

MECCANICA  
RESPIRATORIA

# Statica del sistema toracopolmonare

## Volumi polmonari statici:

- Volume corrente (VC) è circa 0,5 L
- Volume di riserva inspiratoria (VRI)
- Volume di riserva espiratoria (VRE)
- Volume residuo (VR)

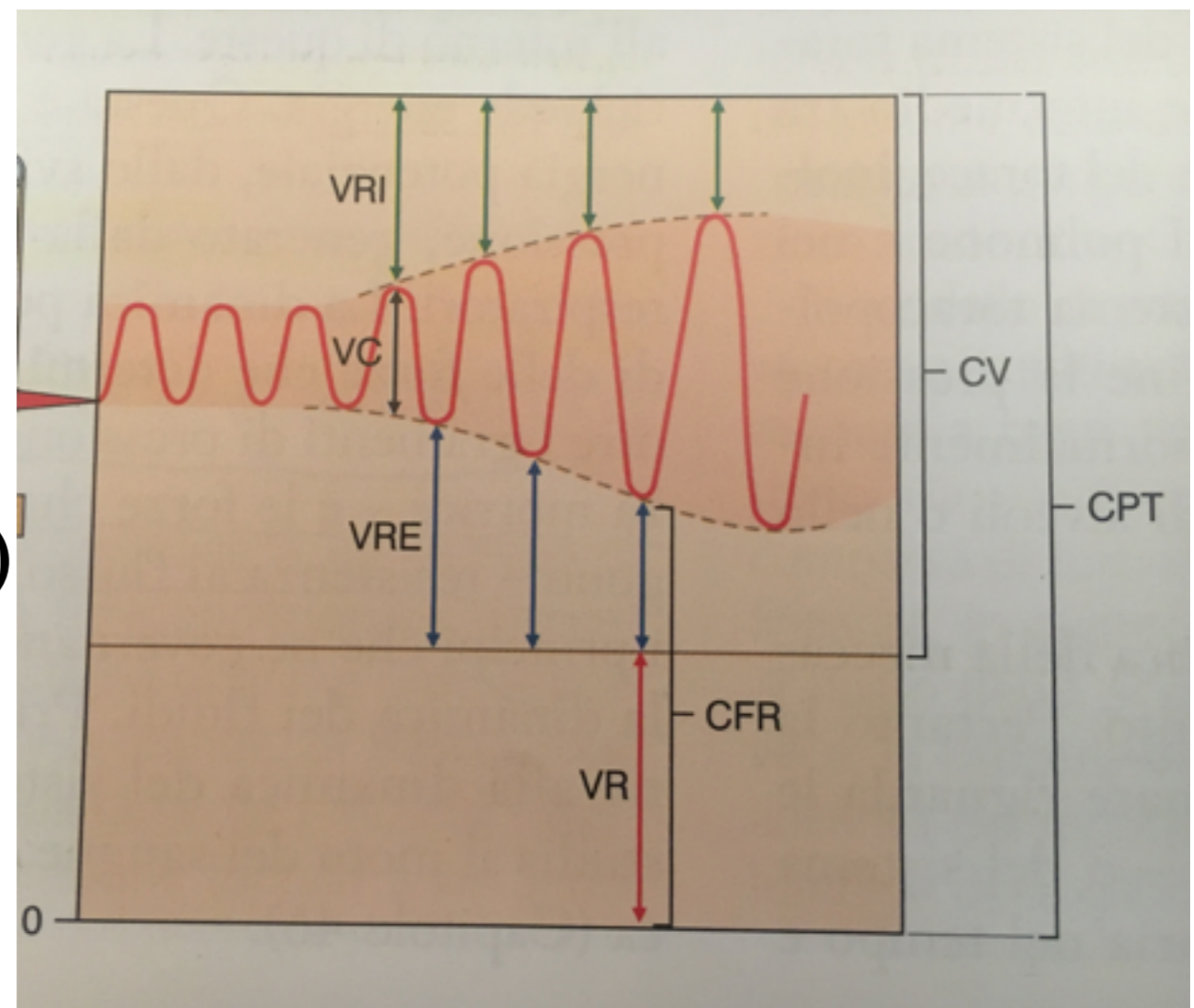
\_ Capacità polmonare totale:

$$CPT = VRI + VC + VRE + VR$$

\_ Capacità inspiratoria (VC + VRI)

\_ Capacità funzionale residua:

$$CFR = VRE + VR$$



# Pressioni polmonari

- Pressione intrapolmonare o alverolare (Pa)
- Pressione intratoracica o intrapleurica (Pip)
- Pressione atmosferica (Pb) = 760 mmHg

Poiché il punto di equilibrio del sistema toracopolmonare viene raggiunto per un volume in cui la forza di espansione esercitata dal torace è uguale e contraria a quella di detrazione del polmone, in queste condizioni agiscono sullo spazio pleurico due forze, che tendono ad espanderlo.

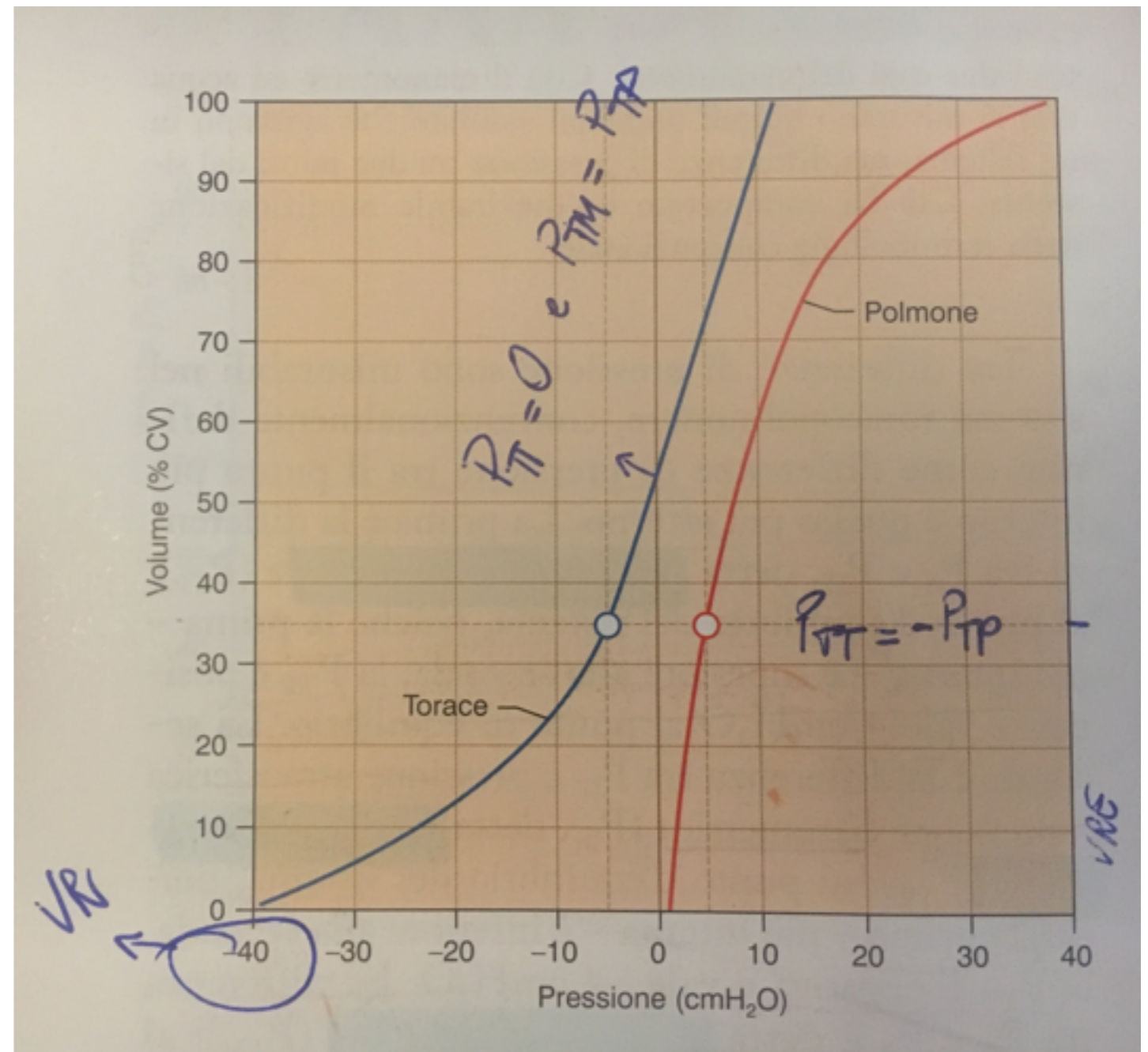
Per la solidarietà tra gabbia toracica e polmone, lo spazio pleurico non varia di volume. L'azione delle due forze fa sì che la pressione esercitata all'interno dello spazio pleurico sia inferiore alla pressione intrapolmonare e alla pressione atmosferica. La pressione intrapleurica vale in media 756 mmHg, cioè 4 mmHg inferiore a quella intrapolmonare (- 4 mmHg).

Sono misurabili tre differenze di pressione nel sistema toracopolmonare, che vengono convenzionalmente definite come differenze di pressione tra il punto più interno e quello più esterno.

- **Pressione transpolmonare:**  $P_{tp} = P_a - P_{ip} = + 4 \text{ mmHg}$
- **Pressione transtoracica:**  $P_{tt} = P_{ip} - P_b = - 4 \text{ mmHg}$
- **Pressione transmurale:**  $P_{tm} = P_a - P_b = 0 \text{ mmHg}$

# Curve pressione-volume statiche

La complianza polmonare è massima ai minimi e minima ai massimi volumi polmonari. Aumentando il volume polmonare, le pareti degli alveoli vengono distese e gli elementi elastici in esse contenute vengono stirate. La forma del diagramma dipende dal modulo elastico del parenchima polmonare.



La complianza toracica è, invece, minima ai bassi e massima agli alti volumi polmonari.



# Sistema toraco-polmonare

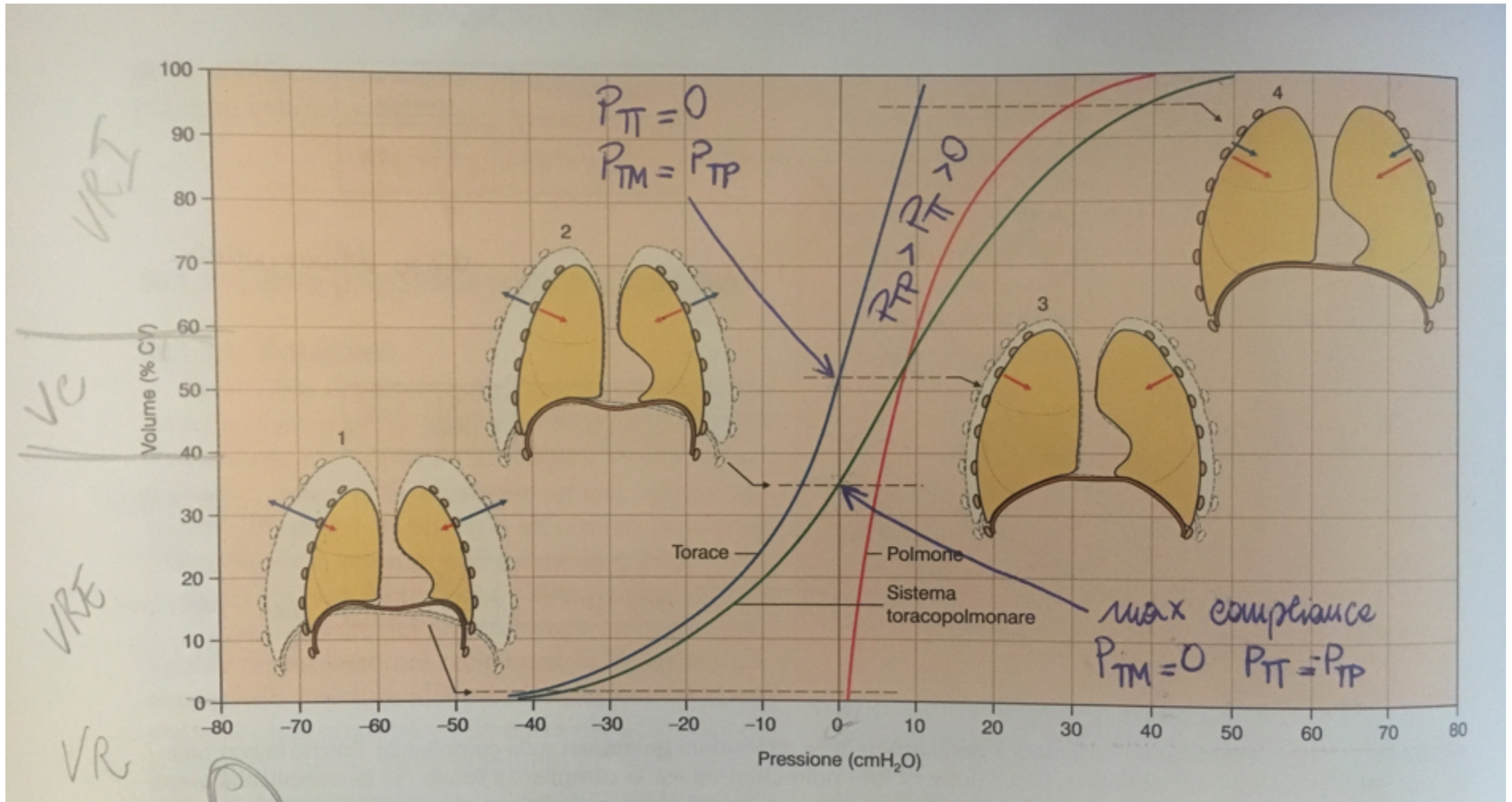


Diagramma pressione-volume

Nel diagramma pressione-volume, si può evidenziare che al punto 1 (VR) le proprietà meccaniche del sistema sono simili essenzialmente a quelle del torace. Il volume residuo dipende dalla forza di contrazione dei muscoli espiratori, che si oppone alla tendenza del torace ad espandersi.

Diminuendo il volume, la forza elastica della parete toracica aumenta, mentre cala la forza esercitata dalla contrazione muscolare: quando queste due forze si equilibrano si ha il volume residuo.

La massima compliance del sistema toraco-polmonare (punto 2) si raggiunge quando la pressione trasmurale è uguale a 0 ( $P_{tt} = P_{tp}$ ), poichè in queste condizioni sia il polmone che il torace hanno compliance elevata.

Al punto 3, dove il volume polmonare corrisponde al 60% circa della CV, la curva del sistema toraci-polmonare incrocia quella del polmone libero. Il torace non contribuisce alle caratteristiche meccaniche del sistema toraci-polmonare, che dipendono solo dalle caratteristiche meccaniche del polmone.

Più ci si avvicina alla CPT, più il contributo del polmone è maggiore ( $P_{tp} > P_{tt}$ ). Diminuisce la forza esercitata dai muscoli inspiratori che si accorciano, mentre cresce la forza di retrazione del polmone: l'espansione si arresta al raggiungimento di un volume a cui queste due si equivalgono.



# Lavoro contro le forze elastiche

Quando si introduce nei polmoni un volume d'aria al di sopra del punto di equilibrio (CFR), bisogna espandere gli alveoli, vincendo la forza di retrazione del polmone.

Bisogna introdurre energia nel sistema, effettuando un **lavoro elastico**, che si definisce **positivo**.

Analogamente , quando si vuole avere nei polmoni un volume inferiore alla CFR, occorre generare una forza che svuoti gli alveoli: in questo caso il lavoro elastico è **negativo**.