

**Scheda 2.3 - Implementazione di sistemi di regolazione e controllo degli impianti di climatizzazione**

2.3 Implementazione di sistemi di regolazione e controllo degli impianti di climatizzazione	Obiettivi conseguiti: Incremento dell'efficienza impiantistica, riduzione delle emissioni di CO <sub>2</sub> , riduzione della bolletta energetica, miglioramento del comfort termico							
Descrizione generale	Azioni principali							
<p>L'intervento prevede l'installazione all'interno degli edifici di sistemi di regolazione e controllo, nello specifico per impianti di climatizzazione.</p> <p>Garantire un utilizzo efficiente dell'edificio e nello specifico dell'impianto di climatizzazione è un modo molto efficace per ridurre la domanda di energia, aumentare il risparmio economico, e diminuire l'impatto ambientale del sistema impiantistico senza compromettere il comfort dell'ambiente interno.</p> <p>Col termine BACS (Building Automation and Control Systems) si identifica l'insieme degli strumenti di controllo e regolazione intelligente, mentre il termine TBM (Technical Building Management) si riferisce ai sistemi di gestione tecnica dell'edificio. Si tratta di strumenti e strategie che permettono di controllare o automatizzare specifiche operazioni in un edificio, agendo in maniera attiva sul fabbisogno energetico in quanto in grado di adattare, nel caso specifico dell'impianto, il suo funzionamento alle condizioni esterne e contemporaneamente alle esigenze interne. La direttiva EPBD 2010/31/EU e il suo aggiornamento 2018/844/EU puntano ad incentivare l'uso dei sistemi BACS per ottimizzare la gestione degli edifici, riducendo i consumi attraverso l'ottimizzazione del funzionamento degli impianti e dell'intero edificio.</p> <p>A seguito di ciò, per quantificare la presenza di sistemi BACS nel modello energetico, sia in fase di progettazione che di verifica, sono stati emanati diversi standard, nello specifico la UNI EN 15232, per gli edifici a uso non residenziale di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazioni importanti di primo livello, recepita dal Decreto Ministeriale del 26/06/2015. Vengono così indicate, riconoscendone l'impatto sulla prestazione energetica degli edifici, le funzioni di automazione (ad es. automazione dell'impianto di riscaldamento o di illuminazione) e il metodo per definire i requisiti minimi di automazione e gestione, che devono avere gli immobili e come valutarne l'effetto. In particolare, la UNI EN 15232 definisce quattro categorie per classificare il livello di automazione di un edificio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classe D, "non energy efficient", sono gli edifici che utilizzano impianti tradizionali senza alcun tipo di sistema di regolazione e controllo, o sistemi BACS non efficienti energeticamente;</li> <li>• Classe C, "standard", è il livello minimo di</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="799 555 1137 589">Azione</th> <th data-bbox="1137 555 1439 589">Note</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="799 589 1137 678">Fornitura e installazione apparati fisici di regolazione e controllo</td> <td data-bbox="1137 589 1439 678">Gli apparati fisici richiesti sono: contatori, sensori, attuatori.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 678 1137 929">Installazione sistemi di raccolta dati</td> <td data-bbox="1137 678 1439 929">Il sistema di immagazzinamento dati avviene tramite server fisici e Cloud, con l'obiettivo di effettuare monitoraggio e ottimizzare il funzionamento dei servizi.</td> </tr> </tbody> </table>	Azione	Note	Fornitura e installazione apparati fisici di regolazione e controllo	Gli apparati fisici richiesti sono: contatori, sensori, attuatori.	Installazione sistemi di raccolta dati	Il sistema di immagazzinamento dati avviene tramite server fisici e Cloud, con l'obiettivo di effettuare monitoraggio e ottimizzare il funzionamento dei servizi.	
Azione	Note							
Fornitura e installazione apparati fisici di regolazione e controllo	Gli apparati fisici richiesti sono: contatori, sensori, attuatori.							
Installazione sistemi di raccolta dati	Il sistema di immagazzinamento dati avviene tramite server fisici e Cloud, con l'obiettivo di effettuare monitoraggio e ottimizzare il funzionamento dei servizi.							

<p>regolazione, ossia che soddisfa i requisiti minimi richiesti dalla EPBD;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classe B, “advanced”, corrispondente al livello avanzato di dotazione di sistemi BACs e TBM;</li> <li>• Classe A, “high energy performance”, livello avanzato come quello definito dalla classe B, ma con la possibilità di raggiungere la massima prestazione dei sistemi impiantistici grazie ad un controllo ottimizzato, quindi utilizzando sistemi BACs e TBM ad alta prestazione energetica.</li> </ul> <p>Attualmente in Italia è richiesta almeno la classe B per gli edifici nuovi ad uso non residenziale e anche per le riqualificazioni di edifici esistenti (secondo il DM 26-06-2015, ossia il Decreto Requisiti Minimi, della Legge 90/2013).</p> <p>In ottica di regolare in maniera efficace, per ottimizzare l’uso dei sistemi impiantistici e risparmiare in termini energetici, economici e ambientali, nello specifico si può agire sul controllo: (i) del riscaldamento, (ii) dell’acqua calda sanitaria, (iii) del raffrescamento, (iv) di ventilazione e condizionamento, (v) dell’illuminazione, (vi) delle schermature solari delle componenti vetrate, (vii) dei sistemi TBM.</p> <p>Tra le diverse potenzialità di un BAC, installando e configurando specifici sensori e controllori, in termini di climatizzazione è possibile gestire temperatura e umidità – quindi agire sugli impianti – in base ai carichi termici e/o all’apertura di infissi, controllare la qualità dell’aria, avviare/arrestare in maniera ottimizzata o tramite preriscaldamento l’impianto, utilizzare il raffrescamento notturno, attuare la compensazione climatica rispetto alla temperatura esterna. Sull’illuminazione, si può agire tramite accensione ottimizzata e/o dimmeraggio, o tramite accensione automatica con controllo della luminosità diurna.</p> <p>La UNI EN 15232 aiuta anche a quantificare il risparmio energetico ottenibile tramite sistemi di regolazione e controllo che rientrano nelle varie classi, distinguendo anche tra le diverse tipologie di edificio (ad esempio uffici, scuole, ospedali).</p> <p>Nello specifico, regolare correttamente gli impianti di riscaldamento significa fare in modo che si garantiscano in ambiente la temperatura e l’umidità richiesta dagli occupanti, senza spreco di energia e senza compromettere il benessere. È, però, importante regolare in maniera efficace, altrimenti si può anche determinare un discomfort termico o un consumo maggiore di quello previsto.</p>		
---	--	--

<p>2.3 Implementazione di sistemi di regolazione e controllo per impianti</p>	
<p>Esempi e immagini</p>	

Si riportano, a mero titolo esemplificativo, diverse tipologie di regolazione e controllo sull'impianto di climatizzazione dell'edificio.

È importante sapere che l'obbligo di installare sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore negli edifici è stato introdotto dalla Direttiva europea sull'efficienza energetica 2012/27/UE, recepita dal D.Lgs 102/2014.

**Regolazione per impianti a radiatori con caldaia a condensazione.**

- **Regolazione climatica e valvole tradizionali.**

Introdotta nei vecchi impianti dotati di valvole tradizionali e non termostatiche, è un sistema basato sulla regolazione della temperatura di mandata in centrale termica. Economica e semplice da realizzare, risulta una strategia sempre meno diffusa, soprattutto per edifici di grandi dimensioni, perché non considera gli apporti gratuiti e non consente la regolazione per singole zone.

- **Regolazione a punto fisso e valvole termostatiche.**

Per migliorare la gestione degli impianti centralizzati, si regola in maniera modulare ogni singolo radiatore in base alla temperatura rilevata dalla valvola termostatica in ambiente. In centrale la regolazione è a punto fisso, con la temperatura di mandata regolata da valvola miscelatrice o elettronicamente. Tra i vantaggi si ha la possibilità di regolare la temperatura interna anche in caso di apporti gratuiti e di differenziare le azioni ambiente per ambiente. Tuttavia, non permette di gestire le zone a seconda dell'uso effettivo e si potrebbero verificare problemi di instabilità di regolazione, soprattutto in caso di impianti poco bilanciati.

- **Regolazione climatica e valvole termostatiche.**

In questa strategia si uniscono i vantaggi derivanti dall'uso di valvole termostatiche e dalla regolazione di tipo climatico in centrale termica. Permette quindi di adattarsi alle variazioni climatiche, di tener conto degli apporti gratuiti e di regolare in maniera specifica ogni ambiente. Tuttavia, non consente la programmazione oraria e quindi non permette di tenere conto dell'occupazione effettiva degli spazi.

**Regolazione per impianti a ventilconvettori con caldaia a condensazione.**

- **Regolazione a punto fisso e valvole a tre vie on/off.**

Si sfrutta la regolazione della temperatura di mandata a punto fisso per mantenere la soglia minima richiesta dalle batterie di riscaldamento aria, mentre la regolazione in ambiente è effettuata agendo sulla portata ai terminali di emissione. È vantaggiosa economicamente e semplice da implementare, tuttavia determina un'oscillazione



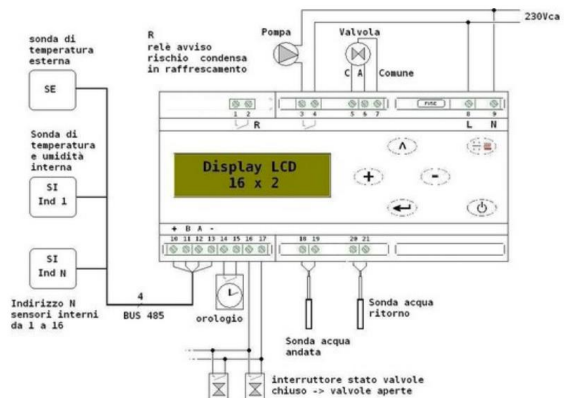
Valvola termostatica per distribuzione monotubo, con sensore a dilatazione di liquido.

(fonte: a)



Valvola termostatica programmabile.

(fonte: b)



Esempio di centralina climatica.

(fonte: c)

della temperatura ambiente.

- **Regolazione a punto fisso e valvole a 2 vie modulanti**

In questo modo si riducono i costi di pompaggio e si ottiene una regolazione stabile delle temperature. Tuttavia, è necessario avere un adeguato bilanciamento per garantire corretto funzionamento.

**Impianti a pannelli radianti con pompa di calore.**

- **Regolazione a punto fisso e valvole on/off**

Essendo i pannelli radianti caratterizzati da un'inerzia termica elevata, gli attuatori di tipo on/off sono adeguati, come strategia di controllo, principalmente per piccoli impianti.

- **Regolazione climatica e valvole on/off**

Si abbina la regolazione on/off dei singoli circuiti che compongono l'impianto alla regolazione climatica. Di solito il regolatore climatico è integrato nella pompa di calore, così da impostare la curva climatica e ottimizzare al tempo stesso la resa del generatore. Per usufruire dei vantaggi, è richiesta una programmazione adeguata del regolatore.

**Benefici economici e ambientali**

Con la possibilità di regolare, ottimizzare e monitorare i consumi, i sistemi di regolazione e controllo in un edificio, relativamente ai vari servizi e, nello specifico, per gli impianti di climatizzazione, permettono di vivere gli edifici in maniera efficiente e con particolare attenzione al comfort termico e alla qualità dell'aria degli ambienti interni, spesso anche tramite sistemi predittivi. Ciò permette anche di ridurre l'impatto ambientale, come conseguenza di una gestione ottimizzata delle risorse, riducendo allo stesso tempo i costi di manutenzione. In particolare, con la possibilità di sfruttare la manutenzione predittiva, i sensori rilevano le prestazioni impiantistiche e permettono di attivare alcune procedure prima che si verifichino interruzioni o malfunzionamenti del sistema, ottenendo vantaggi in termini economici e di sicurezza. In più, l'edificio ne beneficia non solo in termini di vita utile dei servizi, ma anche dell'edificio stesso, che diventa più durevole e meno impattante sull'ambiente.

**Fonti bibliografiche**

- <https://www.rcinews.it/2017/04/10/caratteristiche-tecniche-e-applicative-delle-valvole-termostatiche/>
- <https://www.qualescegliere.it/valvola-termostatica/>
- <https://www.sistemibhs.it/centralina-climatica/>
- "Efficienza energetica: impatto dell'automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici. Guida Schneider Electric all'utilizzo della norma UNI EN 15232:2012". Schneider Electric. 2016.

2.3 Implementazione di sistemi di regolazione e controllo per impianti		
COSTI		
Azione	€	Note
Progettazione dell'intervento	10% del costo di investimento	
Pannello di controllo touch screen TFT a colori circa 10", per il comando e il controllo dell'impianto. Visualizzazione di comandi e stati tramite icone su mappe, immagini, planimetrie. Configurazione tramite software. Controllo locale e remoto (via Internet) dell'impianto, funzioni logiche, programmazione temporale, invio automatico di e-mail su evento.	1.925,46 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.A30.005)
Remotizzatore GSM da guida DIN. Consente di inviare comandi ad attuatori e di ricevere informazioni provenienti da dispositivi connessi al bus.	1.170,13 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.A35.005)
Internet Gateway: il dispositivo svolge la funzione di WEB server embedded e consente la gestione ed il controllo dell'impianto attraverso Internet o localmente attraverso una rete LAN. Munito di porte RJ45 Ethernet 10/100 Mbit/s.	911,43 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.A40.005)
Dispositivo per il controllo clima: stazione meteo	620,93 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.A60.005)
Dispositivo per il controllo clima: sensore vento	542,84 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.A60.010)
Dispositivo per il controllo clima: sensore temperatura	226,79 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.A60.015)
Dispositivo per il controllo clima: sensore pioggia	423,53 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.A60.020)
Cronotermostato da parete programmabile su base settimanale, per il controllo di sistemi di riscaldamento/condizionamento su bus. Profilo di temperatura a tre livelli (comfort, pre-comfort, economy). Regolazione con controllo a due punti (ON/OFF) o proporzionale (PWM). Munito di display LCD retroilluminato.	238,25 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.B10.005)
Termostato da parete per il controllo di sistemi di riscaldamento /condizionamento su bus. Regolazione con controllo a due punti (ON/OFF) o proporzionale (PWM). Munito di display LCD retroilluminato.	154,61 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (03.P25.B15.005)
Provvista e posa in opera testa termostatica con comando elettrico; completa e data funzionante.	60,56 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (05.P69.C12.005)
Provvista e posa in opera testa termostatica a liquido, limitatrice di temperatura con ghiera da 1/2" m a tenuta sul capillare, oppure con pozzetto da 1/2" m. regolazione: 30 °C - 60 °C; completa di ogni accessorio e data in opera funzionante. Capillare mt 2.	72,26 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (05.P69.C14.005)

Provvista e posa in opera testa elettrica completa di ghiera di aggancio; con ogni accessorio e data in opera funzionante. Sia a 24 V - sia a 220 V.	57,19 €/cad	Prezziario Regione Piemonte 2023 (05.P69.C15.005)							
<b>BENEFICI ECONOMICI E AMBIENTALI</b>									
Risparmio energetico/economico annuale	La tabella (fonte d, adattamento da UNI EN 15232:2012) riporta i fattori di efficienza BACs per l'energia termica negli edifici non residenziali. In relazione alla specifica tipologia di edificio, si può risparmiare fino al 60% passando dalla classe D alla classe A.								
<b>Energia termica in edifici non residenziali</b>									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)		A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70	34%	47%	54%	20%	30%
Sale conferenze	1,24	1,00	0,75	0,50	19%	40%	60%	25%	50%
Scuole	1,20	1,00	0,88	0,80	17%	27%	33%	12%	20%
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86	24%	31%	34%	9%	14%
Hotel	1,31	1,00	0,85	0,68	24%	35%	48%	15%	32%
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68	19%	37%	45%	23%	32%
Negozi / Grossisti	1,56	1,00	0,73	0,60	36%	53%	62%	27%	40%
Emissioni di CO <sub>2</sub> evitate	I risparmi di emissioni di CO <sub>2</sub> uguagliano in percentuale quelli di risparmio energetico ed economico.								

Impatto energetico dell'integrazione di interventi di efficientamento energetico su involucro e impianto		
Descrizione generale	Azioni principali	
Di seguito è riportato, a titolo esemplificativo, l'impatto che le azioni di efficientamento energetico su involucro e impianto hanno sulla prestazione energetica di un edificio tipo, costituito da più piani, rispettivamente in termini di riduzione percentuale di fabbisogno ambientale (dovuta all'effetto degli interventi sull'involucro) e di consumo di energia primaria (dovuta all'effetto degli interventi su involucro e impianto). Per tre diverse epoche costruttive è valutato l'impatto dei diversi interventi che mirano a garantire il raggiungimento dei requisiti energetici richiesti dal Decreto Requisiti Tecnici del 2020 (fonte q).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione serramenti</li> <li>• Realizzazione isolamento termico strutture verticali</li> <li>• Realizzazione isolamento termico strutture orizzontali</li> <li>• Sostituzione impianto di generazione esistente con pompa di calore</li> </ul>	
Tipologia di edificio e di interventi	Riduzione fabbisogno [%]	Riduzione domanda energia primaria [%]
Epoca costruttiva: <1920. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione serramenti: da U=4,9 W/m<sup>2</sup>K a U=1,3 W/m<sup>2</sup>K;</li> <li>• Isolamento termico strutture verticali: da U=1,19 W/m<sup>2</sup>K a U=0,23 W/m<sup>2</sup>K;</li> <li>• Isolamento termico strutture orizzontali:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Copertura: da U=1,8 W/m<sup>2</sup>K a U=0,2 W/m<sup>2</sup>K;</li> <li>- Solaio superiore: da U=2,86 W/m<sup>2</sup>K a U=0,2 W/m<sup>2</sup>K;</li> <li>- Solaio inferiore: da U=1,87 W/m<sup>2</sup>K a U=0,25 W/m<sup>2</sup>K;</li> </ul> </li> <li>• Sostituzione caldaia standard (gas) con pompa di calore aria-acqua (COP=3,8)</li> </ul>	65%÷85%	70%÷90%

<p>Epoca costruttiva: 1921-1975.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione serramenti: da <math>U=4,9 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>• Isolamento termico strutture verticali: da <math>U=1,15 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,23 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>• Isolamento termico strutture orizzontali:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Copertura: da <math>U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>- Solaio superiore: da <math>U=2,66 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>- Solaio inferiore: da <math>U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> </ul> </li> <li>• Sostituzione caldaia standard (gas) con pompa di calore aria-acqua (COP=3,8)</li> </ul>	<p>60%÷80%</p>	<p>65%÷85%</p>
<p>Epoca costruttiva: &gt;1975.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione serramenti: da <math>U=4,9 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>• Isolamento termico strutture verticali: da <math>U=0,59 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,23 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>• Isolamento termico strutture orizzontali:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Copertura: da <math>U=0,74 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>- Solaio superiore: da <math>U=0,97 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> <li>- Solaio inferiore: da <math>U=1,12 \text{ W/m}^2\text{K}</math> a <math>U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}</math>;</li> </ul> </li> <li>• Sostituzione caldaia standard (gas) con pompa di calore aria-acqua (COP=3,8)</li> </ul>	<p>50%÷70%</p>	<p>55%÷75%</p>
<p><b>Fonti bibliografiche</b></p>		
<p>q) Ministero dello Sviluppo Economico, Gazzetta Ufficiale. Decreto Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici. 6 agosto 2020.</p>		