

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria chimica e dei materiali

***Relazione per la prova finale
«Ottimizzazione della misura di
viscosità in tempo reale nella sintesi
di resine poliesteri»***

Tutor universitario: Prof.ssa Alessandra Lorenzetti

Laureando: *Pietro Cogo*

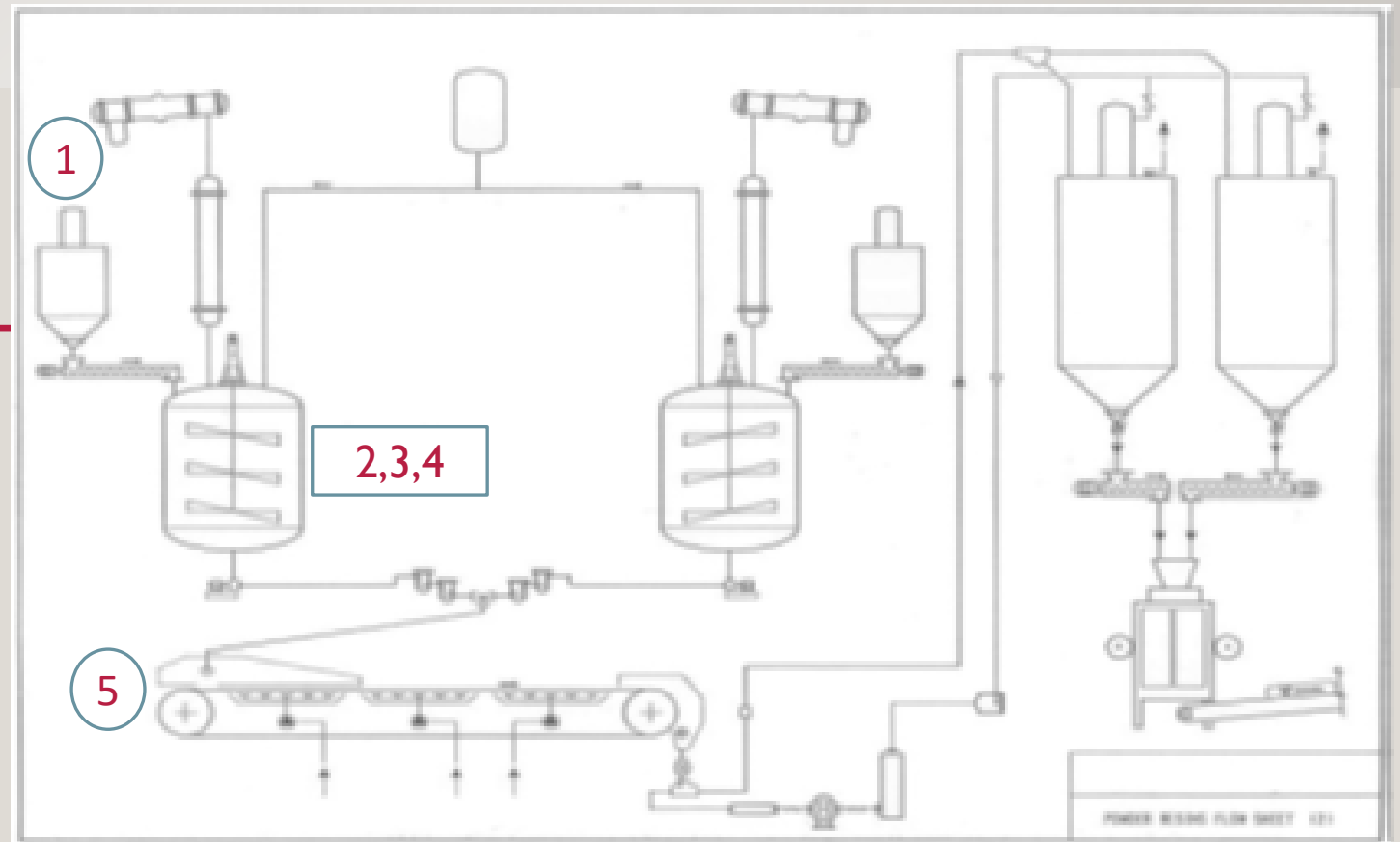
Padova, 11/07/2023

- La reazione di sintesi delle resine poliesteri viene monitorata da un viscosimetro in linea
- In che modo si può ottimizzare questo strumento di misura?
 - Cercando una correlazione tra il viscosimetro in linea e un viscosimetro da laboratorio
- Gli obiettivi sono i seguenti:
 - Ottimizzazione del processo
 - Miglioramento delle tempistiche del ciclo produttivo
 - Standardizzazione di prodotto

- L'esperienza di tirocinio è stata condotta presso l'azienda Allnex Italy SRL
- Di particolare interesse sono le fasi di vuoto e raffreddamento del ciclo produttivo
- Al fine di correlare il viscosimetro in linea e il viscosimetro in laboratorio, è stata seguita questa procedura:
 1. Prelievo campione
 2. Misurazione viscosità sul viscosimetro in laboratorio
 3. Elaborazione dei dati del viscosimetro in linea
 4. Ricerca di un modello per la correlazione
 5. Validazione del modello

IL CICLO PRODUTTIVO

- 1) Carico materie prime
- 2) Distillazione e primo raffreddamento
- 3) Applicazione del vuoto
- 4) Secondo raffreddamento e additivazione
- 5) Scarico su nastro e insaccamento

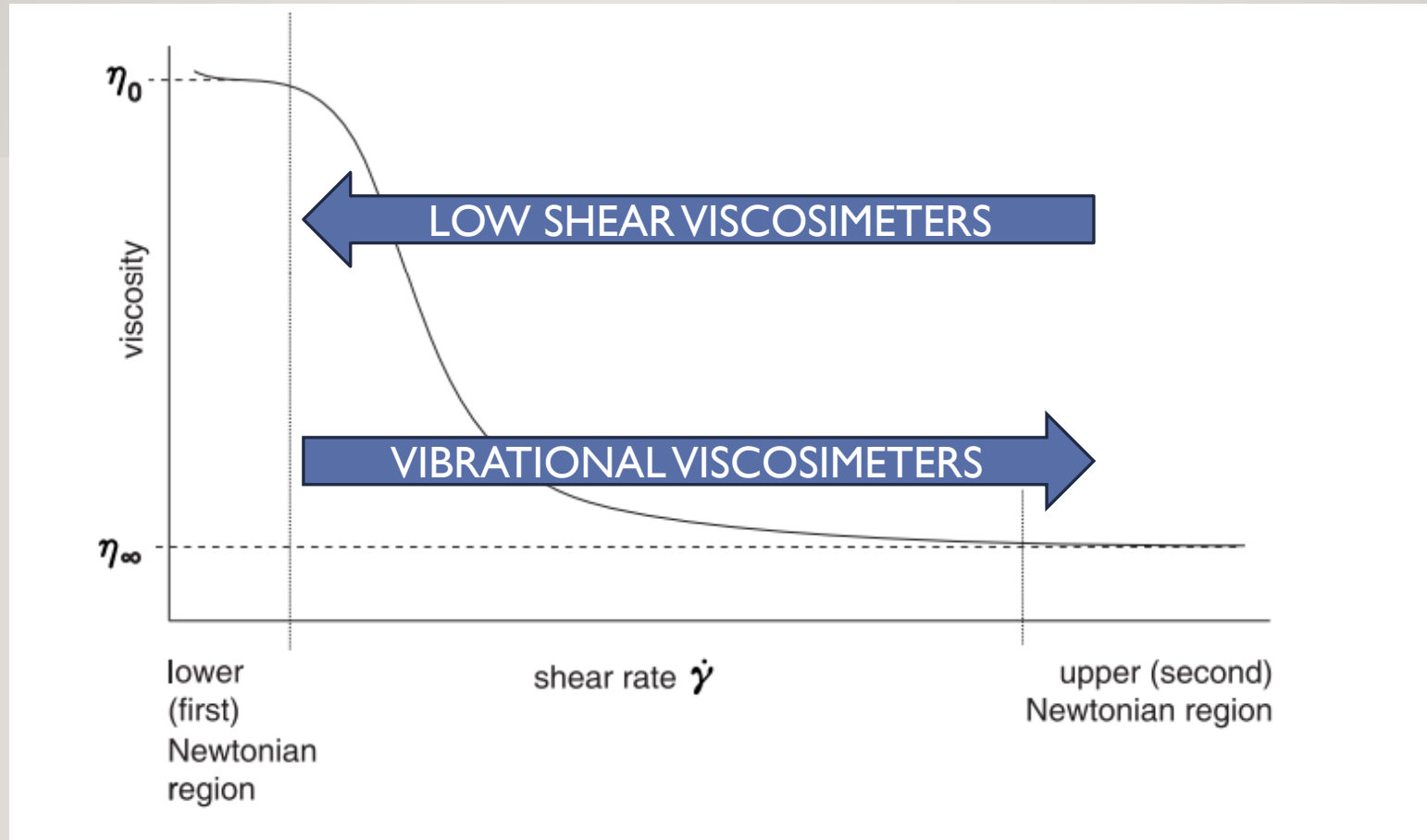


- Il viscosimetro Brookfield (laboratorio)



- Il viscosimetro Hydramotion XL7 (in linea)





Per trovare un modello matematico che possa correlare i due viscosimetri, è possibile partire dalla seguente equazione che viene fornita dal manuale del viscosimetro in linea:

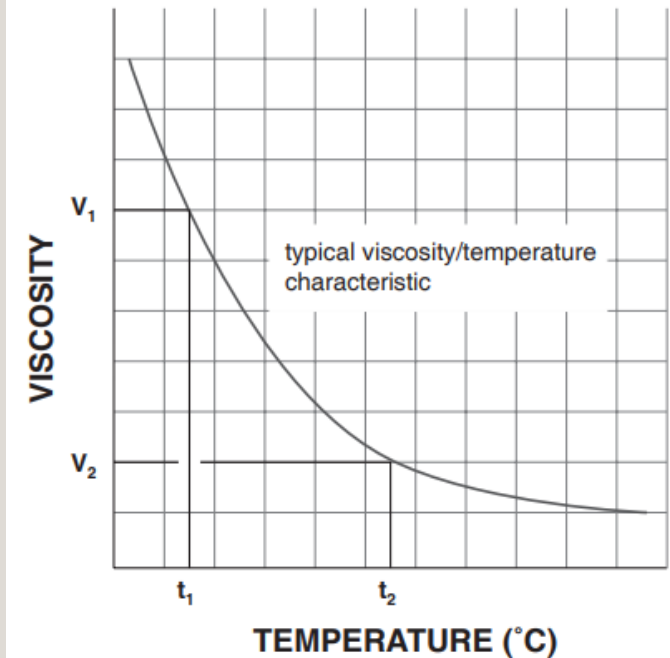
$$V_T = V_L * \{ e^{TCF * [1/(REF.T + 273) - 1/(T + 273)]} \} \quad (\text{Eq. 1})$$

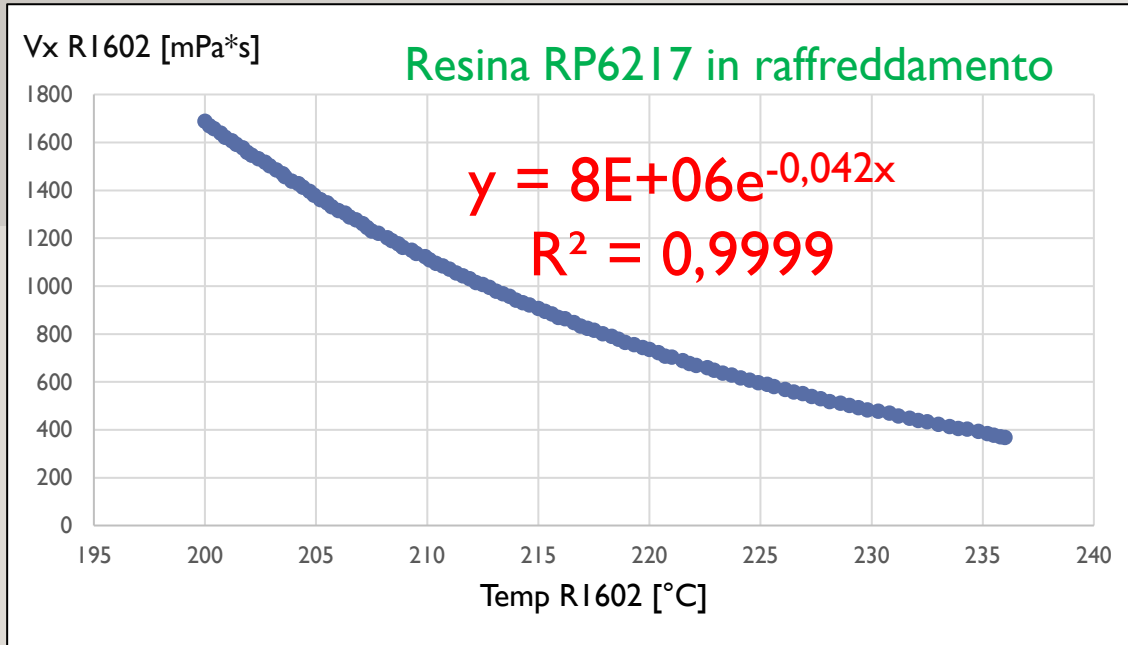
Dove «TCF» = «Temperature Correction Factor», parametro correttivo dipendente dal fluido in esame. Ponendo $REF - T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$, si ricava la seguente espressione per TCF:

$$TCF = \frac{\ln(V_T) - \ln(V_L)}{[1/473] - [1/(T + 273)]} \quad (\text{Eq. 2})$$

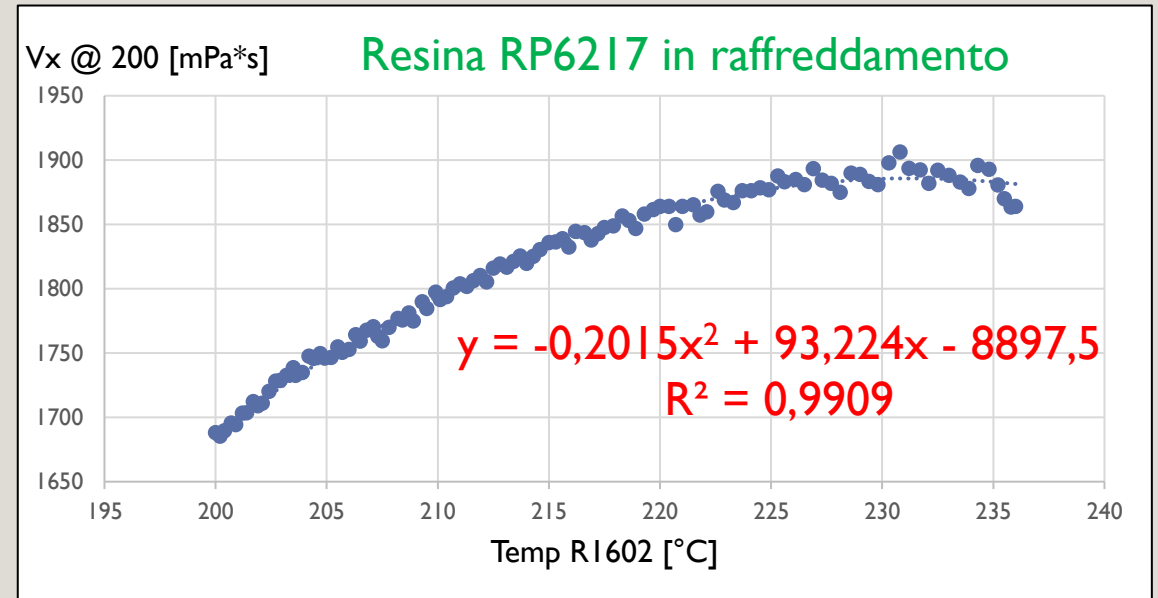
Dal punto di vista fisico, il TCF indica lo scostamento tra due punti di viscosità riferiti a due temperature diverse.

Figure 19. Calculation of TCF

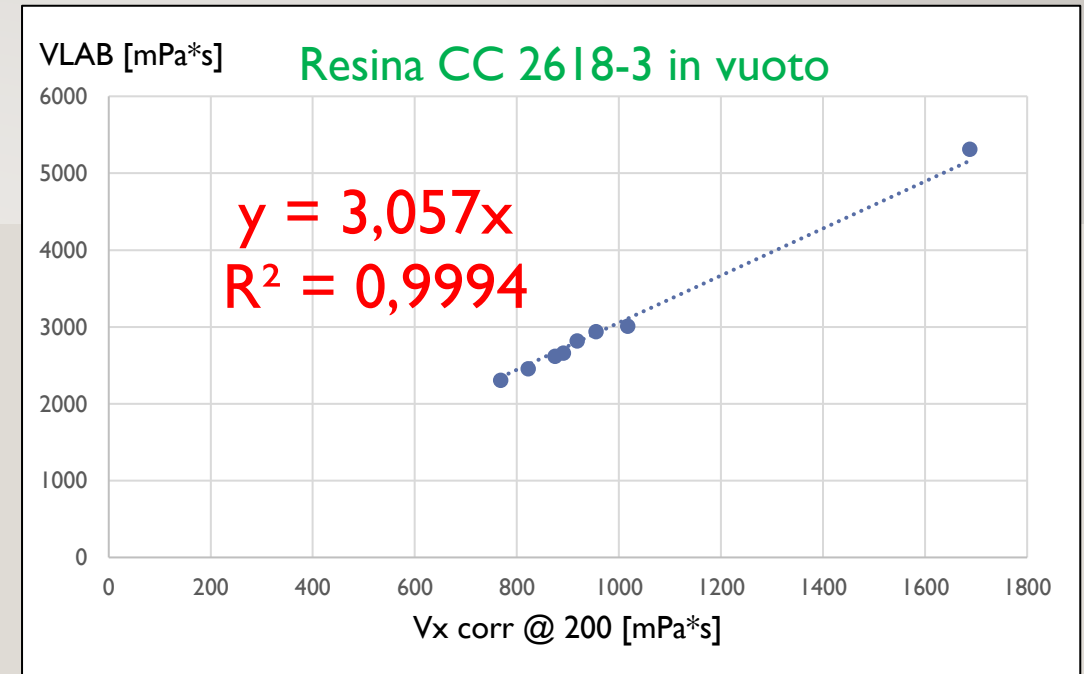
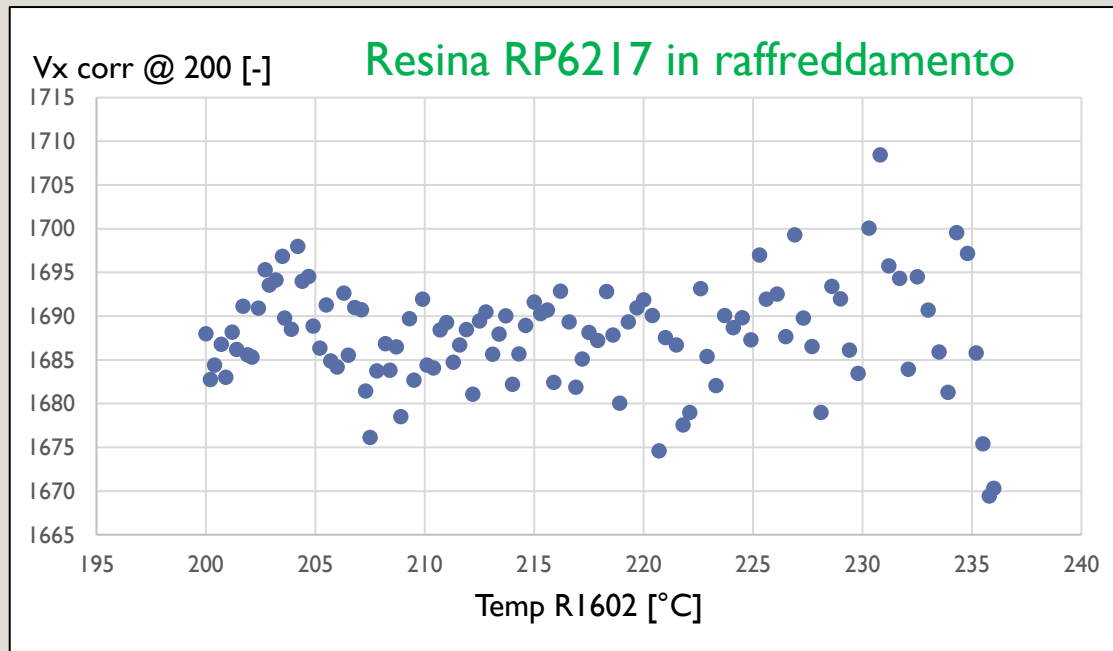




Utilizzando la (Eq. 1), si calcola la viscosità a $REF.T = 200\text{ °C}$ e si costruisce la curva con tutti i punti del raffreddamento per il viscosimetro in linea:



- $V_x @ 200 : y = ax^2 + bx + c$
 - **Corr** : $y - y(200) = a(x^2 - 200^2) - b(x - 200)$
 - $V_x \text{ corr } @ 200 = V_x @ 200 - \text{Corr}$
- $\Rightarrow y - (y - y(200)) = y(200) = \text{COST}$



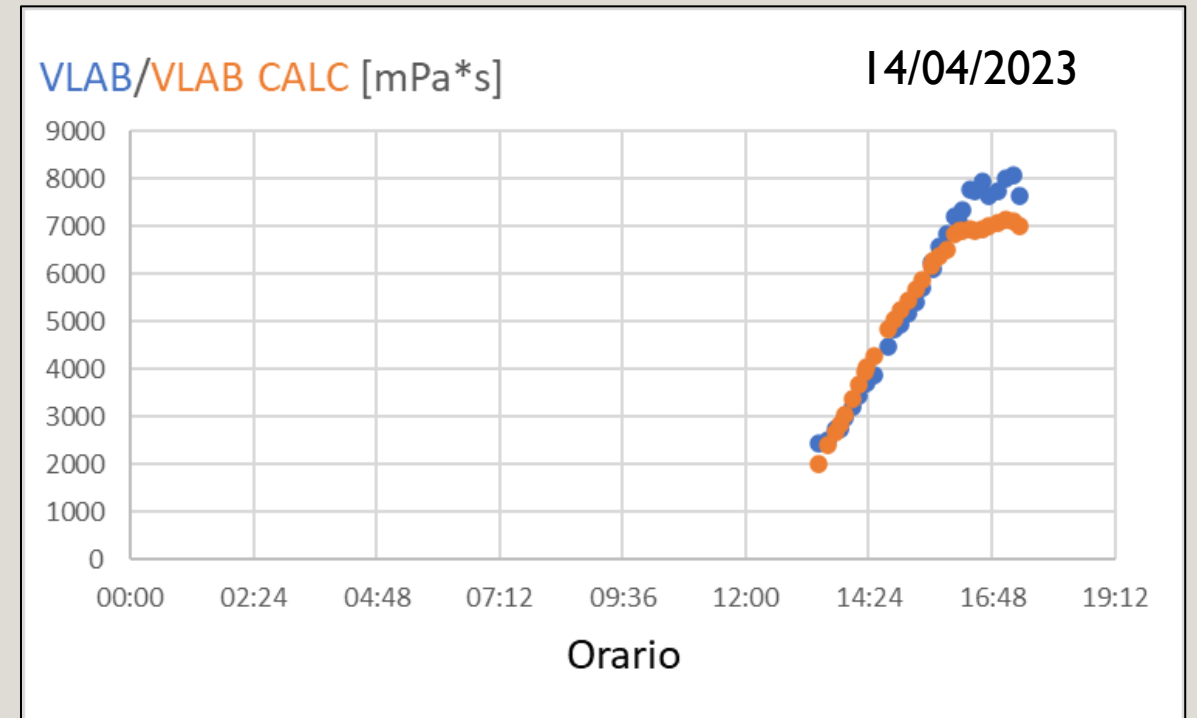
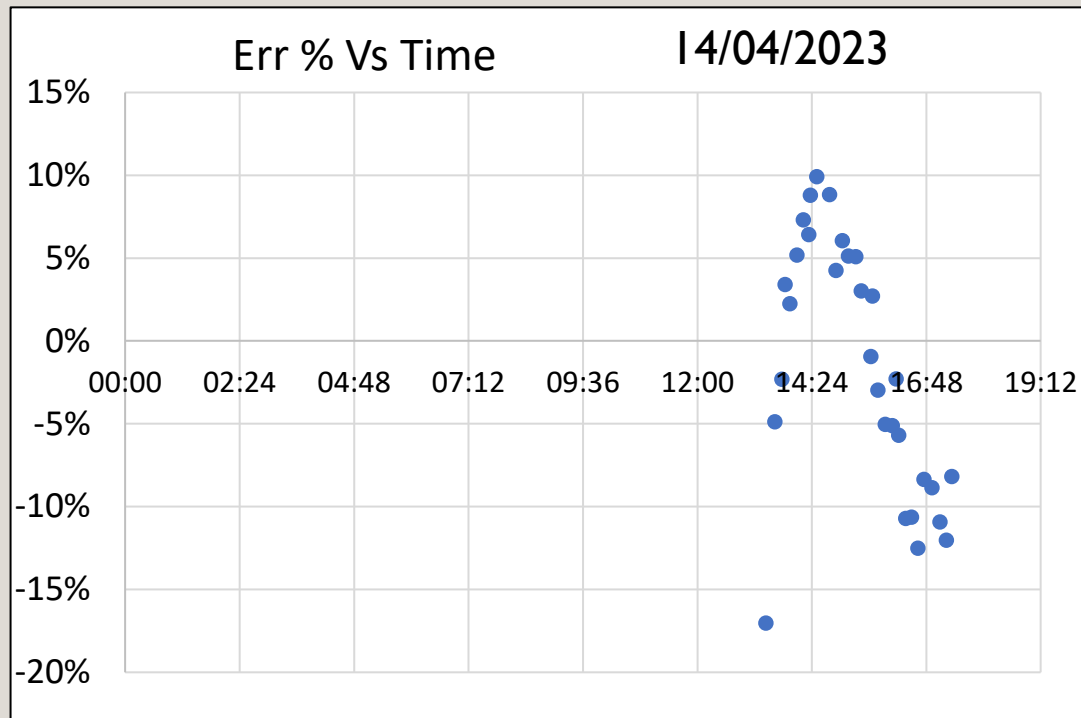
- $\text{VLAB CALC} = m \cdot (\text{Vx corr } @ 200)$
- $\text{Delta} = \text{VLAB CALC} - \text{VLAB}$
- $\text{Err}\% = \left(\frac{-\text{Delta}}{\text{VLAB}}\right) \times 100$

TABELLA DEI VALORI MEDI DEI PARAMETRI

Tipo di resina	Reattore	TCF medio	a medio	b medio	m medio
RP6217	1502	8343	-0,397	168	2,41
RP6217	1602	9815	-0,161	65	2,87
CC 2618-3	1502	9251	-0,244	105	2,17
CC 2618-3	1602	10053	-0,130	56	2,58
CC 2670-3	1502	8459	-0,647	285	2,71
CC 2670-3	1602	9460	-0,542	237	3,04
2671-3	1502	8582	-0,599	259	2,49
2671-3	1602	9908	-0,305	132	3,07

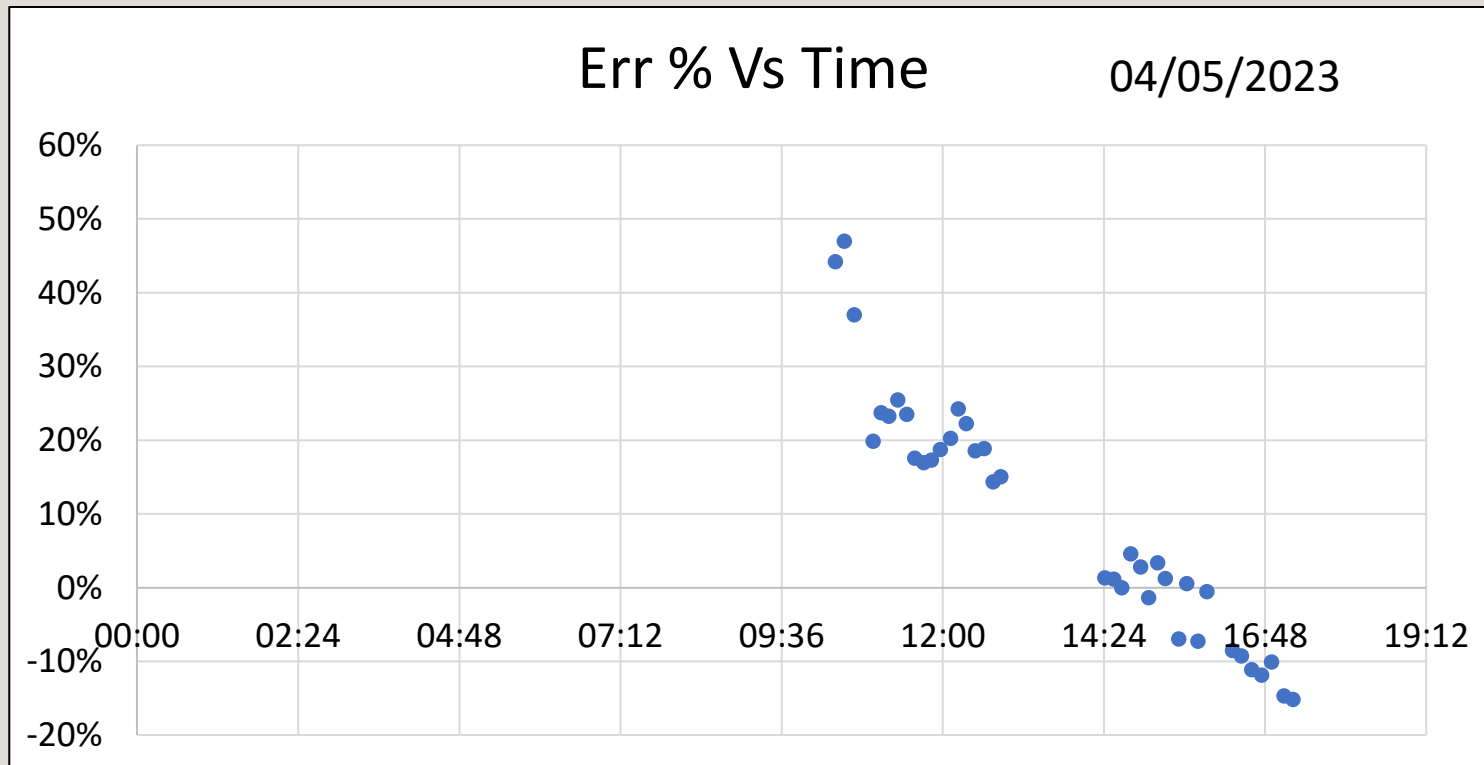
Tipo di resina	Reattore	TCF medio	a medio	b medio	m medio
CC 2670-3	1502	8458,57143	-0,64704	285,4698	2,70969

- RPM=500 alle 13:26
- RPM=300 alle 14:46
- RPM=200 alle 15:38



Tipo di resina	Reattore	TCF medio	a medio	b medio	m medio
RP6217	1602	9815	-0,161	65	2,87

- RPM=900 alle 10:24
- RPM=500 alle 10:41
- RPM=300 alle 14:33



Il modello è largamente influenzato dagli RPM impostati sul Brookfield!

Da quanto risulta dagli ultimi grafici proposti, bisogna cercare di capire quali modifiche apportare al modello per poter ottimizzare il viscosimetro Hydramotion XL7.

Un grande passo in avanti è stato quello di riconoscere l'impatto che ha la velocità di deformazione nella misurazione della viscosità, e questo è comunque un buon risultato perché si è arrivati a capire una delle principali problematiche di questo studio.

La speranza è che qualche altro/a collega si cimenti nello stesso progetto per adottare soluzioni alternative.