## **Calcolo Emissione**

federico 15:05 27/08/2008

# **Table of Contents**

## Serbatoi: calcolo emissioni per tipo di serbatoi

All'interno del modulo, si distinguono i seguenti tipi di serbatoi:

- · A tetto fisso;
- · A tetto mobile:
- · A tetto fisso orizzontale in superficie
- · A tetto fisso orizzontale interrati

di seguito sono riportate le varie procedure di calcolo

#### Serbatoi a tetto fisso

Il primo passo per il calcolo delle emissioni da serbatoi a tetto fisso consiste nel determinare le emissioni da stoccaggio:

$$\mathbf{E}_{\mathrm{s}} = \mathbf{30} \cdot \mathbf{V}_{\mathrm{v}} \cdot \mathbf{D}_{\mathrm{v}} \cdot \mathbf{K}_{\mathrm{E}} \cdot \mathbf{K}_{\mathrm{S}}$$

dove:

- Es [kg] = emissione mensile di NMVOC da ogni serbatoio
- Vv [m3] = volume occupato dal vapore (da formula)
- Dv [kg m-3] = densità di vapore (da formula)
- KE [-] = fattore di espansione del vapore, dipendente dalle variazioni di temperatura e pressione (da formula)
- KS [-] = fattore di saturazione del vapore, dipendente dalla pressione e dal volume occupato dal vapore (da formula)

L'ordine di calcolo delle formule è il seguente:

Volume occupato dal vapore

$$\mathbf{V}_{v} = \frac{\pi}{4} \cdot \mathbf{D}^{2} \cdot \left(\mathbf{h}_{s} - \mathbf{h}_{1} + \mathbf{h}^{*} \cdot \mathbf{D}\right)$$

dove:

- D = diametro del serbatoio (da tabella S\_GEOM\_SERBATOI)
- hs = altezza serbatoio (da tabella S\_GEOM\_SERBATOI)
- hl = altezza liquido nel serbatoio (da tabella S\_GEOM\_SERBATOI)
- $h^* = pari a 0.01$  se il tetto è a cono, 0.0685 se il tetto è a cupola

Temperatura superficiale del liquido all'interno del serbatoio (da calcolare ogni mese)

$$T_{\text{sup}} = T_{\text{amb}} + 3.36 \cdot \alpha - 0.56 + 0.003 \cdot \alpha \cdot I$$

dove:

- alfa [-] = assorbanza della verniciatura del serbatoio (S\_COLORE\_SERBATOI)
- I [Wm-2] = radiazione solare totale giornaliera (T\_TEMP\_RAD\_UMID) (somma delle radiazioni orarie)
- Tamb = temperatura media giornaliera (T\_TEMP\_RAD\_UMID)

Tensione di vapore [Pa]

$$P_{\rm v} = 133.3224 \cdot 10^{\left(\text{A} - \frac{\text{B}}{T_{\text{sup}} + \text{C}}\right)}$$

dove:

• A, B, C = costanti specifiche per ogni gas (S\_CARATT\_PRODOTTI)

Alcuni prodotti non hanno queste costanti: per essi nella tabella  $S_CARATT_PRODOTTI$  è inserito il valore di Pv stimato per una Tsup di  $20^{\circ}C$ 

Per il greggio e per la benzina la formula di calcolo della tensione di vapore va sostituita dalla seguente:

$${\bf P}_{V} = {\bf 6894.757 \cdot e}^{\left(A - \frac{B}{1.8 \cdot T_{sup} + 492}\right)}$$

dove:

- A, B = costanti specifiche per il greggio e la benzina (S\_CARATT\_PRODOTTI)
- Tsup = temperatura superficiale del liquido (da formula)

Per entrambe le sostanze le costanti A e B sono state calcolate dalla formula API utilizzando per il greggio una RVP pari a 5 e per la benzina una RVP pari a 10.

Densità di vapore [kg/m3]

$$D_{_{\rm V}} = \frac{PM \cdot P_{_{\rm V}}}{8314 \cdot (T_{_{\rm sup}} + 273,15)}$$

dove:

- PM = peso molecolare del liquido stoccato (S\_CARATT\_PRODOTTI)
- Pv = tensione di vapore (dalla formula precedente)

Range di temperatura

$$\Delta T_v = 1.3 \cdot (T_{max} - T_{min}) + 0.009 \cdot \alpha \cdot I$$

dove:

• Tmax e Tmin temperature massima e minima giornaliera (T\_TEMP\_RAD\_UMID)

Range di pressione

$$\Delta \mathbf{P}_{v} = \mathbf{P}_{v, \max} - \mathbf{P}_{v, \min \min}$$

dove:

• Pv,max e Pv,min tensioni di vapore corrispondenti alle temperature massima e minima giornaliera

Fattore di espansione Ke [-]

$$K_{E} = \frac{\Delta T_{v}}{(T_{sup} \cdot 1.8 + 492)} + \frac{\Delta P_{v} - 413.7}{101325 - P_{v}}$$

dove:

- Tsup e Pv ricavate dalle formule precedenti
- #Tv = variazione giornaliera della temperatura del vapore (da formula)
- #Pv = variazione giornaliera della pressione di vapore (da formula)

Fattore di saturazione Ks [-]

$$\mathbf{K}_{s} = \frac{1}{1 + 2.5 \cdot 10^{-5} \cdot \mathbf{P}_{v} \cdot (\mathbf{h}_{s} - \mathbf{h}_{1} + \mathbf{h}^{*} \cdot \mathbf{D})}$$

dove:

• h\* = pari a 0.01 se il tetto è a cono, 0.0685 se il tetto è a cupola

Le emissioni da movimentazione si calcolano come segue:

$$E_{m} = 0.414 \cdot 10^{-6} \cdot PM \cdot P_{v} \cdot \frac{Q/12}{d_{t}} \cdot K_{p}$$

dove:

- PM [g mol-1] = peso molecolare del prodotto (da S\_CARATT\_PRODOTTI)
- Pv = tensione di vapore riferita alla Tamb
- Q [kg] = movimentazione annua del prodotto (da S\_GEOM\_SERBATOI)
- dl [kg m-3] = densità del liquido (da S\_CARATT\_PRODOTTI)
- KP [-] = fattore di perdita del prodotto (da S\_CARATT\_PRODOTTI)

#### Serbatoi a tetto mobile

A differenza dei serbatoi a tetto fisso le emissioni dipendono anche dagli accessori della piattaforma. La procedura per determinare le emissioni è la seguente:

Emissioni da stoccaggio

$$E_{S} = \frac{1}{12} \cdot (K_{Ra} + K_{Rb} \cdot (1.609 \cdot v)^{n}) \cdot D \cdot P^{*} \cdot PM \cdot K_{C}$$

dove:

- Es [kg/anno] = emissione mensile dallo stoccaggio
- KRa = fattore di perdita dall'anello con vento nullo (da tabella S\_TIPO\_SERBATOI), Tab. 1
- KRb = fattori di perdita dall'anello dipendente dal vento (da tabella S\_TIPO\_SERBATOI), <u>Tab. 1</u>
- v = velocità media del vento (da tabella classe climatica)
- D = diametro del serbatoio (da S\_SERBATOIO)
- PM [g mol-1] = peso molecolare del prodotto (da S\_CARATT\_PRODOTTI)
- n = esponente, dipendente dal tipo di anello (da tabella S\_TIPO\_SERBATOI), tab. 1
- P\* = funzione della pressione, dipendente dalla pressione atmosferica e di vapore, calcolata come segue:

$$P^* = \frac{\frac{P_{\rm v}}{101325}}{\left\lceil 1 + \left(1 - \frac{P_{\rm v}}{101325}\right)^{0.5} \right\rceil^2}$$

- KC = fattore prodotto (da tabella S\_CARATT\_PRODOTTI)
- Pv = tensione di vapore riferita alla Tamb

#### Emissione da movimentazione

$$E_{m} = \frac{0.00684 \cdot Q \cdot C}{D}$$

dove:

• E m [kg/anno] = emissione annua dalla movimentazione del prodotto Q [kg/anno]= movimentazione annua del prodotto C = fattore di serraggio (da tabella S\_CARATT\_PRODOTTI)

Emissione da perdite degli accessori della piattaforma

$$E_a = \frac{1}{12} \cdot F_F \cdot P^* \cdot PM \cdot K_C$$

dove:

- Ea [kg/anno] = emissione annua dagli accessori della piattaforma
- P\* = funzione della pressione, dipendente dalla pressione atmosferica e di vapore (da formula)
- PM [g mol-1] = peso molecolare del prodotto (da S CARATT PRODOTTI)
- KC = fattore prodotto (da tabella S\_CARATT\_PRODOTTI)
- FF = fattore di emissione totale degli accessori della piattaforma (da formula)
- NFi = numero di accessori del tipo i [-], tab. 2
- KFi = fattore di emissione dell'accessorio di tipo i (da formula)

$$F_{F} = (N_{F1} \cdot K_{F1}) + (N_{F2} \cdot K_{F2}) + \dots + (N_{Fn} \cdot K_{Fn})$$

$$K_{F_i} = K_{Fa_i} + K_{Fb_i} (1.1263 \cdot v)^{m_i}$$

Serbatoi a tetto fisso orizzontale in superficie

Le modalità di stima delle emissioni per questa tipologia di serbatoi è la medesima di quelli a tetto verticale.

Le uniche differenze risiedono nella stima del volume occupato dal vapore e dal calcolo del fattore di saturazione, modificate come segue:

Diametro effettivo

$$D_e = 3.28 \cdot \sqrt{\frac{L \cdot D}{0.785}}$$

dove:

D = diametro del serbatoio (da tabella S\_GEOM\_SERBATOI) L = lunghezza serbatoio (da tabella S\_GEOM\_SERBATOI)

Volume occupato dal vapore

$$V_{v} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{e}^{2} \cdot (0.5 \cdot D)$$

dove:

D = diametro del serbatoio (da tabella S\_GEOM\_SERBATOI)

De = diametro effettivo del serbatoio

Fattore di saturazione Ks [-]

$$K_s = \frac{1}{1 + 2.5 \cdot 10^{-5} \cdot P_{\nu} \cdot (0.5 \cdot D)}$$

## Serbatoi a letto fisso orizzontale interrati

L'unica differenza con i serbatoi in superficie è data dal fatto che le emissioni provengono solo dalla movimentazione, utilizzando la formula dei serbatoi a tetto fisso verticale.