin emulsion that provides wood with significantly longer-lasting protection against wet than conventional treatments. This has been made possible by novel silicone resins that are not only water repellent and breathable, but also flexible enough to withstand the swelling and shrinking of the wood.

It is common for wood to serve as a building material outdoors. It is stable, load-bearing, easy to process, has myriad uses and, as a renewable raw material, is ecologically sustainable. However, wood has an arch-enemy: water. Not only do rain and moisture spoil its appearance, but they also promote blue stain fungus, mold and insect attack – which can lead to irreparable damage.

Anybody who uses wood outdoors should therefore protect it with a suitable treatment. Chemical wood preservatives can be roughly divided into two classes: impregnating agents and film-forming coatings. The former contain water-repellent components, such as waxes, resins and oils, and sometimes fungicides and insecticides. They penetrate into the wood, where they protect it from the inside out, due to their impregnating effect. Film-forming coatings work differently. They dry to form an intact water-repellent protective film. These types of systems contain binders and preservatives, frequently also along with biocides to protect against insect attack and mold. UV-absorbing pigments can be added to ensure that the wood does not turn gray in direct sunlight. Typical film-forming coatings include wood stains, paints and varnishes. Coatings and varnishes for wood are popular in Europe. According to a PRA Irfab study, the market will grow annually by between 1.4 and 2 percent from now until 2017, and the upward trend will continue (Fig. 1).

*La protezione ideale contro l'umidità per il legno da esterni è rappresentata da una impermeabilizzazione idrorepellente oppure da un trattamento di verniciatura. L'effetto di questi mezzi, comunque, tende a perdere efficacia nel tempo e già dopo pochi anni occorre rinnovare la vernice protettiva. Il gruppo chimico Wacker di Monaco di Baviera ha sviluppato una emulsione di resina siliconica che protegge il legno dall'umidità nettamente più a lungo delle vernici usuali. Ciò è reso possibile grazie alle nuove resine siliconiche che non soltanto sono idrorepellenti e traspiranti, bensì anche talmente flessibili da far fronte senza problemi a ritiri e rigonfiamenti del legno. Anche in ambienti esterni il legno viene spesso usato come materiale da costruzione. È stabile ed ha capacità portante, è di facile lavorabilità, ha un'ampia gamma di applicazioni ed è anche sostenibile dal punto di vista ecologico in quanto materia prima rinnovabile. Il legno ha comunque un grande nemico: l'acqua. La pioggia e l'umidità arrecano danni non solo dal punto di vista estetico, ma favoriscono anche l'azzurramento, le muffe e gli attacchi parassitari, con conseguenti danni irreparabili. Pertanto, quando si impiega il legno in ambienti esterni, sarebbe opportuno proteggerlo con un trattamento adeguato di verniciatura. I protettivi chimici del legno sono sostanzialmente suddivisibili in due categorie: impregnanti e rivestimenti filmogeni. Gli impregnanti contengono componenti idrorepellenti come cere, resine o oli, ed eventualmente anche fungicidi ed insetticidi. Essi penetrano nel legno e lo proteggono per così dire dall'interno a fronte dell'azione impregnante. Diversamente agiscono i rivestimenti filmogeni, che in fase di asciugatura formano una pellicola protettiva chiusa idrorepellente. Anche questi sistemi, oltre a leganti e conservanti, contengono spesso biocidi per la protezione contro gli attacchi parassitari e le muffe. Inoltre, i pigmenti resistenti ai raggi UV impediscono che il legno ingrigisca a diretto contatto con la luce solare. Di norma, fanno parte dei rivestimenti filmogeni le velature per il legno, le pitture e gli smalti. In Europa sono molto richieste le finiture e le vernici*



**Fig. 1 European wood coatings market 2012-2017 in mn tons**  
**Mercato europeo dei rivestimenti protettivi per il legno**  
**2012-2017**

### NEW SOLUTION FOR WOOD PROTECTION

Wood preservatives afford a good level of protection after application and drying. However, this effect wears off greatly in the course of time. Impregnations leach out, wood stains bleach and paint starts flaking off. This means that wood impregnations and coatings need to be re-applied again and again. To stop the new coating flaking off straight away and to prevent unsightly edge build-up or surface irregularities, previously treated wood usually needs to be sanded, dusted and cleaned before the new coating is applied – a time-consuming and expensive process.

Makers of wood preservatives have long sought better and longer-lasting ways of preserving this natural material. It is not just waxes, oils and resins, but organosilicon compounds, too, that find application in wood preservatives. These compounds are naturally water repellent and exhibit a high degree of water-vapor permeability. This explains why silicone resins have proven so successful in building protection over the decades. Wacker, by virtue of its Silres® product portfolio, is the leading producer of silicone-based building protection agents across Europe.

Unlike silicone fluids and silicone rubbers, which chiefly consist of linear polydimethylsiloxane chains, silicone resins are highly crosslinked. This high crosslinking density usually renders the materials solid and brittle (Fig. 2).

Silicone resins offer very strong adhesion to mineral building materials, where they form a long-lasting water-repellent silicone resin network. Thus, they make the perfect hydrophobic active agents on mineral building materials. On wood, however, much of their effect often wears off after just a few months' weathering. The reason is that the silicone slashes the moisture content of the wood, but never totally eradicates it. Consequently, wood that is impregnated with silicone resin emulsions continues to swell and shrink, and so the silicone resin is "forced off" bit by bit.

di copertura per il legno. Secondo PRA Irfab, fino al 2017 il mercato crescerà annualmente dall'1,4 al 2%, con tendenza in aumento (fig. 1).

### UNA NUOVA SOLUZIONE PER LA PROTEZIONE DEL LEGNO

I protettivi per il legno, dopo l'applicazione e l'asciugatura, offrono una protezione che però, nel corso degli anni, diminuisce notevolmente. Gli impregnanti vengono dilavati, le velature si stingono, la vernice si sfalda. Ecco perché gli impregnanti ed i rivestimenti per il legno devono essere rinnovati costantemente. Affinchè il nuovo trattamento di verniciatura non si sfaldi subito nuovamente e non si formino aplanarità o bordi antiestetici in fase di trattamento, occorre generalmente carteggiare, depolverare e pulire il legno rivestito prima di riverniciarlo e questo è un grosso dispendio di tempo e di costi. Ecco perché i produttori dei protettivi per il legno sono da tempo alla ricerca di metodi per poter conservare al meglio e più a lungo questa materia naturale che è il legno. Oltre alle cere, agli oli ed alle resine, nei prodotti di protezione per il legno vengono utilizzati anche composti organici del silicio. Questi composti sono di per sé idrorepellenti e caratterizzati da alta permeabilità al vapore. Le resine silconiche vengono pertanto impiegate nella conservazione degli edifici già da decenni e con ottimi risultati. Con il suo portafoglio di prodotti Silres®, Wacker è il maggiore produttore europeo di protettivi silconici per l'edilizia. A differenza degli oli silconici e delle gomme silconiche, composti principalmente da polidimetilsilossani lineari alifatici, le resine silconiche sono polimetilsilossani altamente reticolati. Per il loro alto grado di reticolazione, queste sono normalmente sostanze rigide, fragili (fig. 2).



**Fig. 2 Silicone resins are highly crosslinked.**  
**They have a naturally brittle consistency**  
**Le resine silconiche sono altamente reticolate.**  
**La loro consistenza, per natura, è fragile**

**SILRES® WH**

This problem can be solved, however, by replacing some of the crosslinking trifunctional methylsiloxane units with linear dimethylsiloxane units. The outcome is a somewhat more flexible, more elastic silicone resin which will adhere well to substrates that have a tendency to swell – substrates just like wood for instance. Following intensive research, Wacker has now succeeded in synthesizing the optimum silicone. This functional silicone resin has been specifically developed for formulating wood preservatives. In line with the current trend to use waterborne products in wood protection – as in all other areas of building protection – the product is designed to be a water-based, 50-percent emulsion. Silres® WH, as it is called, is usually diluted 1:4 to 1:9 with water for direct application to wood. The product can also be admixed neat to waterborne stains in amounts of up to 3% percent.

**FEWER FUNGICIDES**

Wood-impregnating agents are especially designed to protect wood against attack by rot, fungi and insects. The risk of such damage can be mitigated by reducing the moisture content in the wood. In other words: incorporating permanently water-repellent components into the impregnating agent can obviate some of the need for biocides, especially fungicides. This is an attractive proposition for manufacturers and users alike, not only in ecological and toxicological respects, but also from an economical point of view. Moreover, water-repellent agents go a long way to preserving the appearance of the wood, even though by their nature they cannot prevent UV radiation

*Esse sono caratterizzate da un'ottima aderenza sui materiali da costruzione minerali, formandovi un reticolo duraturo di resina siliconica idrorepellente. A fronte di ciò, le resine siliconiche rappresentano l'additivo idrofobo ideale sui materiali da costruzione minerali. Tuttavia, sul legno le resine siliconiche perdono spesso la loro efficacia già dopo pochi mesi di esposizione agli agenti atmosferici. Questo perché il silicone abbassa sì drasticamente il contenuto di umidità del legno ma non lo riduce al minimo. I legni che vengono impregnati con emulsioni di resine siliconiche sono comunque soggetti a ritiri e rigonfiamenti. La conseguenza è che la resina siliconica subisce un distacco graduale.*

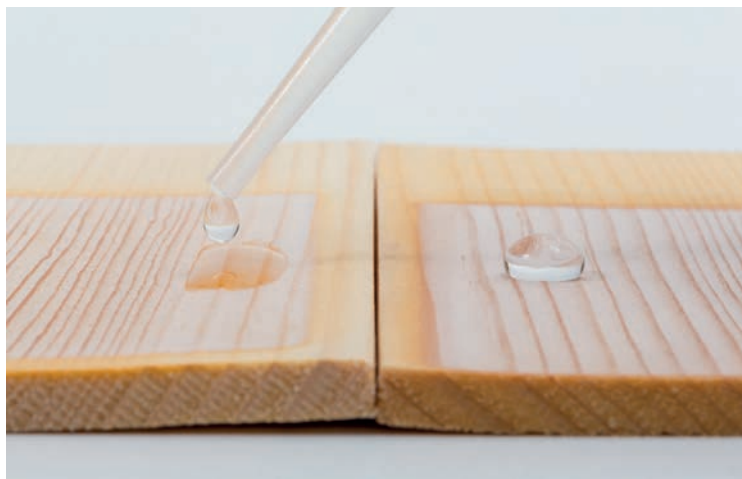
**NOVITÀ: SILRES® WH**

*Tuttavia, questo problema può essere risolto sostituendo una parte dei metilsilossani reticolanti trifunzionali con dimetilsilossani lineari, creando una resina siliconica alquanto più flessibile ed elastica, che aderisce bene anche su substrati soggetti a rigonfiamenti ed è quindi adatta anche per il legno. Grazie ad un'intensa attività di ricerca, l'azienda è riuscita a sintetizzare il silicone ottimale. Trattasi di una resina siliconica funzionale sviluppata appositamente per la formulazione dei protettivi per il legno. Poiché per la protezione del legno, come anche in tutti gli altri settori della conservazione degli edifici, sono in auge prodotti acquosi, questa resina siliconica è stata concepita come emulsione al 50% a base acquosa. Silres® WH, questo è il nome del prodotto, per l'applicazione diretta sul legno viene solitamente diluito con acqua in un rapporto da 1:4 a 1:9. Silres® WH può essere impiegato anche non diluito come additivo nelle velature a base acquosa in un dosaggio fino al 3%.*

from turning it gray. The pronounced beading of water-repellent agents acts as a visible sign of effective protection.

### WEATHERABILITY

Weatherability is the most important criterion by which the quality of water repellents for wood can be judged. Many impregnating agents, such as waxes, exhibit impressive water repellency prior to weathering. But things look a lot different after one or two years' open-air weathering or 1,000 to 2,000 hours' accelerated weathering in the laboratory. By then, organic waxes have been completely degraded, conventional silicone resins have become "chapped" and linear silicones, i.e. silicone fluids, have become extensively soiled. Not so with Silres® WH, which bestows long-lasting water repellency, as laboratory tests show. These consisted in immersing a spruce board for three minutes in an impregnating solution composed of one part Silres® WH and four parts water. The test sample and an untreated board were then artificially weathered in a QUV tester for 2,000 hours. As can be clearly seen in Figure 3, both boards turn gray due to degradation of the lignin. Unlike the untreated board, which sucks up the water like a sponge, the impregnated test sample is still highly water-repellent – the water rolls off the surface in beads.



**Fig. 3** The water repellency of Silres® WH is still intact, even after 2,000 hours of artificial weathering. The wooden board on the right, which has been impregnated with the silicone resin, is just as protected as before: the water forms beads that roll off. This is not the case with the untreated board (left): the water spreads on the surface and penetrates into the wood

*L'effetto idrorepellente di Silres® è intatto anche dopo 2000 ore di invecchiamento accelerato artificiale. A destra, la tavola di legno impregnata con resina siliconica è ancora dotata di tutta la protezione, l'acqua scivola via. Diversa invece la situazione della tavola non trattata: qui l'acqua si spande e penetra nel legno*

### MENO FUNGICIDI

*La funzione principale degli impregnanti è quella di proteggere il legno in particolare dalla decomposizione, dall'attacco di funghi e parassiti. Con la riduzione del contenuto di umidità nel legno è possibile diminuire il rischio di tali danni. In altre parole: mediante l'impiego, negli impregnanti, di componenti caratterizzati da idrorepellenza permanente, si riesce in parte a fare a meno dei biocidi ed in particolare dei fungicidi. Quanto sopra è interessante sia per i produttori che per i consumatori – non soltanto dal punto di vista ecologico e tossicologico, bensì anche dal lato economico. Inoltre, gli idrorepellenti contribuiscono in maniera notevole a preservare l'aspetto del legno, anche se per natura non proteggono dagli aloni grigi causati dalle radiazioni UV. A fronte del loro spiccato effetto goccia, gli idrorepellenti offrono comunque una evidente azione protettiva.*

### RESISTENZA AGLI AGENTI ATMOSFERICI

*Il criterio principale per valutare la qualità degli idrorepellenti per il legno è la loro resistenza agli agenti atmosferici. Prima dell'esposizione all'azione degli agenti atmosferici, molti impregnanti, come ad esempio le cere, producono una idrorepellenza davvero notevole. Dopo uno-due anni di esposizione all'aperto (l'equivalente di 1000 - 2000 ore di invecchiamento accelerato artificiale in laboratorio), la situazione cambia completamente: le cere organiche sono completamente decomposte, le resine siliconiche tradizionali sono screpolate ed i siliconi lineari, cioè gli oli siliconici, presentano un alto grado di sporczia. Diversamente invece agisce Silres® WH, che è idrorepellente in modo duraturo. Ciò è documentato anche da primi test di laboratorio. Si è proceduto nel seguente modo: una tavola di legno di abete rosso è stata immersa per tre minuti in una soluzione impregnante composta da una parte di Silres® WH e da quattro parti di acqua. Successivamente il campione di prova, unitamente ad una tavola non trattata, è stato sottoposto ad invecchiamento accelerato artificiale per 2000 ore in un cosiddetto tester QUV. Come si può notare chiaramente nella figura 3, entrambe le tavole si colorano di grigio a fronte della decomposizione della lignina. Contrariamente alla tavola non trattata, che assorbe l'acqua come una spugna, il campione di prova impregnato è ancora caratterizzato da una forte idrorepellenza: l'acqua scivola via dalla superficie.*

### ASSORBIMENTO PER CAPILLARITÀ

*Ai fini della determinazione dell'assorbimento per capillarità, il più usato è il cosiddetto "floating test". Conformemente alla norma ASTM D 5401-03, alcune tavole di legno impregnate, sottoposte per periodi di tempo diversi ad invecchiamento accelerato*

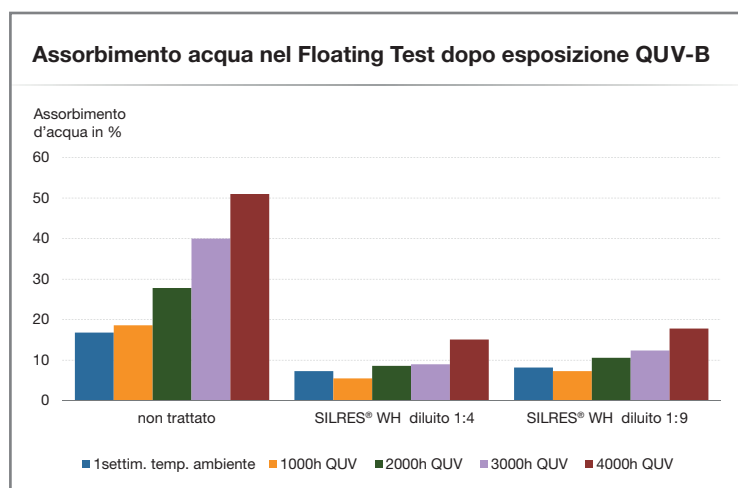
### CAPILLARY WATER ABSORPTION

Capillary water absorption is usually determined in the floating test. Adapted from ASTM D 5401-03, this consists in placing each side of an untreated sample and of impregnated wooden boards, which have been exposed to UV light for different lengths of time, in water for 15 minutes at a time and then weighing them. The weight gain indicates the amount of water absorbed by the substrate.

Again, this test demonstrates the durability of Silres® WH. Even after 4,000 hours of irradiation with UV-B light – the equivalent of several years' open-air exposure – the silicone resin emulsion still affords outstanding protection. For a 1:4 dilution, water absorption is at most 15 percent. 1:9 dilutions perform similarly. By way of comparison, the untreated wood samples that were artificially weathered for 4,000 hours had a water-absorption rate of 50 percent, or half their own weight.

### LONG-TERM TESTING

Opinions differ as to how artificial UV exposure in the lab correlates with open-air weathering. For this reason, Wacker performed various open-air tests at its Burghausen site in Upper Bavaria several years ago. The results speak for themselves. After seventeen years' open-air exposure, the boards that had been impregnated with silicone resin still induce the water to roll off in beads. The impregnation is therefore still wholly intact (Figs. 4 and 5). Figure 6 also



**Fig. 4** As the floating test shows, solar UV radiation promotes the absorption of water in untreated boards, which can cause irreparable damage. This can be largely prevented with Silres® WH. The silicone resin emulsion is so effective that even highly diluted solutions offer adequate protection *Come risulta evidente dal floating test, i raggi UV della luce solare favoriscono l'assorbimento d'acqua delle tavole non trattate, il che può causare danni irreparabili. Silres® WH consente di impedire ciò in gran parte. L'emulsione di resina siliconica è talmente efficace che anche soluzioni più diluite offrono una protezione sufficiente*

artificiale con luce UV, ed un campione non impregnato vengono immersi nell'acqua per 15 minuti uno alla volta su ogni lato e successivamente pesati. L'aumento di peso corrisponde all'assorbimento di acqua del substrato. Anche questo test dimostra la durabilità di Silres® WH. Pur dopo 4000 ore di radiazioni UV-B – il che corrisponde in pratica ad una pluriennale esposizione diretta all'aperto – l'emulsione di resina siliconica offre una protezione eccellente. Con una diluizione 1:4 l'assorbimento di acqua corrisponde al massimo al 15%. Con diluizioni 1:9 si ottengono risultati quasi uguali. A titolo di paragone: per i legni non impregnati che sono stati sottoposti ad invecchiamento accelerato artificiale per 4000 ore, la quantità d'acqua assorbita è stata pari al 50%, cioè alla metà del peso proprio.

### PROVA A LUNGO TERMINE

Esistono pareri diversi riguardo alla correlazione tra l'invecchiamento accelerato artificiale in laboratorio con esposizione ai raggi UV e l'esposizione agli agenti atmosferici a cielo aperto. A fronte di ciò, il gruppo chimico Wacker ha effettuato alcuni anni fa diverse prove in campo aperto nell'area aziendale del suo stabilimento a Burghausen, in Alta Baviera. Ed il risultato si è rivelato essere di tutto rispetto: sulle tavole impregnate con resina siliconica, anche dopo diciassette anni di esposizione agli agenti atmosferici all'aperto, l'acqua scivola via. La protezione impregnante è quindi ancora completamente intatta. (fig. 4 e 5). Anche nella fig. 6 si vede esplicitamente che la tavola impermeabilizzata presenta molte meno rotture di quella non trattata. I legni esposti alla luce solare senza protezione ingrigiscono. Neanche i siliconi idrorepellenti riescono ad impedire ciò. Esistono però delle soluzioni per prevenire questi aloni grigi: ad esempio mediante aggiunta di assorbitori UV oppure tramite l'impiego di pigmenti colorati che proteggono dalla luce UV. I test dimostrano che i legni con un rivestimento pigmentato che è stato modificato con Silres® WH sono protetti molto bene dagli effetti della luce solare diretta. In linea di massima, il legno trattato con Silres® WH è sovraverniciabile se il substrato è stato esposto per un po' di tempo agli agenti atmosferici prima della ripassata. Occorre comunque osservare quanto segue: in presenza di superfici lisce, soltanto una parte del silicone penetra nel legno. Il resto rimane sulla superficie. Specialmente con protettivi per il legno ad alta concentrazione, ciò può causare sia una minore adesione della pittura sia problemi di scorrevolezza. Per questo motivo Silres® WH non dovrebbe essere impiegato come primer.

### CONCLUSIONE

Poiché i siliconi da decenni ormai vengono impiegati con successo per la protezione e la manutenzione dei materiali da costruzione di origine minerale, oggi, con l'ausilio delle resine siliconiche idrorepellenti, è possibile proteggere

**Fig. 5 - Weathering test:** these boards were left outdoors for 17 years. The surface of the untreated board (left) is now so porous that water penetrates it immediately. On the board beside it, on the other hand, the water rolls off in beads. The boards treated with Silres® WH are still protected by the silicone resin's water repellency

*Test di esposizione agli agenti atmosferici: per 17 anni queste tavole sono state esposte all'azione degli agenti atmosferici. La superficie della tavola non trattata (a sinistra), nel frattempo, ha i pori talmente aperti che l'acqua vi penetra immediatamente. Nella tavola accanto invece, l'acqua scivola via dalla superficie. Le tavole trattate con Silres® WH sono ancora protette dall'azione idrorepellente della resina siliconica*



clearly shows that the treated board has far fewer cracks than its untreated counterpart.

Wood left exposed to sunlight without any protection turns gray. Not even water-repellent silicones can change that. But there are ways to prevent such graying, e.g. by adding UV absorbers or by using pigments that keep the UV light at bay. Tests show that wood treated with a pigmented coating which has been modified with Silres® WH enjoys very good protection against the consequences of direct sunlight. Wood treated with Silres® WH can, in principle, be painted if some weathering of the impregnated substrate is allowed



**Fig. 6 Passing the weathering test:** even after 17 years of outdoor weathering, wood treated with the silicone resin is still water repellent. This affords a way of reliably protecting wood against moisture and wet for many years

*Test di esposizione agli agenti atmosferici superato. Anche dopo 17 anni di esposizione all'aperto, l'effetto idrorepellente della resina siliconica è intatto. Questo metodo permette di proteggere il legno in maniera affidabile per tanti anni dall'umidità e dall'acqua*

*anche il legno come materiale da costruzione. Silres® WH è un'emulsione di resina siliconica. Le tavole di legno di abete rosso ivi raffigurate sono sufficientemente elastiche e flessibili per garantire un'adesione affidabile sul legno, proteggendolo per molti anni da umidità ed acqua. In questo*

first. However, one thing needs to be remembered: smooth wooden surfaces will absorb only some of the silicone – the rest remains on the surface.

As a result, and especially in the case of highly concentrated wood preservatives, paint adhesion may be restricted and leveling impaired. For this reason, Silres® WH should not be employed as a primer.

#### CONCLUSION

Silicones have proven hugely successful at protecting and restoring mineral building materials over the decades. Now, water-repellent silicone resins are able to preserve wood, too.

Silres® WH is a silicone resin emulsion that is flexible and elastic enough to reliably adhere to wood and thus

protect it against water and moisture for many years. As a result, wood outdoors does not need to be painted and renovated as often. Damage and expensive repairs can be avoided, too. Wood treated with Silres® WH remains dry for years and, as a result, is barely attacked by insects or fungi. Consequently, wood preservatives do not need to contain as many biocides or polluting additives.

Whether as a colorless water-repellent agent or as an additive for wood stains, Silres® WH confers long-lasting water repellency. This keeps the water content of the wood at a very low level, even after years of outdoor weathering. Finally, the brilliant beading generally associated with silicones is a visible sign for every user that they have done their best for the wood – a valuable natural material.

*modo il legno per esterni dovrà essere riverniciato e restaurato più raramente. Anche danni e costose riparazioni vengono meno. Il legno impregnato con Silres® WH rimane asciutto per anni e difficilmente subisce attacchi di funghi o parassiti. Ciò naturalmente consente anche di ridurre, nei prodotti di protezione del legno, l'impiego di biocidi ed altri additivi dannosi per l'ambiente. La resina offre una idrofobia duratura sia*

*come idrorepellente incolore sia come additivo nelle velature per il legno. Il tenore idrico del legno viene così mantenuto sempre ad un livello molto basso, anche dopo anni di esposizione agli agenti atmosferici esterni. Non da ultimo, consideriamo che il ben noto effetto goccia tipicamente brillante dei siliconi offre all'utente la certezza di aver fatto davvero il meglio per questa pregiata sostanza naturale che è il legno.*

#### about the author

**Dr. Rudolf Hager** has been in leading positions at Wacker for more than 25 years. In the early 90s, he started as a research chemist, technical service and corporate development manager for silicones, before he was appointed head of a newly established team dealing with organofunctional specialty silanes and hybrid polymers, a true innovation back in early 2000. Since 2013, Dr. Hager has been managing the Business Team Construction Chemicals within Wacker's silicones division where he is responsible for the regions Western and Eastern Europe, the Middle East, Asia, India and South America.

*Da oltre 25 anni il Dr. Rudolf Hager ricopre incarichi dirigenziali in Wacker. Nei primi anni Novanta egli iniziò in veste di ricercatore chimico nonché responsabile dell'assistenza tecnica e dello sviluppo aziendale nel settore dei siliconi prima di essere nominato capo di un nuovo team dedicato allo studio speciale dei silani organo-funzionali e polimeri ibridi, una vera innovazione dei primi anni 2000. Dal 2013 il Dr. Hager coordina il business team addetto ai prodotti chimici per l'edilizia nella divisione siliconi di Wacker dove è responsabile delle aree Europa Occidentale ed Orientale, Medio Oriente, Asia, India e Sudamerica.*