



CENTRO ITALIANO SMALTI PORCELLANATI

Convegno Annuale C.I.S.P. - Centro Italiano Smalto Porcellanato

Università di Trento
21 ottobre 2022

DURABILITA' DI PANNELLI DI ACCIAIO RIVESTITI CON SMALTO PORCELLANATO

Stefano Rossi

Dipartimento di Ingegneria Industriale
Laboratorio di Rivestimenti e Anticorrosione Industriale
University of Trento, Trento, Italy
stefano.rossi@unitn.it





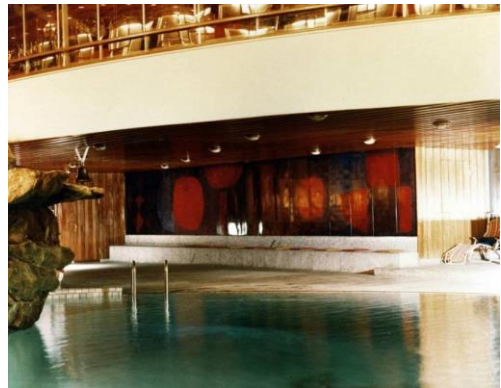
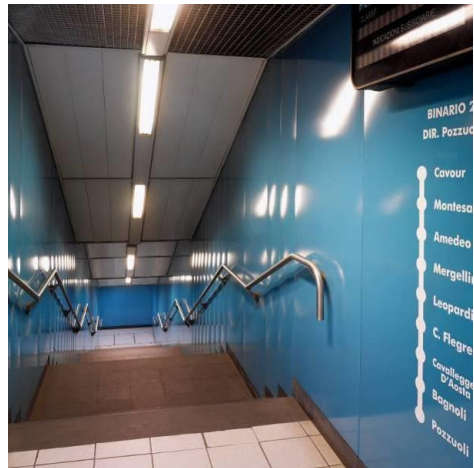
BUTLER TECH BIOSCIENCE CENTER

LOCATION: West Chester, OH
ARCHITECT: McGill Smith Punshon
METAL PANEL MANUFACTURER: ALPOLIC® Materials
SHERWIN-WILLIAMS PRODUCTS: Valfion®



***I rivestimenti e le
superfici
nell'architettura***







***Come valutiamo le
performance per poter fare un
confronto con i concorrenti?***

Campioni: smaltati da CISP



CENTRO ITALIANO SMALTI PORCELLANATI



Blu:
RAL 5005
270 - 330 μm

Bianco:
RAL 9016
200 - 250 μm

Rosso:
RAL 3004
400 - 480 μm

Riferimento: **acciaio verniciato (poliestere rosso Siena con due strati: primer (5 μm) + layer 2 (20 μm)), per confronto con lo standard usato nel settore architettonico e delle infrastrutture per i trasporti**

Per esposizione UV, resistenza a graffiti, inquinamento e attacco da prodotti cementizi:
alluminio verniciato poliestere 70-80 μm denominazione STD
sia standard che con additivi anti UV denominazione SD

Test di caratterizzazione

TEST	NORMATIVE *	DURATA
Nebbia salina	ASTM B117, UNI EN ISO 4628-8	1500 h
Camera umidostatica	ISO 6270	720 h
Esposizione UV-B	ASTM G154, ISO 2813ISO, 11664-4	1000 h
Adesione, pull-off	ISO 16276-1	
Adesione ad umido		
Impatto diretto	UNI EN ISO 6272-1: 2013 (vernici), ASTM B916-01(2021) (smalti)	
Attacco chimico prodotti cementizi	EN 12206-1	
Abrasione: Taber	ASTM D4060	5000 cicli
Abrasione: PEI	EN ISO 10545-7	5000 cicli
Resistenza ai graffi	ASTM D6578	
Inquinamento atmosferico	ASTM D7897 – 18	

*Ispirato alle normative per rivestimenti organici utilizzati in edilizia e per esterni

Nebbia salina

- NaCl 5%, T = 35 °C, spruzzo continuo per 60 giorni
- Valutazione della formazione di **blister** e di **delaminazione**



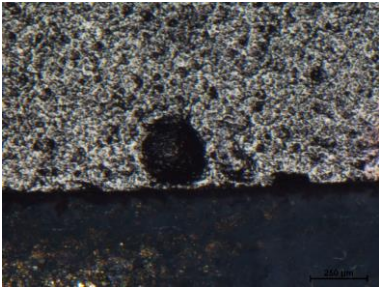
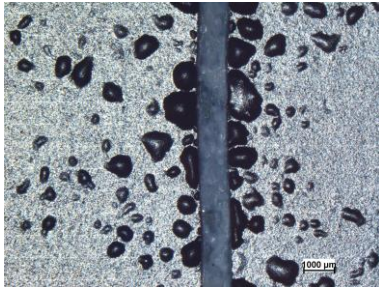
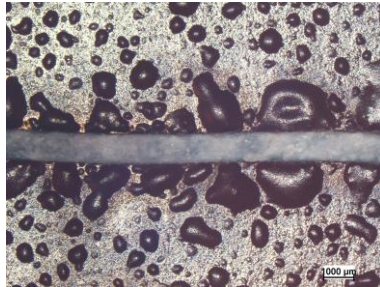
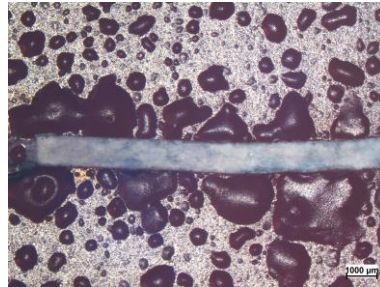
Nessun difetto sui campioni smaltati dopo prova in nebbia salina



Nebbia salina

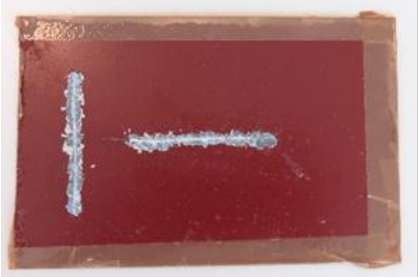


Riferimento verniciato dopo
prova in nebbia salina

96 h	240 h	720 h	1250 h	1500 h
				

Dopo la prova in nebbia salina, il **riferimento verniciato** presenta molti **blister** su tutta la superficie

Nebbia salina: adesione

CAMPIONE	SMALTO ROSSO	SMALTO BLU	SMALTO BIANCO	RIFERIMENTO VERNICIATO
DOPO DELAMINAZIONE				
DELAMINAZIONE	--	--	--	d = 3.5 mm (grado 5, UNI EN ISO 4628-8)

- **No delaminazione** per i campioni smaltati
- **Severa delaminazione** (grado 5) per il campione verniciato



Camera umidostatica

ISO 6270: 100% umidità e 40°C per 720 ore

CAMPIONE	SMALTO ROSSO	SMALTO BLU	SMALTO BIANCO	RIFERIMENTO VERNICIATO
Prima del test				
Dopo 720 h a 40°C e umidità 100%				

Nessun difetto a seguito del test di resistenza all'umidità



Esposizione a radiazione solare UV-B



Importanza della **resistenza a radiazione solare** per manufatti pensati all'ambiente esterno

- Raggi **UVB-313** per 1000 ore, a 50 °C e irradiazione di 0.68 W/m²
- Misure di gloss e di colore
- I campioni devono mantenere almeno il 50% di gloss (normativa ISO 2813)
- ΔE colore deve essere accettabile (normativa ISO 1166-4)



Esposizione a radiazione solare UV-B



PRIMA

DOPO



PRIMA

DOPO



PRIMA

DOPO

Nessuna differenza visiva di colore per i campioni smaltati prima e dopo esposizione UV-B



Esposizione a radiazione solare UV-B

Riferimento bianco



PRIMA

DOPO

Riferimento Red STD



PRIMA

DOPO

Riferimento Red SD



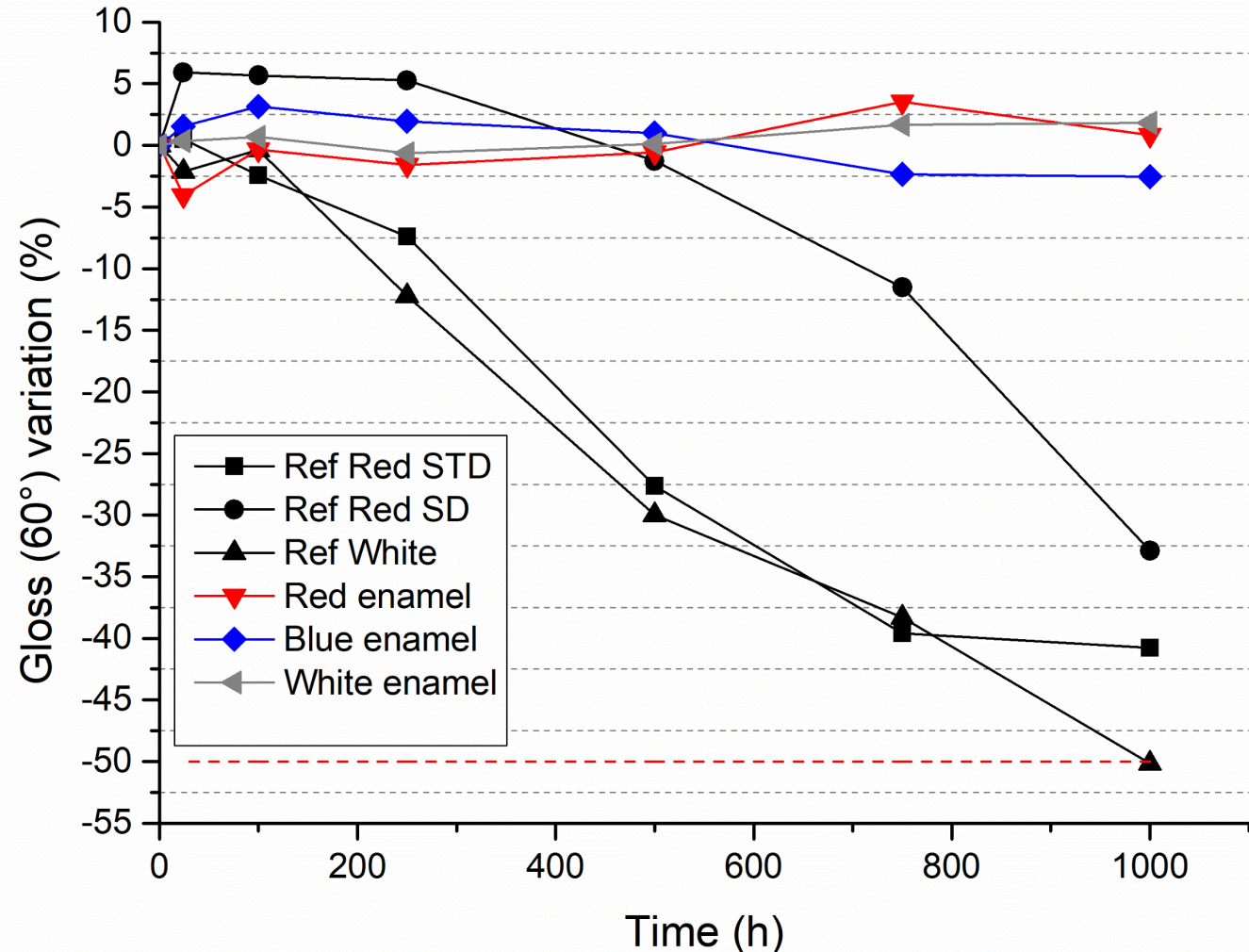
PRIMA

DOPO

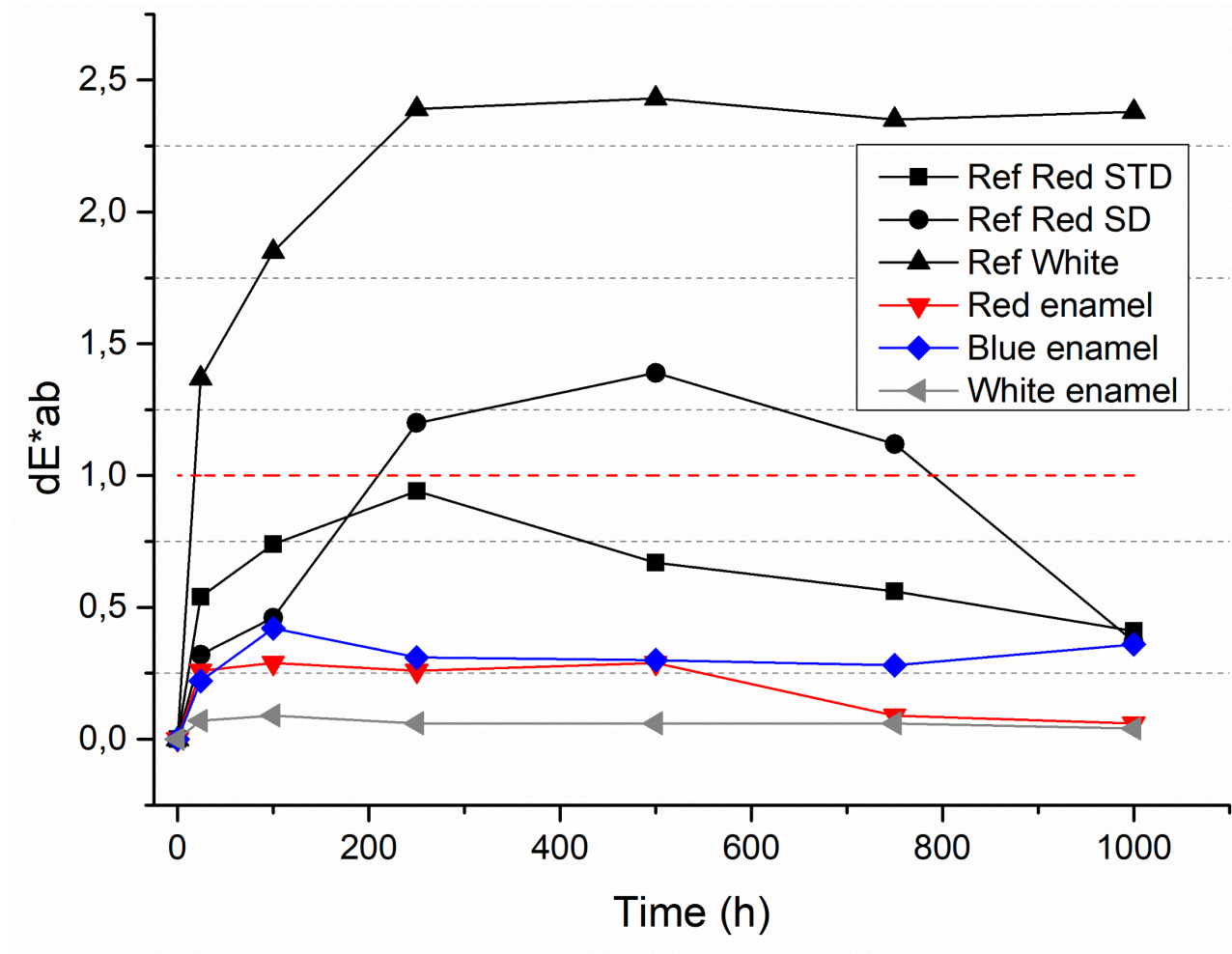
I **campioni verniciati** hanno mostrato un'**apprezzabile differenza** di colore dopo esposizione a UV-B

Esposizione a radiazione solare UV-B

- I campioni devono mantenere **almeno il 50% di gloss** (ISO 2813)
- Nessuna variazione di gloss per gli smalti, significativa riduzione per i riferimenti verniciati

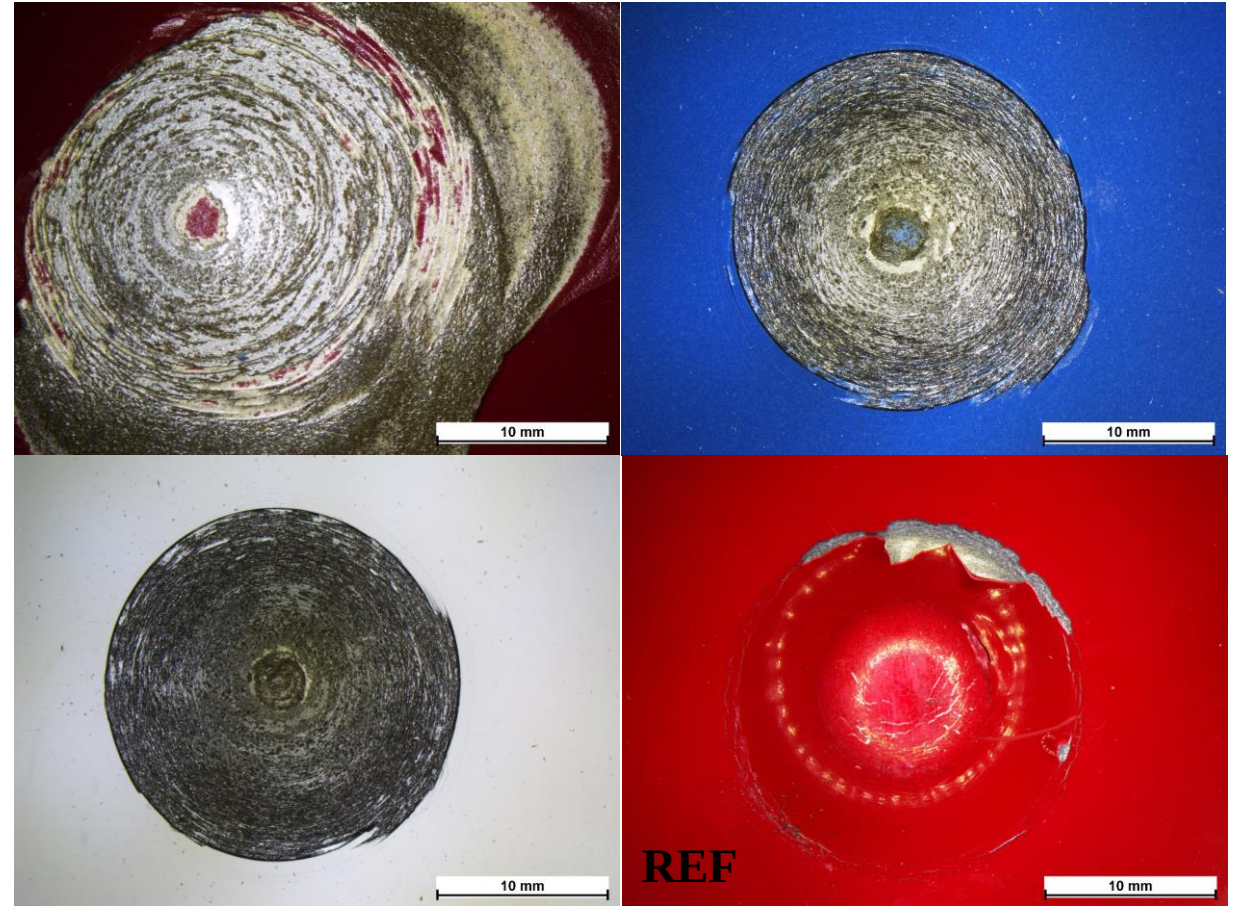


Esposizione a radiazione solare UV-B



Prova di adesione: impatto diretto

- UNI EN ISO 6272-1: 2013 (vernici) e **ASTM B916-01(2021)** (smalti)
- Condizionamento a $23\text{ °C} \pm 2$ con umidità di $50\% \pm 5$ per 16 ore
- Impattatore con diametro di 15.9 mm
- **1 kg** lasciato cadere da un'altezza di 82 cm:
9.03 J (ASTM B916-01)



Campioni smaltati (1-3) e riferimento verniciato (4)
dopo il test di impatto diretto

Prova di pull-off

- **ISO 16276-1** per valutare l'**adesione** tra substrato e rivestimento
- Dolly incollato sul campione → applicazione di una forza perpendicolare e misura del **valore di adesione**
- Misura dello **spessore residuo**

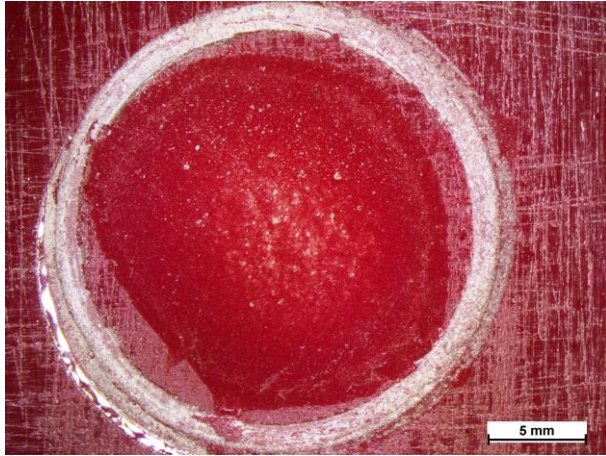


Applicazione del dolly sul campione

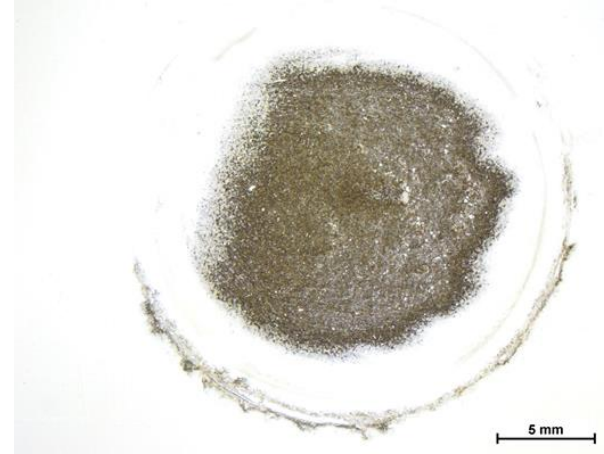


Campione dopo test di pull-off

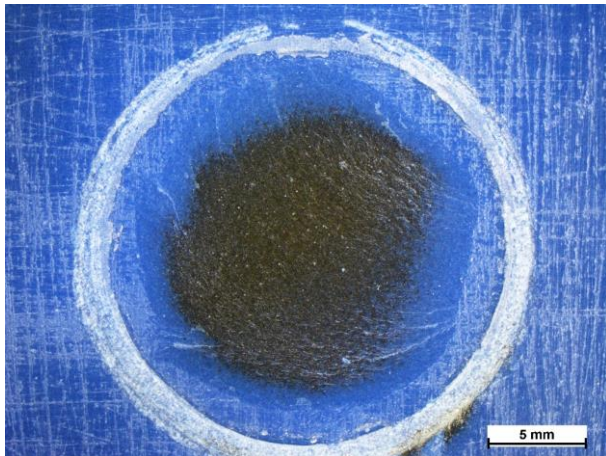
Prova di pull-off



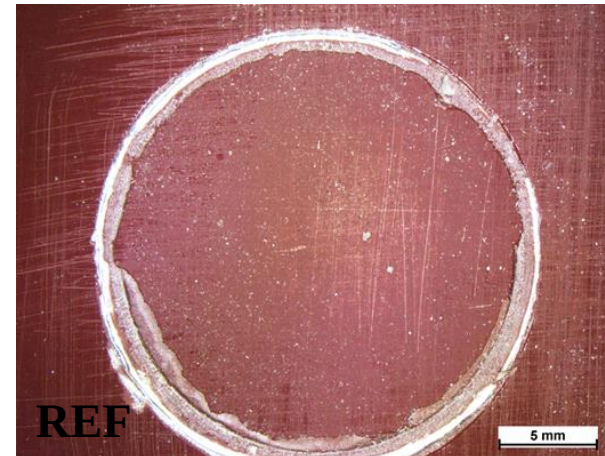
Valore di adesione:
 2.18 ± 0.46 MPa



Valore di adesione:
 3.37 ± 0.51 MPa



Valore di adesione:
 2.79 ± 0.80 MPa



Valore di adesione:
 3.68 ± 1.69 MPa

Adesione ad umido

- Immersione del campione per due ore in **acqua a 100 °C**.
- Applicazione nastro adesivo e rimozione a 45°, per valutare il **distacco del rivestimento dal substrato**.



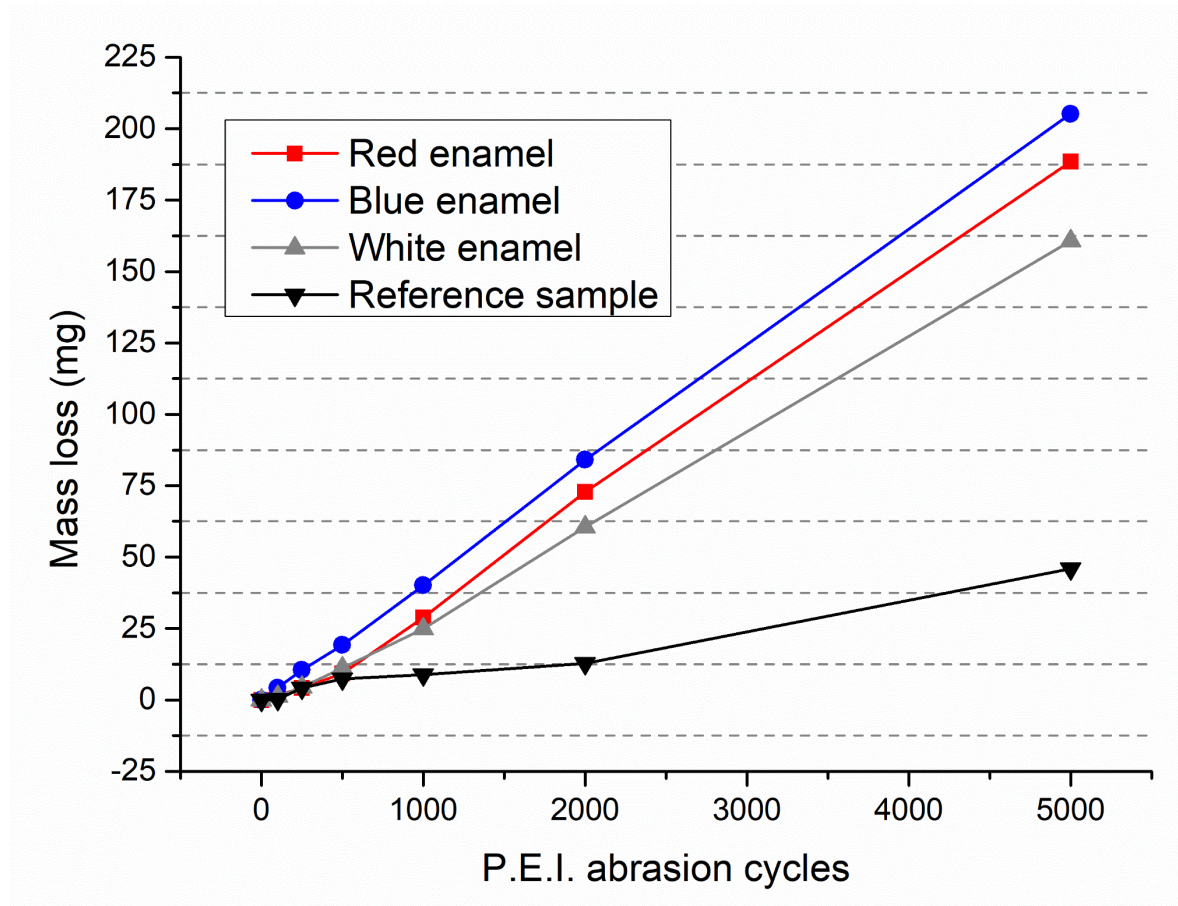
No distacco tra smalto e substrato



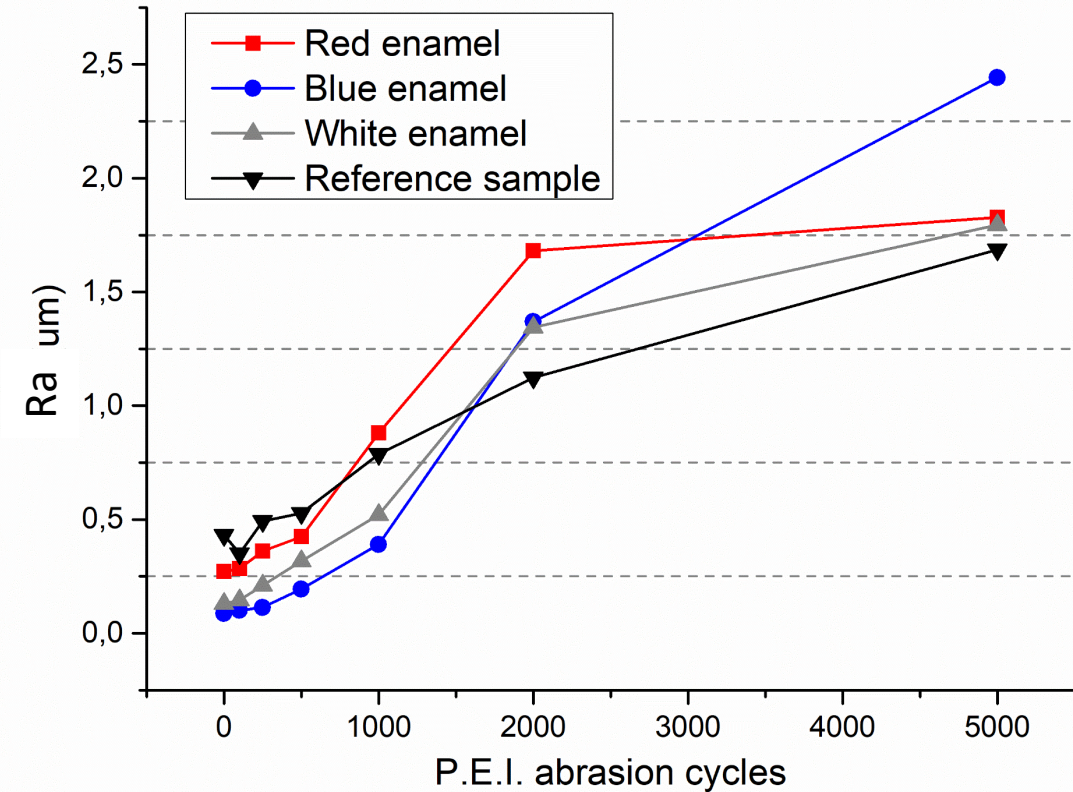
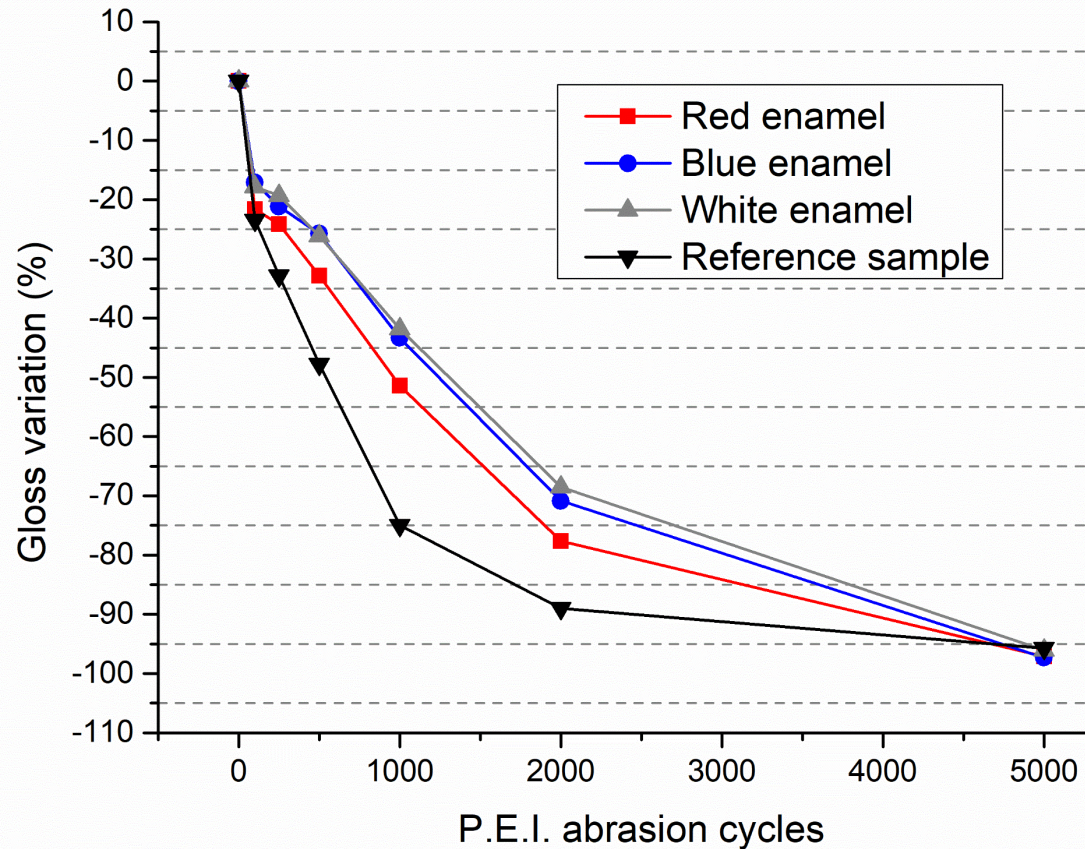
No distacco tra
vernice e substrato

Test di abrasione PEI

- Azione abrasiva di **sfere in acciaio** con **allumina** e acqua, 5000 cicli
- Analisi di **perdita in peso**, variazione di gloss (60°) e rugosità



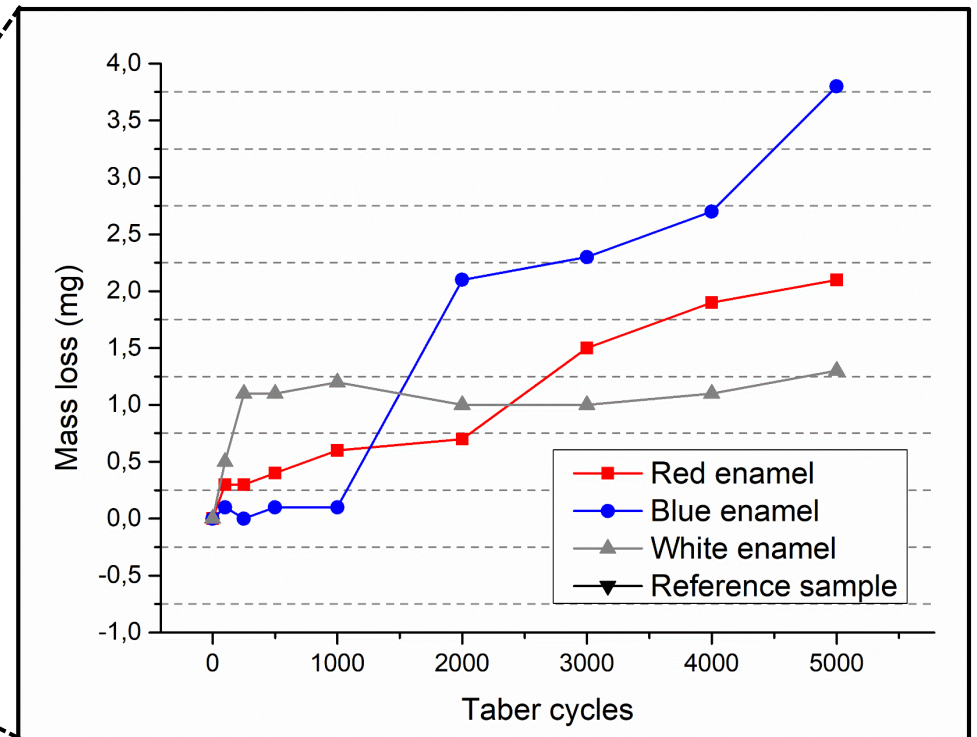
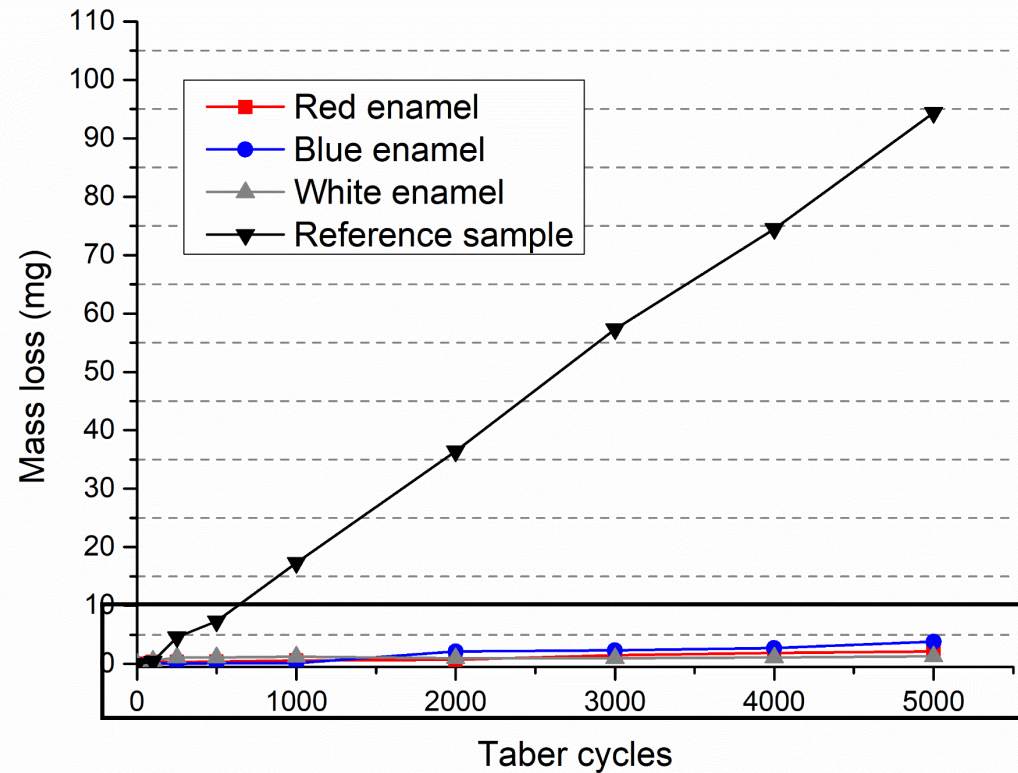
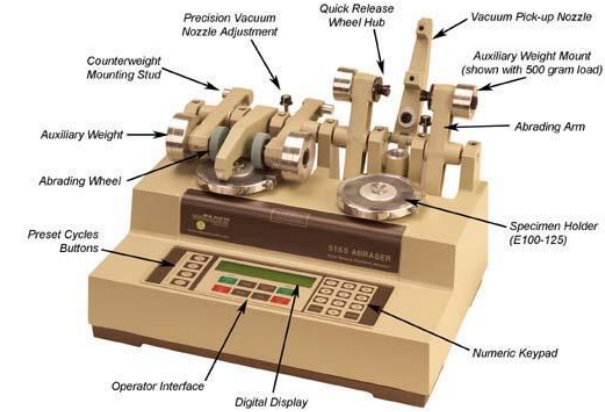
Test di abrasione PEI



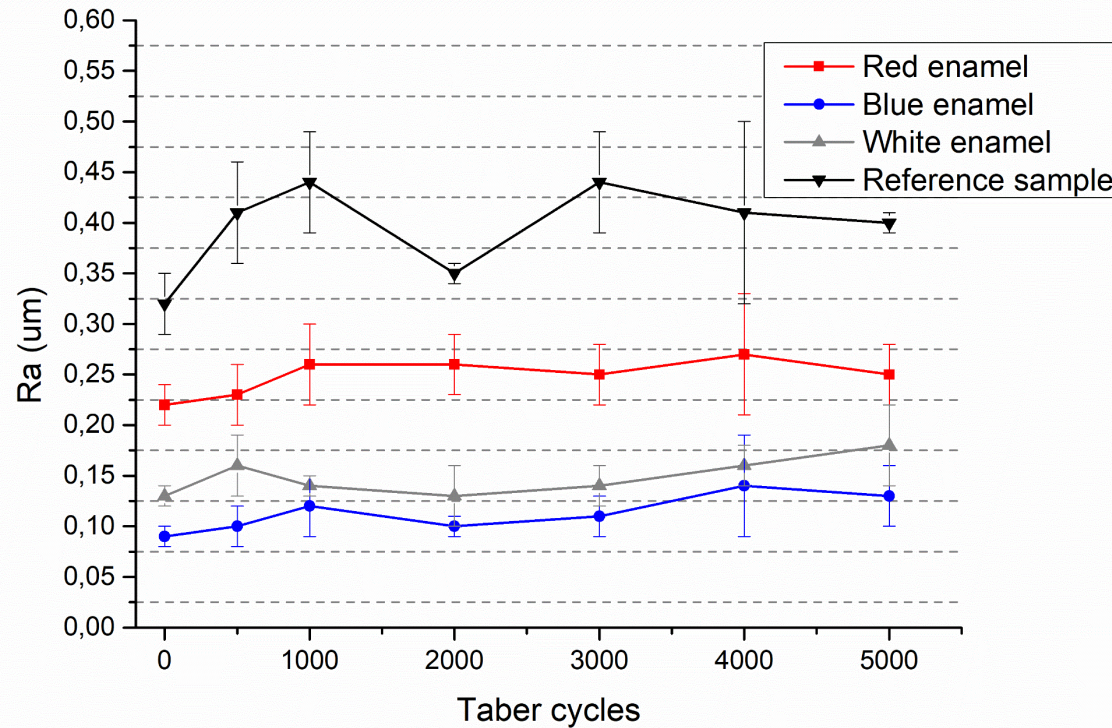
Aumento di rugosità simile per campione verniciato e smalti

Test di abrasione Taber

- **ASTM D4060**, mole **CS17**, 5000 cicli, carico: 250 g
- Analisi di perdita in peso e rugosità



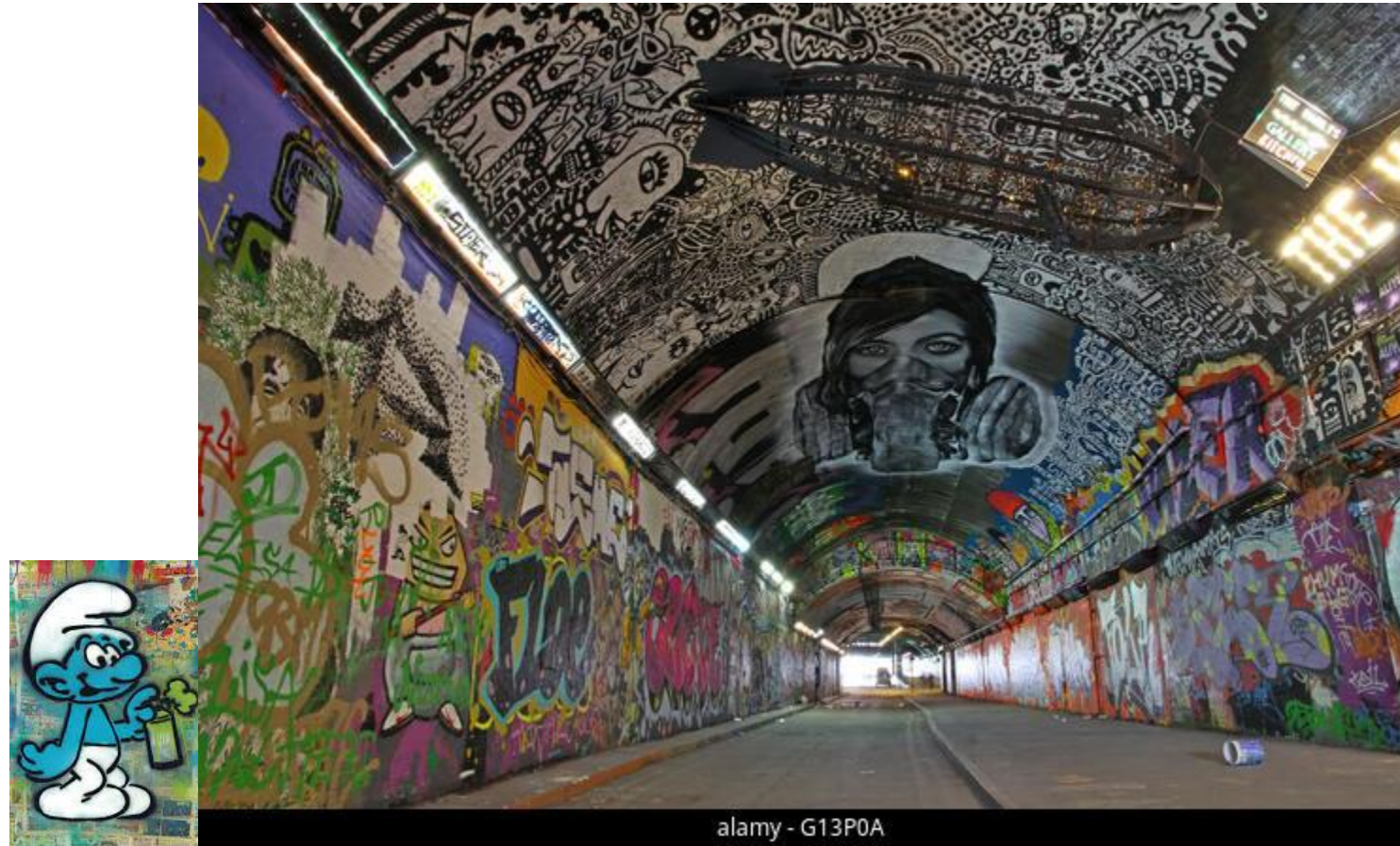
Test di abrasione Taber



Nessun aumento significativo di rugosità



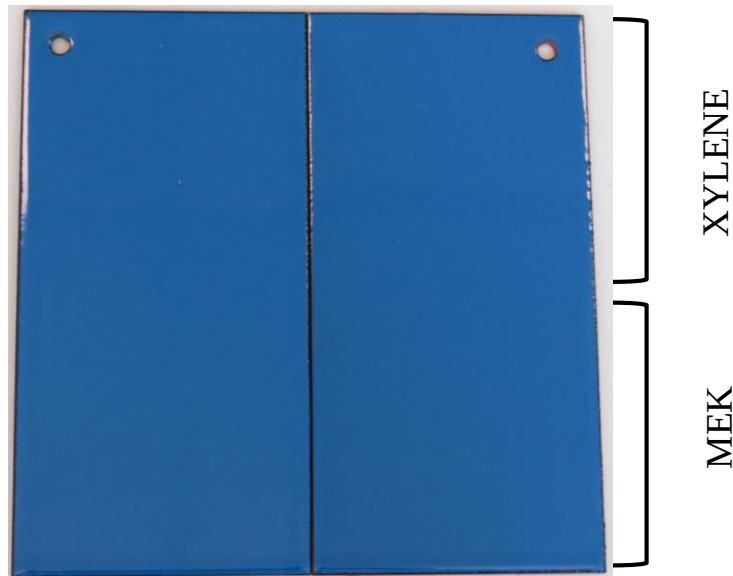
Resistenza ai graffiti



Importanza della resistenza agli atti vandalici (**graffiti** e spray) nel settore architettonico e delle infrastrutture per i trasporti

Resistenza ai graffi

- Applicazione dei graffiti per 24 h e rimozione con MEK/xilene
- Osservazioni qualitative + misure di colore e gloss



PRIMA

DOPO

XYLENE

MEK



PRIMA

DOPO

XYLENE

MEK



PRIMA

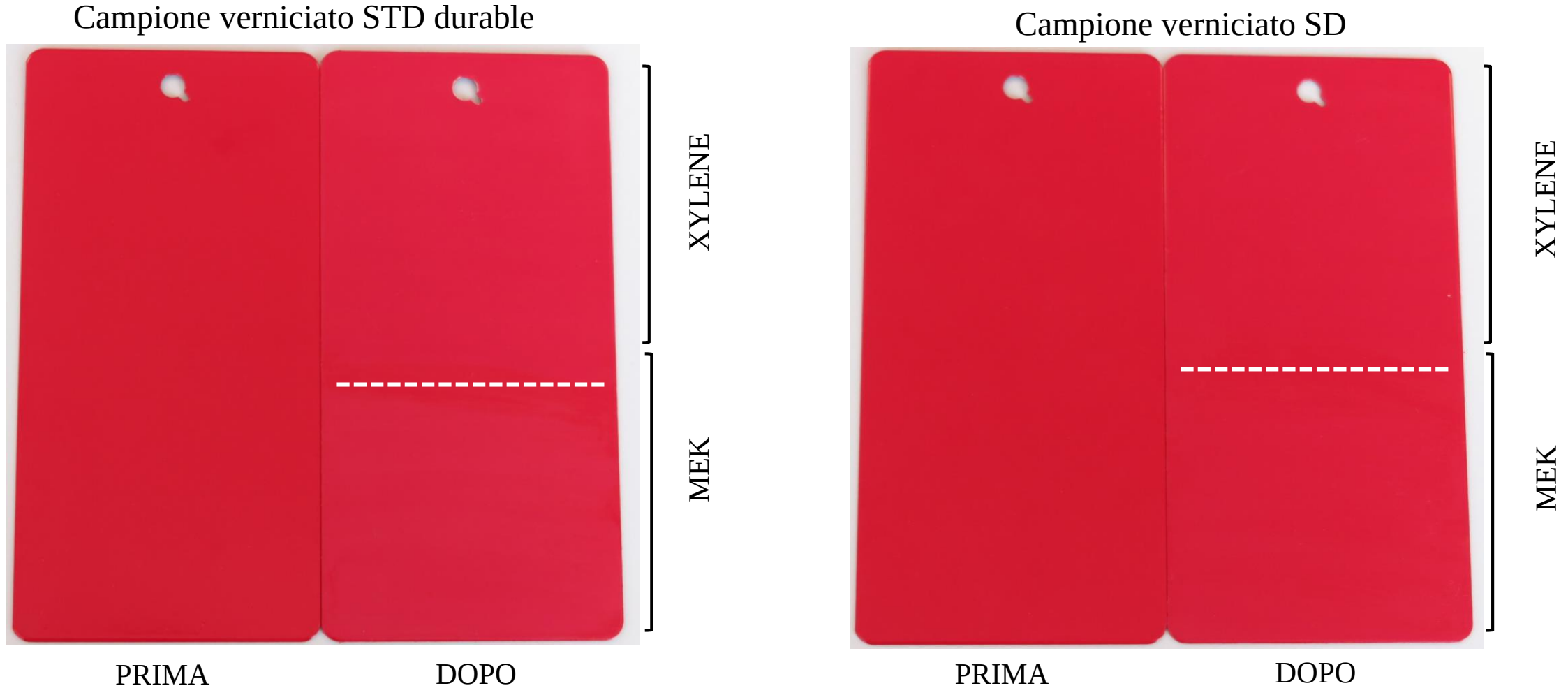
DOPO

XYLENE

MEK

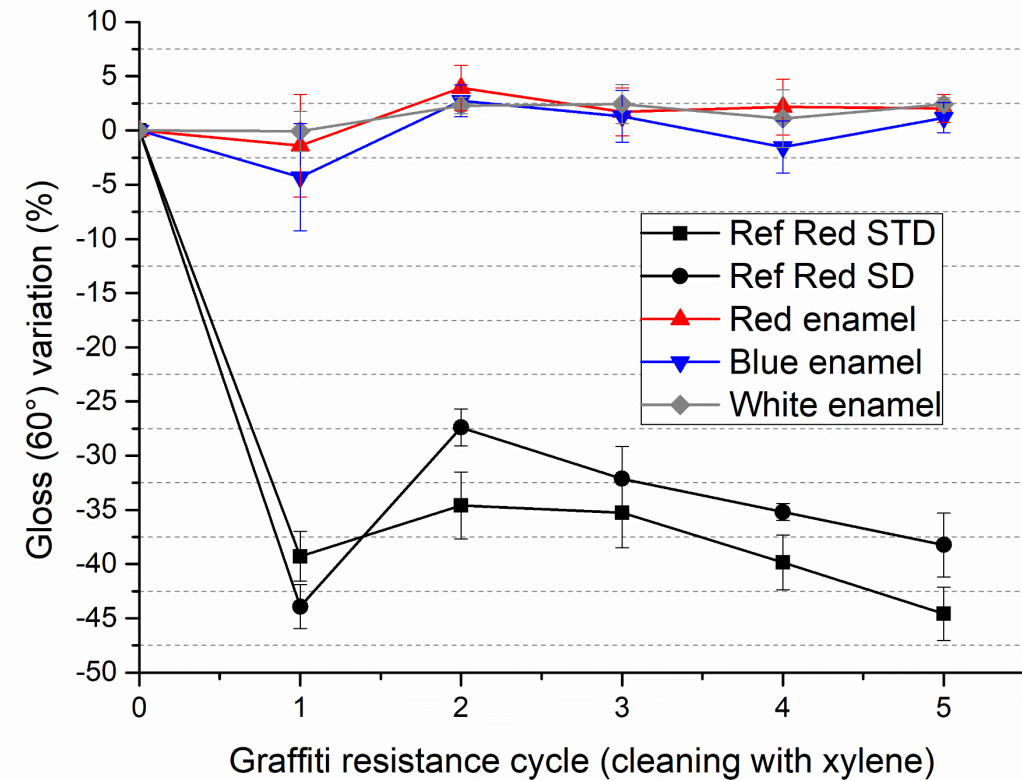
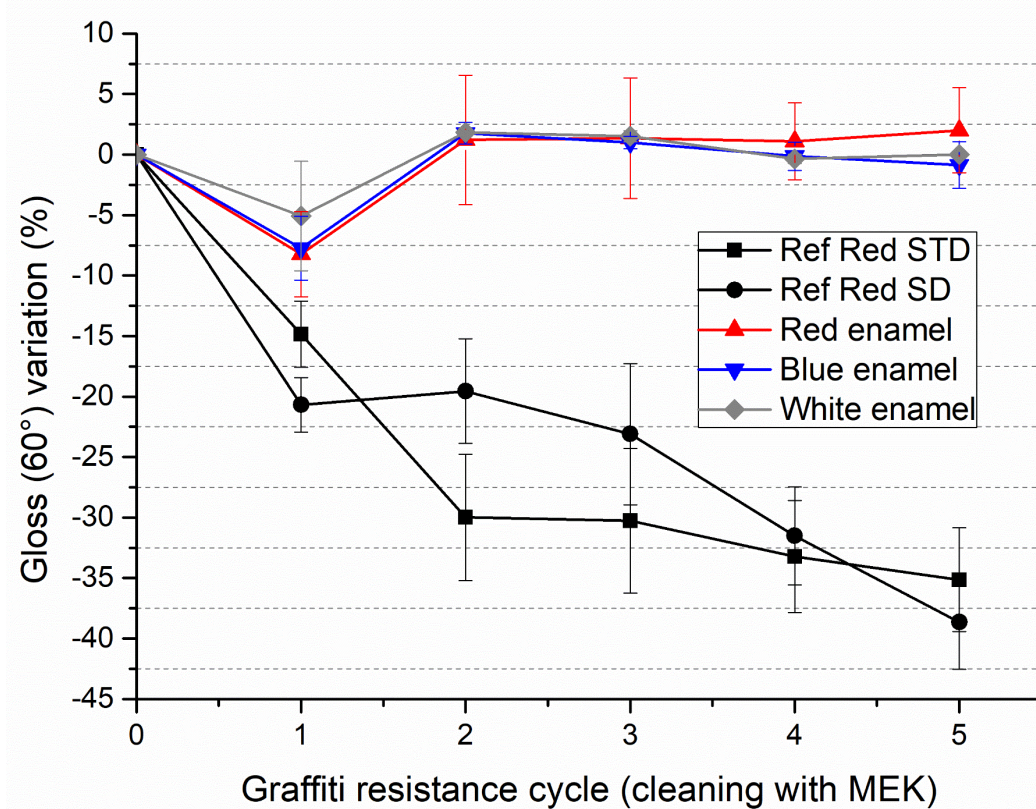
Nessun cambiamento visivo di colore per i **campioni smaltati**

Resistenza ai graffi



Evidente cambio di colore per i **campioni verniciati**

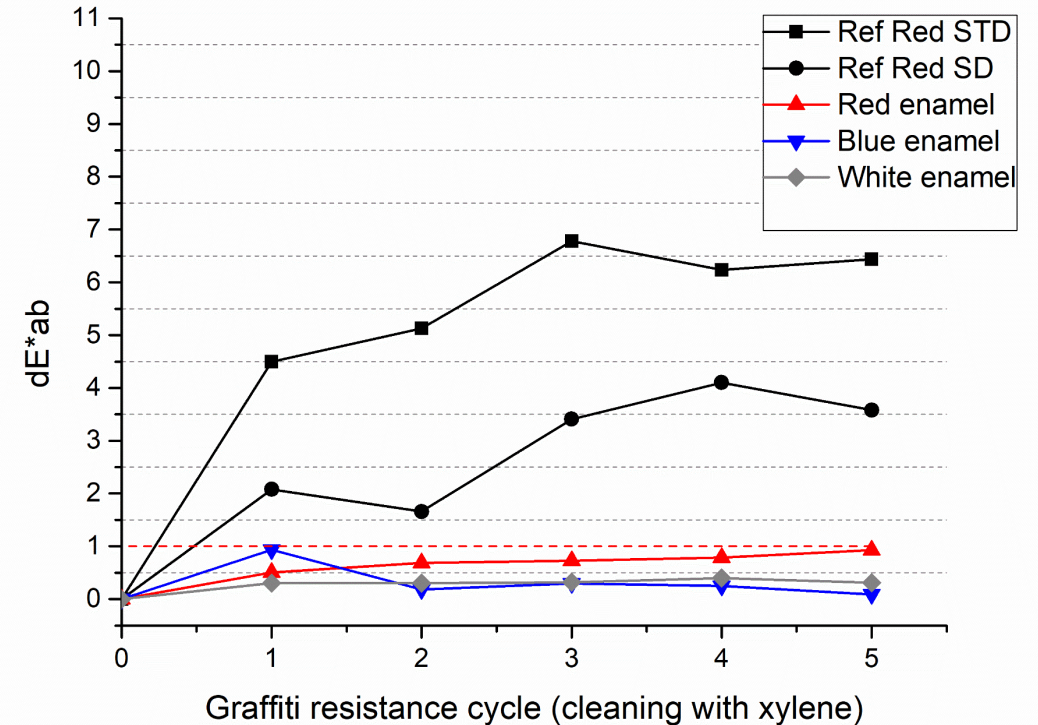
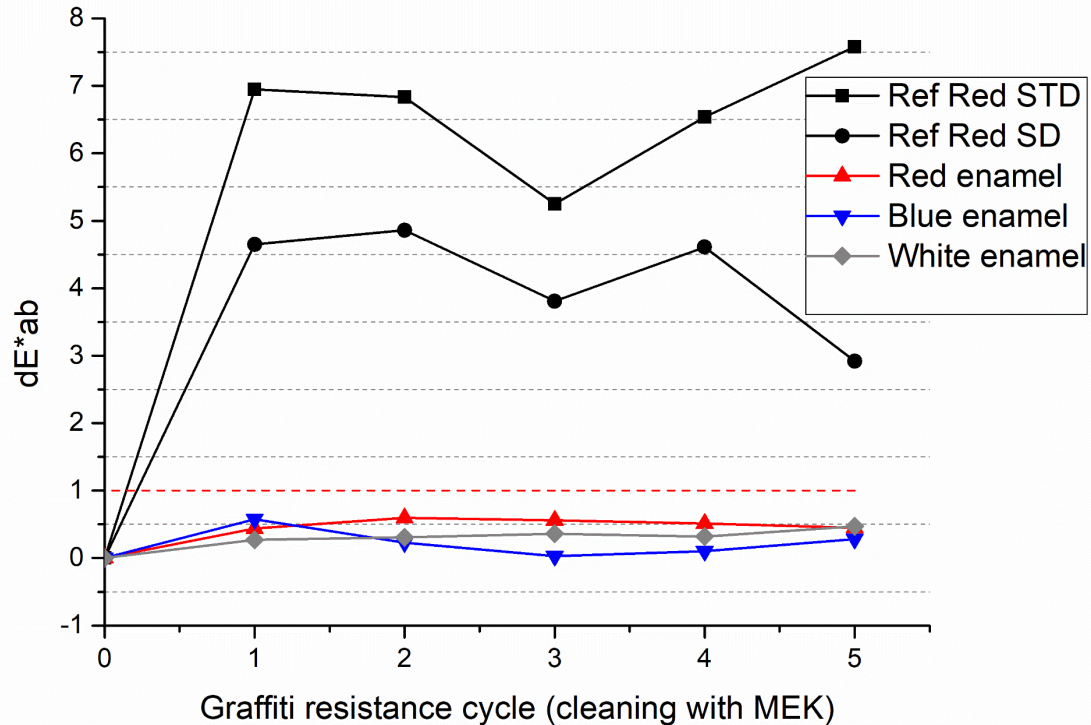
Resistenza ai graffiti: gloss



- Riduzione di gloss per i campioni verniciati, ma non per gli smalti
- Riduzione maggiore dopo rimozione dei graffiti con xilene



Resistenza ai graffiti: colore



- ΔE colore > 1 per campioni verniciati
- No significativa variazione di colore per i campioni smaltati



Resistenza all'inquinamento atmosferico



Miami



Youngstown



Phoenix

Prova di resistenza all'inquinamento medio US

Importanza della resistenza all'**inquinamento** nel settore architettonico e delle infrastrutture per i trasporti

Resistenza a inquinamento atmosferico



Simulazione agenti atmosferici

2 cicli da 8 ore in UV-A e 4 ore di condensazione a 50 °C, asciugatura con lampade IR



Sporcamento con **agenti sporcanti**:

- Polvere: Fe_2O_3 , montmorillonite, bentonite
- Sali: NaCl , NaNO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- POM: acido umico
- Fuliggine: nero di carbone

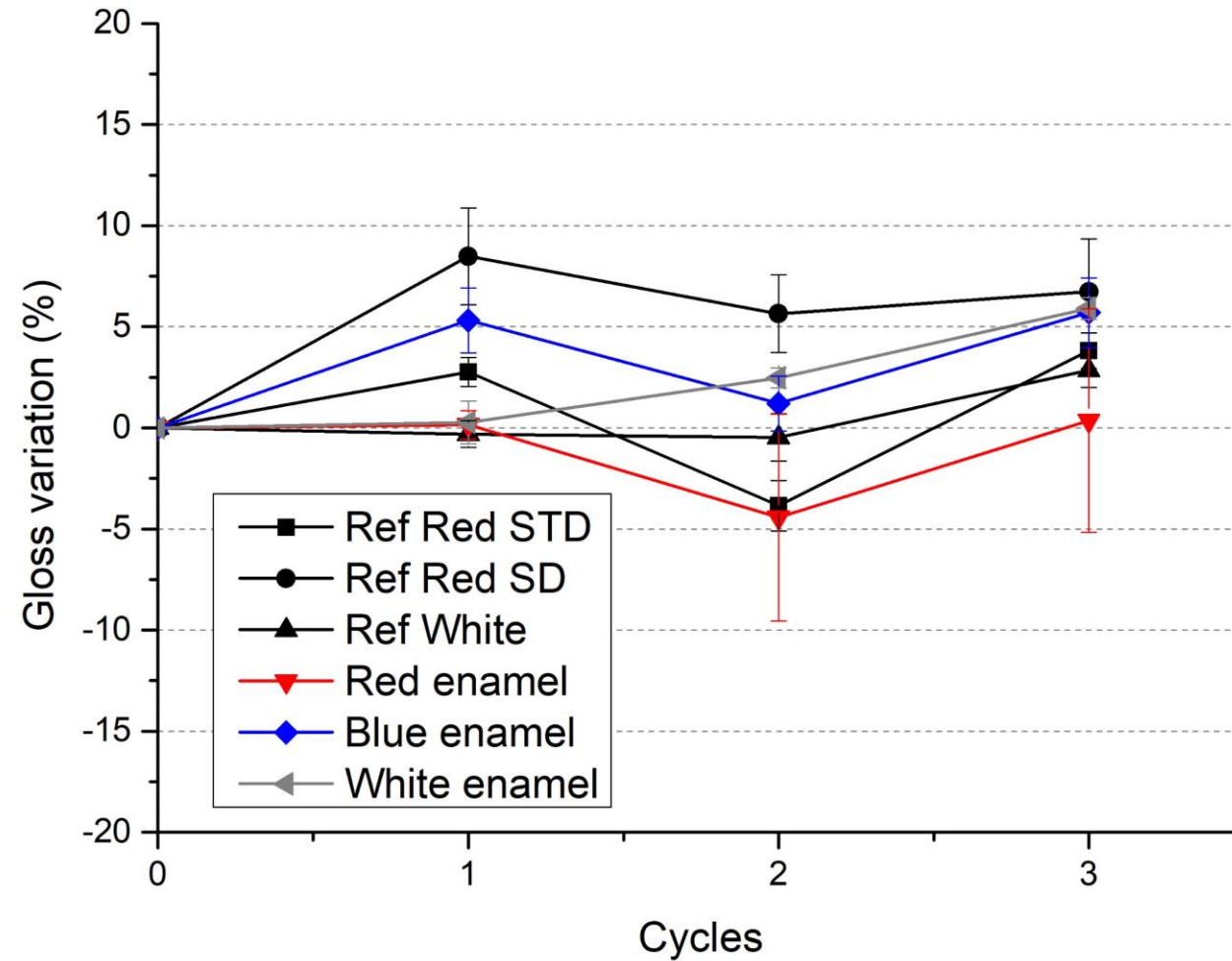


2 cicli da 8 ore in UV-A e 4 ore di condensazione a 50 °C, asciugatura con lampade IR;
Misure di gloss e colore

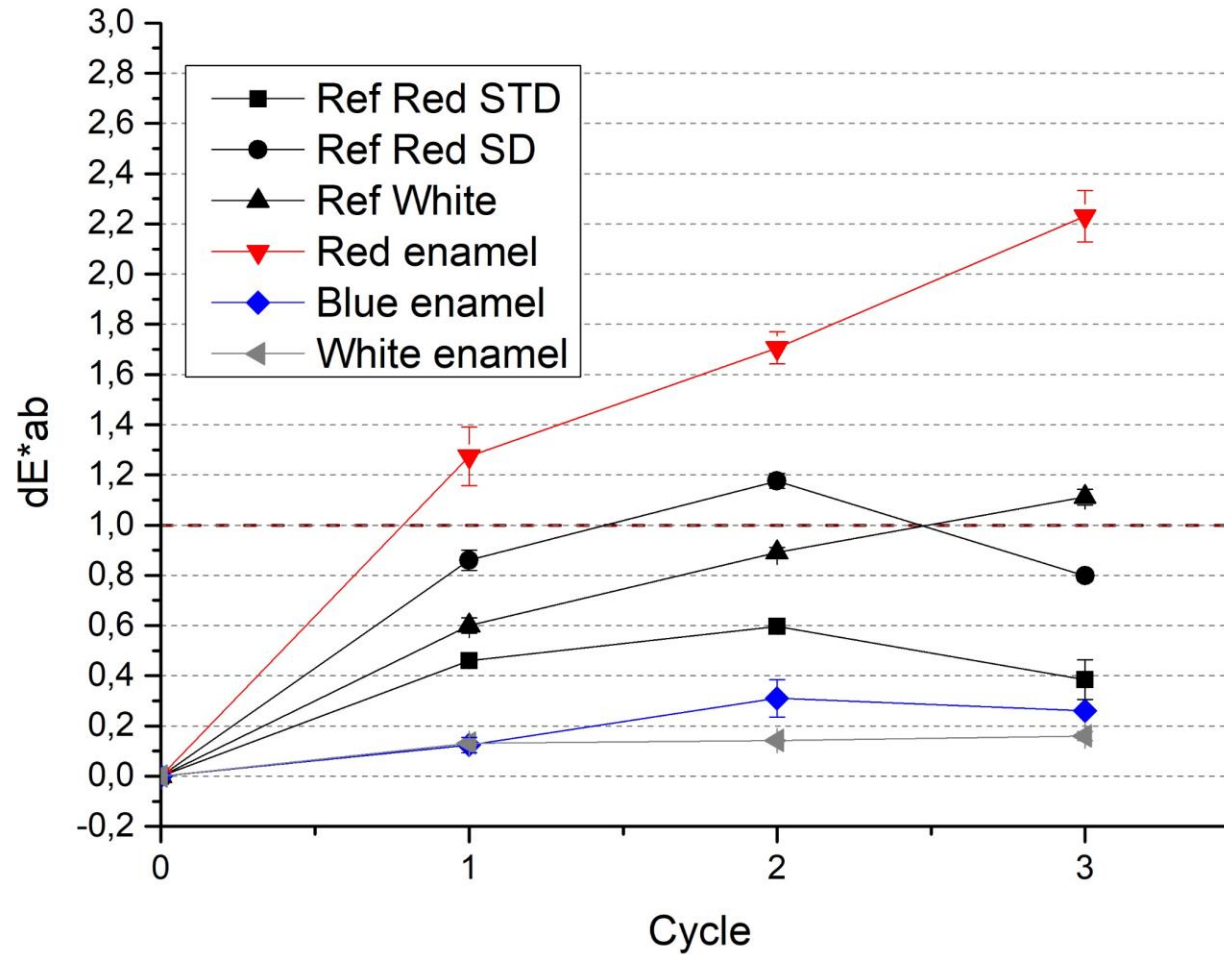


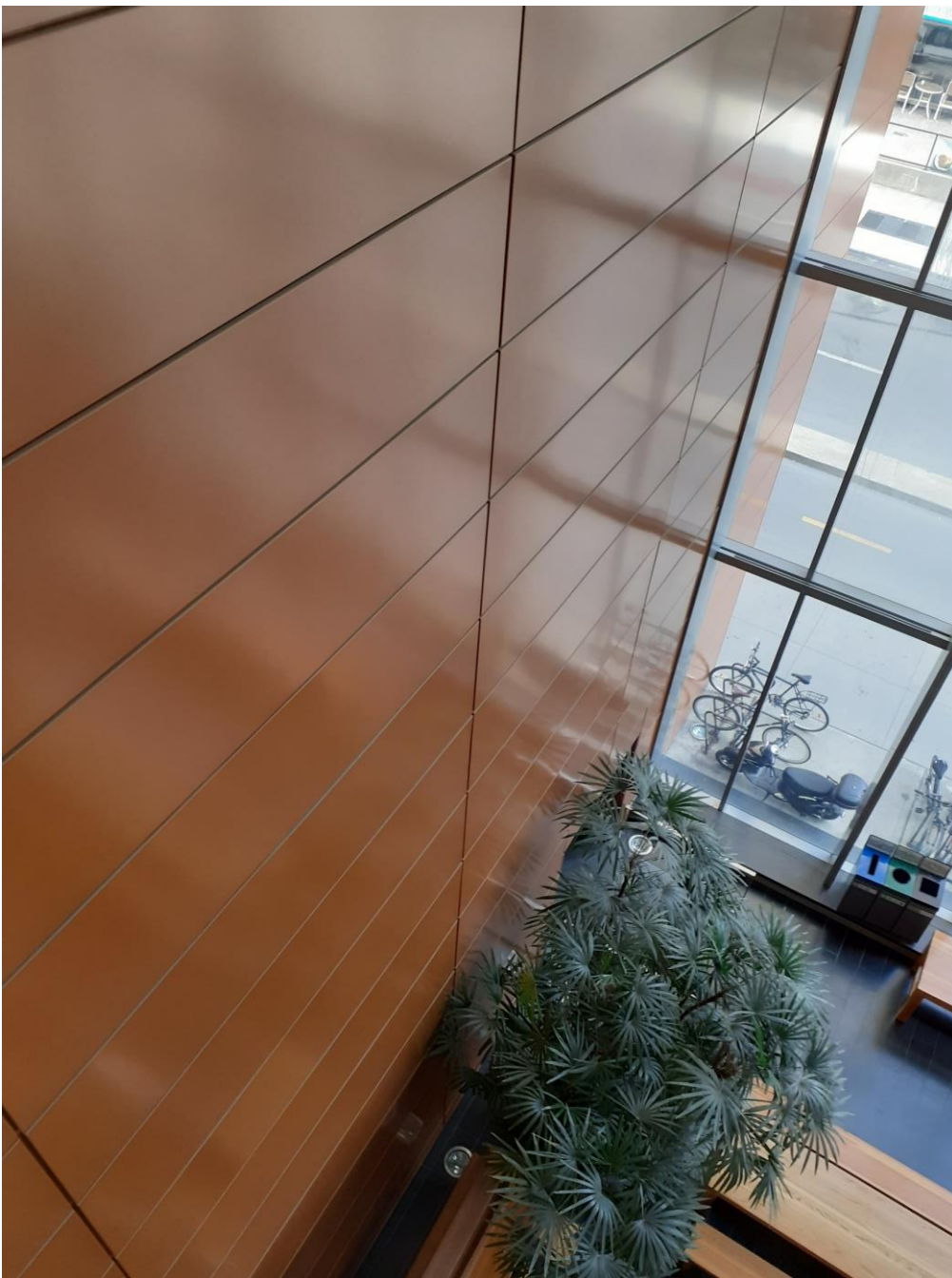
Smalto dopo sporcamento e weathering

Resistenza a inquinamento atmosferico



Resistenza a inquinamento atmosferico





Considerazione finali

*Lo smalto offre grandi potenzialità nel
campo dell'architettura e delle
infrastrutture*

*Dobbiamo saperle
sfruttare!*



PER MAGGIORI INFORMAZIONI

Prof. Ing. Stefano Rossi PhD

Products Design

Durabilità ed affidabilità di materiali ed impianti

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE
UNIVERSITA' DI TRENTO**

Via Sommarive 9, 38123 Povo (TN)

Ph + (39) 0461 282 442 - Lab + (39) 0416 282 403

stefano.rossi@unitn.it - <https://www.unitn.it/>



**UNIVERSITÀ
DI TRENTO**

**Dipartimento di
Ingegneria Industriale**

Silvia Siliprandi

C.I.S.P. – CENTRO ITALIANO SMALTI PORCELLANATI

Viale Lancetti, 43 – 20158 Milano

Ph + (39) 02 3264 283 - M + (39) 366 30 888 16

cisp@cisp.it - www.cisp.it



**CENTRO
ITALIANO
SMALTI
PORCELLANATI**