

# AT02

## *Rompicapi*

### *C: Processi di essiccamento*

# *Processi di essiccamento*

---

1. Equazioni
2. Casi
  - a) Caso semplice: senza ricircolo
  - b) Ricircolo
    - ✓ Esterno
    - ✓ Interno
    - ✓ Energia di rinnovo
    - ✓ Confronto
3. Aria umida

# Equazioni

## Equazioni

**Energia per il riscaldamento dell'aria:**

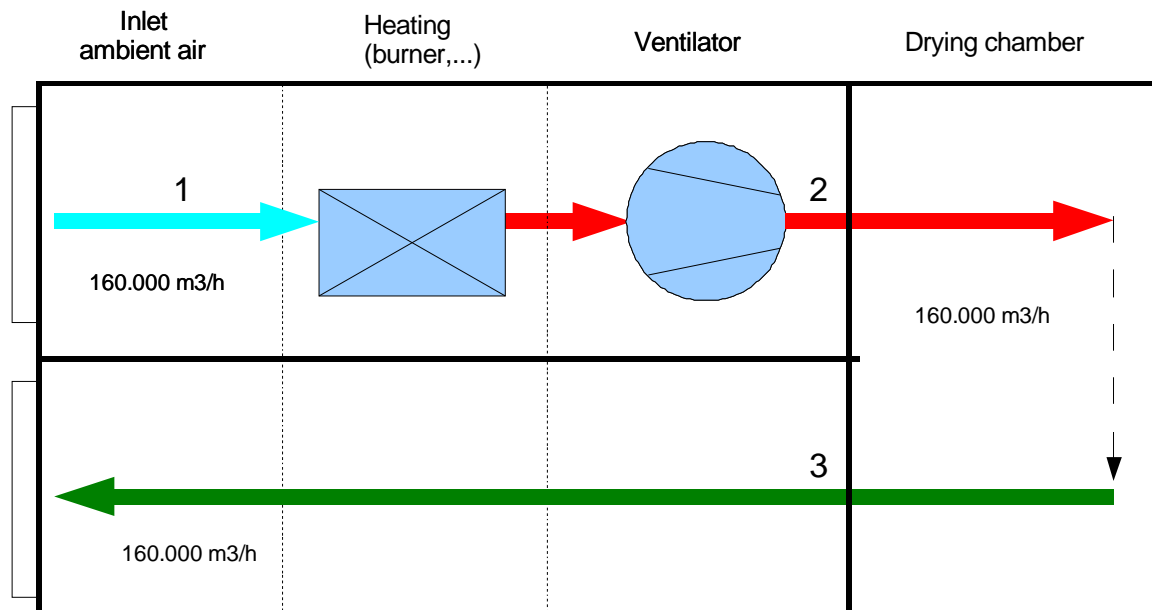
*Energy needed for heating air:  $\Delta h = h_2 - h_1 = \dot{Q}$*

**Acqua assorbita:**

*Absorbed water  $\Delta HA = HA_3 - HA_2$*

# Caso semplice: senza ricircolo

## 1. Schema



| Flussi            | T   | HA<br>(Um.Ass)      | RH<br>(Um.rel) | h     |
|-------------------|-----|---------------------|----------------|-------|
|                   | ° C | g H2O/kg aria secca | %              | kJ/kg |
| 1 - ambiente      | 18  | 6.46                | 50.00%         | 34.31 |
| 2 – ingresso ess. | 60  | 6.46                | 4.20%          | 76.31 |
| 3 - uscita ess.   | 47  | 11.61               | 16.00%         | 76.31 |

# *Caso semplice: senza ricircolo*

## 2. Inserimento dati

### Processo

Aria calda

$T_p = 60^{\circ}\text{C}$

Mantenimento: 0 kW

Flusso ingresso: airAT02, 192771 kg/h,  $T_{in} = 18^{\circ}\text{C}$

Flusso uscita: airAT02, 192771 kg/h,  $T_{out} = 47^{\circ}\text{C}$   
(recuperabile)

10 h/g, 260 giorno/anno

### Generazione

Caldaia vapore

efficienza: 80%

Potenza nominale : 6000 kW

10 h, 260 giorni/anno

### Distribuzione

Vapore 2 bar

$T_{mandata} = 125^{\circ}\text{C}$

$T_{ritorno} = 60^{\circ}\text{C}$

$T_{feed-up} = 10^{\circ}\text{C}$

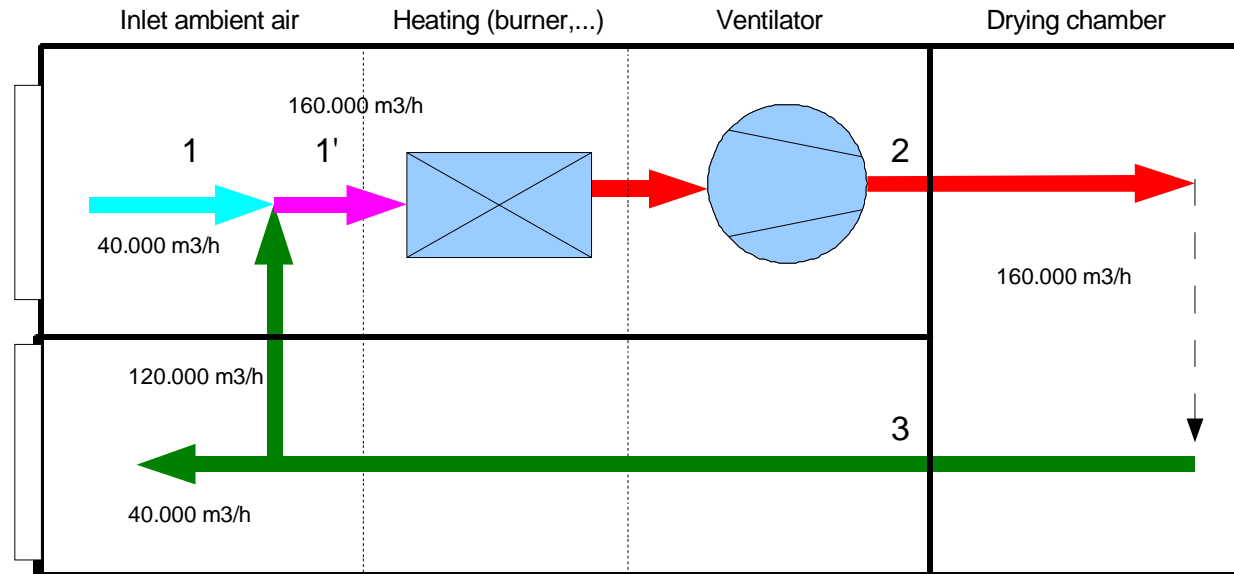
Tasso di ricircolo: 1

Lunghezza: 100m

### Risultati

UPH = 5847 MWh

## 1. Schema

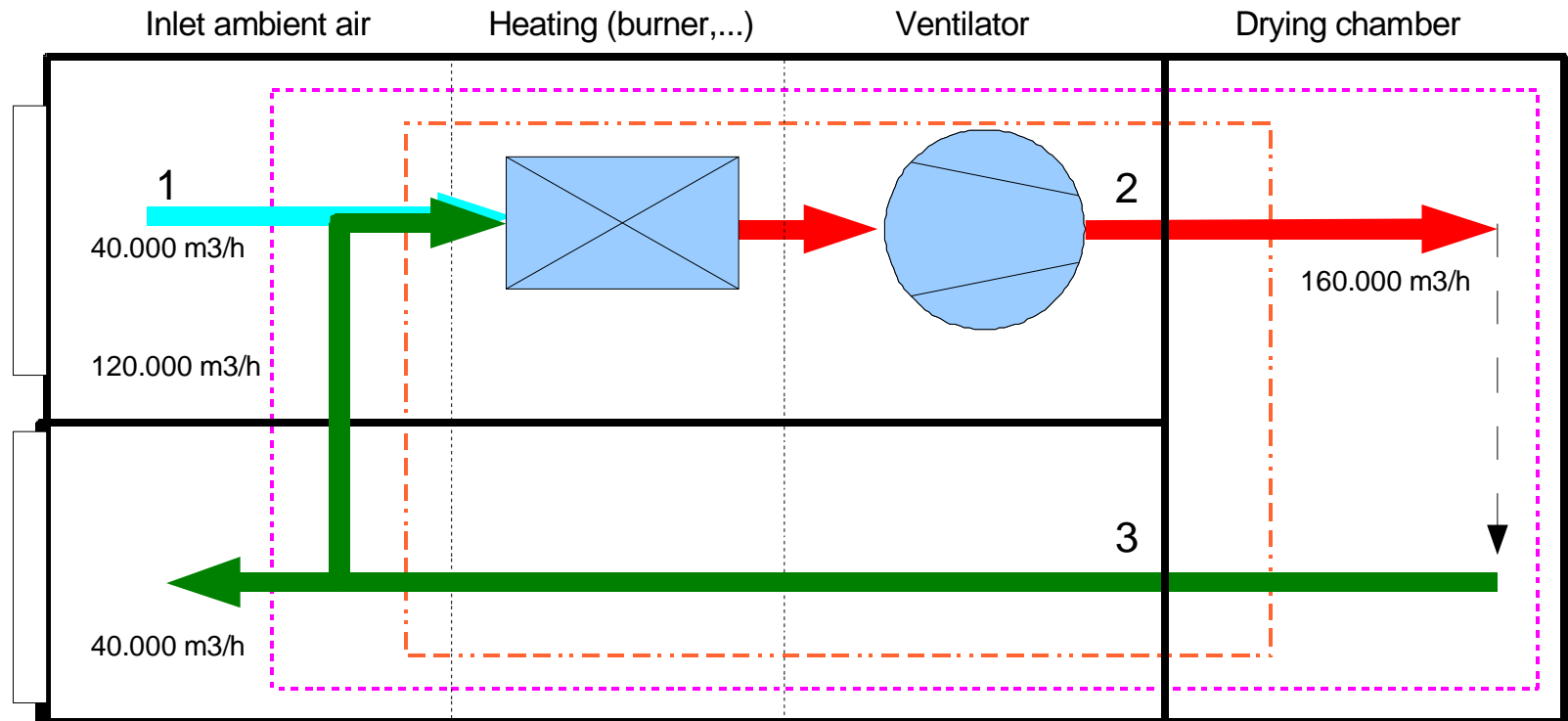


| Flows |                | T     | AH               | RH     | h      | flow    |
|-------|----------------|-------|------------------|--------|--------|---------|
|       |                | ° C   | g H2O/kg dry air | %      | kJ/kg  | m3/h    |
| 1     | Ingr. ambiente | 18    | 6.46             | 50.00% | 34.31  | 40.000  |
| 1'    | Ingr. Mix      | 39.75 | 21.04            | 43.70% | 92.88  | 160.000 |
| 2     | Ingr. essic.   | 60    | 21.04            | 13.80% | 113.13 | 160.000 |
| 3     | Uscita essic.  | 47    | 26.23            | 36.00% | 113.13 | 160.000 |

AH: Umidità assoluta

RH: Umidità relativa

## 2. Modellazione esterna vs. interna



--- esterna ... interna

## 2. Ricircolo: inserimento dati per modellizzazione esterna ed interna

### A) ESTERNA

→ Modellazione di 2 flussi in ingresso

#### Processo

Ricircolo esterno

$T_p = 60^\circ\text{C}$

Mantenimento: 0 kW

Inflow1: airAT02,  $T_{in} = 18^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

Inflow2: airAT02,  $T_{in} = 47^\circ\text{C}$  144578,3 kg/h

Outflow: airAT02,  $T_{out} = 47^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

10 h/giorno, 260 giorno/anno

#### Risultati

UPH = 2818 MWh

### B) INTERNA

→ Modellazione di 1 flusso in ingresso

→ Ricircolo modellato come mantenimento

→ Correzione se  $T_2$  simile a  $T_3$

#### Processo

Ricircolo interno

$T_p = 60^\circ\text{C}$

**Mantenimento** : 521,77 kW

Inflow1: airAT02, 48.192,8 kg/h,  $T_{in} = 18^\circ\text{C}$

Outflow: airAT02,  $T_{out} = 47^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

#### Risultati

UPH=2818 MWh



### 3. Ricircolo: energia ceduta per il rinnovo

- Calcolare la temperatura in modo che la temperatura della miscela (rinnovo + ricircolo) sia  $T_2$

#### C) ENERGIA PER IL RINNOVO

##### Processo

Energia per il rinnovo

$T_p = 99^\circ\text{C}$

Mantenimento: 0 kW

Inflow: airAT02,  $T_{in} = 18^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

Outflow: airAT02,  $T_{out} = 47^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

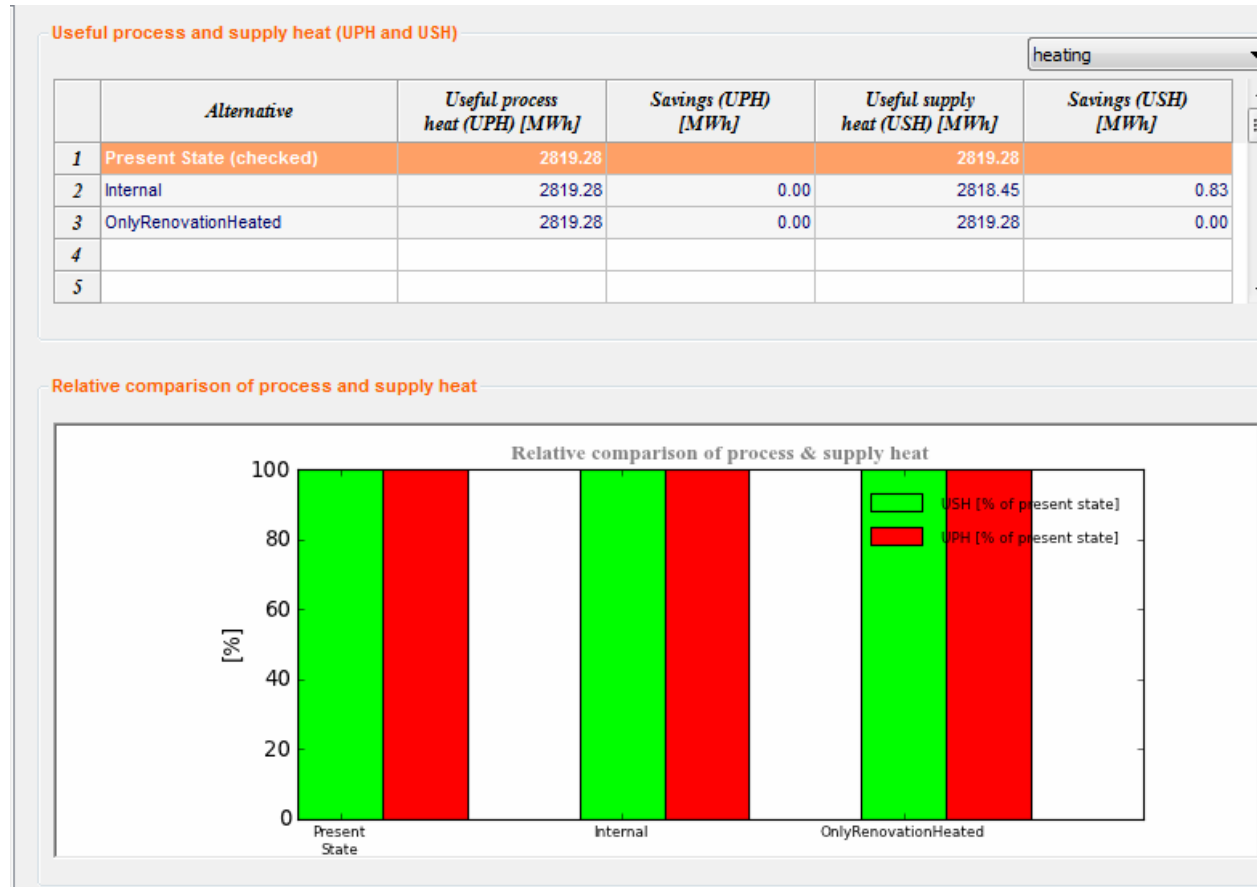
10 h/giorno, 260 giorni/anno

##### Risultati

UPH = 2818 MWh

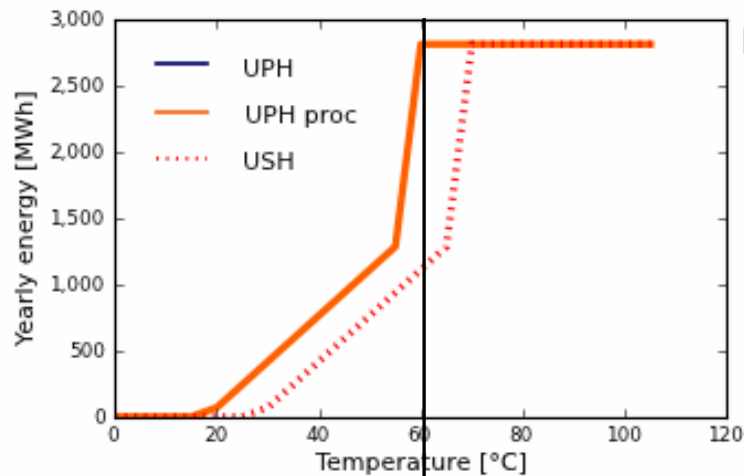
- A causa del ricircolo UPH decresce
- UPH è uguale per i 3 modelli
- Livelli di temperatura differenti nei 3 modelli

## 4. UPH e USH non variano

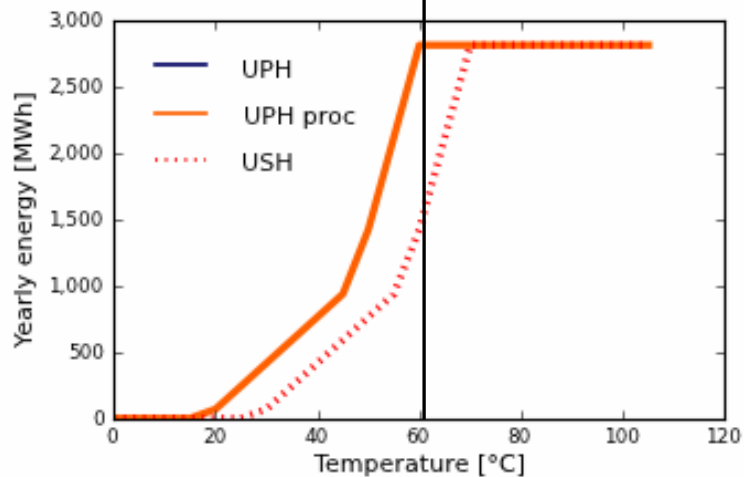


Esterna/ Interna / Energia per rinnovo

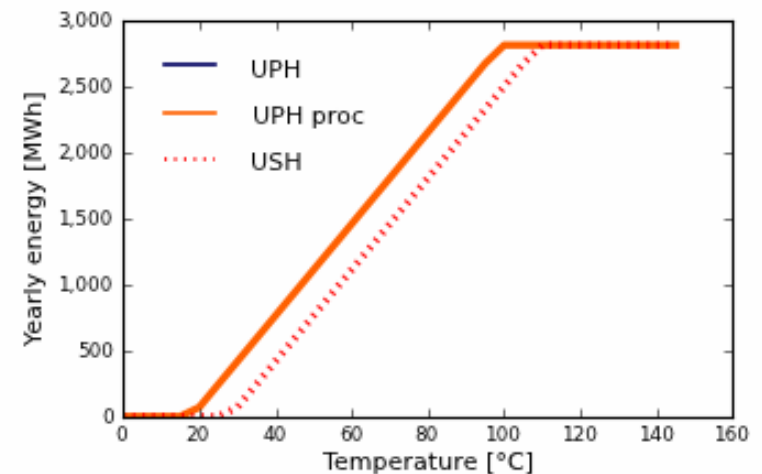
## 5. Domanda e somministro di calore per livelli di temperatura



Interna



Esterna



Energia per il rinnovo

# Aria Umida

## 1. Inserimento dati:

### Aria secca:

#### Fluido airAT02

$cp_l = 1 \text{ kJ/kg}$

$T_{cond} = \text{no}$

$h_{cond} = \text{no}$

$cp_v = \text{no}$

### Arai umida:

#### → Calcolo manuale di $h_{cond}$

#### Fluido air 47 27 25

$Cp_l = 1 \text{ kJ/kg}$

$T_{cond} = 24,9^\circ\text{C}$

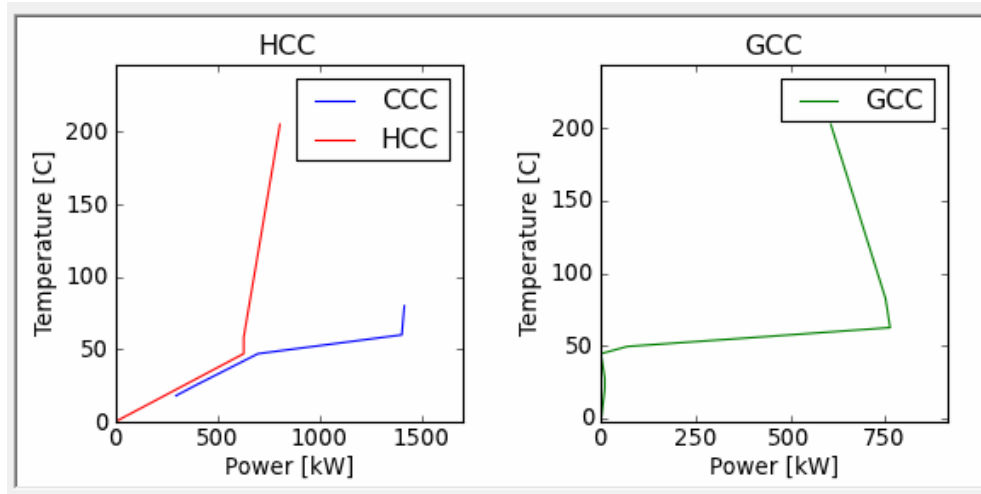
$h_{cond} = 69,12 \text{ kJ/kg}$

$cp_v = 1 \text{ kJ/kg}$

# Aria Umida

## 1. Calore disponibile

Aria Secca:



Aria umida:

