

**Corso di**

---

**IMPIANTI TECNICI per l'EDILIZIA**

**Esercitazione**  
**Scambiatori di calore**



Prof. Paolo ZAZZINI  
Dipartimento INGEO  
Università "G. D'Annunzio" Pescara  
[www.lft.unich.it](http://www.lft.unich.it)

Uno scambiatore di calore a tubi concentrici in contro-corrente consente lo scambio termico tra olio per usi industriali ed acqua con le seguenti caratteristiche

### **Olio**

$$C_p = 2131 \text{ J/kg K}; \quad t_{ci} = 90 \text{ }^\circ\text{C}; \quad t_{cu} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

### **Acqua**

$$C_p = 4186 \text{ J/kg K}; \quad t_{fi} = 32 \text{ }^\circ\text{C}; \quad t_{fu} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$$

Il **tubo interno è in acciaio** con conducibilità termica  $\lambda = 50 \text{ W/mK}$ , diametro nominale  $D_i = 1,5 \text{ ''}$  e **spessore 1,65 mm**, lunghezza  $L = 15 \text{ m}$

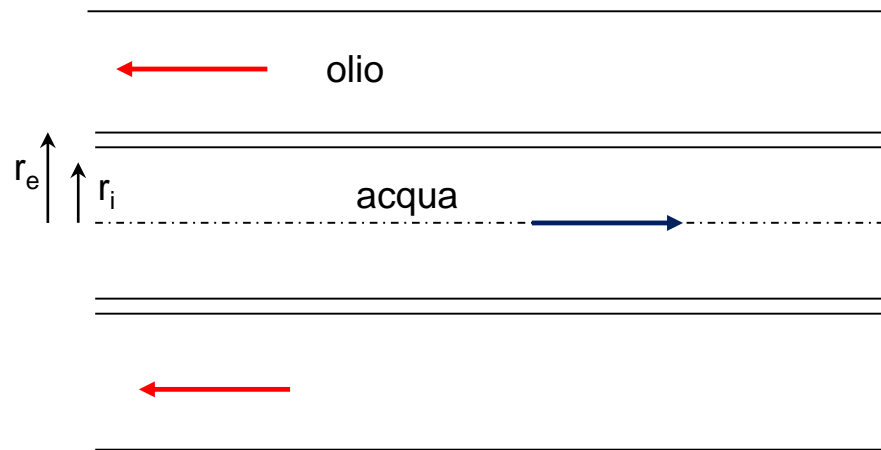
Coefficienti di scambio termico convettivo:

Lato acqua (interno):  $h_i = 2150 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lato olio (esterno):  $h_e = 32 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Per diametro nominale si intende il diametro interno. Le misure in pollici relative a tubi e in genere a problemi di idraulica sono in pollici gas. La corrispondenza è la seguente:

1 " GAS: 31,16 mm



$$D_i = 1,5 \cdot 31,16 = 46,74 \text{ mm} = 0,04674 \text{ m}$$

$$r_i = \frac{D_i}{2} = 0,02337 \text{ m} \quad r_e = r_i + 0,00165 = 0,02502 \text{ m}$$

$$D_e = 0,02502 \cdot 2 = 50,04 \text{ mm} = 0,05004 \text{ m}$$

## Calcolo della resistenza totale

$$R_t = \frac{1}{2\pi L r_i h_i} + \frac{\ln \frac{r_e}{r_i}}{2\pi L \lambda_i} + \frac{1}{2\pi L r_e h_e}$$

$$R_t = \frac{1}{\pi \cdot 0,04674 \cdot 15 \cdot 2150} + \frac{\ln \frac{0,02502}{0,02337}}{2\pi \cdot 15 \cdot 50} + \frac{1}{\pi \cdot 0,05004 \cdot 15 \cdot 32} =$$

$$= 2,11 \cdot 10^{-4} + 1,45 \cdot 10^{-5} + 0,0132 \cong 0,0134 \left[ \frac{K}{W} \right]$$

E' evidente che il primo termine (resistenza convettiva interna lato acqua) ed il secondo (resistenza conduttiva del tubo) danno un contributo trascurabile alla resistenza totale.

Nota la resistenza totale si può calcolare il coefficiente globale di scambio termico e la potenza termica scambiata

$$U = \frac{1}{R_{tt}} = \frac{1}{0,0134} = 74,6 \left[ \frac{W}{K} \right]$$

$$Q = U \cdot \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}$$

$$\Delta t_1 = 90 - 55 = 35$$

$$\Delta t_2 = 50 - 32 = 18$$

$$Q = 74,6 \cdot \frac{35 - 18}{\ln \frac{35}{18}} = 1907,1 W$$