

02 NOVEMBRE 2021

#7 RUBRICA:
GLI IMPIANTI NEGLI EDIFICI NZEB

DALLA TEORIA ALLA PRATICA

Dott. Ing. Michele Vio



Rubrica: Gli impianti negli edifici NZEB: dalla teoria alla pratica

Progettazione di un edificio NZEB - Impianti ad aria primaria e Fan-Coil: le conseguenze della regolazione

Scopo del presente articolo è mostrare l'influenza della regolazione negli impianti ad aria primaria e fan-coil nel consumo energetico. Con una regolazione opportunamente studiata per la fase di raffreddamento si possono effettuare notevoli risparmi energetici.

Il confronto è fatto su una serie di ambienti ad uso ufficio, orientati a sud, con fabbisogni termici come quelli mostrati in figura.

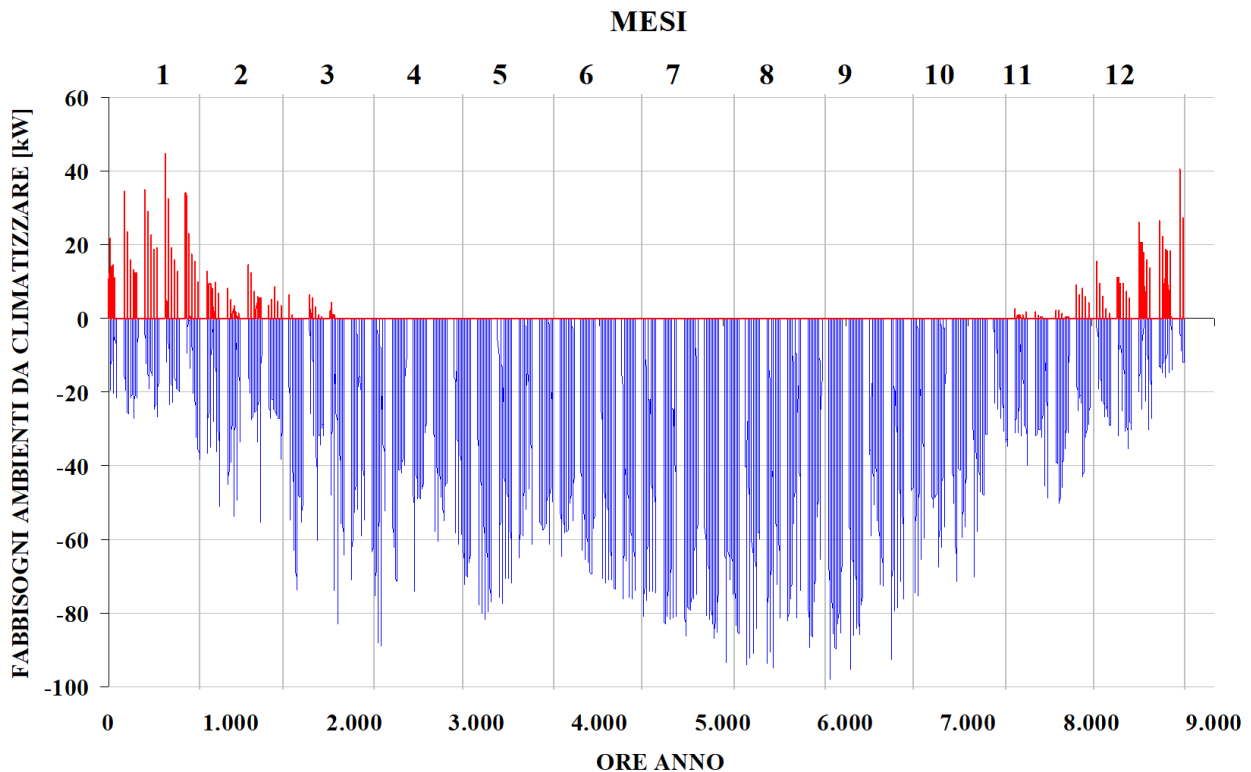


Figura 1: andamento orario dei fabbisogni termici dei locali da climatizzare

La temperatura massima dell'aria all'interno degli ambienti occupati è di 20°C da metà novembre a fine aprile, con un massimo di 22°C, oltre il quale l'impianto commuta da riscaldamento a raffreddamento, e 26°C negli altri mesi. L'umidità relativa massima è pari al 55%.

Il problema principale è dato dal controllo dell'umidità degli ambienti occupati: se è fatto in modo troppo semplice i consumi rischiano di aumentare.

La retta di esercizio

La retta di esercizio indica il rapporto tra potenza sensibile e potenza totale. In edifici ad uso ufficio, difficilmente la retta di esercizio scende al di sotto del valore 0,8, almeno quando vi sono valori di umidità specifica dell'aria esterna elevati, come nel caso estivo.

La figura 2 mostra l'andamento della retta di esercizio durante tutto l'anno (diagramma superiore) e in funzione dell'umidità specifica dell'aria esterna (diagramma inferiore). Come si può notare, valori

inferiori a 0,8 si hanno solo nei mesi invernali, quando l'umidità specifica dell'aria esterna, inferiore a 10 g/kg, permette già da sola di controllare i valori di umidità relativa in ambiente.

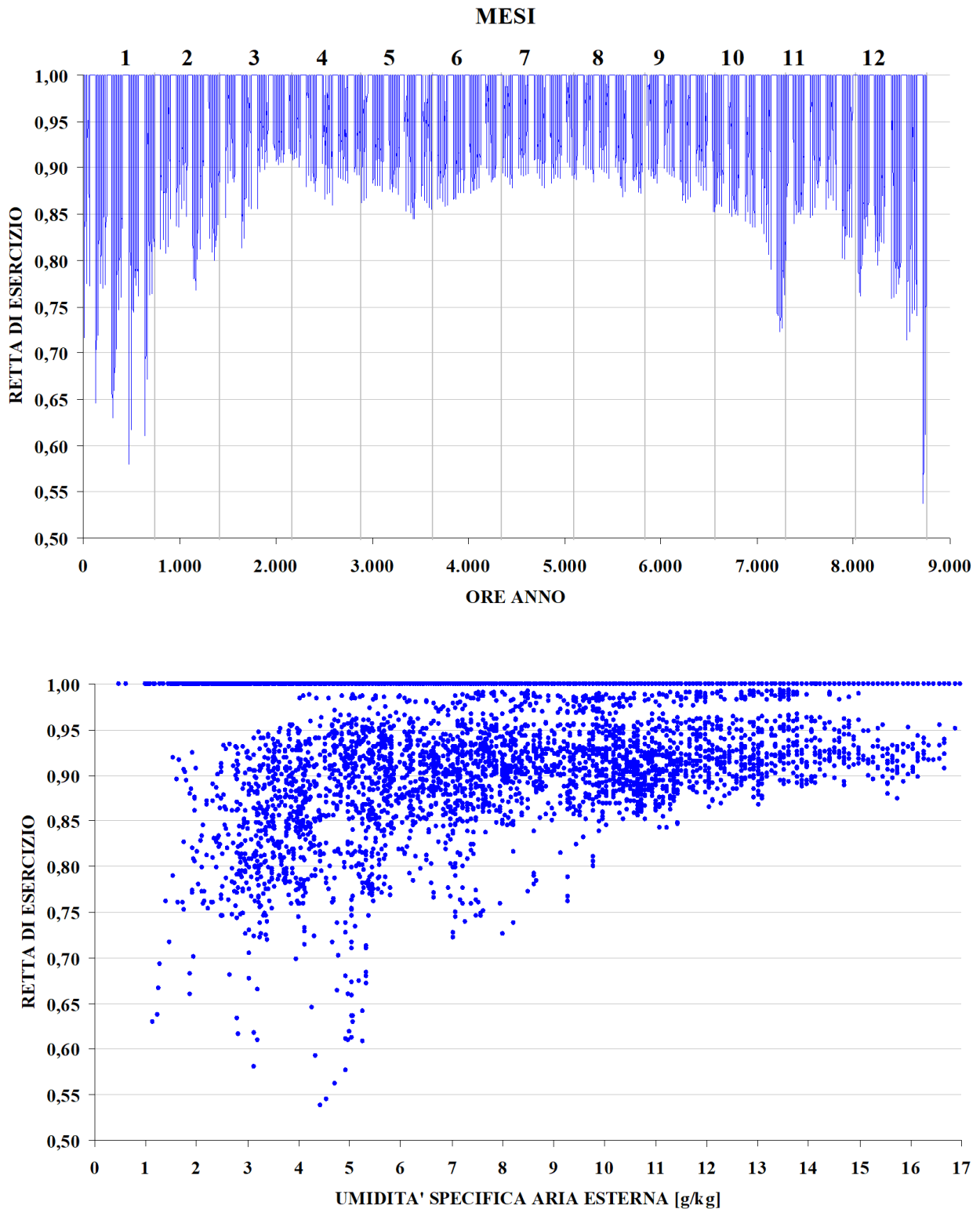


Figura 2: andamento della retta di esercizio

Le tipologie di regolazione studiate

Le regolazioni confrontate sono 5:

- 1) regolazione dell'umidità ambiente a punto fisso sulla batteria fredda (14°C), temperatura di mandata costante, temperatura dell'acqua di alimentazione dei fan-coil 7°C, fan-coil regolati On-Off
- 2) regolazione dell'umidità ambiente a punto fisso sulla batteria fredda (14°C), temperatura di mandata costante, temperatura dell'acqua di alimentazione dei fan-coil 7°C, fan-coil regolati On-Off
- 3) regolazione dell'umidità relativa mediante controllo sull'aria di ripresa, temperatura di mandata costante, temperatura dell'acqua di alimentazione dei fan-coil costante, fan-coil regolati On-Off
- 4) regolazione dell'umidità relativa mediante controllo sull'aria di ripresa, temperatura di mandata costante, temperatura dell'acqua di alimentazione dei fan-coil variabile, fan-coil regolati On-Off (gli effetti sono simili a modulare la portata d'acqua sui fan-coil)
- 5) regolazione dell'umidità relativa mediante controllo sull'aria di ripresa, temperatura di mandata variabile, temperatura dell'acqua di alimentazione dei fan-coil variabile fan-coil regolati On-Off (gli effetti so no simili a modulare la portata d'acqua sui fan-coil)

La figura 3 mostra i risultati.

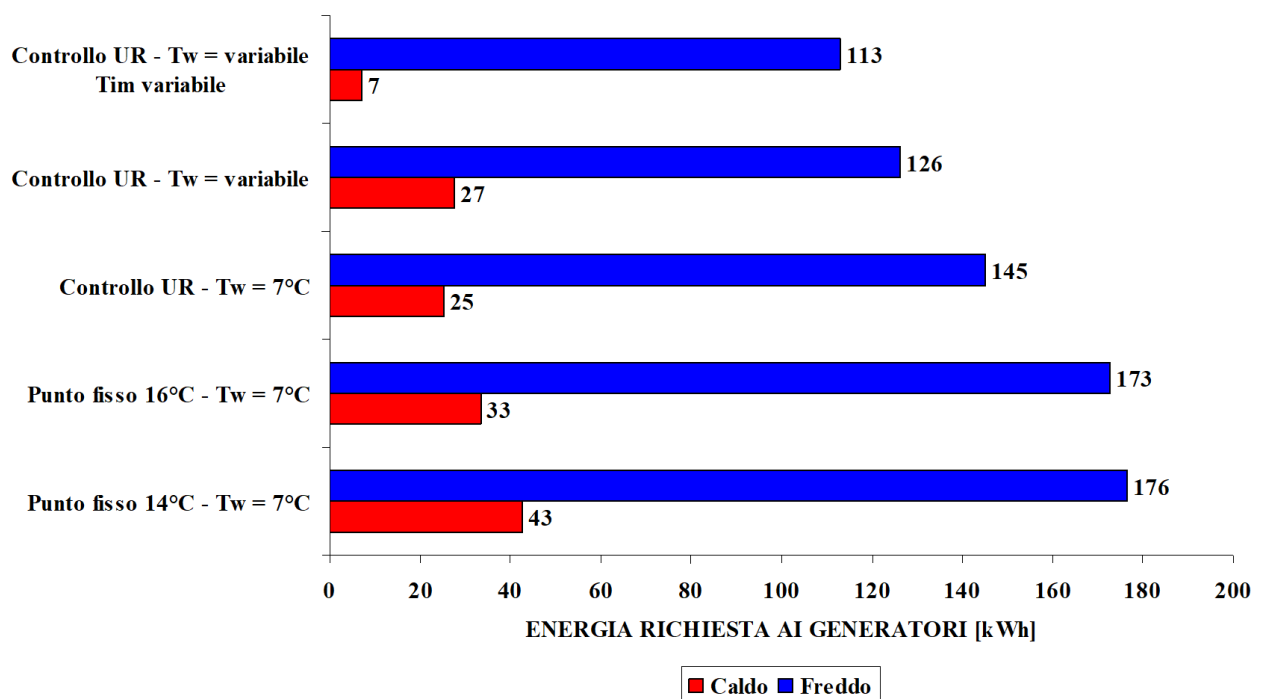


Figura 3: energia annua richiesta ai generatori al variare del tipo di regolazione

La regolazione dell'umidità a punto fisso

E' il tipo di regolazione più utilizzata, ma anche la peggiore dal punto di vista energetico. La figura 3 mostra come viene effettuata.

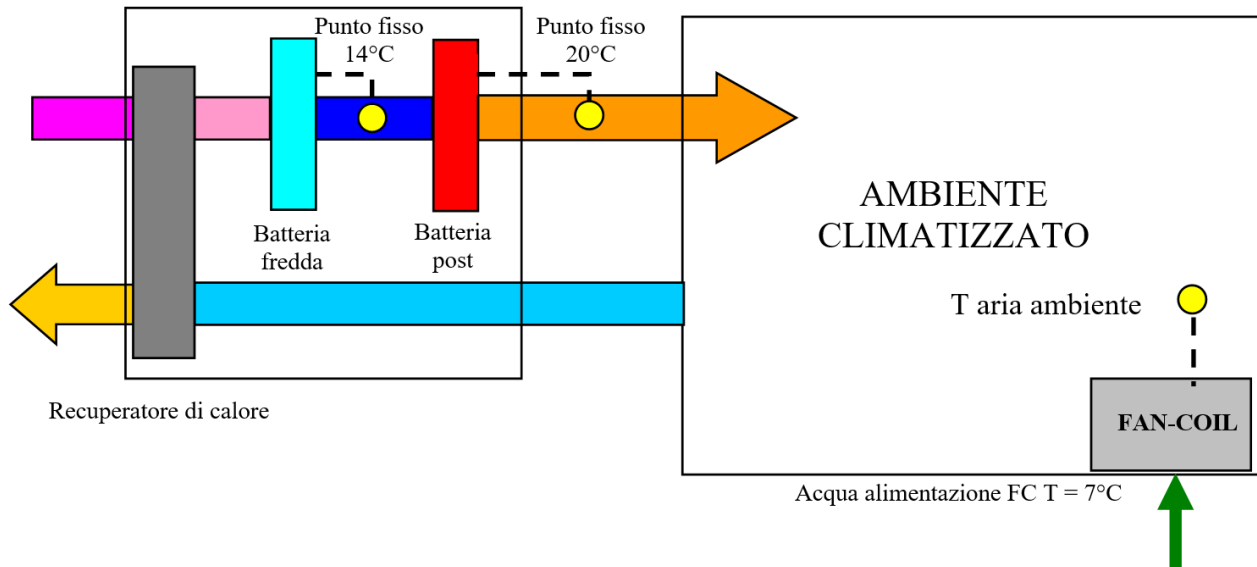


Figura 3: regolazione della batteria fredda a punto fisso

Questa regolazione assicura di non superare i valori massimi di umidità relativa in fase di progetto, ma non garantisce il controllo dell'umidità dell'aria in qualunque momento. Anzi, spesso nel corso dell'anno la deumidificazione risulta eccessiva.

L'impostazione classica è quella di raggiungere una temperatura a valle della batteria fredda di 14°C, tipica per mantenere un ambiente per uffici alla temperatura 26°C con il 50% di UR, ma eccessiva se si vuole mantenere l'umidità relativa al 55%.

La temperatura di mandata a valle della batteria di post-riscaldamento è tipicamente compresa tra 18°C e 20°C. Ad aumentare l'eccesso di deumidificazione vi sono i fan-coil, alimentati costantemente a 7°C, con regolazione del tipo on-off sul ventilatore (o sulla portata d'acqua e il ventilatore: dal punto di vista energetico è la stessa cosa).

L'andamento dell'umidità relativa è mostrato in figura 4. Nel diagramma superiore è riportato l'andamento in funzione delle ore dell'anno, mentre in quello inferiore è riportato l'andamento in funzione dell'umidità specifica dell'aria esterna.

E' interessante notare come nel periodo da giugno a ottobre l'umidità relativa sia quasi sempre inferiore al 50%. Sale da novembre ad aprile quando la temperatura mantenuta in ambiente è 22°C, anziché 26°C: la differenza è ben visibile nel diagramma inferiore, dove, al di sopra di 7 g/kg si nota un netto distacco dei punti. Quelli superiori sono relativi alla temperatura in ambiente di 22°C, mentre quelli inferiori sono relativi alla temperatura ambiente di 26°C.

L'aumento della temperatura a punto fisso a valle della batteria fredda da 14°C a 16°C non sortisce grandi vantaggi: rispetto alla regolazione a punto fisso a 14°C porta a un risparmio del 22% sull'energia termica, ma solo del 2% sull'energia frigorifera.

Questo fa comprendere molto bene come sia poco efficiente la regolazione proposta da alcuni costruttori, con punto fisso compensato: ad esempio si tiene una temperatura di 14°C se UR è

uguale a 50% e 18°C se UR è uguale a 40%. Qualcosa migliora, dal punto di vista energetico, ma non abbastanza.

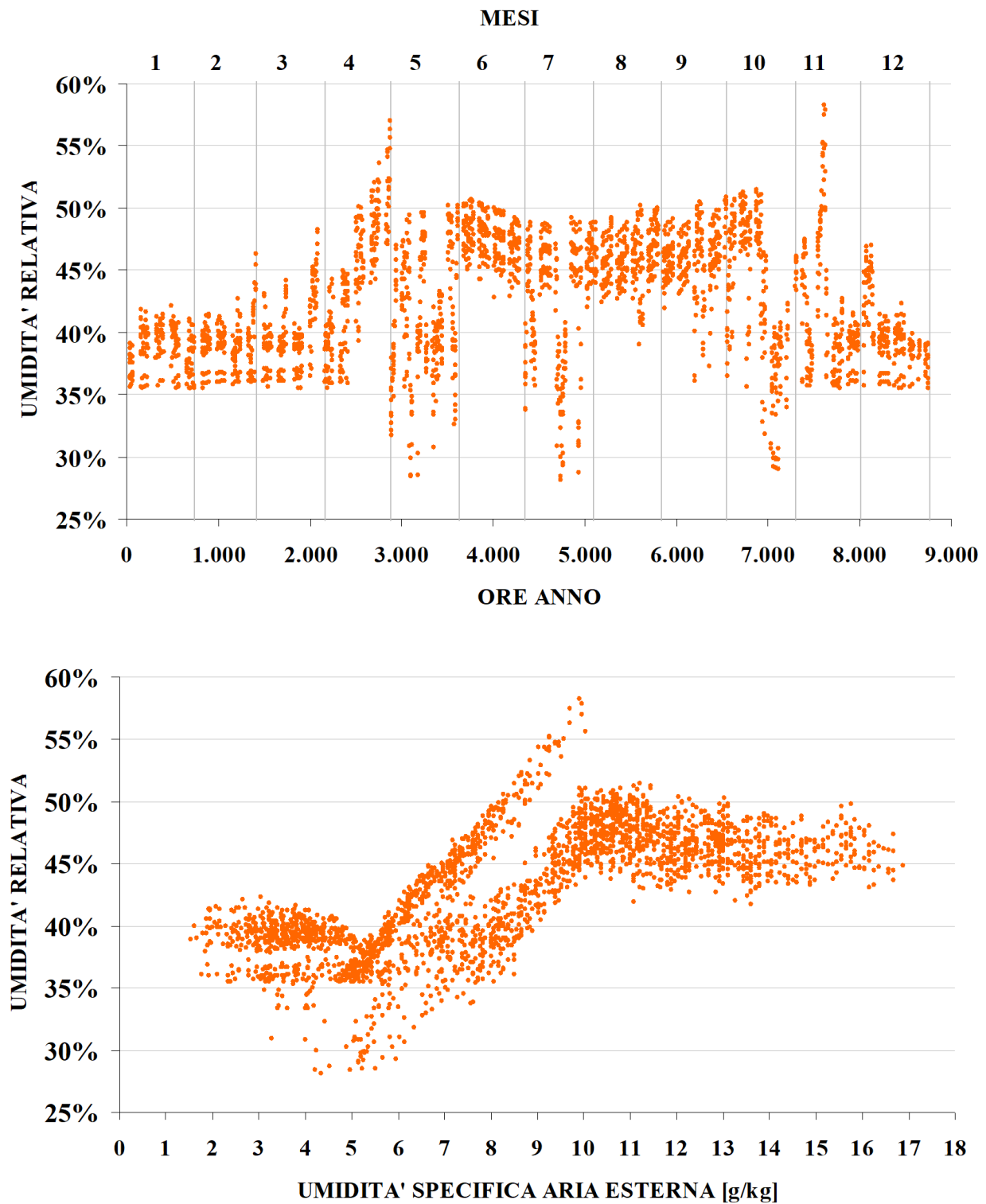


Figura 4: andamento dell'umidità relativa negli ambienti occupati

La regolazione diretta dell'umidità dell'aria

La regolazione basata direttamente sull'umidità dell'aria in ambiente è mostrata in figura 5.

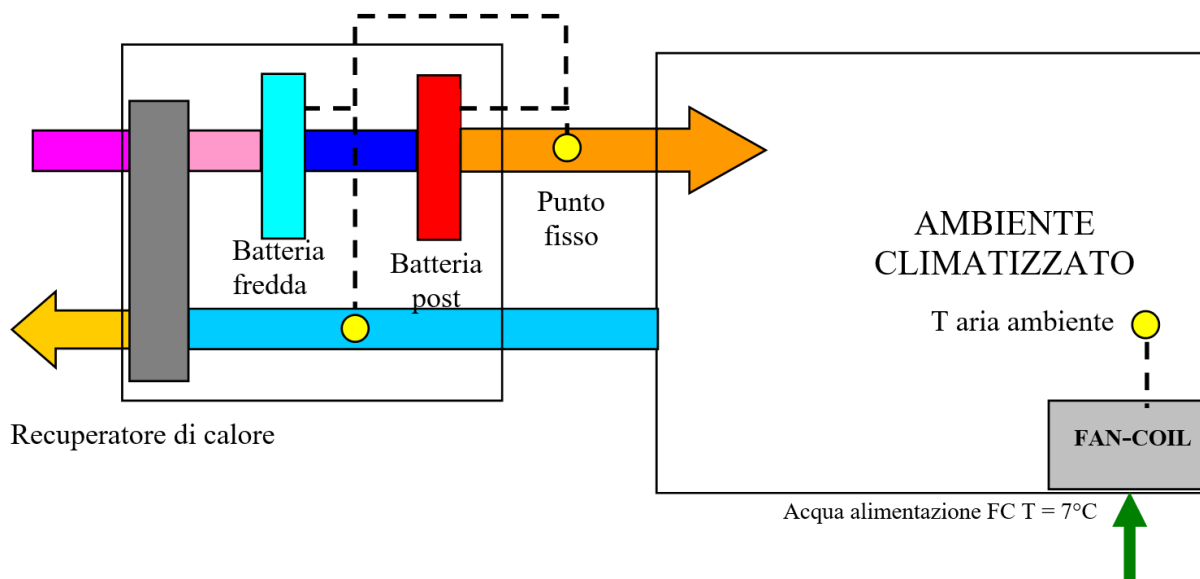


Figura 5: regolazione diretta dell'umidità relativa

La batteria fredda lavora direttamente sull'umidità relativa misurata sull'aria espulsa: quando questa è soddisfatta, la valvola di regolazione della batteria di post-riscaldamento si chiude completamente e la batteria fredda insegue la temperatura di immissione. Il controllo dell'umidità relativa ambiente è perfetto, nel senso che si limitano gli eccessi di deumidificazione, così come mostrato in figura 6. Per tutti i mesi estivi, l'umidità relativa si mantiene tra il 50% e il 55%. Alcuni eccessi di deumidificazione sono ancora presenti, ma dipendono dall'alimentazione dei fan-coil con acqua costante a 7°C.

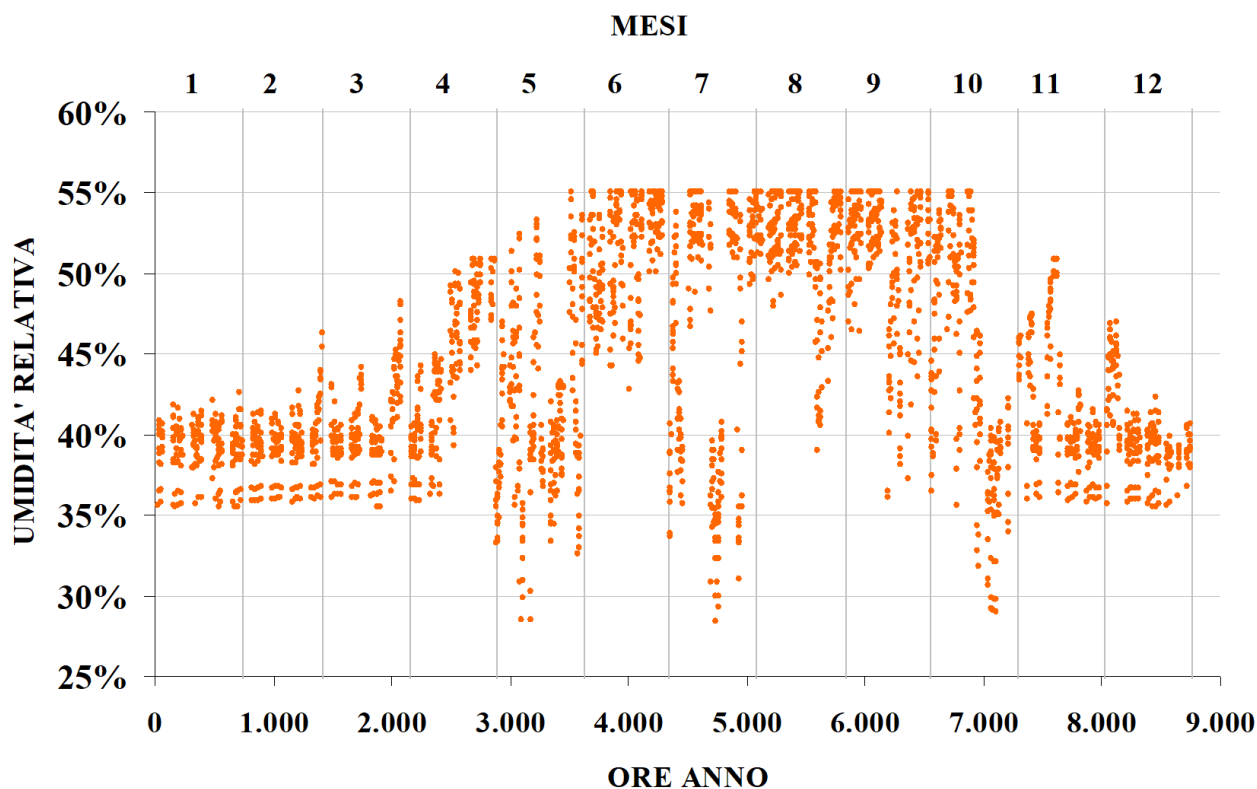


Figura 6: andamento dell'umidità relativa negli ambienti occupati con la regolazione diretta di figura 5

La figura 7 mostra un confronto delle potenze istantanee richieste ai generatori nel caso di regolazione a punto fisso (diagramma superiore) e della regolazione diretta dell'umidità relativa (diagramma inferiore).

Come si può notare, mentre nel primo caso il post riscaldamento nei mesi estivi è sempre elevato e costante, nel secondo si riduce.

Dal punto di vista energetico, la richiesta di energia annua ai generatori si riduce del 41% la termica e del 18% la frigorifera.

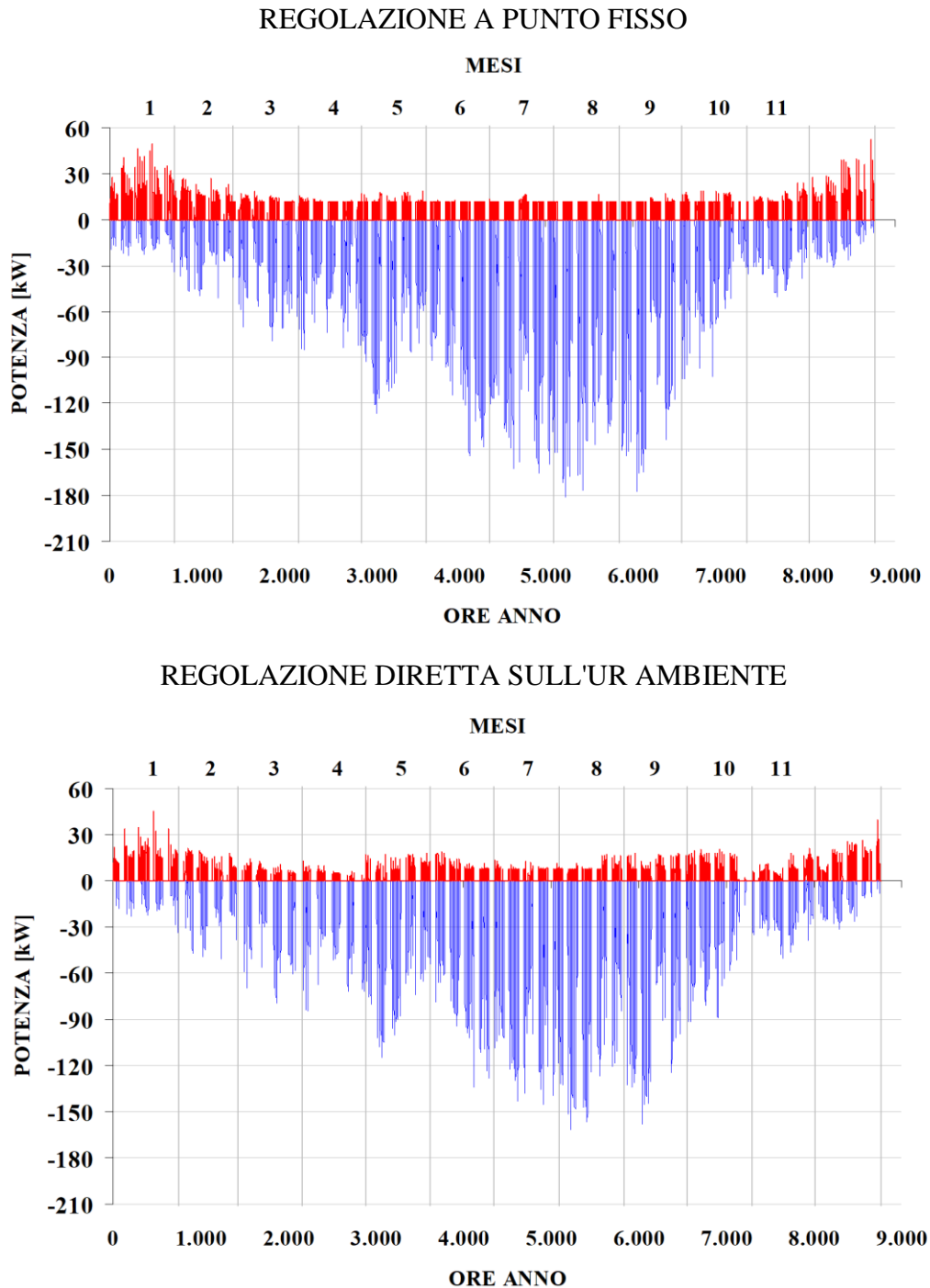


Figura 7: confronto tra le potenze istantanee dei sistemi di figura 3 e figura 5

Regolazione diretta dell'umidità relativa con variazione della temperatura di mandata ai fan-coil

La regolazione è simile a quella di figura 5, con la differenza che i fan-coil vengono alimentati da temperatura tanto più alta, quanto minore è il fabbisogno che devono soddisfare.

Si ha un vantaggio ulteriore rispetto alla regolazione di figura 5, perché si riducono ancora gli eccessi di deumidificazione causati dai fan-coil. Infatti, l'energia richiesta al generatore caldo è superiore di circa 2 MWh, rispetto al mantenimento della temperatura costante, ma si riduce di 19 MWh l'energia richiesta al generatore freddo. L'aumento della richiesta al generatore caldo non deve stupire: se non deumidificano più i Fan Coil deve per forza deumidificare l'aria e questo fa aumentare il post riscaldamento estivo.

Rispetto alla regolazione a punto fisso di base, il risparmio è del 36% sull'energia termica e del 28% sull'energia frigorifera.

La variazione della temperatura d'immissione

L'ultima regolazione prevista aggiunge una sequenza tra temperatura dell'aria d'immissione e intervento del fan-coil, come mostrato in figura 8.

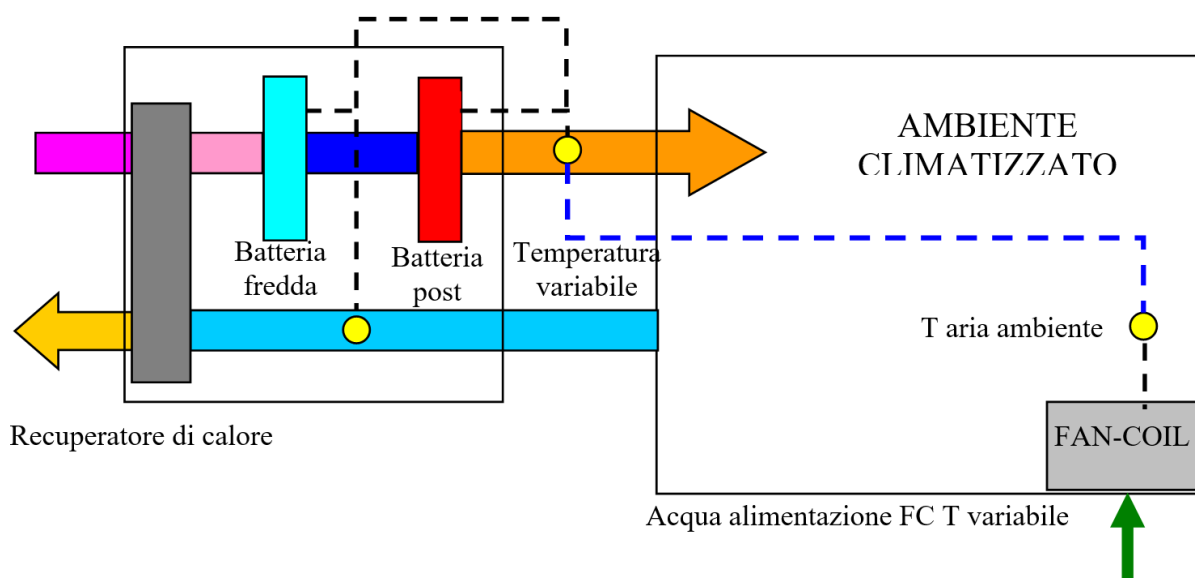


Figura 8: regolazione con variazione della temperatura d'immissione

Prima di fare intervenire il fan-coil si abbassa la temperatura d'immissione dell'aria primaria: in questo modo si ha la possibilità di sfruttare maggiormente il free-cooling nelle stagioni intermedie.

Il risparmio energetico rispetto alla regolazione a punto fisso si attesta al 83% per l'energia termica e al 36% per l'energia frigorifera.

La figura 9 mostra l'andamento temporale della potenza istantanea; come si può notare, il post riscaldamento estivo è praticamente annullato e la potenza frigorifera si riduce sia per l'utilizzo del free-cooling, sia per la minore potenza latente scambiata dai fan-coil durante il loro funzionamento.

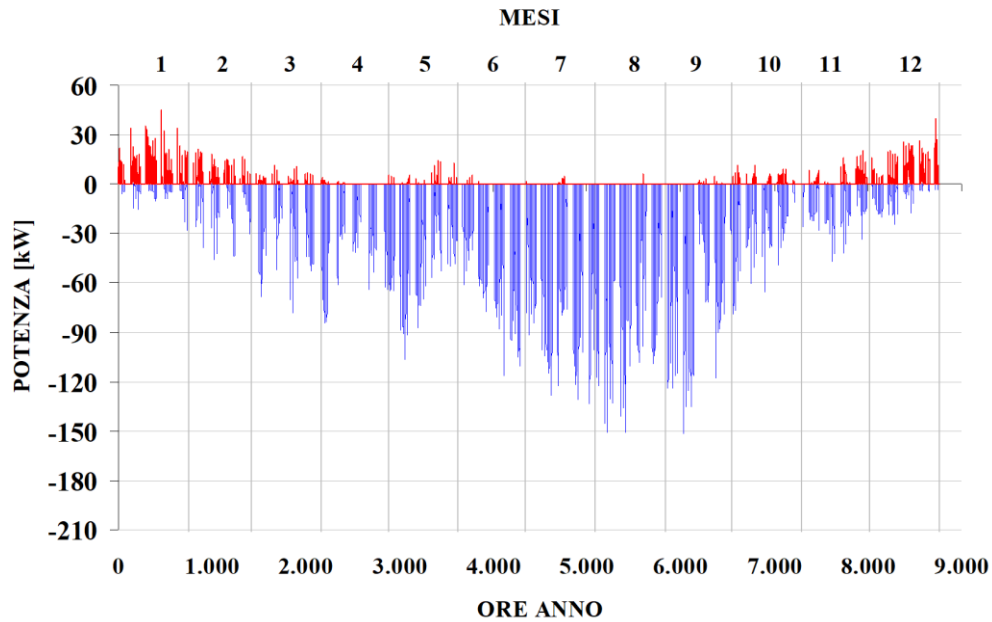


Figura 9; andamento temporale delle potenze istantanee

Per finire, la figura 10 mostra l'andamento dell'umidità relativa all'interno degli ambienti occupati, in funzione dell'umidità specifica dell'aria esterna. al di sopra di valori di 10 g/kg, i valori di UR si mantengono compresi tra 50% e 55%. Per evitare eccessi di deumidificazione, bisognerebbe progettare i fan-coil per una temperatura di alimentazione di 14°C e lasciare l'intero carico della deumidificazione all'aria primaria. Ciò, però, porterebbe ad avere apparecchi molto grandi con un maggior consumo dei ventilatori.

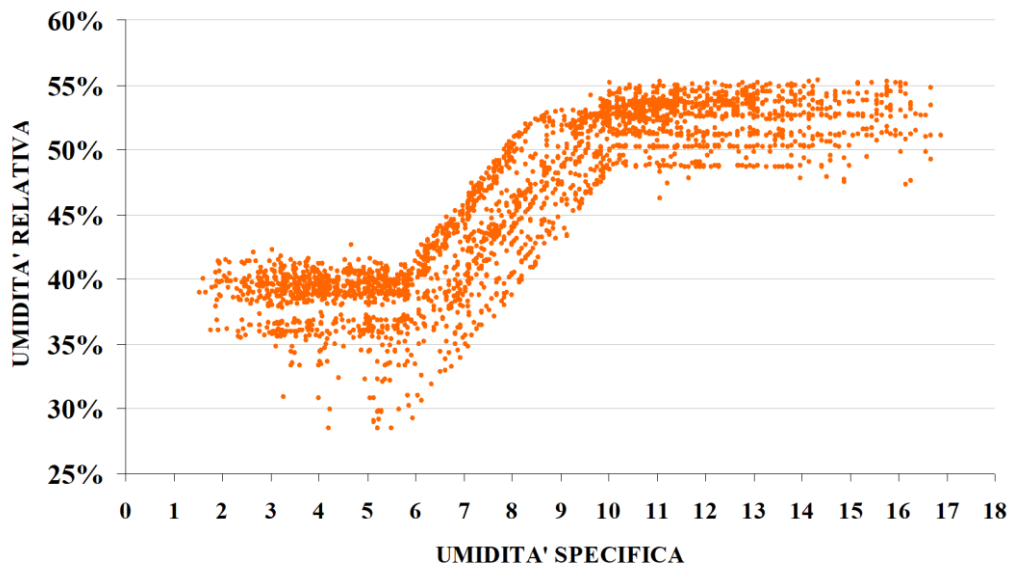


Figura 10: andamento dell'umidità dell'aria negli ambienti climatizzati in funzione dell'umidità specifica dell'aria esterna.

Conclusioni

La scelta della regolazione più corretta porta a notevoli risparmi sull'energia richiesta ai generatori. Nei nuovi edifici NZeb è fondamentale una progettazione accurata di ogni particolare, accompagnata di volta in volta da una simulazione dinamica in grado di evidenziare i risparmi possibili e le criticità, per ridurre al massimo gli sprechi.