



Congresso Internacional de Pintura e
Revestimentos Anticorrosivos



Avanços da Tecnologia de Tintas em Pó na Proteção Anticorrosiva

Claudio Rodrigues Martins
Jefferson Rafael Braatz



DESTAQUES

- Estrutura tecnológica atual WEG TINTAS.
- Aspectos da tecnologia de tintas em pó.
- Por que utilizar tintas em pó em estruturas metálicas?
- Planos de pintura com os melhores desempenhos: ensaios diversos.
- Planos de reparo e manutenção com tintas líquidas.

Estrutura tecnológica atual WEG Tintas

- 65 profissionais engenheiros/mestres/doutores no desenvolvimento de tintas líquidas, tintas em pó, resinas, vernizes eletroisolantes e P&D;
- 7 laboratórios de pesquisa e desenvolvimento em três países onde possuímos fábricas;
- Parcerias com diversos institutos de pesquisa e universidades.

Estrutura tecnológica atual WEG Tintas

Ensaio de corrosão acelerada:

Resistência a SO_2 (Kesternich)

Corrosão Cíclica (ISO 20340)

Umidade 100% saturada

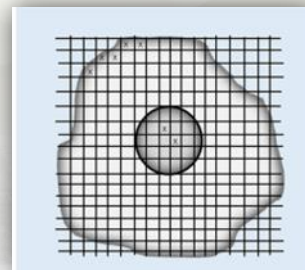
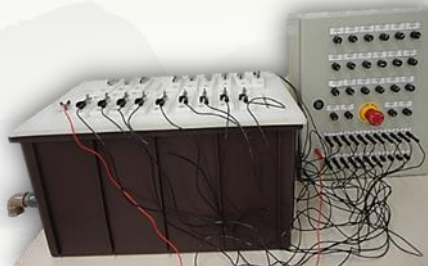
Salt Spray Cupro-Acético

Salt Spray Neutro

Salt Spray Acético

Descolamento Catódico

Impedância Eletroquímica



Estrutura tecnológica atual WEG Tintas

Ensaio mecânicos, aparência e de resistência:

Imersões em produtos químicos

Machu Test

Célula Atlas

Aderência por tração ←

Wave-scan Orange Pell Meter

Abrasão Taber

Brilho 20°/60°/85°



Estrutura tecnológica atual WEG Tintas

Ensaio de intemperismo acelerado:

Intemperismo Artificial UV-A e UV-B

Intemperismo Natural Marítimo

Xênon



Estrutura tecnológica atual WEG Tintas

Análises instrumentais:

HPLC - High-Pressure Liquid Chromatography

DSC - Differential Scanning Calorimetry

DMA - Dynamic Mechanical Analyser

TGA - Thermogravimetric Analysis

FTIR - Fourier Transform Infrared

Reômetro



Estrutura tecnológica atual WEG Tintas

Análises instrumentais:

UV/VIS/NIR - Ultraviolet / Visible / Near Infrared

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

FRX – Fluorescência de Raios X

DLS - Dynamic Light Scattering

Cromatografia Gasosa

Análise de Plasma

Microscopia



Aspectos da tecnologia de tintas em pó

- Tinta isenta de solvente e aplicada na forma de pó.
- Não agride o meio ambiente.
- Fornecida nas condições de aplicação, dispensando a pré-preparação.
- Aplicada em qualquer condição de temperatura e umidade ambiente.



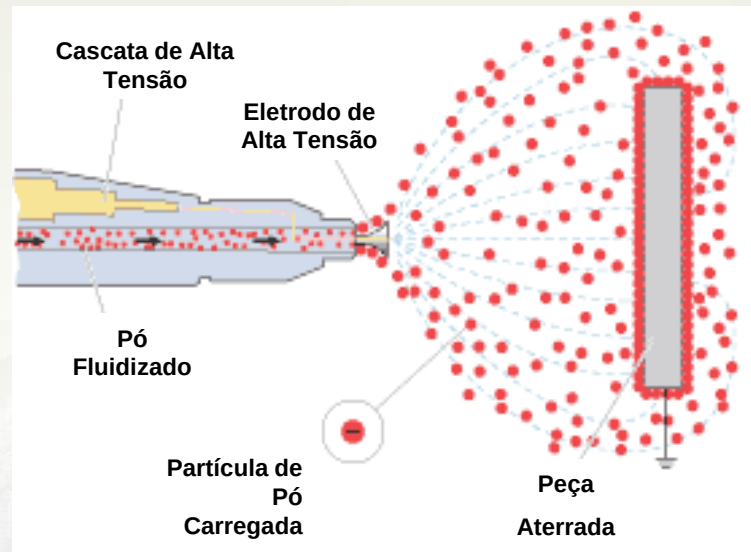
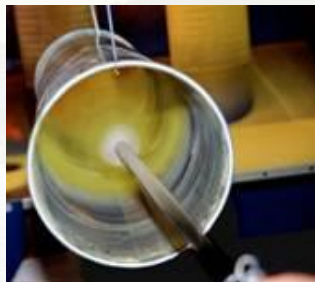
Aspectos da tecnologia de tintas em pó

- Aplicação sobre diversos tipos de substratos condutivos resistentes à temperatura.
- Fácil aplicação do meio eletrostático possibilitando repintura imediata antes da cura.



Aspectos da tecnologia de tintas em pó

Produto aplicado com auxílio de uma pistola eletrostática diretamente sobre a superfície metálica a ser recoberta.



Por que utilizar tintas em pó em estrut. metálicas?

- **Economia:** todo “over spray” pode ser recuperado e portanto toda tinta consumida.
- **Produtividade:** após cura e resfriamento, as peças pintadas podem ser prontamente manuseadas, embaladas e transportadas.
- **Proteção:** alta flexibilidade, adesão e abrasão.
- **Sinergia:** excelente aderência e compatibilidade com tintas líquidas (reparo e/ou manutenção).



Por que utilizar tintas em pó em estrut. metálicas?



- **Economia**
- **Produtividade**
- **Proteção**
- **Sinergia**

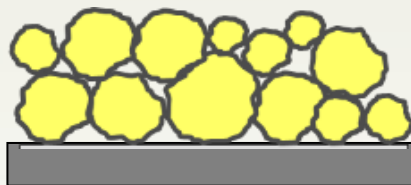
- **Corrimãos**
- **Cercas**
- **Suportes e equipamentos de menor porte**
- **Componentes estruturais e decorativos de fachada**



Aspectos da tecnologia de tintas em pó

CURA: FUSÃO → POLIMERIZAÇÃO

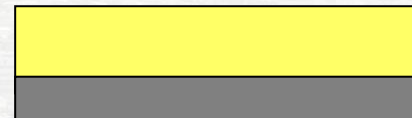
Deposição eletrostática
das partículas



As partículas se fundem a 80 - 120 °C
Fase “líquida”, umectação de substrato,
adesão química e mecânica



A película se nivela conforme a superfície do substrato
e polimeriza **10 a 20 minutos / 140 a 200 °C**



Aspectos da tecnologia de tintas em pó: estufas

SISTEMA ESTACIONÁRIO

- GÁS (Natural ou GLP)
- ÓLEO TÉRMICO
- RESISTÊNCIA ELÉTRICA



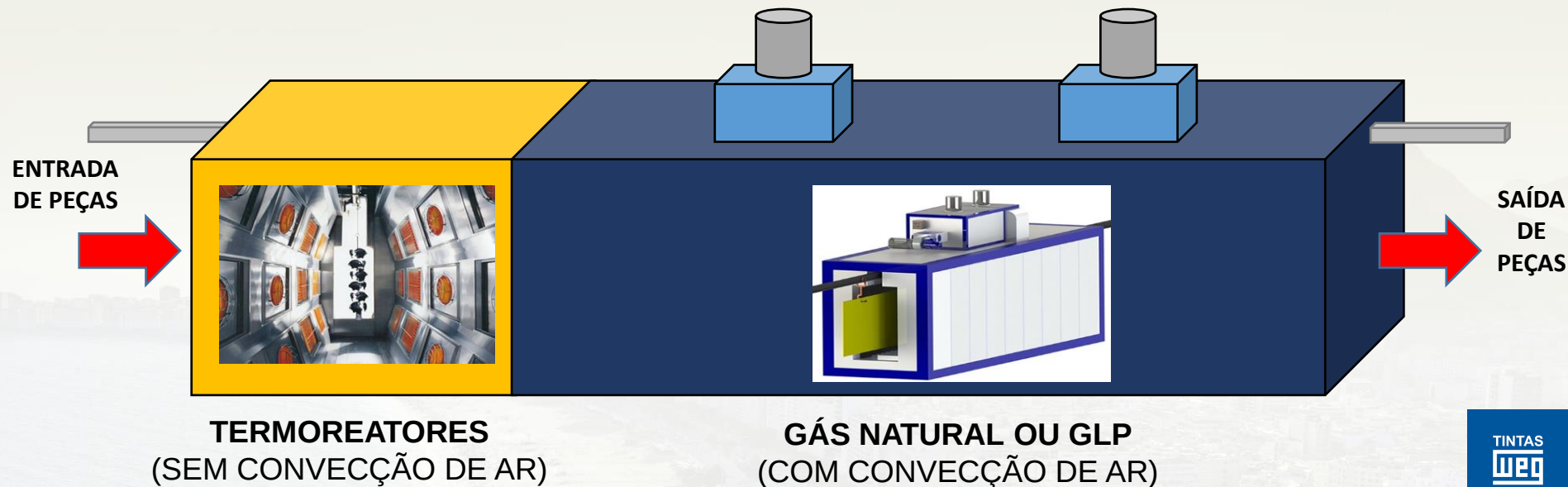
SISTEMA CONTÍNUO



LÂMPADAS IR ou
TERMOREADORES

Aspectos da tecnologia de tintas em pó: estufas

ESTUFA CONJUGADA / HÍBRIDA: MAIOR VELOCIDADE DE LINHA, CURA DE PEÇAS MAIS ESPESSAS



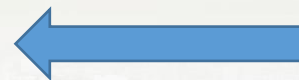
Aspectos da tecnologia de tintas em pó: resinas

Epóxi:



Híbrido: poliéster + epóxi

Proporções: 50/50 60/40 70/30



Aspectos da tecnologia de tintas em pó: resinas

Poliéster industrial: ~500 horas de UV-A

Poliéster durável: ~1000 a 1500 horas de UV-A

***Poliéster superdurável:** ~3000 a 5000 horas de UV-A



UV Resistance



UV Resistance



UV Resistance



Norma SSPC GUIDE 25 – POWDER COATING

Exposure Environment per ISO 12944	Generic System	Design Life/Durability ¹			DFT	Aesthetic Durability Rating (1 to 5 with 5 being highest) ²	Corrosion Resistance Rating (1 to 5 with 5 being highest) ³
		Less than 5 year s	5-15 years	>15 years			
ISO C4 Industrial and coastal environment, chemical processing plants	E/P	•	•		2-3 mils	3	3
	E/PSD	•	•		2-3 mils	4	3
	E/F	•	•		4-6 mils	5	3
	ZRE/P	•	•	•	4-6 mils	3	4
	ZRE/PSD	•	•	•	5-8 mils	4	4
	ZRE/F	•	•	•	5-8 mils	5	4
ISO C5I Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere	ZRE/P	•	•	•	5-8 mils	3	4
	ZRE/PSD	•	•	•	5-8 mils	4	4
	ZRE/F	•	•	•	5-8 mils	5	4
ISO C5M Marine, offshore, estuaries, coastal areas with high salinity	ZRE/E/P	•	•	•	6-10 mils	3	5
	ZRE/E/P SD	•	•	•	6-10 mils	4	5
	ZRE/E/F	•	•	•	6-10 mils	5	5

152 a 254 µm

¹ Durability (gloss and color retention) can be significantly improved by topcoating.

² Aesthetic durability is a measure of gloss and color retention.

³ Corrosion resistance is a measure of the anticorrosive performance.

E = Epoxy
EP = Epoxy Primer
ZRE = Zinc-Rich Epoxy
H = Hybrid
P = Polyester standard durable
PSD = Polyester super durable
F = Fluoropolymer

Testes para cada plano:

- 3 painéis para 2200h Salt Spray Neutro (ASTM B 117)
- 3 painéis para 25 ciclos corrosão cíclica (ISO 12944-9)
- 1 painel para aderência pull-off, antes e depois da CC (ISO 12944-9)
- 1 painel para Scab Test (ISO 11474)
- 3 painéis para impedância eletroquímica (em andamento)

Norma ISO-12944-9 CX

- Ensaio de tração antes de depois do ensaio de corrosão cíclica: 0% falha de adesão entre o substrato e a primeira camada de tinta, valor mínimo de 5 Mpa.

- Corrosão Cíclica 25 ciclos (4200 horas)

1 ciclo = 7 dias = 168 hs

72 horas UV-A 4x4 (ISO 16474)

72 horas Salt Spray Neutro (ISO 9227)

24 horas em temperatura $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

$M \leq 8,0$ mm for coating systems for high impact areas, these include:

- floors, lay-down area;
- helideck, escape routes;
- splash zone – tidal zone;
- other areas which are to be agreed between the interested parties.

$M \leq 3,0$ mm for coating systems for all other CX applications.

Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
UV/condensation — ISO 16474-3			Neutral salt spray — ISO 9227			Low-temp. exposure at $(-20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$
						
						
						
						
						

ISO 11474:1998

Corrosion of metals and alloys — Corrosion tests in artificial atmosphere — Accelerated outdoor test by intermittent spraying of a salt solution (Scab test)

Teste acelerado de corrosão com aspersão intermitente de solução salina (Scab Test)

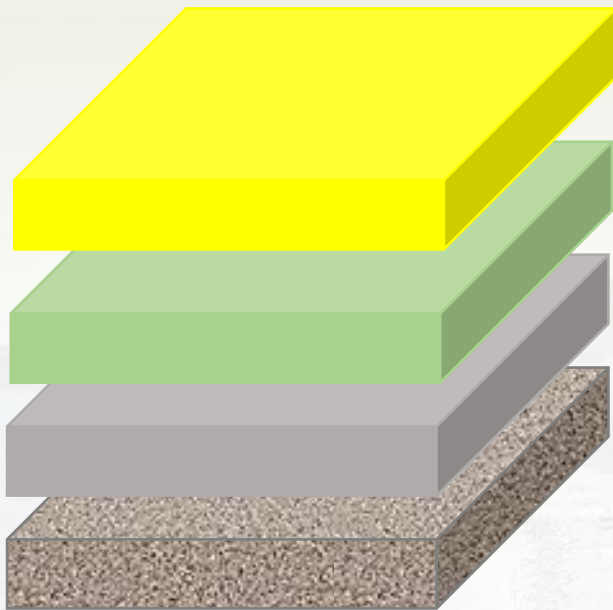
- Solução de NaCl, 30 g/L em água destilada ou deionizada, pH de 6,00 a 7,00.
- Painéis: posicionados a 45°, no campo de testes do CENPES.
- Procedimento: aspersão de solução padrão de sais, duas vezes por semana.
- Duração: 4200 horas (~ 6 meses)
- Avaliado avanço da corrosão e teste de pull-off antes e depois do período.

Planos de pintura com os melhores desempenhos

Plano em tripla camada: proteção catódica + barreira
Camada total = 280 - 340 μm



+



Acabamento: poliéster superdurável alta camada (80 - 100 μm)

Primer: epóxi anticorrosivo alta camada (120 - 140 μm)

Primer: epóxi rico em zinco (80 - 100 μm)

Substrato: aço carbono jateado padrão Sa 3

Planos de pintura em tripla camada:

Salt Spray 2200 horas (ASTM B 117)

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0
Corrosão ao redor do corte: 1,2 mm
Delam. ao redor do corte: 1,2 mm



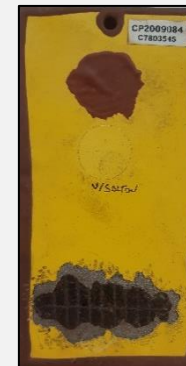
Corrosão Cíclica - 25 Ciclos (ISO 20340)

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0
Pull-off antes: 20,68 MPa - A/B
Pull-off depois: 20,68 MPa - A/B
Corrosão ao redor do corte: 5,0 mm



Scab Test – 4200 horas (ISO 11474)

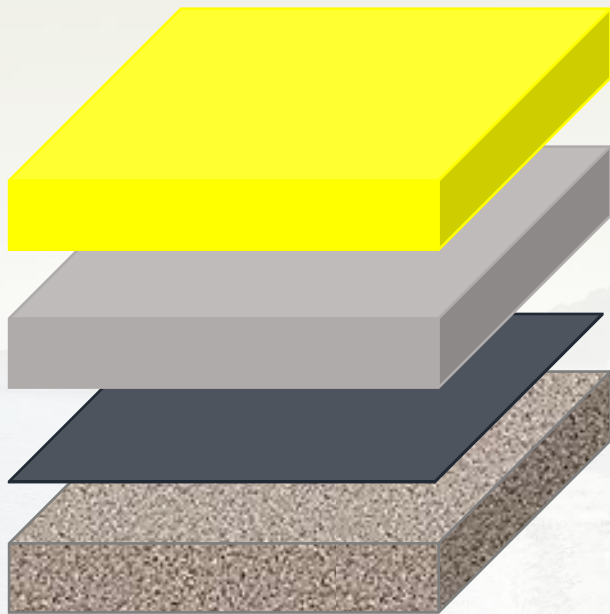
Pull-off antes: 17,72 MPa - D
Depois: 24,84 MPa - D/Y
Corrosão ao redor do corte: 6,9 mm



Planos de pintura com os melhores desempenhos

Plano em dupla camada 1: proteção catódica

Camada total = 240 - 280 μm



Acabamento: poliéster superdurável alta camada (160-180 μm)

Primer: epóxi rico em em zinco (80-100 μm)

Tratamento químico: fosfato tricatiônico

Substrato: aço carbono jateado padrão Sa 3

Planos de pintura em dupla camada 1:

Salt Spray 2200 horas
(ASTM B 117)

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0
Corrosão ao redor do corte: 1,8 mm
Delam. ao redor do corte: 1,8 mm



Corrosão Cíclica - 25 Ciclos
(ISO 20340)

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0
Pull-off antes: 20,68 MPa - A/B
Pull-off depois: 20,68 MPa - A/B
Corrosão ao redor do corte: 2,8 mm



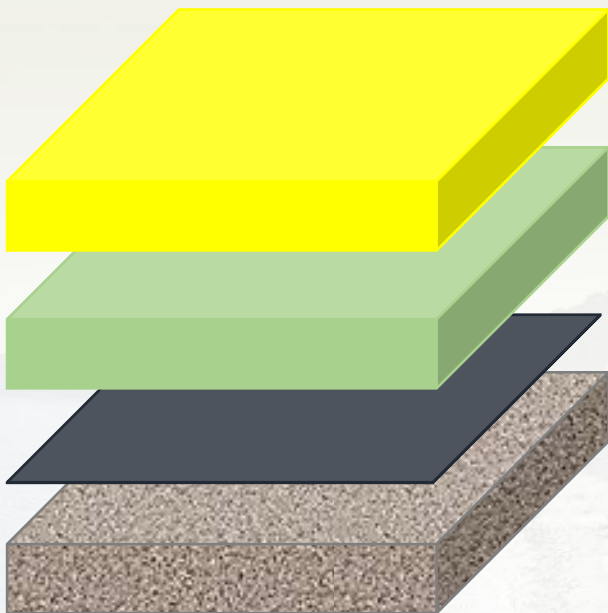
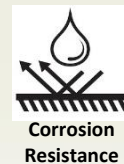
Scab Test – 4200 horas
(ISO 11474)

Pull-off antes: 15,27 MPa – 60%C 40% A/B
Depois: 16,92 MPa – A/B
Corrosão ao redor do corte: 4,1 mm



Planos de pintura com os melhores desempenhos

Plano em dupla camada 2: proteção por barreira
Camada total = 310 - 350 μm



Acabamento: poliéster superdurável alta camada (160-180 μm)

Primer: epóxi anticorrosivo alta camada (150-170 μm)

Tratamento químico: fosfato tricatiônico

Substrato: aço carbono jateado padrão Sa 3

Planos de pintura em dupla camada 2:

**Salt Spray 2200 horas
(ASTM B 117)**

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0
Corrosão ao redor do corte: 1,6 mm
Delam. ao redor do corte: 1,6 mm



**Corrosão Cíclica - 25 Ciclos
(ISO 20340)**

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0
Pull-off antes: 20,68 MPa - A/B
Pull-off depois: 20,68 MPa - A/B
Corrosão ao redor do corte: 3,0 mm



**Scab Test – 4200 horas
(ISO 11474)**

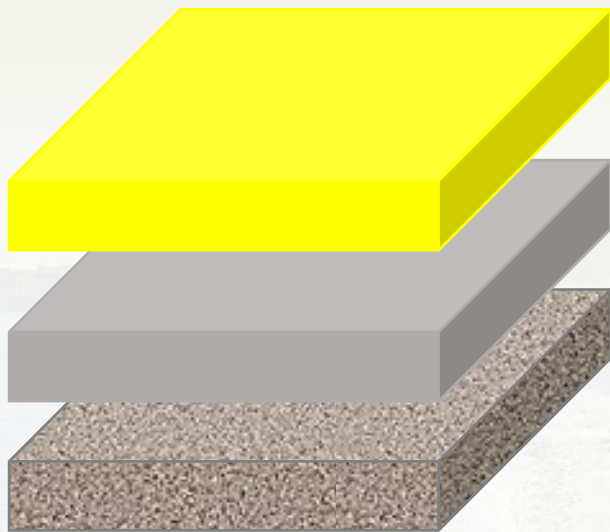
Pull-off antes: 12,04 MPa - C
Pull-off depois: 25,94 MPa – A/B
Corrosão ao redor do corte: 5,7 mm



Planos de pintura com os melhores desempenhos

Plano em dupla camada 3: proteção catódica

Camada total = 240 - 300 μm



Acabamento: poliéster superdurável **anticorrosivo** em alta camada (160-200 μm)

Primer: epóxi rico em zinco (80-100 μm)

Substrato: aço carbono jateado padrão Sa 3

Planos de pintura em dupla camada 3:

Salt Spray
(ASTM B 117)
2200 horas

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0
Corrosão ao redor do corte: 1,3 mm
Delam. ao redor do corte: 1,3 mm



Corrosão Cíclica
(ISO 20340)
25 Ciclos

Empolamento (ISO 4628-2): S0
Grau de Corrosão (ISO 4628-3): RI 0

Corrosão ao redor do corte: 3,9 mm



Aderência por tração
Pull-Off Corrosão Cíclica
(ISO 4624)

Antes: 20,68,20 Mpa
Falha 25% Y/Z 55% C/Y 20% B/C
Depois: 12,54 MPa
Falha 40% B/C 60% C/Y



Conclusões

- Os planos de pintura a pó apresentados atendem a norma ISO 12944-9.

$M \leq 8,0$ mm for coating systems for high impact areas, these include:

- floors, lay-down area;
- helideck, escape routes;
- splash zone – tidal zone;

- O Scab-Test (ISO 11474) foi mais agressivo que o ensaio de Corrosão Cíclica (ISO 20340) nos três planos iniciais de pintura testados.

Planos de reparo e manutenção

Planos com Proteção Catódica

Limpeza / Pré tratamento: manual ou mecânica (escova rotativa), padrão min. St 3 (ISO 8501-1)

Aplicação: trincha ou rolo

Primer: primer epóxi rico em zinco, Lackpoxi N 1277, camada 60-70 µm.

Intermediário: primer epóxi, Lackpoxi N 2288 ou Wegpoxi Wet Surface 89 PW, camada 120-140 µm.

Acabamento (se poliéster durável): poliuretano acrílico Wegthane HBA 502, camada 60-70 µm.

Acabamento (se poliéster superdurável): poliuretano acrílico Wegthane N 2677, camada 60-70 µm.



Planos com Proteção por Barreira

Limpeza / Pré tratamento: manual ou mecânica (escova rotativa), padrão min. St 3 (ISO 8501-1)

Aplicação: trincha ou rolo

Primer: primer epóxi, Lackpoxi N 2288 ou Wegpoxi Wet Surface 89 PW, camada 120-140 µm.

Intermediário: primer epóxi, Lackpoxi N 2288 ou Wegpoxi Wet Surface 89 PW, camada 120-140 µm.

Acabamento (se poliéster durável): poliuretano acrílico Wegthane HBA 502, camada 60-70 µm.

Acabamento (se poliéster superdurável): poliuretano acrílico Wegthane N 2677, camada 60-70 µm.



DÚVIDAS?



OBRIGADO!

Contato: Claudio Rodrigues Martins

E-mail: claudiom@weg.net

Telefone: +55 (47) 3276-5522

Contato: Jefferson Rafael Braatz

E-mail: jeffersonb@weg.net

Telefone: +55 (47) 3276-5640