

## Development of coatings for external façades in the modern building industry

Roberta Pecchini - IMCD ITALIA SPA

Coatings for building external façades should have not only aesthetic and architectural properties, but also and above all they should protect the structure showing a long lasting durability. It is a not easy challenge as they are also exposed to various weather conditions (very different surface temperatures not only between the various seasons but also between day and night, sun and rain), to the different conditions of the microenvironment where they are applied (near vegetation or high traffic roads, exposure to the different cardinal points, geographic area and others) and they are coated on systems which are technically different (directly on plaster and skim coat or as a finishing coat for thermal insulation systems).

The architectural project should be supported by highly functional materials which combine the texture and colour design with technical performance, both in case of new constructions and of restructuring works. Furthermore, in this latter case, the products specificity should also guarantee the compatibility with the types of existing materials, so as the support and the techniques which were previously used are compatible to ascertain the durability of the outcome.

The Coatings & Construction IMCD laboratory has developed a high-build coating formulation for façades using vinyl acetate ethylene emulsions, which shows excellent performance and durability.

The vinyl acetate ethylene based emulsions (VAE) are usually used for water based paints for interior, and especially Vinnapas EP 3360 allows to formulate low VOC (< 1 g/l) matt water based, low odor paints, high hiding power (with possible improvement of the titanium content rate), and good wet abrasion resistance. In addition, Vinnapas EP 3360 show a high solid content (60%) giving an outstanding formulation freedom, and this grade is suitable not only for formulation for interior, but also for exterior,

## Sviluppo di rivestimenti per facciate nell'edilizia di ultima frontiera

*I rivestimenti delle facciate esterne degli edifici hanno funzioni non solo estetiche e decorative ma soprattutto di protezione della struttura e devono perciò essere durevoli. Sfida non facile dal momento che le stesse sono esposte alle diverse condizioni atmosferiche (temperature superficiali anche molto diverse non solo tra le varie stagioni ma anche tra il giorno e la notte, sole, pioggia), alle diverse condizioni del microambiente in cui si trovano (vicinanza di vegetazione o di strade ad elevato traffico, esposizione rispetto ai diversi punti cardinali, area geografica...), e sono applicati su sistemi molto diversi tecnicamente (direttamente su intonaco e rasatura, o come finitura di sistemi di isolamento termico a cappotto). Il progetto architettonico deve essere supportato da materiali altamente funzionali che combinano il design della texture e del colore alle prestazioni tecniche, sia in caso di nuove costruzioni sia nel caso di ristrutturazioni. In quest'ultimo caso, inoltre, la specificità dei prodotti deve anche garantire continuità con la tipologia di materiali esistenti, in modo che il supporto e le tecniche usate originariamente siano compatibili per garantire un risultato duraturo.*

*Il Laboratorio Coatings & Construction IMCD ha sviluppato una formulazione di rivestimento a spessore per facciate con emulsioni vinil acetato etilene, che ha ottime prestazioni ed eccezionale durabilità.*

*Le emulsioni a base di vinil acetato etilene (VAE) sono normalmente utilizzate per idropitture da interni, ed in particolare Vinnapas EP 3360 permette di formulare idropitture opache a basso VOC (< 1 g/l), basso odore, ottimo potere coprente (con possibilità di ottimizzazione del contenuto di titanio), buona resistenza all'abrasione umida.*

*Inoltre, Vinnapas EP 3360 ha un elevato contenuto di solido (60%) offrendo ampia libertà formulativa.*

thus allowing the highest efficiency in the stock and purchase handling, meeting the expectations of construction finishes manufacturers.

Coatings for façades for exterior should be classified according to the EN 15824 standard, defining the final performance requirements for plasters (interior and exterior) based on organic binders. The water is one of the main causes of degradation of the external finishes because it can be absorbed from the outside (condensation, rain) or it can come from the underlying masonry in the form of humidity, and it is therefore essential to check the behavior of the façades cladding with both liquid water and water vapour, measuring the absorption value of capillary water and the vapour permeability rate. The first parameter, W, is measured according to the test method of the EN 1062-3 standard and the second through the measurement of the water vapour transmission rate according to the EN ISO 7783 standard. Another essential property is the adhesion to the substrate and the durability, established according to the capillary absorption rate and also as a function of the accelerated aging tests (normally used, but not included in the EN 15824 standard). All this is followed by the assessment of the flexibility of the coating, in particular if applied as a finish on thermal insulation systems (ETICS), having to resist the impact of shocks accounting for many Joules.

### THE IMCD FORMULATION AND ITS PROPERTIES

The capillary water absorption is evaluated as a function of the chemical nature of the polymer used, of the particle size distribution and of the hydrophobic property of the capillary pores; the vapour permeability depends on both the polymer hydrophobicity and its glass transition temperature,  $T_g$ . Vinnapas EP 3360 is an ethylene vinyl acetate copolymer which has medium hydrophobicity and a fairly low glass transition temperature, equal to 10 °C.

The ideal outcome would be a coating both in class W3 of capillary water absorption and class V1 of permeability, showing maximum hydrophobicity and the highest resistance

*A tutto ciò si aggiunge che questo grado è adatto non solo per formulazioni da interni, ma anche per formulazioni da esterno, permettendo la massima efficienza nella gestione degli stock e degli acquisti, incontrando le aspettative dei produttori di finiture per l'edilizia.*

*I rivestimenti per esterni per facciate devono essere classificati secondo le EN 15824, che definisce i requisiti prestazionali finali per intonaci da esterno (ed interno) a base leganti organici.*

*L'acqua è una delle cause principali della degradazione delle finiture esterne, perché può essere assorbita dall'esterno (condense, pioggia) oppure può provenire dalla muratura sottostante sotto forma di umidità, ed è quindi fondamentale verificare il comportamento del rivestimento per facciata sia con l'acqua liquida che con il vapore acqueo, misurando il valore di assorbimento di acqua capillare e il valore di permeabilità al vapore. Il primo parametro, W, viene misurato secondo il metodo di prova della norma EN 1062-3, ed il secondo attraverso la misura della velocità di trasmissione del vapore acqueo secondo la norma EN ISO 7783. Altra caratteristica fondamentale è l'adesione al supporto e la durabilità,*

*determinata in funzione dei valori di assorbimento capillare e anche in funzione dei test d'invecchiamento accelerato (normalmente utilizzati, ma non inclusi nella norma EN 15824). A tutto ciò si aggiunge la valutazione della flessibilità del rivestimento, in particolare se applicato come finitura su sistemi di isolamento termico a cappotto (ETICS), dovendo resistere all'impatto di urti di molti Joule.*

### LA FORMULAZIONE IMCD E LE SUE PROPRIETÀ

*L'assorbimento di acqua capillare è in funzione della natura chimica del polimero utilizzato, della distribuzione granulometrica e dell'idrofobicità dei pori capillari del prodotto, e la permeabilità al vapore dipende sia dall'idrofobicità*

*del polimero che dalla sua temperatura di transizione vetrosa,  $T_g$ . Vinnapas EP 3360 è un copolimero vinil acetato etilene che ha media idrofobicità e temperatura di transizione vetrosa abbastanza bassa, pari a 10 °C.*

*L'ideale è che il rivestimento sia in classe W3 di assorbimento d'acqua capillare e classe V1 di permeabilità, mostrando massima idrofobicità e minima resistenza al*

W [kg/m <sup>2</sup> h <sup>0.5</sup> ]	EN 1062-3
> 0.5	W <sub>1</sub> (High) (alta)
0.1 – 0.5	W <sub>2</sub> (Medium) (media)
< 0.1	W <sub>3</sub> (Low) (bassa)

**Tab. 1 The standard establishes 3 classes of the capillary water absorption**

**La normativa definisce 3 classi di assorbimento di acqua capillari**

S <sub>d</sub> [m]	Water vapour transmission rate V [g/m <sup>2</sup> d] Permeabilità al vapore acqueo	ISO 7783-2
< 0.14	> 150	V <sub>1</sub> (High) (alta)
0.14 – 1.4	15 - 150	V <sub>2</sub> (Medium) (media)
> 1.4	< 15	V <sub>3</sub> (Low) (bassa)

**Tab. 2 Also the water vapour permeability is classified into 3 classes**

**Anche la permeabilità al vapor acqueo è classificata in 3 classi**

to the transmission of water vapour.  
The IMCD formulation based on Vinnapas EP 3360 gives excellent results, showing:

$W = 0,06 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5} \rightarrow$  Class  $W_3$

$S_d = 0,101 \text{ m} \rightarrow$  Class  $V_1$

The addition of hydrophobic silicone additive (Silres BS 1306) does not improve the above said properties, which are already highly performing, but it clearly improves the surface hydrophobicity of the coating and the so-called drop effect, as it can be seen from the contact angle parameters and photos listed below:

$W = 0,06 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5} \rightarrow$  Class  $W_3$

$S_d = 0,104 \text{ m} \rightarrow$  Class  $V_1$

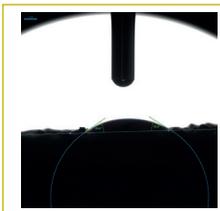
It is clear that the formulation of the coating has already been optimized using only the VAE polymer, guaranteeing high performance, but the addition of 1% silicone additive gives the additional benefit of an immediate visual effect of water repellency and greater cleanliness of the façade.

**ADHESION TO THE SUBSTRATE**

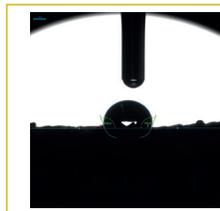
The adhesion to the substrate should be measured according to the EN 1542 standard and the minimum value required is 0.3 MPa. The IMCD formulation has an adhesion value of 0,92 MPa, with a cohesive failure in the thickness of the coating, as shown in the photo below, showing the high adhesive property of the VAE polymer.

**DURABILITY**

According to the EN 15824 Standard, it is necessary to carry out further durability tests only if the absorption of capillary water is high (class  $W_1$ ), but as it is often done in the laboratories of the IMCD group, the formulation developed, despite having a low capillary absorption ( $W_3$ ) has been tested with accelerated aging cycles in a QUV chamber, according to EN ISO 4892-3. These tests were carried out both with the A340 UV lamp, which simulates the



**Fig. 1 Contact angle of the Vinnapas EP 3360 based coating= 33,4**  
**Angolo di contatto rivestimento a base Vinnapas EP 3360 = 33,4°**



**Fig. 2 Contact angle of the Vinnapas EP 3360 and Silres BS1306 based coating= 109,6°**  
**Angolo di contatto rivestimento a base Vinnapas EP 3360 e Silres BS1306= 109,6°**

passaggio del vapor acqueo.  
La formulazione IMCD a base Vinnapas EP 3360 ha ottimi risultati avendo:

$W = 0,06 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5} \rightarrow$  Classe  $W_3$

$S_d = 0,101 \text{ m} \rightarrow$  Classe  $V_1$

L'aggiunta di additivo silconico idrofobizzante (Silres BS 1306) non migliora le proprietà sopra, già altamente performanti, ma migliora nettamente l'idrofobicità

superficiale del rivestimento ed il cosiddetto effetto goccia, come si vede dai parametri e dalle foto dell'angolo di contatto sotto riportate:



**Fig. 3 Cohesive failure of the coating based on Vinnapas EP 3360**  
**Rottura coesiva rivestimento a base di Vinnapas EP 3360**

$W = 0,06 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5} \rightarrow$  Classe  $W_3$

$S_d = 0,104 \text{ m} \rightarrow$  Classe  $V_1$

È evidente che la formulazione del rivestimento è già ottimizzata utilizzando solo il polimero VAE, garantendo elevate prestazioni, ma l'aggiunta di 1% dell'additivo silconico conferisce l'ulteriore beneficio di un immediato effetto visivo di idrorepellenza, e una maggiore pulizia della facciata.

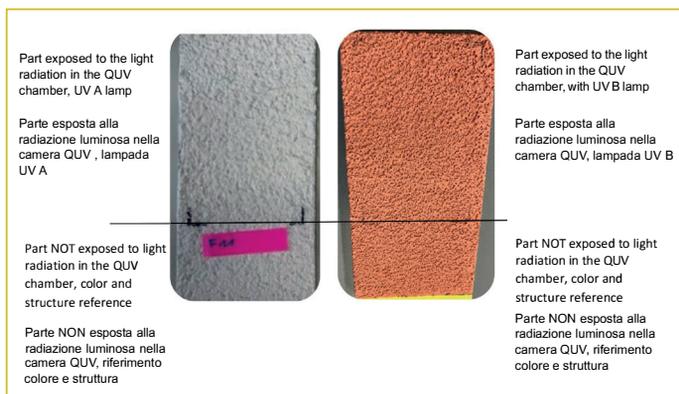
**ADESIONE A SUPPORTO**

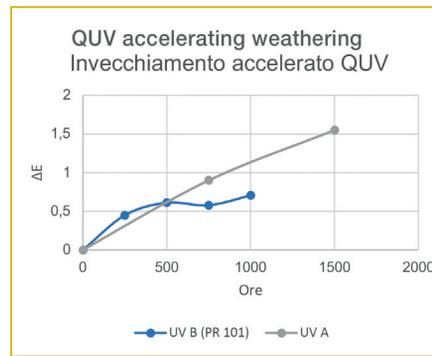
L'adesione al supporto deve essere misurata secondo la EN 1542, ed il valore minimo richiesto è pari a 0,3 MPa. La formulazione IMCD ha un valore di adesione pari a 0,92 Mpa, con una rottura di tipo coesivo nello spessore del rivestimento, come riportato nella foto sotto, a dimostrazione dell'elevata proprietà adesiva del polimero VAE.

**DURABILITÀ**

Secondo la Norma EN 15824, è necessario procedere ad ulteriori prove di durabilità solo nel caso in cui l'assorbimento di acqua capillare sia alto (classe  $W_1$ ), ma come è prassi presso i laboratori del gruppo IMCD, la formulazione sviluppata, nonostante abbia un basso assorbimento capillare ( $W_3$ ) è stata testata con cicli di invecchiamento accelerati in

camera QUV secondo la norma EN ISO 4892-3. Tali prove sono state condotte sia con lampada UV A 340, che simula





global solar radiation in the wavelength range between 300 and 340 nm, and with the B 313 UV lamp, which has a higher radiation aging peak at 313 nm, compared to the solar radiation, and therefore it represents an aging condition that is even more critical than in the daily routine.

The results are excellent, and after 1000 hours with a UV B lamp, the delta E is equal to 0,707, while after 1500 hours of testing with a UV A lamp the delta E is equal to 1,55, with no cracks, as it is observed from the graph and from the photos.

### FLEXIBILITY AND IMPACT STRENGTH

In case of application of the façades cladding as a decorative finish of a thermal insulation system (ETICS), in addition to the above mentioned tests, the impact resistance of 3 and 10 J is also required on the complete system, consisting of insulating panel, reinforced screed and finish. The IMCD formulation, based on Vinnapas EP 3360, shows high impact resistance, thanks to the flexibility of the polymer, which has a glass transition temperature of 10 °C. It is therefore possible to reach the category 1 of impact resistance, since the system, including the finish, does not show any type of degradation after carrying out the tests.

This test, which is not compulsory for the purposes of CE marking of the coating alone, guarantees further durability, in addition to the aging tests.



### CONCLUSIONS

The IMCD Laboratory in Milan has developed the formulation of a decorative architectural coating based on vinyl acetate ethylene, Vinnapas EP 3360, an emulsion which is typically used for interior products with sustainable solutions at VOC < 1g/l. The technical characterization shows the high quality of this modern coating, achieving performances which are not common to VAE-based products for exterior.

Briefly, the IMCD solution shows low capillary absorption  $W_3$ ; high vapor permeability  $V_1$ ; excellent adhesion to the substrate; excellent resistance to aging ( $\Delta = 0,707$  after 1000 hours with a UV B lamp and  $\Delta E = 1,55$  after 1500 hours with a UV A lamp) excellent impact resistance, category 1, in thermal insulation systems.

la radiazione solare globale nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 300 e 340 nm, che con lampada UV B 313, che ha un picco di potenza radiante a 313 nm più elevato rispetto alla radiazione solare, e rappresenta quindi una condizione di invecchiamento ancor più critica del reale. I risultati sono eccellenti, infatti dopo 1000 ore con lampada UV B il delta E è pari a 0,707, mentre dopo 1500 ore di test con lampada UV A il delta E è pari a 1,55, senza presenza di crepe, come evidente dal grafico e dalle foto.

### FLESSIBILITÀ E RESISTENZA AGLI URTI

In caso di applicazione del rivestimento per facciata come finitura decorativa di un sistema di isolamento termico (ETICS), oltre alle prove già citate è anche richiesta la resistenza all'impatto di 3 e 10 J sul sistema completo, composto dal pannello isolante, rasatura armata e finitura. La formulazione IMCD, a base di Vinnapas EP 3360 ha elevata resistenza all'impatto, grazie alla flessibilità del polimero, che ha temperatura di transizione vetrosa pari a 10 °C. Si riesce pertanto a raggiungere la categoria I di resistenza all'impatto, poiché il sistema, comprensivo di finitura non mostra alcun tipo di deterioramento dopo le prove Tale prova, non obbligatoria ai fini della marcatura CE del solo rivestimento, garantisce ulteriore durabilità, oltre le prove di invecchiamento.

### CONCLUSIONI

Il Laboratorio IMCD di Milano ha sviluppato la formulazione di rivestimento decorativo architettonico a base di vinil acetato etilene, Vinnapas EP 3360, emulsione tipicamente utilizzata per prodotti da interni con soluzioni sostenibili a VOC < 1g/l. La caratterizzazione tecnica mostra le elevate qualità del rivestimento di ultima frontiera, raggiungendo prestazioni non comuni a prodotti per esterni a base di VAE.

In sintesi, la soluzione di IMCD mostra:  
 - Basso assorbimento capillare  $W_3$   
 - Elevata permeabilità al vapore  $V_1$   
 - Ottima adesione al supporto - Eccellente resistenza all'invecchiamento ( $\Delta = 0,707$  dopo 1000 ore con lampada UV B e  $\Delta E = 1,55$  dopo 1500 ore con lampada UV A)  
 - Ottima resistenza all'impatto, categoria I, in sistemi di isolamento termico a cappotto.