

## **ALLEGATO 9C: FORMULA PER IL CALCOLO DELLA PORTATA IN SALTO CRITICO**

<b>9C.1 DESCRIZIONE DELLA FORMULA .....</b>	<b>99</b>
<b>9C.1.1 FORMULA DI WEYMOUTH .....</b>	<b>100</b>

### 9C.1 DESCRIZIONE DELLA FORMULA

La formula viene utilizzata per determinare le portate disperse in atmosfera in caso di fuoriuscita di gas per di rottura di una tubazione.

$$Q = 0,036 \cdot 9,80665^{1,5} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{k \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho_s} \cdot \frac{P_1}{P_s} \cdot \frac{T_s}{T_1} \cdot \frac{Z_s}{Z_1}}$$

Q = portata in Sm<sup>3</sup>/h

d = diametro della sezione di scarico in mm

in caso di valvola di sicurezza si utilizza il diametro della sezione di scarico dichiarato dal costruttore; in caso di rottura di una tubazione, essendo generalmente il foro non circolare, il diametro va calcolato in base all'area A

della sezione di scarico:  $d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

$\alpha$  = coefficiente di efflusso

per le valvole di sicurezza provate sperimentalmente, definite "valvole qualificate" (secondo A.N.C.C. raccolta E )  $\alpha$  è pari al coefficiente K dichiarato dal costruttore; per le valvole non verificate sperimentalmente o nei casi di scarico per rottura essendo  $\alpha$  un valore sperimentale, si applica un valore pari a 0,6

k = esponente isoentropico  $\frac{C_p}{C_v} = 1,31$

$\Delta p$  = pressione relativa di scarico

la pressione è da ritenersi pari alla pressione del gas in prossimità della sezione di scarico.

Qualora non esista una misura diretta del valore (come nel caso di scarico in seguito a rottura di un metanodotto) il valore può essere ricavato, utilizzando la formula di Weymouth per il calcolo delle perdite di carico riportata di seguito, conoscendo un valore misurato di P ad una determinata distanza a monte della rottura.

$\rho_s$  = massa volumica alle condizioni di riferimento in kg/Sm<sup>3</sup>

$P_1$  = pressione assoluta di scarico in bar ( $\Delta p + P_{\text{barometrica}}$ )

$T_1$  = temperatura di scarico in Kelvin

$Z_1$  = fattore di scostamento dalla legge dei gas perfetti alle condizioni  $P_1$  e  $T_1$

$P_s$  = pressione di riferimento in bar (1,01325)

$T_s$  = temperatura di riferimento in Kelvin (288,15)

$Z_s$  = fattore di scostamento dalla legge dei gas perfetti alle condizioni  $P_s$  e  $T_s$

### 9C.1.1 FORMULA DI WEYMOUTH

La formula viene utilizzata per determinare le perdite di carico in una tubazione assumendo che

- 1) la portata di gas nella tubazione nell'istante della rottura sia nulla;
- 2) non siano presenti pezzi speciali quali valvole, raccordi, gomiti ecc. nella tubazione (ovvero perdite di carico concentrate nulle);
- 3) siano assenti immissioni o erogazioni intermedie

$$(P_m^2 - P_1^2) = K \cdot L \cdot Q^2$$

dove:

$P_m$  =pressione assoluta del gas a monte;

$P_1$  =pressione assoluta del gas a valle;

$K$  =costante di Weymouth in funzione del diametro della tubazione;

$L$  =lunghezza della tubazione in km;

$Q$  =portata in Mkg/giorno ( $24 \cdot 10^{-6} \cdot Sm^3 / h \cdot \rho_S$ );

$\rho_S$  =massa volumica alle condizioni di riferimento in kg/Sm<sup>3</sup>.

Tabella costante di Weymouth in funzione del diametro della tubazione:

Diametro tubazione (Mm)	K
80	7913,0985
100	2047,6554
150	336,3387
200	59,6649
250	18,2981
300	6,8358
400	2,0247
450	1,0112
500	0,5977
550	0,3584
600	0,2248
650	0,1445
750	0,0688
800	0,0469
850	0,0334
900	0,0247
1000	0,0141
1050	0,0108
1200	0,0053