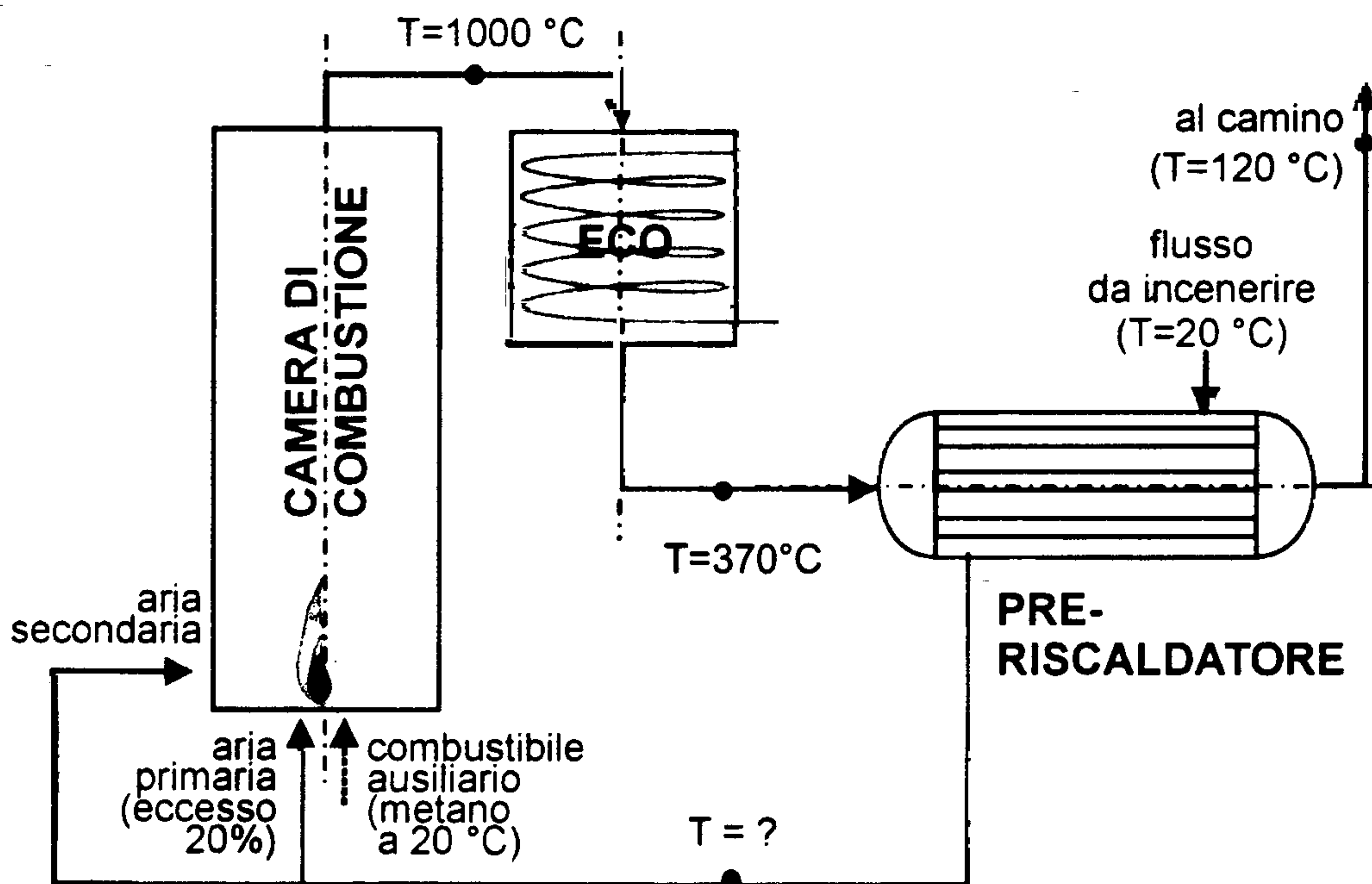


Una corrente di  $15000 \text{ Nm}^3/\text{h}$  contenente uno 0.7 % in volume di un composto organico nocivo, assimilabile a metano ai fini dei calcoli, deve essere incenerita per via termica nel sistema schematizzato in figura.



Si richiede, sulla base dei dati forniti in allegato:

- 1) la definizione dei bilanci di materia e calore del sistema, finalizzati in particolare al calcolo di:
  - ) portata di combustibile ausiliario necessaria;
  - ) temperatura di preriscaldamento dell'aria da incenerire.
- 2) Il dimensionamento di massima della camera primaria dell'inceneritore, ivi compreso il calcolo degli spessori di refrattario e di coibente necessari a limitare le perdite di calore e garantire la sicurezza del personale (temperatura di parete esterna =  $50^\circ\text{C}$ ).
- 3) Il dimensionamento della superficie di scambio del preriscaldatore dell'aria.

Ai fini dei calcoli di cui al punto 1 si assumano:

- A1) le tubazioni perfettamente coibentate con perdite di calore trascurabili;
- A2) le dissipazioni di calore attraverso le pareti della camera di combustione trascurabili;
- A3) il calore specifico di ogni corrente gassosa costante e pari a  $0.25 \text{ kcal/kg/K}$ ;
- A4) il potere calorifico inferiore del metano  $9000 \text{ kcal/Nm}^3$ ;
- A5) valida ovunque la legge dei gas perfetti;
- A6) la pressione ovunque pari a 1 bar;

- A7) la composizione dell'aria approssimabile da un rapporto azoto/ossigeno di 4;  
 A8) l'efficienza di trasferimento del calore del pre-riscaldatore pari al 90%.

Ai fini dei calcoli di cui al punto 2 si assumano:

- A9) la velocità dei gas all'interno della camera di combustione pari a 4 m/s;  
 A10) il tempo di permanenza nella medesima pari a 2 s;  
 A11) l'aria esterna a 20°C, con vento trascurabile;  
 A12) le proprietà chimico-fisiche dei diversi flussi gassosi assimilabili a quelli dell'aria (vedi tabella seguente), rimanendo comunque valida la A5.

Temperatura (°C)	Calore specifico ( $c_p$ ) (kcal/kg/K)	$10^5$ ·viscosità ( $\mu$ ) (kg/m/s)	$10^6$ ·conducibilità termica (k) (kcal/m/K/s)
20	0.247	1.812	6.34
100	0.250	2.11	7.57
200	0.253	2.52	9.24
300	0.257	2.90	10.81
400	0.26	3.25	12.2
500	0.263	3.63	13.7
600	0.267	4.00	15.1
700	0.270	4.25	16.4
800	0.274	4.60	17.7
900	0.277	4.95	19.2
1000	0.28	5.2	20.4

- A13) l'emissività della lamiera metallica di ricopertura esterna ( $\epsilon$ ) pari a 0.65, essendo la costante di Boltzmann ( $\sigma$ ) uguale a  $4.92 \cdot 10^{-8}$  kcal/m<sup>2</sup>/h/K<sup>4</sup>.  
 A14) il fattore di forma per il calcolo del contributo dell'irraggiamento all'interno della camera di combustione, comprensivo degli effetti delle emissività di gas e parete di refrattario, pari a 0.2;  
 A15) il coefficiente di trasferimento per convezione naturale ( $h_{CN}$ ) calcolabile con l'espressione:

$$\frac{h_{CN}L}{k} = 0.13 \left( \frac{L^3 \rho^2 g \beta c_p \mu}{\mu^2 k} \right)^{\frac{1}{3}}$$

- dove: -) L = altezza dell'inceneritore;  
 -)  $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>;  
 -)  $\beta = \Delta T / \langle T \rangle$  = rapporto tra forza spingente e valore medio della temperatura (K).

- A16) il coefficiente di trasferimento per convezione all'interno dell'inceneritore ( $h_C$ ) dato da:

$$\frac{h_C D}{k} = 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.33}$$

- dove: D = diametro interno dell'inceneritore;  
 Re, Pr = numeri di Reynolds e Prandtl.

- A17) la temperatura costante all'interno dell'inceneritore;  
 A18) disponibili i seguenti materiali refrattari e coibentanti, elencati in ordine di costo decrescente:

<b>Refrattari*</b>	<b>Temperatura massima di utilizzo (°C)</b>	<b>Conducibilità termica (kcal/m/h/°C)</b>
Mullitici	1600	4.0
Silico alluminosi	1400	4.7

\* disponibili in mattoni opportunamente sagomati e con spessore di 12 o 24 cm.

<b>Coibenti*</b>	<b>Temperatura massima di utilizzo (°C)</b>	<b>Conducibilità termica (kcal/m/h/°C)</b>
Fibra alluminosa	1000	0.10
Lana di roccia	750	0.07
Lana di vetro	450	0.045

\* disponibili in pannelli da 1/2 pollice di spessore.

Ai fini dei calcoli di cui al punto 3 si assuma:

A19) il coefficiente di scambio *overall* pari a 15 kcal/m<sup>2</sup>/h/K.

A20) lo schema di flusso è in controcorrente con un fattore Y di scostamento dall'idealità pari a 0.85.

**POLITECNICO DI TORINO**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

**SEZIONE A**

**I SESSIONE 2002**

**PARTE B DEL TEMA  
COMUNE A TUTTI I SETTORI  
(CIVILE ED AMBIENTALE,  
INDUSTRIALE,  
DELL'INFORMAZIONE)**

**Il candidato dovrà dare risposta, in modo schematico, relativamente al tema prescelto compatibilmente al tema stesso, su almeno due delle seguenti domande:**

- 1. principi generali di stima del valore;**
- 2. normative di riferimento;**
- 3. le figure e le responsabilità di chi progetta, esegue e controlla;**
- 4. sostenibilità degli interventi;**
- 5. sicurezza;**
- 6. qualità;**
- 7. conoscenza dei risvolti tariffari.**

*Manfredi*  
*Manfredi*