

RAPPORTO DI PROVA N° 157/L DEL 17.04.2024

Luogo di prestazione di analisi e servizi	GFC - Chimica S.r.l. Viale Marconi, 73 44122 Ferrara
Cliente	LIQUIPLAST s.r.l. Via della Padula, 319 57124 Livorno (LI)
Identificazione del campione consegnato al laboratorio ¹	21022407 – FIBRO-GUM PAINT
Descrizione del campione	Prodotto verniciante
Data ricevimento campione	21.02.2024
Data inizio analisi	26.02.2024
Data fine analisi	17.04.2024

1 Introduzione

E' stato esaminato, per conto della ditta LIQUIPLAST s.r.l. di Livorno (LI), di seguito denominata per semplicità committente, un campione di prodotto verniciante identificato e descritto come riportato nello schema sopra.

Come concordato con il committente su tale prodotto sono state determinate le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'aderenza per trazione diretta (norma UNI EN 1542),
- determinazione della permeabilità all'anidride carbonica (norma UNI EN 1062-6; metodo gravimetrico A),
- determinazione del grado di trasmissione dell'acqua liquida (permeabilità) (norma UNI EN 1062-3),
- determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo (permeabilità) (norma UNI EN ISO 7783),
- esecuzione dello spettro FT-IR (norma UNI EN 1767),
- analisi termogravimetrica (norma EN ISO 11358). Prova in subappalto.

Le norme si intendono nella revisione di validità corrente.

Le prove si riferiscono ai test iniziali di tipo (ITT) previsti dalla norma UNI EN 1504-2 così come richiesti dal committente.

Il campionamento del prodotto è stato effettuato dal committente.

2 Risultati

2.1 *Determinazione dell'aderenza per trazione diretta*

La forza di adesione è determinata come lo sforzo massimo di trazione esercitato da un carico diretto perpendicolare alla superficie della pittura applicata su un supporto. La forza di trazione è applicata tramite un tassello di acciaio (diametro 50 mm; spessore 20 mm)

¹ Il codice 21022407 è un codice interno di GFC Chimica necessario per la rintracciabilità del campione durante l'esecuzione delle prove.



incollato sulla superficie di prova del rivestimento mediante adesivo epossidico bicomponente.

L'aderenza della pittura (f_h) è il rapporto tra il carico di rottura (F_h) e l'area della superficie di prova ($4/\pi D^2$):

$$f_h = 4F_h / \pi D^2$$

La misura di aderenza è stata effettuata con misuratore digitale di aderenza CONTROLS cod. 58-C0215/T avente capacità di carico di 16 kN e risoluzione 0.001 kN.

I tipi di rottura, che portano a risultati validi, sono i seguenti:

A	Rottura per mancata coesione nel substrato di calcestruzzo
A/B	Rottura per mancanza di adesione fra il substrato ed il primo strato
B	Rottura per mancanza di coesione nel primo strato
B/C	Rottura per mancanza di coesione fra il primo ed il secondo strato
C	Rottura per mancanza di coesione nel secondo strato
-/Y	Rottura per mancanza di adesione fra l'ultimo strato e lo strato di adesivo
Y	Rottura per mancanza di coesione nello strato di adesivo
Y/Z	Rottura per mancanza di adesione fra lo strato di adesivo ed il tassello

La prova di adesione è stata effettuata applicando il prodotto, in verticale, a pennello su supporto in calcestruzzo stagionato e sabbato (dimensioni 300x300x10 mm; aggregato max. 10 mm). Al termine dell'applicazione, il campione è stato essiccato per 7 gg a $T = 23 \pm 2$ °C e $UR = 50 \pm 5\%$. La prova è stata effettuata solo su supporto asciutto in quanto le condizioni specificate in appendice A della norma UNI EN1542 non sono applicabili.

La media calcolata su 5 provini si esprime al più prossimo 0,1 MPa.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

Carico di rottura [N]	Diametro posizione [mm]	Aderenza [MPa]	Tipo di rottura
1725	1963	0,9	100% B
2255	1963	1,1	100% B
1871	1963	1,0	100% B
1796	1963	0,9	100% B
1852	1963	0,9	100% B
1900		1,0	

La norma UNI EN 1504-2 indica la seguente classificazione (rif. prospetto 5, punto 15):

	Media (N/mm ²)	
	Fessurazione o sistemi flessibili	Sistemi rigidi
senza traffico	≥ 0.8 (0.5)	≥ 1.0 (0.7)
con traffico	≥ 0.8 (1.0)	≥ 2.0 (1.5)

Il valore tra parentesi è il valore più accettato

Il prodotto soddisfa il requisito per i sistemi flessibili con e senza traffico e per i sistemi rigidi senza traffico.

2.2 Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica

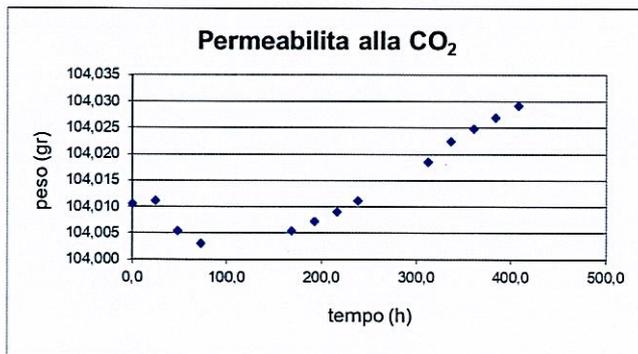
Il prodotto è stato applicato, a pennello, su n° 3 supporti di PE. Dopo l'applicazione i provini sono stati condizionati per 7 gg a $T = 23 \pm 2$ °C e $UR = 50 \pm 5\%$. Al termine del condizionamento sono stati testati come previsto dalla norma UNI EN 1062-6, metodo gravimetrico A.

La permeabilità all'anidride carbonica si esprime attraverso il valore di spessore equivalente d'aria (Sd_{CO_2}), ovvero mediante la resistenza al trasporto della CO_2 offerta dal prodotto verniciante in esame e dal supporto sul quale è applicato. Il valore di Sd_{CO_2} della pittura è ottenuto sottraendo il contributo del supporto. La permeabilità alla CO_2 si esprime anche attraverso il numero di resistenza alla diffusione di CO_2 (μ_{CO_2}) che è ottenuto, con calcolo, da Sd_{CO_2} .

Per garantire una efficace barriera all'anidride carbonica è necessario che il prodotto verniciante abbia² $Sd_{CO_2} \geq 50$ m.

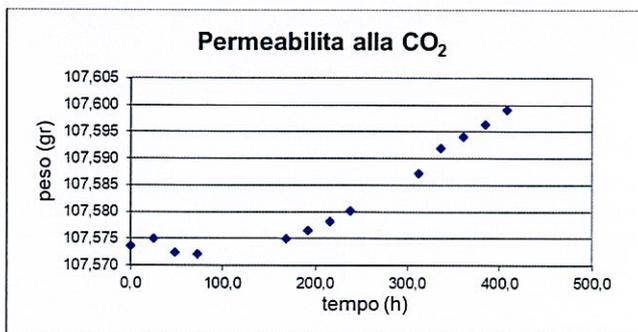
Prima serie di dati

tempo (h)	peso (gr)
0,0	104,011
24,0	104,011
48,0	104,005
72,0	104,003
168,0	104,005
192,0	104,007
216,0	104,009
238,0	104,011
312,0	104,019
336,0	104,022
360,0	104,025
384,0	104,027
408,0	104,029



Seconda serie di dati

tempo (h)	peso (gr)
0,0	107,574
24,0	107,575
48,0	107,572
72,0	107,572
168,0	107,575
192,0	107,577
216,0	107,578
238,0	107,580
312,0	107,587
336,0	107,592
360,0	107,594



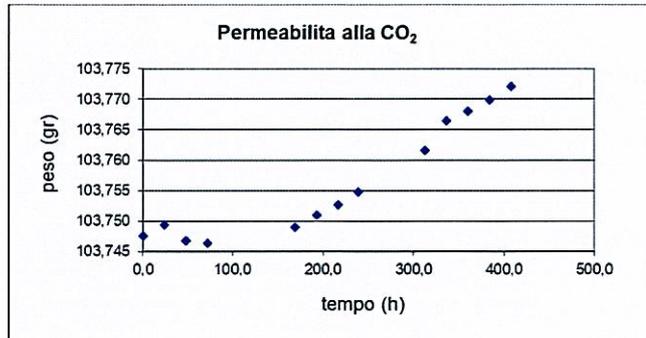
² Rif. classificazione secondo norma UNI EN 1504-2:2005 (prospetto 5).
RAPPORTO DI PROVA N° 157/L DEL 17.04.2024



384,0	107,596
408,0	107,599

Terza serie di dati

tempo (h)	peso (gr)
0,0	103,748
24,0	103,749
48,0	103,747
72,0	103,746
168,0	103,749
192,0	103,751
216,0	103,753
238,0	103,755
312,0	103,762
336,0	103,767
360,0	103,768
384,0	103,770
408,0	103,772



Considerando la resistenza del supporto (S_{dCO_2} supporto = 3,571 m), si ricava, per il campione in esame, il seguente valore medio di resistenza al trasporto:

$$S_{dCO_2} = 652,039 \text{ m}$$

Dal valore dello spessore applicato (s), pari a 630 μm , si ottiene la permeabilità all'anidride carbonica:

$$\mu_{CO_2} = S_d/s = 1034982$$

Il prodotto soddisfa il requisito.

2.3 Determinazione del grado di trasmissione dell'acqua liquida (permeabilità)

Il prodotto in esame, è stato applicato a pennello (massa applicata circa 33 gr) su n°3 supporti cementizi dotati di potere assorbente particolarmente elevato. L'area superficiale di ciascun provino è di circa 0.02 m².

Al termine dell'applicazione, i provini sono stati essiccati per 7 gg a $T = 23 \pm 2$ °C e UR=50±5% e condizionati con i seguenti cicli (effettuati per tre volte):

- 24 h in acqua a $T = 23 \pm 2$ °C
- 24 h in stufa a $T = 50 \pm 2$ °C

Al termine dell'ultimo ciclo i provini sono lasciati riposare a $T = 23 \pm 2$ °C e UR = 50 ± 5% per 24h.

L'assorbimento d'acqua offerto dal prodotto verniciante in esame si valuta attraverso la determinazione del coefficiente di acqua assorbita per unità di superficie nel tempo.

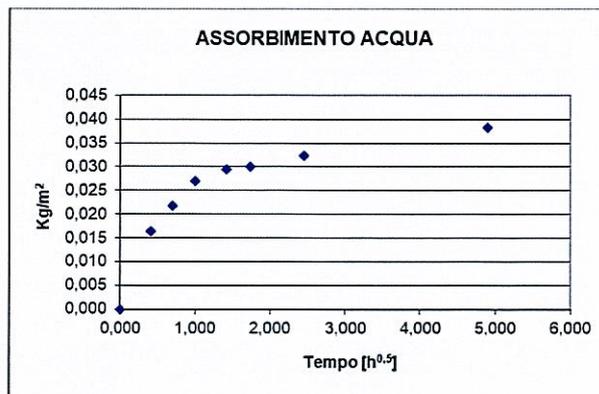
Al fine di standardizzare il risultato si riporta il valore di tale coefficiente (w) calcolato al tempo, fissato, di 24 ore. Il valore di w è stato calcolato utilizzando i dati di seguito riportati.

PRIMA SERIE DI DATI

Area zona rivestita = 0.017010 m²

Peso provino (g)	Acqua assorbita (g)	Tempo (min)	Tempo (h)	ΔKg/m ²	Tempo (h) ^{0,5}
1048,94	0,00	0	0,000	0,000	0,000
1049,22	0,28	10	0,167	0,016	0,408
1049,31	0,37	30	0,500	0,022	0,707
1049,40	0,46	60	1,000	0,027	1,000
1049,44	0,50	120	2,000	0,029	1,414
1049,45	0,51	180	3,000	0,030	1,732
1049,49	0,55	360	6,000	0,032	2,449
1049,59	0,65	1440	24,000	0,038	4,899

W = 0,008 kg/(m²h^{0,5})

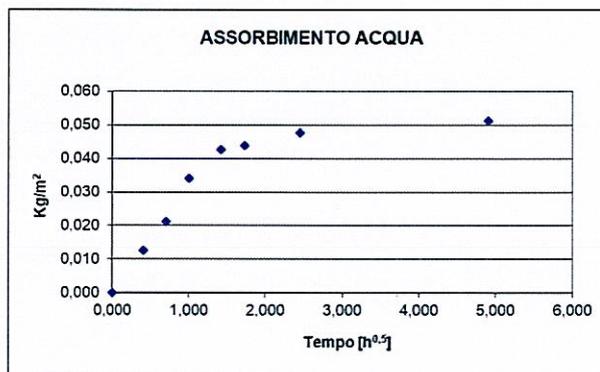


SECONDA SERIE DI DATI

Area zona rivestita = 0.017381 m²

Peso provino (g)	Acqua assorbita (g)	Tempo (min)	Tempo (h)	ΔKg/m ²	Tempo (h) ^{0,5}
948,49	0,00	0	0,000	0,000	0,000
948,71	0,22	10	0,167	0,013	0,408
948,86	0,37	30	0,500	0,021	0,707
949,08	0,59	60	1,000	0,034	1,000
949,23	0,74	120	2,000	0,043	1,414
949,25	0,76	180	3,000	0,044	1,732
949,32	0,83	360	6,000	0,048	2,449
949,38	0,89	1440	24,000	0,051	4,899

W = 0,010 kg/(m²h^{0,5})

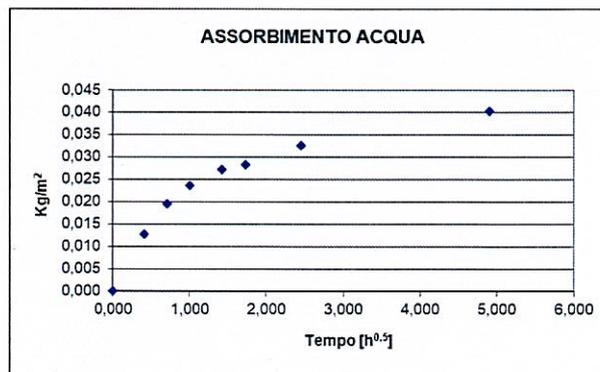


TERZA SERIE DI DATI

Area zona rivestita = 0.016896 m²

Peso provino (g)	Acqua assorbita (g)	Tempo (min)	Tempo (h)	ΔKg/m ²	Tempo (h) ^{0,5}
1193,24	0,00	0	0,000	0,000	0,000
1193,46	0,22	10	0,167	0,013	0,408
1193,57	0,33	30	0,500	0,020	0,707
1193,64	0,40	60	1,000	0,024	1,000
1193,70	0,46	120	2,000	0,027	1,414
1193,72	0,48	180	3,000	0,028	1,732
1193,79	0,55	360	6,000	0,033	2,449
1193,92	0,68	1440	24,000	0,040	4,899

W = 0,008 kg/(m²h^{0,5})



Coefficiente di assorbimento d'acqua – $w = 0,009 \pm 0,001 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$

Il valore di incertezza è riportato come incertezza estesa con un livello di confidenza del 95% (fattore di copertura $K=2$).

Dalla classificazione riportata nella norma³ si può concludere che il prodotto ha una **bassa permeabilità all'acqua liquida (Classe W₃)**.

Il prodotto soddisfa il requisito.

2.4 Determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo (permeabilità)

Il prodotto in esame, è stato applicato, a pennello (massa applicata circa 19 gr), su n°3 supporti di carta vetro (spessore di circa 200 μm e area di 113 cm^2), quindi testato come previsto dalla norma UNI EN ISO 7783 (metodo della capsula bagnata) come film supportato. Al termine dell'applicazione, i provini sono stati essiccati per 7 gg a $T = 23 \pm 2$ °C e $UR=50 \pm 5\%$ e condizionati con i seguenti cicli (effettuati per tre volte)

- 24 h in acqua a $T= 23 \pm 2$ °C
- 24 h in stufa a $T = 50 \pm 2$ °C

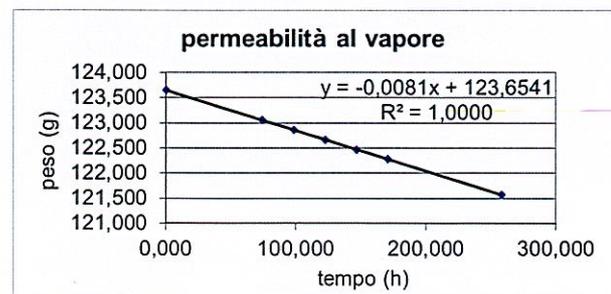
come previsto dalla norma per i prodotti per esterni (Metodo B).

Al termine dell'ultimo ciclo i provini sono lasciati riposare a $T= 23 \pm 2$ °C e $UR = 50 \pm 5\%$ per 24h.

La permeabilità al vapore si esprime attraverso il valore di spessore equivalente d'aria (S_d), ovvero mediante la resistenza al trasporto dell'acqua offerta dal prodotto verniciante in esame e dal coefficiente di permeabilità al vapore (μ). I valori di S_d e μ sono stati calcolati utilizzando i dati di seguito riportati.

Prima serie di dati

tempo (h)	peso (gr)
0,000	123,649
74,500	123,057
98,500	122,864
122,500	122,667
146,500	122,469
170,500	122,274
258,500	121,567



³ Classificazione per la permeabilità all'acqua liquida UNI EN 1062-1:

CLASSE W₁ (alta permeabilità) $w > 0.5 \text{ Kg}/(\text{m}^2 \text{ h}^{0,5})$

CLASSE W₂ (media permeabilità) $0.1 < w \leq 0.5 \text{ Kg}/(\text{m}^2 \text{ h}^{0,5})$

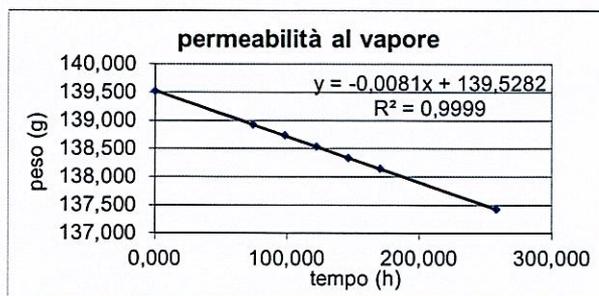
CLASSE W₃ (bassa permeabilità) $w \leq 0.1 \text{ Kg}/(\text{m}^2 \text{ h}^{0,5})$

RAPPORTO DI PROVA N° 157/L DEL 17.04.2024



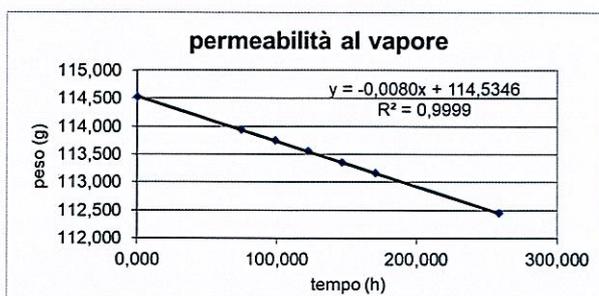
Seconda serie di dati

tempo (h)	peso (gr)
0,000	139,522
74,500	138,927
98,500	138,734
122,500	138,535
146,500	138,335
170,500	138,138
258,500	137,425



Terza serie di dati

tempo (h)	peso (gr)
0,000	114,527
74,500	113,940
98,500	113,749
122,500	113,552
146,500	113,354
170,500	113,160
258,500	112,453



Considerando la resistenza del supporto ($S_d = 0.0563$ m), si ricava, per il campione in esame, il seguente valore medio di resistenza al trasporto:

$$S_d = 1,1362 \pm 0,2386 \text{ m}$$

Il valore di incertezza è riportato come incertezza estesa con un livello di confidenza del 95% (fattore di copertura $K=2$).

Dal valore dello spessore applicato (s), pari a $545 \mu\text{m}$, si ottiene la permeabilità al vapore:

$$\mu = S_d/s = 2085$$

Dalla classificazione riportata nella norma⁴ si può concludere che il prodotto ha una **media permeabilità al vapore (Classe V₂)**.

La norma UNI EN 1504-2 non fissa requisiti per la prova di permeabilità al vapore. Richiede di indicare la permeabilità con la seguente classificazione:

Classe I $S_d < 5$ m

Classe II $5 \text{ m} \leq S_d \leq 50$ m

Classe III $S_d > 50$ m

Il prodotto ha una permeabilità al vapore di Classe I.

⁴ Classificazione per il grado di trasmissione del vapore acqueo UNI EN 1062-1:

CLASSE V₁ (Alta permeabilità) $S_d < 0.14$ m;

CLASSE V₂ (Media permeabilità) $0.14 \leq S_d < 1.4$ m;

CLASSE V₃ (Bassa permeabilità) $S_d \geq 1.4$ m;

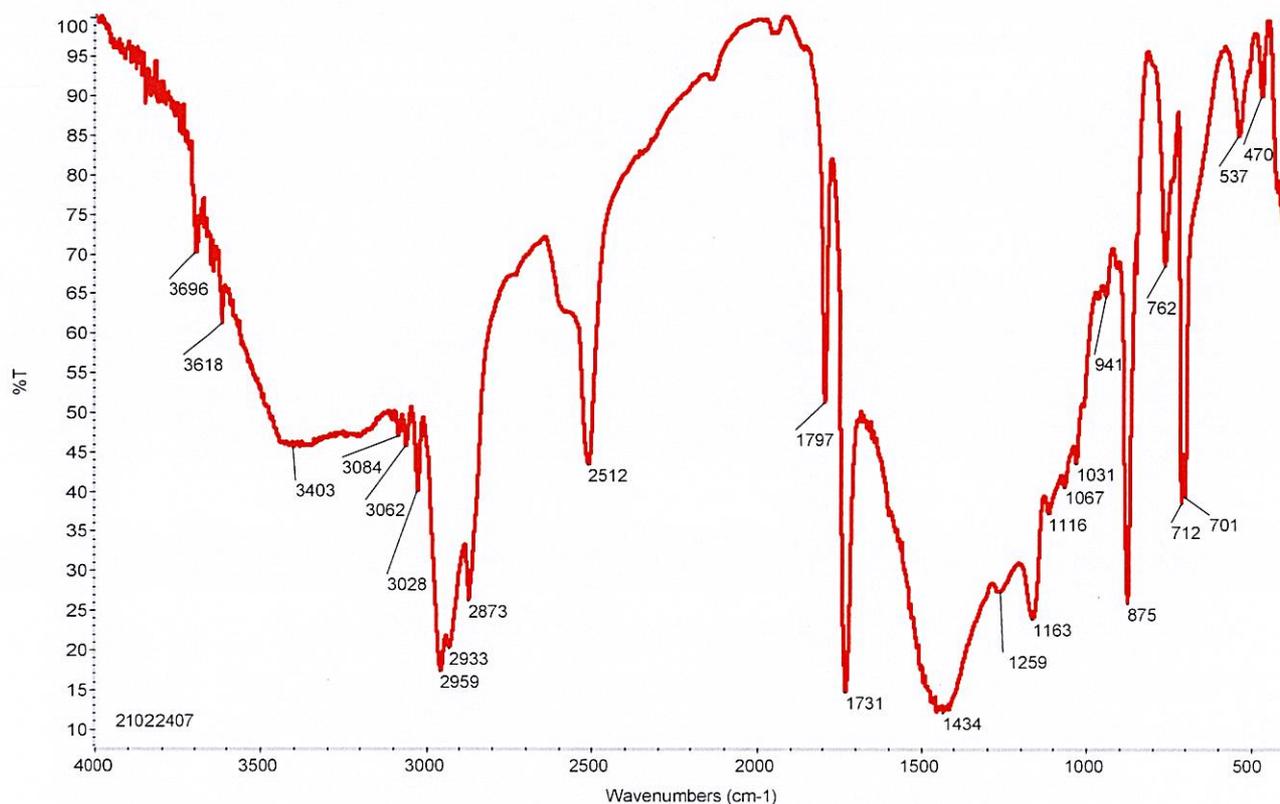
RAPPORTO DI PROVA N° 157/L DEL 17.04.2024



2.5 Spettro FT-IR

Il prodotto è stato applicato su un supporto di vetro quindi raschiato con una spatola per ottenere una polvere sottile che è stata successivamente dispersa in pastiglia di KBr (dispersione solido/solido). La pastiglia è stata successivamente analizzata con spettrofotometro FT-IR Thermoelectron Nicolet Nexus.

Lo spettro FT-IR è il seguente:



2.6 Analisi termogravimetrica

La metodologia utilizzata ed il termogramma sono riportati in ALLEGATO 1.

Le frazioni (%) in peso ricavate dal termogramma sono:

Frazione volatile (%)	Frazione non volatile (polimerica) (%)	Combustibili (%)	Cariche inorganiche* (%)
27,4	19,6	0,4	52,6 (47,8)

* Tra parentesi è riportata la % in peso del carbonato di calcio presente nelle cariche

3 Conclusioni

Prova	Risultato	Requisiti UNI EN 1504-2		
			Media (N/mm ²)	
Determinazione dell'aderenza per trazione diretta Norma UNI EN 1542	$f_h = 1,0$ MPa		flessibili	rigidi
		senza traffico	≥ 0.8 (0.5)	≥ 1.0 (0.7)
		con traffico	≥ 0.8 (1.0)	≥ 2.0 (1.5)
Permeabilità all'anidride carbonica UNI EN 1062-6	$Sd_{CO_2} = 652,039$ m Spessore = 630 μ m $\mu_{CO_2} = 1034982$	$Sd_{CO_2} > 50$ m		
Grado di trasmissione dell'acqua liquida (permeabilità) Norma UNI EN 1062-3	$w = 0,009$ kg/(m ² h ^{0.5})	$w < 0.1$ kg/(m ² h ^{0.5})		
Grado di trasmissione del vapore acqueo (permeabilità) Norma UNI EN ISO 7783	$Sd = 1,1362$ m Spessore = 545 μ m $\mu = 2085$ Classe I	Classe I $Sd < 5$ m Classe II $5 \text{ m} \leq Sd \leq 50$ m Classe III $Sd > 50$ m		

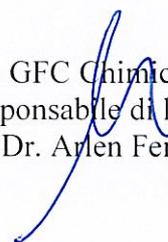
Per lo spettro FT-IR si veda il paragrafo 2.5.

Per l'analisi tetragrafica si veda il paragrafo 2.6 e l'ALLEGATO 1.

GFC Chimica Srl
L'analista
Ing. Cristina Pocaterra



GFC Chimica Srl
Il Responsabile di laboratorio
Dr. Arlen Ferrari



Il presente documento, costituito di dieci fogli, riproducibili da parte del Committente solo integralmente senza commenti, omissioni, alterazioni o aggiunte, riporta risultati di prove che si riferiscono solo ai campioni esaminati.

ALLEGATO 1

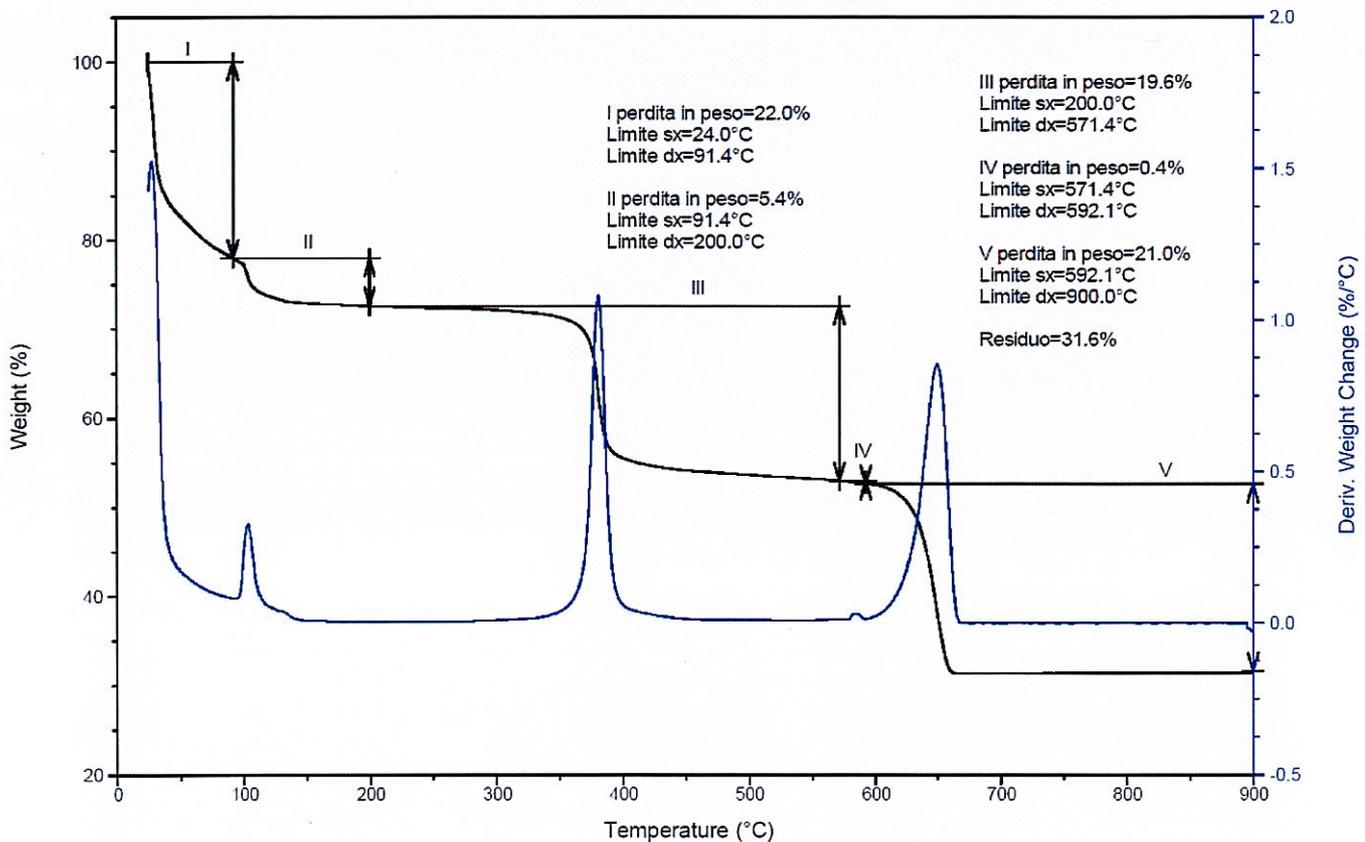
Analisi Termogravimetrica

L'analisi termogravimetrica è stata condotta con una termobilancia modello TGA Q500 della TA Instruments. Lo strumento è stato precedentemente calibrato con standard di In puro. Il campione, del peso di 5-10 mg circa, è stato introdotto in un crogiolo di platino e poi riscaldato. La prova è stata condotta in azoto, tra 25° e 600°C, e in aria, tra 600° e 900°C. I flussi sono stati mantenuti costanti a 60 ml min⁻¹.

Il termogramma TGA del campione è riportato in Fig.1 ed i corrispondenti risultati estrapolati sono riassunti in Tab.II.

Nel termogramma TGA la curva nera rappresenta la perdita in peso in percentuale, mentre la curva blu è la corrispondente derivata prima (perdita di peso in % derivata rispetto alla temperatura).

Analisi Termogravimetrica (TGA) (ISO 11358)



FINE DEL RAPPORTO

RAPPORTO DI PROVA N° 157/L DEL 17.04.2024



Pagina 10 di 10